



# **TECHNICIEN SANITAIRE**

en situations précaires

Edition 2010



# **Technicien sanitaire** en situations précaires

© Médecins Sans Frontières – 2010  
Tous droits réservés pour tous pays.

Toutes reproductions, traductions et adaptations interdites sans l'autorisation préalable du titulaire du droit d'auteur.  
ISBN 2-906498-99-8

# **Technicien sanitaire** en situations précaires

Manuel destiné à la mise en place de programmes de santé publique dans des zones défavorisées, plus particulièrement des camps de réfugiés et de personnes déplacées, et des structures de santé.



# Technicien sanitaire en situations précaires

## Premiers auteurs et coordination

Joos Van Den Noortgate & Peter Maes

## Autres auteurs (par ordre alphabétique)

Francisco Diaz, Jean-Francois Fesselet, Jan Heeger, Patrick Laurent, Charlie Mcqueen, Saskia Nijhof, Cecile Renaudin, Jordi Sacristan, Antoine Saintrain, Rutger Verkerk

## Contributions supplémentaires (par ordre alphabétique)

Emmanuel Baron, Jean Bourgeois, Marc Coosemans, Eric de Miniac, Claire Dorion, Marie-Claire Durand, François Entin, Yannick Garbuzinski, Pierre Guillet, Philippe Maillot, Henri Meyer, Peter Thomson, David Weatherill

## Édition précédente

Yves Chartier, Michel Courvallet, Gilles Delmas, Pierre de Rancourt, Guy Jacquier, Eric Laurent, Gérald Massis, Stéphane Quinton & Brigitte Renchon.

## Illustrations

Germain Péronne

## Traduction

ISO Translation & Publishing

Avec la participation de Joos Van Den Noortgate, Jean-Yves Nuttinck, Jean Vanderaa et Peter Maes

## Mise en page

Evelyne Laissu

Fruit du travail collectif des différentes sections de Médecins Sans Frontières (MSF), le manuel que vous avez sous les yeux a été rédigé pour consolider la grande expérience de MSF dans le domaine du génie sanitaire. La première édition de cet ouvrage date de 1994. Cette seconde édition en est la mise à jour.

Longtemps considérée comme un domaine spécialisé par les organisations médicales, l'activité de technicien sanitaire n'est pas une fin en soi. Elle influe directement sur plusieurs maladies graves liées à une situation précaire en termes d'approvisionnement en eau, d'hygiène et/ou d'assainissement : maladie de Chagas, dengue, diarrhée, ver de Guinée, paludisme, peste, trachome, trypanosomiase, typhus, fièvres hémorragiques virales ou fièvre jaune. Il est important d'appréhender l'approvisionnement en eau, l'assainissement et l'hygiène non seulement en termes d'activités techniques, mais comme faisant partie intégrante de programmes médicaux, à l'instar d'autres mesures de santé préventives telles que la vaccination, les soins destinés aux mères et enfants, et les visites à domicile.

Les techniques décrites dans ce guide ont été choisies pour leur simplicité d'exécution et d'entretien, ainsi que pour leur coût modéré. Elles visent à faciliter la mise en œuvre de programmes de santé dans des environnements défavorisés, et plus particulièrement dans des structures de santé et des espaces clos tels que les camps de réfugiés et de personnes déplacées. L'objectif de cet ouvrage est d'accroître l'efficacité avec laquelle les acteurs humanitaires peuvent apporter une assistance adéquate en matière d'eau, d'hygiène et d'assainissement dans des situations précaires. Pour ce faire, il fournit au personnel sur le terrain des informations pragmatiques avec un minimum de contexte théorique.

Il importe néanmoins de ne jamais oublier que malgré toute la pertinence des techniques au niveau théorique, elles n'auront un impact sur la santé que si elles sont correctement appliquées. Et si importante que soit la mise en place de solutions techniques appropriées, elles doivent être acceptables sur le plan social. On n'insistera jamais trop sur la nécessité d'activités complémentaires telles que la promotion de la santé et la formation de techniciens locaux.

Les infrastructures décrites dans ce manuel visent à améliorer les conditions de vie ainsi qu'à réduire la mortalité et la morbidité de populations en détresse. Paradoxalement, des accidents mortels peuvent survenir durant la construction et/ou l'utilisation de ces infrastructures. Des puisatiers peuvent être asphyxiés par des gaz naturels lors de l'excavation de puits vitaux. Des gens peuvent être écrasés par l'effondrement de latrines de profondeur inadéquate. Les utilisateurs de ce guide sont donc instamment priés d'observer les recommandations de sécurité formulées ci-après afin d'éviter des drames humains.

En plus de connaissances techniques, les tâches du Technicien Sanitaire demandent une bonne connaissance de la population avec laquelle il travaille et des pratiques d'hygiène locales. Quelques talents pédagogiques et le sens de l'humour peuvent aussi s'avérer très utiles.

## Utilisation de ce guide

Ce guide commence par un chapitre d'introduction (Chapitre 1, "Gestion des activités liées à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement") couvrant les principes fondamentaux des évaluations et de l'analyse de situation, la définition et la planification d'une stratégie, ainsi que la mise en œuvre, le suivi et l'évaluation de projets.

Le chapitre 2, "Approvisionnement en eau", couvre plusieurs aspects de l'approvisionnement en eau en situations précaires : maladies liées à l'eau, quantités requises d'après les besoins fondamentaux en eau des humains, qualité liée aux caractéristiques de l'eau, accessibilité, différents types de ressources en eau avec leur protection et mode de fonctionnement, méthodes de traitement de l'eau, et distribution - y compris le transport et le stockage.

Les chapitres 3 à 8 couvrent les différents aspects de l'assainissement en situations précaires : "Élimination correcte des excréta" (Chapitre 3), "Évacuation des eaux de ruissellement et des eaux usées" (Chapitre 4), "Collecte et élimination finale des ordures" (Chapitre 5), "Gestion des déchets médicaux" (Chapitre 6), "Lutte anti-vectorielle" (Chapitre 7) et "Prise en charge des cadavres" (Chapitre 8).

Tous les chapitres du guide sont structurés de la même manière. Ils commencent par une section narrative répondant à plusieurs questions selon la séquence suivante : Pourquoi, Quoi, Où, Quand et Par qui, et enfin Comment. Chaque section narrative se termine par une liste de sources d'informations (Bibliographie recommandée) qui peuvent être consultées si nécessaire. Les sections narratives sont suivies par des Fiches Techniques (F.T.) pratiques décrivant différentes techniques fréquemment utilisées sur le terrain.

La fin de l'ouvrage comporte un glossaire donnant la définition la plus claire possible des termes techniques utilisés dans ce guide ou dans le quotidien du domaine. L'utilisateur y trouvera aussi diverses tables de conversion permettant de passer des unités américaines / impériales aux unités métriques (et vice-versa), ainsi que des formules géométriques.

Ce guide a été conçu comme un mode d'emploi. Les auteurs recommandent vivement à ses utilisateurs de commencer par le lire intégralement afin d'avoir une bonne vue d'ensemble des problématiques potentielles en termes d'eau, d'hygiène et d'assainissement dans des environnements défavorisés. Ils pourront ensuite utiliser les éléments requis via les Fiches Techniques.

Les critiques et commentaires des utilisateurs sont bienvenus. Ils sont importants pour que ce guide apporte des réponses aussi proches que possible des réalités et besoins du terrain. Veuillez adresser vos commentaires à vos techniciens de référence pour l'eau, l'hygiène et l'assainissement.

*Vos commentaires sont à adresser à :*

**Médecins Sans Frontières - Guidelines**  
**8 rue Saint-Sabin**  
**75011 Paris, France**  
**Tel: +32 (0)1 40 21 29 29**  
**e-mail: [public.health.engineering@msf.org](mailto:public.health.engineering@msf.org)**



# Table des matières

Chapitre 1	Gestion des activités liées à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement
Chapitre 2	Approvisionnement en eau
Chapitre 3	Élimination correcte des excréta
Chapitre 4	Évacuation des eaux de ruissellement et des eaux usées
Chapitre 5	Collecte et élimination finale des ordures
Chapitre 6	Gestion des déchets médicaux
Chapitre 7	Lutte anti-vectorielle
Chapitre 8	Prise en charge des cadavres
Addendum	Glossaire Tables de conversion Estimations relatives aux matériaux et au travail requis Formules géométriques



# Gestion des activités liées à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement

Narratif

Fiches techniques

- F.T. 1.01 Méthodes de collecte de données
- F.T. 1.02 Représentation cartographique
- F.T. 1.03 Échantillonnage cartographique
- F.T. 1.04 Check-list pour structures de santé
- F.T. 1.05 Check-list pour camps
- F.T. 1.06 Check-list pour l'eau, l'hygiène et l'assainissement
- F.T. 1.07 Formulaire d'enquête de base
- F.T. 1.08 Besoins essentiels en eau et assainissement dans les structures de santé
- F.T. 1.09 Besoins essentiels en eau et assainissement dans les camps
- F.T. 1.10 Planification des sites destinés à l'implantation d'un camp

## Chapitre 1



## **1.1 Pourquoi les activités liées à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement sont-elles importantes ?**

Les organisations d'aide humanitaire sont confrontées quotidiennement aux funestes conséquences de la guerre, de la violence, des catastrophes naturelles, de la pauvreté et des maladies. Leurs contextes d'intervention habituels favorisent la propagation de maladies infectieuses. En situation d'urgence, les gens sont encore davantage soumis à des risques d'infection, liés à une santé plus fragile et à la présence de nouveaux agents pathogènes (absence d'immunité contre une maladie ou une souche particulière de la maladie présente dans la zone où de nouveaux venus se sont installés). Ils sont en outre plus exposés à des facteurs de risque contextuels : logements précaires, conditions météorologiques extrêmes, conditions médiocres pour l'approvisionnement en eau, l'hygiène et/ou l'assainissement, densité de la population, dégradation des services de santé, manque d'accès à des traitements efficaces, insécurité physique (blessures) et socioéconomique, etc. Leur immunité peut en outre être affaiblie par la malnutrition et de multiples infections.

Les troubles diarrhéiques tuent des millions de personnes chaque année, presque toutes dans des pays à faibles revenus, et une grande majorité sont des enfants de moins de cinq ans. Le paludisme est une cause majeure de morbidité et de mortalité dans de nombreuses régions du monde. D'autres maladies liées aux problèmes d'approvisionnement en eau, d'hygiène et/ou d'assainissement (ex. : maladie de Chagas, ver de Guinée, fièvre de Lassa, peste, trachome, trypanosomiase, typhus, fièvre jaune) demeurent une lourde menace pour des millions de personnes dans des pays à faibles revenus, surtout lorsqu'elles sont déplacées ou affectées par des conflits et catastrophes.

Dans ces situations précaires, la mise en place de solutions élémentaires pour l'approvisionnement en eau, l'hygiène et l'assainissement (EHA) exerce un impact direct et documenté sur les maladies infectieuses et devrait être incluse dans le cadre des stratégies médicales. Leur objectif est de contribuer à la réduction de la morbidité et de la mortalité. Il est donc important de ne pas uniquement considérer les activités liées à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement comme relevant des programmes techniques mais aussi comme faisant partie intégrante des programmes médicaux, au même titre que d'autres mesures préventives telles que la vaccination, les soins aux mères et aux enfants, et les visites à domicile. Le fait de pouvoir accéder à des infrastructures d'assainissement correctes dans de telles conditions renforce également la protection de la dignité humaine.

## **1.2 En quoi consistent les activités liées à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement ?**

Les activités liées à l'eau, à l'hygiène ou à l'assainissement visent à réduire les réservoirs pathogènes environnementaux et à interrompre les voies de transmission. Selon le contexte, cet objectif impliquera l'amélioration de l'hygiène environnementale et de la santé via un meilleur accès à un approvisionnement adéquat en eau potable, un système approprié pour l'élimination des excréta, l'évacuation des eaux de ruissellement et des eaux usées, la collecte et l'élimination des ordures et des déchets médicaux, une lutte anti-vectorielle efficace et une prise en charge correcte des cadavres.

Les interventions EHA intégrées dans un projet médical plus général devraient être mises en place d'après les différentes étapes du cycle de projet. Pour un impact maximal sur la santé, il convient de prêter attention à "l'aspect technique" comme à "l'aspect comportemental et culturel". Si pertinentes que soient les techniques, elles ne peuvent exercer un impact prolongé sur la santé que si elles sont correctement utilisées et entretenues. À l'inverse, les bons programmes de promotion de santé ne peuvent fonctionner sans des infrastructures de qualité. Les interventions EHA doivent répondre à des problèmes de santé mais aussi aux besoins des bénéficiaires.

## **1.3 Où/quand les activités liées à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement doivent-elles être mises en œuvre et par qui ?**

Les activités liées à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement doivent être mises en œuvre dans des structures de santé - l'objectif étant de permettre des interventions curatives et d'éviter la contamination

des patients par une autre maladie lorsqu'ils se trouvent dans la structure de santé, tout en prévenant les blessures ou infections du personnel soignant, des visiteurs et des voisins. Ces actions EHA au sein de la structure de santé sont basées sur les Besoins essentiels (F.T. 1.08) concernant l'apport d'eau potable en suffisance, la mise en place d'un système adéquat pour l'élimination des excréta, la gestion des eaux usées et des déchets médicaux, et la lutte anti-vectorielle. Les impératifs de contrôle des infections doivent en outre être respectés et appliqués par l'ensemble du personnel conformément aux précautions universelles / standard.

Les activités liées à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement doivent également être mises en œuvre en cas de crise humanitaire afin d'empêcher un accroissement de la morbidité et de la mortalité au sein de la population affectée. Lors de crises humanitaires aiguës, l'exécution d'activités de prévention liées à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement est obligatoire. Lors de crises humanitaires chroniques (épidémies récurrentes de choléra, de paludisme et d'autres maladies infectieuses, par exemple), des activités adéquates en matière d'eau, d'hygiène et d'assainissement doivent compléter les autres stratégies médicales afin de réduire et, en définitive, d'arrêter la propagation de la maladie en bloquant les voies de transmission.

La stratégie de mise en œuvre la plus adéquate pour les activités EHA (eau, hygiène et assainissement) variera d'un endroit à l'autre et au fil du temps. Elle doit être établie en étroite collaboration avec toute l'équipe de coordination et les autorités respectives. L'implication et la synergie du personnel médical et non-médical sont essentielles pour une application fructueuse de toute stratégie EHA. Lorsque les responsabilités sont claires, cette approche multidisciplinaire accroît considérablement la qualité et l'impact des projets.

## 1.4 Comment faudrait-il gérer les activités liées à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement ?

Le cycle du projet permet de définir les interventions prioritaires, en comprenant la façon de les instaurer et de suivre leur évolution. Il est important d'analyser et de définir les vrais problèmes en premier lieu puis de fixer et déterminer l'objectif global, le(s) objectif(s) spécifique(s) et les résultats à obtenir pendant la durée du projet, les activités à effectuer et les moyens requis. Les outils intervenant dans ce processus sont les arbres à problèmes et objectifs ainsi que le cadre logique (section 1.5 Bibliographie recommandée).

### 1.4.1 Évaluation et analyse

Selon le niveau d'urgence, procédez à une évaluation rapide (1 ou 2 jours) pour une urgence aiguë, ou à une évaluation rapide puis plus approfondie (de quelques jours à quelques semaines) en cas d'urgences chroniques et de situations stabilisées.

La phase d'évaluation permet la collecte de :

- données démographiques (population-cible, pratiques en matière d'hygiène, etc.).
- données de santé, en collaboration avec les équipes médicales (chiffres relatifs à la mortalité et à la morbidité, taux d'incidence hebdomadaires du choléra...).
- données techniques (ex. : nombre de latrines, turbidité).
- données sur l'environnement physique (pluies mensuelles moyennes, niveau phréatique élevé, etc.).
- données socio-politiques (sécurité, élections imminentes, etc.).

Il existe toutes sortes de méthodes et outils associés pour obtenir des données sur l'eau, l'hygiène et l'assainissement afin de compléter les informations médicales. Les outils dédiés à la collecte de données en vue d'évaluations sont décrits à la F.T. 1.01.

L'environnement doit être étudié et décrit. Il convient d'établir une carte, même rudimentaire, pour visualiser la situation globale ainsi que les infrastructures existantes en matière d'eau, d'hygiène et d'assainissement (F.T. 1.02). Un échantillonnage cartographique (F.T. 1.03) peut aussi être organisé afin d'évaluer l'ampleur globale de la population concernée et les zones à densité de population faible ou élevée au sein d'un camp.

Les check-lists présentées dans ce chapitre aident à cibler les informations requises ainsi qu'à préparer les méthodes de collecte de données qui seront utilisées lors des évaluations :

- d'un point de vue général dans le cas d'une structure de santé (F.T. 1.04).
- d'un point de vue général, dans le cas d'un camp de réfugiés ou de personnes déplacées (F.T. 1.05).
- du point de vue plus spécifique de l'eau, de l'hygiène et de l'assainissement (F.T. 1.06 ; 1.07).

Même si ces check-lists contribuent au ciblage des informations requises, elles ne doivent pas être considérées comme une limite du type d'information et de leur mode d'obtention. Il faut garder à l'esprit que les informations collectées peuvent être tendancieuses, surtout si elles ne sont obtenues qu'au moyen d'interviews. Il convient donc de procéder à un recoupement approfondi.

Une fois collectées, ces données doivent être analysées - notamment via une comparaison avec des indicateurs tels que les Besoins essentiels (F.T. 1.08, 1.09) - et utilisées dans les phases restantes du cycle du projet.

### 1.4.2 Planification de la stratégie

La stratégie peut être planifiée à partir de l'évaluation et de l'analyse. Il faut d'abord définir un objectif global, puis des objectifs spécifiques et des résultats à obtenir, avec les activités requises pour chacun d'eux. Durant cette phase, il importe aussi de déterminer les besoins humains et logistiques nécessaires pour la mise en place des activités.

Enfin, un budget détaillé devra être joint à toutes les propositions d'intervention. Ce budget doit être établi sur la base des besoins humains et logistiques ainsi que d'un chronogramme d'intervention.

D'un point de vue général et pendant toute la durée du projet, il est extrêmement important d'entretenir et/ou de renforcer les liens avec la population et d'autres acteurs, comme les institutions, les groupes sociaux traditionnels et/ou d'autres organisations d'aide humanitaire.

### 1.4.3 Mise en œuvre

L'essence de l'intervention réside dans les réalisations tangibles et non dans les évaluations et la planification sans fin. La période séparant l'évaluation initiale (phase exploratoire) des premières actions en cas d'urgence aiguë peut être très courte. La gravité considérable de certaines situations (famine, conflit, déplacement de population) exige une mise en route rapide avec des réalisations tangibles. Il n'est pas obligatoire d'obtenir toutes les ressources souhaitées avant de lancer une intervention. Toute action visant à améliorer rapidement les conditions de vie d'une population à risque est bienvenue.

Pour les urgences chroniques et les situations stabilisées, la période entre l'évaluation initiale et la mise en œuvre peut être plus longue en raison d'une évaluation approfondie et d'une extension de la phase de planification stratégique.

La mise en route d'activités doit s'accompagner de modules de formation destinés au personnel afin de garantir leur qualité et leur succès. Chaque membre de l'équipe doit connaître ses responsabilités et pouvoir accéder aux informations et outils requis pour accomplir ses tâches.

### 1.4.4 Suivi

L'objectif du suivi est de garantir une adéquation permanente entre les objectifs, les moyens mis en œuvre, les résultats prévus et ceux obtenus dans le cadre du chronogramme d'intervention. Le suivi consiste en l'observation et l'enregistrement réguliers des activités effectuées durant un projet. C'est un processus routinier de collecte d'informations sur tous les aspects du projet. Ici aussi, les rapports d'activité, les mises à jour financières et la communication permanente entre les équipes médicales et logistiques afin de présenter les données épidémiologiques et les améliorations y afférentes sont d'une importance cruciale. Cette phase très dynamique génère une série de questions mais propose aussi des solutions alternatives dans l'optique d'une amélioration des performances. Il faut une grande flexibilité pour accepter de modifier des points de vue ou des décisions qui ne sont plus considérés comme pertinents, et beaucoup d'énergie pour identifier les obstacles au projet.

Dans le contexte de ce guide dédié à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement, les méthodes de collecte de données (F.T. 1.01) peuvent également servir d'outils de suivi, dont la préparation peut s'effectuer via les différentes check-lists présentées dans ce chapitre (F.T. 1.04 à 1.07). La comparaison entre les données extraites des check-lists durant l'évaluation et la mise en œuvre permettra de détecter les améliorations de la situation en matière d'eau, d'hygiène et d'assainissement.

### 1.4.5 Évaluation

L'évaluation d'un projet consiste à analyser son impact réel (réduction de la morbidité et de la mortalité, par exemple) et les résultats des activités menées. Elle vise aussi à déterminer si les objectifs globaux et spécifiques, avec leurs activités spécifiques (activités EHA, par exemple), ont été atteints. L'évaluation permet de souligner les forces et faiblesses du projet ainsi que de rectifier la situation si nécessaire. Une évaluation peut être effectuée à tout moment pendant la durée de vie d'un projet. Elle est en outre essentielle pour permettre des améliorations et une redéfinition (potentielle) des objectifs spécifiques à atteindre en cas d'extension du projet.

## 1.5 Bibliographie recommandée

**A.M. Almedom, U. Blumenthal, L. Manderson**

*Procédures d'évaluation Sanitaire: Approches et méthodes pour l'évaluation des Pratiques d'hygiène relatives à l'eau et à l'assainissement*  
INFDC / London School of Hygiene and Tropical Medicine. Londres, 1997.

**A.S. Benenson (Editor)**

*Control of Communicable Diseases Manual*  
American Public Health Association, 1995

**V. Curtis, B. Kanki**

*A manual on hygiene promotion*  
UNICEF / London School of Hygiene and Tropical Medicine. London, 1999.

**S. Ferron, J. Morgan, M. O'Reilly**

*Hygiene Promotion. A practical manual for relief and development.*  
ITDG Publishing. Care International. London, 2000.

**R. Sawyer, M. Simpson-Hébert, S. Wood**

*Manuel pas à pas sur PHAST: une approche participative pour enrayer les maladies diarrhéiques*  
Organisation Mondiale de la Santé, 2000

Les activités relatives à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement sont intégrées dans des projets médicaux basés sur les besoins effectifs. Il existe toutes sortes de méthodes et outils associés pour collecter des données relatives à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement afin de compléter les informations médicales.

### Procédure

- Familiarisez-vous, ainsi que l'équipe chargée de collecter les données, avec les méthodes avant de les appliquer. Utilisez les méthodes qui conviennent le mieux à l'équipe et aux participants.
- Présentez-vous, de même que l'équipe et la méthode de collecte des données, aux bénéficiaires.
- Effectuez les évaluations en utilisant tous vos sens.
- Procédez immédiatement aux enregistrements adéquats.
- Adoptez une approche discrète et prévenante. Les praticiens doivent être sensibles au contexte socioculturel et ne pas susciter des attentes irréalistes chez les bénéficiaires.
- Vérifiez les performances et la neutralité de l'interprète avec un autre interprète.
- Assurez-vous de collecter également des données parmi les groupes plus vulnérables de la société.
- Respectez les impératifs de confidentialité et de sécurité des informateurs. La collecte de données doit s'effectuer avec le consentement de la communauté.
- Répartissez les groupes bénéficiaires en sous-groupes d'après le sexe et l'âge, si approprié.
- Stimulez la collecte de données mais sans "orienter" les participants vers une réponse ou direction particulière.
- Analysez toutes les données collectées. Ainsi, seulement l'information pertinente doit être collectée.

### Remarques

- Effectuez toujours une évaluation initiale, même en cas d'urgence aiguë. Cette évaluation initiale constitue également une base importante pour préparer l'évaluation approfondie lors d'urgences chroniques et de situations stabilisées.
- Les tableaux ci-dessous présentent les outils de collecte de données susceptibles d'être utilisés pour des évaluations sanitaires initiales rapides (Tableau 1) et des évaluations sanitaires approfondies. Dans ce dernier cas, deux types de méthodes peuvent être envisagés : les méthodes classiques (Tableau 2) et les méthodes participatives (Tableau 3).
- Une fois collectées, les données doivent être analysées. Les résultats obtenus serviront à définir la stratégie et à planifier le projet.
- Toutes les méthodes présentées ci-après peuvent aussi être utilisées pour les évaluations liées à d'autres domaines que l'eau, l'hygiène et l'assainissement.
- L'approche participative présente l'avantage d'une proximité plus étroite avec les bénéficiaires. Les discussions qu'ils mènent entre eux leur permettent en outre d'apprendre les uns des autres en plus de la simple collecte de données. L'inconvénient réside néanmoins dans la durée des exercices que les participants doivent effectuer. Si le temps est limité, l'approche classique conviendra davantage pour l'évaluation approfondie.
- Il existe d'autres méthodes d'évaluation, décrites dans des ouvrages plus spécialisés (section 1.5 Bibliographie recommandée).

Tableau 1 : Méthodes de collecte de données en vue des évaluations initiales

Dénomination	Description	Objectif	Matériel / Outils
Recherche documentaire	Lecture des informations pertinentes déjà disponibles dans diverses sources : -documents (médicaux ou relatifs à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement, par exemple). -fiches médicales. -livres / guides / manuels.	-Se forger une idée de la situation avant d'entamer l'évaluation sur le terrain (cette analyse peut déjà démarrer au siège ou sur le chemin menant au site d'investigation).	-Rapports (procès-verbaux des réunions, rapports de situation, par exemple). -Fiches médicales -Livres / guides -Médias (journaux, par exemple)
Interview d'informateurs-clés	Interviews informelles de toutes personnes susceptibles de fournir des informations détaillées, sur la base de leur expertise spécifique ou de leur connaissance d'un domaine particulier : chef de village, membre du personnel soignant local, directeur d'hôpital, infirmière en chef, entomologiste, etc. <i>NB : les femmes (et les enfants) peuvent souvent s'avérer des informateurs-clés en matière d'eau, d'hygiène et d'assainissement.</i>	-Obtenir une bonne vue d'ensemble des problématiques pertinentes (en matière d'eau et d'assainissement). -Documenter l'éventuelle évaluation approfondie. -Identifier les problématiques à couvrir / valider dans le cadre d'observations (structurées).	-Liste de sujets à couvrir (sur la base de check-lists) -Formulaire d'enquête de base -Carnet et de quoi écrire
Cartographie et échantillonnage cartographique (F.T. 1.02 et 1.03)	Réalisation d'une carte du site d'investigation, avec l'indication des lieux ou éléments importants pour le projet : sources d'eau, zones de défécation, routes, bâtiments, par exemple. L'échantillonnage cartographique permet d'établir une bonne estimation de la population, de la taille des ménages et de l'espace moyen disponible par personne.	-Différentes cartes de la région peuvent être établies et utilisées à des fins d'orientation et de planification. -L'estimation de la population vivant dans un milieu fermé permet d'obtenir des données importantes comme le taux brut de mortalité, ainsi que la quantité d'eau et le nombre de latrines nécessaires. -Documenter l'éventuelle évaluation approfondie.	-Boussole / GPS -Long ruban à mesurer -Compteur à main -Carnet et de quoi écrire -Papier millimétré -Règle -Calculatrice -Corde
Inspection hygiénique	Exploration pédestre des divers recoins du ou des sites d'investigation afin d'obtenir des informations via des <b>observations (non structurées)</b> et des <b>discussions informelles</b> avec la population. <i>NB : cette démarche est plus efficace à l'aube ou au crépuscule, moments où s'effectuent la plupart des pratiques d'hygiène et de prélèvement d'eau.</i>	-Vous familiariser avec le contexte physique des pratiques liées à l'hygiène. -Étudier le comportement des gens dans leur routine quotidienne - Documenter l'éventuelle évaluation approfondie.	-Liste des sujets à couvrir (sur la base de check-lists) -Carte si disponible -Formulaire d'enquête de base -Carnet et de quoi écrire
Observation in-situ	Enregistrement des informations (sur la base d'une liste de sujets claire mais succincte) durant le premier moment d'observation (observation rapide des éléments mentionnés sur la check-list ponctuelle au moment d'accéder à un lieu d'habitation, un service hospitalier ou une salle d'hospitalisation). <i>NB : méthode rapide particulièrement utile lorsque le temps est fort limité.</i>	-Déterminer la présence ou l'absence de comportements et pratiques clairement définis en matière d'hygiène et de santé. -Documenter l'éventuelle évaluation approfondie.	-Check-list ponctuelle (sur la base d'une collecte de données/de check-lists antérieures) -Formulaire d'enquête de base -Carnet et de quoi écrire

Tableau 2 : Méthodes de collecte de données classiques en vue d'évaluations approfondies

Dénomination	Description	Objectif	Matériel / Outils
Recherche documentaire	Lecture des informations pertinentes déjà disponibles dans diverses sources : -documents (médiacaux ou relatifs à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement, par exemple). -fiches médicales. -livres / guides / manuels.	-Se forger une idée de la situation avant de reprendre l'évaluation sur le terrain (cette analyse peut avoir déjà été effectuée au bureau).	-Rapports (ex. : procès-verbaux de réunions) -Fiches médicales -Livres / guides -Informations collectées durant l'évaluation initiale
Observation structurée	Observation (continue) afin de collecter des informations sur la base d'une liste thématique claire mais succincte. Ex. : - Observation structurée continue (enregistrement à chaque fois qu'une action spécifiée sur la fiche d'observation est effectuée). - Cachatage (apposition d'une marque sur la fiche de suivi chaque fois qu'une personne collecte de l'eau, par exemple).	-Localiser les infrastructures liées à l'eau et à l'assainissement. -Obtenir des informations sur les problématiques et pratiques liées à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement au sein et autour de ces infrastructures, dans les habitations des gens ou dans leur environnement de travail, et dans les structures de santé.	-Check-list d'observation (basée sur une collecte de données / des check-lists antérieures) -Fiche de suivi -De quoi écrire
Interview structurée	Interview de personnes sur la base d'un questionnaire incluant des questions fermées sur des sujets prédéterminés (ex. la réponse ne peut être que 'oui' ou 'non', ou une option d'un questionnaire à choix multiple).	-Collecter des données essentiellement factuelles et quantitatives (les données sont assez faciles à collecter et interpréter car il s'agit d'un questionnaire préétabli qui est, en revanche, difficile à préparer).	-Interview écrite avec des questions fermées sur des thèmes prédéfinis (sur la base d'une collecte de données / de check-lists antérieures) -De quoi écrire
Interview semi-structurée	Interview de personnes via un questionnaire incluant des questions ouvertes sur la base de thèmes prédéfinis (la personne interviewée peut répondre en ses propres termes, par exemple). NB : il est utile d'avoir un assistant pour prendre des notes.	-Examiner les problématiques générales et spécifiques en posant des questions de façon informelle mais systématique. -Déterminer quelles pratiques en matière d'hygiène / de santé sont idéales / acceptables et pourquoi. -Collecter des données qualitatives.	-Interview écrite avec des questions ouvertes sur des thèmes prédéfinis (sur la base d'une collecte de données / de check-lists antérieures) -Carnet et de quoi écrire
Groupe de discussion	Discussion d'un thème intéressant pour l'enquêteur avec un petit groupe de personnes partageant des contextes ou expériences similaires. NB : un groupe de discussion requiert au moins deux personnes : 1 animateur et 1 personne pour prendre des notes.	Explorer : -Un éventail d'opinions / points de vue sur le sujet abordé. -La grande variété de termes et expressions locaux liés au thème en question. -La signification des constats de l'enquête qui ne peuvent être expliqués (sur le plan statistique).	-Questions ouvertes écrites et/ou images afin de présenter le sujet en question -Carnet et de quoi écrire (et/ou enregistreur)

Tableau 3 : Méthodes de collecte de données participatives en vue d'évaluations approfondies

Dénomination	Description	Objectif	Matériel / Outils
Carte de la communauté / structure de santé	Les participants sont invités à dessiner une carte de leur communauté / structure de santé, en indiquant les lieux importants pour eux (place du marché, par exemple) et les éléments intéressants pour l'enquêteur (sources d'eau et latrines, par exemple).	-Repérer les infrastructures existantes en matière de santé et d'hygiène et auxquelles la communauté a accès. -Identifier les ressources d'hygiène et d'assainissement dans les habitations ou les structures de santé (latrines, par exemple). -Déterminer comment la communauté / le personnel soignant perçoit son entourage / environnement de travail et quelles priorités il y a établies.	-Tableau et craie ou -Papier et marqueurs
Classement en trois piles	Les participants doivent discuter et déterminer si les activités liées à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement illustrées sur les images sont bonnes, mauvaises ou entre les deux, et pourquoi. Après obtention d'un consensus, l'image est placée dans la pile correspondante. Les discussions entre participants fourniront des informations essentielles à l'enquêteur.	-Briser les barrières sociales et établir une bonne communication. -Introduire des thèmes potentiellement sensibles / personnels (utilisation des latrines, par exemple) qu'il convient d'aborder (connaissance / perception des participants). -Améliorer le comportement en matière d'hygiène, sur la base des perceptions et besoins des gens.	-Série d'images illustrant des activités liées à l'eau et à l'assainissement -Signes 'bon', 'mauvais' et 'entre les deux' -Carnet et de quoi écrire
Tableau à poches	Les participants peuvent indiquer individuellement et de façon anonyme quelles ressources / méthodes EHA ils utilisent parmi les options mentionnées sur une matrice. Les discussions ultérieures entre participants fourniront à l'enquêteur des informations essentielles sur les pratiques effectives en matière d'eau, d'hygiène et d'assainissement. <i>NB : il importe de définir chaque image et de convenir de sa signification avant de voter sur un de ses aspects prédéfinis.</i>	-Déterminer quelle ressource / méthode est actuellement utilisée, à quelles fins, ou par quel groupe de la population (investigations sur les méthodes liées à la défécation, par exemple).	-Séries d'images illustrant des activités liées à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement. -Cartes de vote -Tableau à poches -Carnet et de quoi écrire
Analyse des tâches affectées selon les sexes et la fonction	Analyse des problèmes liés au genre / personnel, plus particulièrement dans le cadre de l'affectation des tâches et de la gestion des ressources. Des images illustrant diverses activités liées à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement sont distribuées et les participants doivent indiquer qui effectue les différentes tâches. Lorsqu'un consensus est atteint, l'image est placée dans la pile adéquate : homme, femme ou les deux / médical, non médical ou les deux. Les discussions entre participants fourniront des informations essentielles à l'enquêteur.	-Déterminer quelles activités ou tâches sont acceptables pour / affectées aux hommes, aux femmes ou aux deux / au personnel médical, au personnel non médical ou aux deux, et pourquoi.	-Séries d'images illustrant des activités / tâches pertinentes -Image d'un homme, d'une femme et des deux ensemble / de personnel médical, de personnel non médical et des deux ensemble -Carnet et de quoi écrire

## F.T. 1.02 Représentation cartographique

Cette méthode d'évaluation consiste à dessiner une carte rudimentaire du site à étudier à l'aide d'une boussole ou d'un GPS. Cette carte peut aussi indiquer des lieux ou éléments importants pour le programme en général ou plus spécifiquement pour les activités liées à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement. Enfin, elle peut contribuer à l'orientation et à la planification du projet, et joue un rôle essentiel dans l'échantillonnage cartographique.

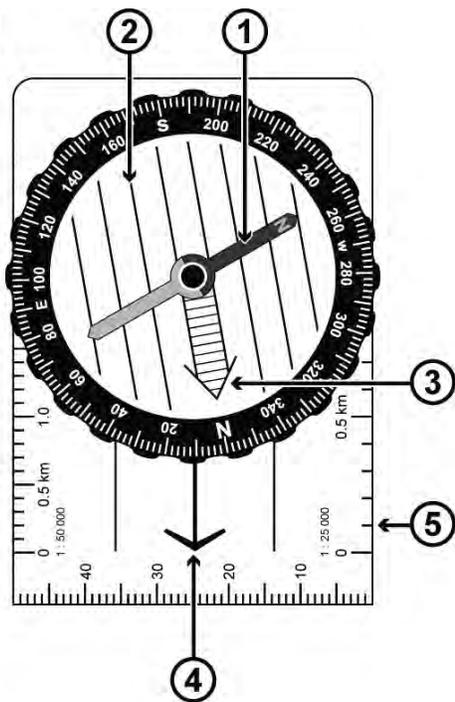
### Procédure

#### Enregistrement des points de repère

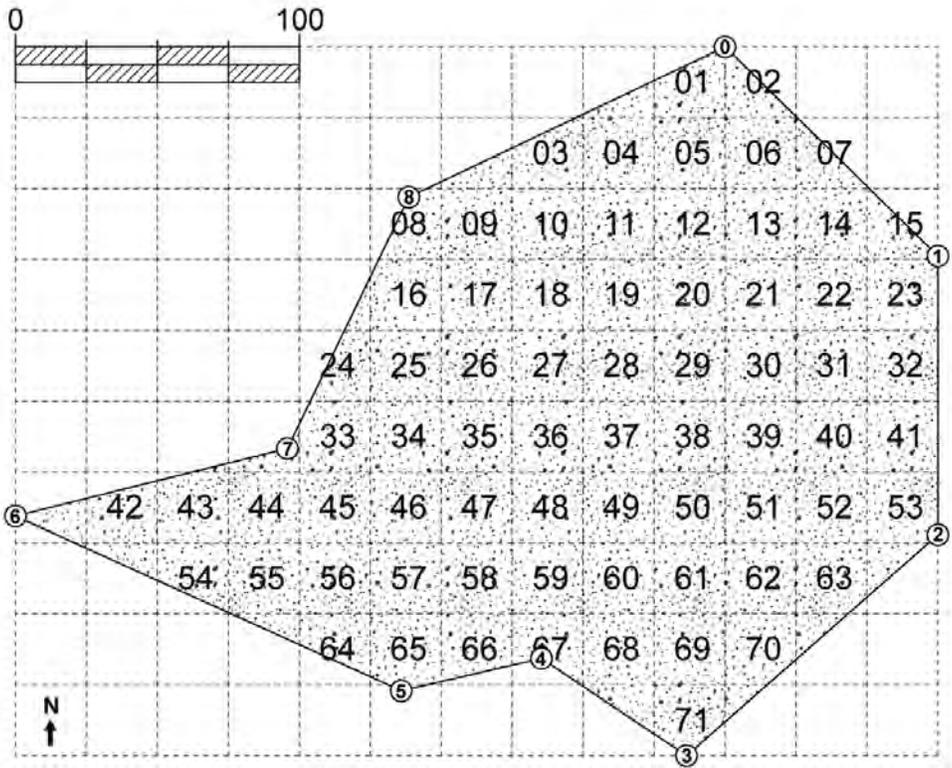
- Marchez d'un pas normal sur une longueur prédéfinie (100 m, par exemple) et comptez le nombre de pas requis pour couvrir cette distance. La taille moyenne d'un pas peut ensuite être calculée en divisant la longueur prédéfinie par le nombre de pas : ex. :  $100 \text{ m}/119 \text{ pas} = \text{pas moyen de } 0,84 \text{ m}$ .
- Rendez-vous à un point de repère spécifique en périphérie du site.
- Repérez le nord à l'aide d'une boussole.
- Pointez la flèche de visée vers le repère suivant et faites tourner le cadran gradué jusqu'à ce que sa flèche s'aligne avec l'aiguille magnétique indiquant le nord ( $0^\circ$ ).
- Faites un relèvement (notez l'angle entre la direction du second point de repère et le nord). Le relèvement peut être lu sur le cadran gradué à la position de la flèche de visée.
- Marchez normalement vers le prochain point de repère et comptez le nombre de pas requis pour y arriver. Pour ne pas commettre d'erreurs lors du comptage des pas, il est vivement recommandé d'utiliser un compteur à main.
- Notez le nombre de pas sur la même ligne que le relèvement.
- Répétez cette procédure d'un point de repère à un autre jusqu'à ce que vous soyez revenu au point d'origine.

#### Réalisation de la carte et calcul de la surface totale du site

- Tracez le premier point de repère sur un papier millimétré, en le positionnant de sorte que tous les autres points puissent être dessinés sur la même feuille et que le nord soit en haut. Il importe également de fixer d'emblée l'échelle de la carte.
- Faites tourner le cadran gradué jusqu'à ce que le premier relevé (mesuré lors de l'enregistrement des points de repère) soit positionné exactement en face de la flèche de visée.
- Placez la boussole préréglée avec l'un de ses côtés longs en haut du premier point de repère spécifié sur le papier. Faites-la ensuite tourner autour de ce point jusqu'à ce que la flèche du cadran gradué pointe exactement vers le haut de la feuille, qui correspond au nord de la carte (les lignes parallèles du cadran gradué doivent être parfaitement alignées avec les lignes verticales du papier millimétré).
- Tracez une ligne sur le papier millimétré à partir du premier point de repère en suivant la flèche de visée de la boussole. Le fait de dessiner la ligne dans le sens opposé à la flèche est une erreur qui se répercutera dans le reste du tracé et donnera une carte incorrecte.
- Convertissez le nombre de pas entre le premier et le deuxième repère en distance effective, qu'il faudra adapter pour la carte en fonction de l'échelle choisie.
- Mesurez la longueur à l'échelle sur la ligne tracée à partir du premier repère et dessinez le deuxième repère.
- Répétez cette procédure d'un point de repère à un autre jusqu'à ce que vous soyez revenu au point de départ de la carte.
- Dessinez une grille sur la carte, avec des carrés de 25 m sur 25 m selon l'échelle de la carte.
- Comptez et numérotez les carrés dans le périmètre. Les carrés partiels avec au moins la moitié de leur surface dans le périmètre seront considérés comme entiers, tandis que ceux avec moins de la moitié de leur surface dans le périmètre seront ignorés. Les carrés partiels inclus comme s'ils étaient complets devraient compenser ceux qui ont été ignorés. *Le nombre total de carrés considérés comme inclus dans le périmètre de la figure est égal à 71.*
- Multipliez le nombre total de carrés (complets et partiels acceptés) par  $625 \text{ m}^2$  (surface d'un carré de  $25 \text{ m} \times 25 \text{ m}$ ). Ce calcul donnera une estimation acceptable de la surface totale du site. *Pour la figure, la surface totale est estimée à  $71 \times 625 \text{ m}^2 = 44.375 \text{ m}^2$  ou  $4,4375 \text{ ha}$ .*

**A****B****C**

Point	Degrés (°)	Mètres
1	135	100
2	180	100
3	225	120
4	310	70
5	250	50
6	295	150
7	75	100
8	25	100

**D****Légende****Apport**

- A. Boussole
- B. Compteur à main
- C. Coordonnées enregistrées
- D. Carte terminée

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Aiguille magnétique indiquant le nord (partie rouge)</li> <li>2. Cadran gradué rotatif</li> <li>3. Flèche du cadran gradué</li> <li>4. Flèche de visée</li> <li>5. Côté long de la boussole</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Boussole ou GPS (avec logiciel)</li> <li>- Long mètre ruban (50 m p.ex.)</li> <li>- Compteur à main</li> <li>- Carnet de notes et de quoi écrire</li> <li>- Règle</li> <li>- Calculatrice</li> <li>- Papier millimétré</li> </ul> |
|--|--|

## Remarques

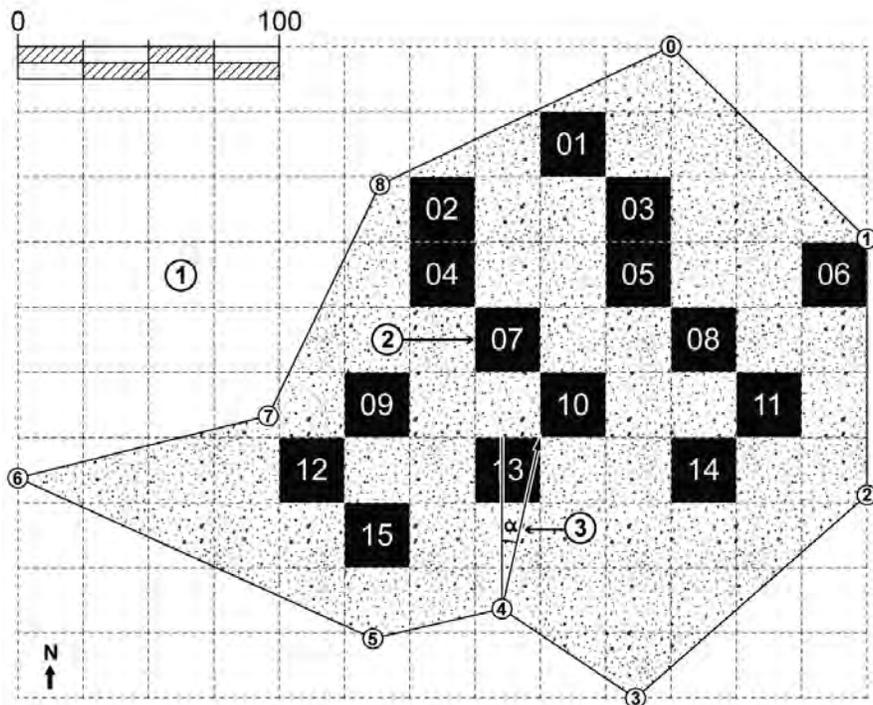
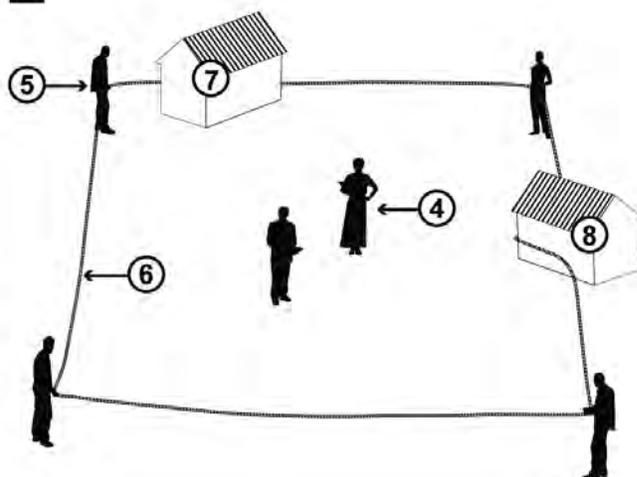
- Le site d'investigation sera probablement un camp de réfugiés / personnes déplacées ou une structure de santé, mais il peut aussi s'agir d'un village, voire d'un secteur dans une ville (bidonville, par exemple).
- Marchez le plus normalement possible afin de respecter la longueur moyenne d'un pas. La longueur des pas va néanmoins varier en cas d'ascension / descente d'une pente escarpée ou si l'accès au terrain est difficile.
- Tous les points de repère doivent être plus ou moins situés autour des limites externes du site. Évitez toutefois de choisir un nombre excessif de repères car cela accroîtra la charge de travail - non seulement pour les enregistrer mais aussi pour dessiner la carte. De toute évidence, plus il y aura de points de repère, plus la carte finale ressemblera à la réalité du terrain. Mais la plupart du temps, une telle précision n'est pas nécessaire, surtout en cas d'urgence aiguë.
- Soyez conscient que l'indication (précision) sur le cadran gradué rotatif présente souvent un intervalle de 2 degrés.
- Lors du tracé des points de repère sur la carte, l'aiguille magnétique de la boussole ne joue plus aucun rôle.
- Indiquez le nord sur la carte, sinon les utilisateurs ne sauront pas dans quel sens l'orienter.
- L'échelle 1/10.000 est souvent choisie pour une première carte car 100 m sur le terrain correspondent à 1 cm sur le papier millimétré. Cela permet généralement d'intégrer le site entier sur une seule feuille A4, format suffisant pour les premiers usages. Il est important d'y indiquer directement l'échelle.
- Si la dernière ligne se termine loin du premier point de repère sur la carte dessinée, cela signifie qu'il y a eu un problème lors de la représentation cartographique. Tous les repères doivent être vérifiés sur la base de leur longueur à l'échelle et de leur relèvement. Une erreur fréquente consiste à tracer une ligne dans le sens contraire (180° de décalage). Dans pareil cas, la carte ne peut plus être correcte. Si après une vérification minutieuse et un éventuel recommencement de la carte complète, le repère final ne correspond toujours pas du tout au premier repère, il y a probablement eu un problème lors de l'enregistrement des points de repère sur le terrain.
- De petites divergences entre les repères final et initial sont fréquentes et généralement dues à de légères imprécisions lors de l'enregistrement des points de repère et de la réalisation de la carte. Elles ne sont pas préoccupantes car la technique de représentation cartographique ne peut, de toute façon, fournir qu'une approximation de la situation effective sur le terrain.
- La carte rudimentaire d'un camp servira souvent de base pour un échantillonnage cartographique (F.T. 1.03). La carte initiale ou une version plus précise peut aussi être utilisée pour indiquer des lieux spécifiques (rivière, puits,...) ainsi que certaines infrastructures (latrines, centre de santé,...) d'une grande importance pour le programme général. Ces indications peuvent être dessinées directement sur la carte, mais il conviendrait d'ajouter une légende afin d'expliquer les symboles utilisés.
- Au lieu d'utiliser une boussole, la représentation cartographique peut s'effectuer par le biais d'un GPS (Global Positioning System). Chaque fois qu'un point de repère est franchi, un simple clic sur l'appareil indiquera ses coordonnées (latitude et longitude). Il faudra néanmoins vérifier au préalable si le GPS est réglé en degrés décimaux (ex. : 39,4567° avec 4 décimales après la virgule). Comme il ne sera plus nécessaire de compter les pas, ni de mesurer les angles entre des points de repères séquentiels, le périmètre du site pourra être parcouru bien plus rapidement. L'intégration des points de repère sur le papier peut s'effectuer via l'introduction manuelle de toutes leurs coordonnées dans un ordinateur ou (encore plus rapide) via la connexion directe du GPS à l'ordinateur pour les télécharger via un logiciel approprié. Tenez également compte du fait que l'imprécision d'un GPS peut atteindre 10 m, ce qui peut s'avérer problématique pour les petits sites d'étude mais pas les grands.
- Une voiture peut aussi être utilisée pour la représentation cartographique, et certainement dans le cas de sites très étendus. Les distances peuvent alors être mesurées avec le compteur kilométrique du véhicule mais tenez compte du fait que sa précision n'est que de 100 m. L'utilisation d'un GPS est certainement recommandée dans pareil cas.

## F.T. 1.03 Échantillonnage cartographique

L'échantillonnage cartographique est une méthode d'évaluation basée sur la représentation cartographique, qui permet d'estimer le nombre de personnes vivant dans une zone donnée ou d'avoir une idée de la magnitude du déplacement démographique vers un site spécifique. Ce chiffre fournit aussi un dénominateur pour les indicateurs épidémiologiques et de programmes. Avec la superficie de la zone cible et sa population estimée, il est même possible d'analyser la surface moyenne disponible par personne.

### Procédure

- Comptez tous les carrés complets de 25 m x 25 m de gauche à droite et de haut en bas sur la carte obtenue via la méthode cartographique (F.T. 1.02.). N'incluez pas les carrés partiels, même si plus de la moitié de leur surface se trouve à l'intérieur du périmètre. *Le nombre de carrés complets sur la figure est égal à 50.*
- Sélectionnez sur la carte, via un échantillonnage systématique, au moins 15 carrés complets (de 25 m x 25 m) à visiter pour collecter des données (échantillonnage cartographique).
  - Divisez le nombre total de carrés complets par 15, et arrondissez le résultat à un nombre sans décimales. *Le nombre arrondi correspondra au pas d'échantillonnage systématique (figure :  $50/15 = 3,33$  arrondi à 3).*
  - Commencez à partir du premier carré complet en haut de la grille puis ajoutez le pas d'échantillonnage systématique à droite afin d'obtenir le deuxième carré complet pour l'échantillonnage cartographique. Le pas d'échantillonnage systématique ne peut être compté que sur des carrés complets. Les carrés partiels situés dans le périmètre doivent être ignorés.
  - Continuez à ajouter le pas d'échantillonnage systématique de gauche à droite et de haut en bas jusqu'à ce que vous ayez sélectionné 15 carrés complets. Si l'échantillonnage systématique arrive au bas de la grille et que vous n'avez pas encore sélectionné 15 carrés complets, poursuivez l'opération en haut de la grille.
- Rendez-vous à un point de repère externe du site.
- Mesurez sur la carte le relèvement du point de repère externe au coin inférieur gauche du premier carré sélectionné. Pour ce faire, placez la boussole sur la carte existante, avec le grand côté le long de la ligne formée entre le point de repère externe et le coin inférieur gauche du carré sélectionné, en vous assurant que la flèche de visée pointe vers le carré sélectionné. Faites ensuite tourner le cadran gradué jusqu'à ce que sa flèche pointe vers le nord (haut) de la carte (les lignes parallèles de l'anneau gradué doivent être parfaitement alignées avec les lignes verticales du papier millimétré). Le relèvement peut être lu sur le cadran gradué à la position de la flèche de visée (F.T. 1.02.).
- Mesurez sur la carte la longueur à l'échelle entre le repère externe et le coin inférieur gauche du carré sélectionné, déterminez la distance réelle d'après l'échelle et convertissez-la en nombre de pas (la longueur moyenne d'un pas devrait être connue ; F.T. 1.02).
- Rendez-vous au carré sélectionné sur le site via le relèvement et la distance mesurés (nombre de pas), en commençant par le point de repère externe sélectionné. Déterminez la direction à emprunter en tournant le cadran gradué jusqu'à ce que le relèvement soit aligné avec la flèche de visée, et que la flèche du cadran gradué soit alignée avec l'aiguille magnétique indiquant le nord.
- Formez un carré de 25 m x 25 m (4 cordes dotées d'un marquage à 25 mètres peuvent s'avérer utiles pour représenter le carré), en partant du coin inférieur gauche comme indiqué sur la carte. Les abris périphériques qui ne se situent pas entièrement dans le carré de 25 m x 25 m ne doivent être inclus dans l'échantillon que s'ils ont au moins leurs limites sud et est dans le carré de 25 m x 25 m.
- Visitez chaque habitation une par une dans le carré de 25 m x 25 m et notez le nombre de personnes qui y ont passé la nuit précédente afin de déterminer la taille du ménage. Vous pouvez également collecter des informations supplémentaires sur l'âge et le sexe des membres du ménage.
- Suivez la même procédure pour tous les carrés sélectionnés.

**A****B**

## Calculs

- Calculez la **population de chaque carré** en additionnant tous les membres des ménages qu'ils comportent. Inscrivez les chiffres.
- Calculez la **taille moyenne d'un ménage** en additionnant les populations de tous les carrés puis en divisant la somme par le nombre total de ménages visités. Inscrivez le chiffre.
- Calculez la **population moyenne par carré** en additionnant les populations de tous les carrés puis en divisant la somme par 15. Inscrivez le chiffre.
- Extrapolez la **population totale du site** en multipliant la population moyenne de chaque carré par le nombre total de carrés au sein du périmètre (carrés complets et carrés partiels dont la surface est plus qu'à moitié incluse).
- Calculez la **surface moyenne disponible** (nombre de m<sup>2</sup> par personne) en divisant la surface totale du site (F.T. 1.02) par sa population totale. Comparez le chiffre obtenu avec l'indicateur de planification du site (F.T. 1.10.).

### Légende

### Apport

- A. Echantillonnage systématique
- B. Technique d'enquête

- |  |  |
|--|--|
| 1. Carte obtenue via la technique de représentation cartographique   | - Carte<br>- Règle                                   |
| 2. Carrés sélectionnés de 25 m x 25 m (au moins 15)  | - Boussole ou GPS                                    |
| 3. Direction du point de repère choisi jusqu'au carré sélectionné (angle et distance ; en l'occurrence carré 10) | - Long mètre ruban (50 m p.ex.)<br>- Compteur à main |
| 4. Enquêteurs  | - Carnets de note et de quoi écrire                  |
| 5. Personnes délimitant un carré de 25 m x 25 m  | - 4 cordes   |
| 6. Cordes  | - Calculatrice                                       |
| 7. Abri avec limites sud et est dans le carré de 25 m x 25 m   | - 2 enquêteurs                                       |
| 8. Abri avec la limite est en dehors du carré de 25 m x 25 m (exclus)  | - 4 personnes délimitant le carré                    |

### Remarques

- La population totale calculée pour le site n'est pas un chiffre exact mais une bonne estimation de la réalité.
- Pour obtenir un chiffre représentatif de la population totale du site, il faut examiner au minimum 15 carrés complets, dont au moins 10 doivent être peuplés. Seuls les habitats dont au moins la moitié de la surface se situe dans le carré sélectionné doivent être inclus dans le comptage démographique. Il est vivement recommandé d'attribuer un numéro à chaque carré sélectionné afin d'éviter toute confusion ultérieure (double visite d'un même carré, mélange des chiffres de carrés différents, etc.).
- S'il y a une différence manifeste en termes de densité démographique au sein du site, l'échantillonnage cartographique devra être réalisé séparément pour les zones à forte et faible densité. Sinon, les chiffres calculés (extrapolation de la population totale, par exemple) pourraient donner un résultat totalement erroné.
- Si une grande partie du site d'étude est inhabitée (un lac, par exemple), elle doit être cartographiée séparément et déduite de la surface totale du site d'étude afin de ne pas fausser l'estimation extrapolée de la population.
- La visite des carrés sélectionnés offre également une bonne opportunité pour mener quelques discussions informelles avec la population et effectuer diverses observations in situ (F.T. 1.0.1) à l'intérieur comme à l'extérieur du lieu d'habitation concernant des problématiques intéressantes pour le programme (dans le cadre de l'eau, de l'hygiène et de l'assainissement, par exemple).

## F.T. 1.04 Check-list pour les structures de santé

Cette check-list permet de préparer une collecte de données générales lors des évaluations au sein des structures de santé. La collecte de données inutiles est étonnamment aisée mais frustrante et inefficace. Il faut donc toujours vérifier attentivement la pertinence des données à collecter.

### Critères essentiels

#### Contexte

- Quel est le domaine d'intervention : assistance aux victimes d'un conflit ou d'une catastrophe naturelle, assistance envers des groupes vulnérables en situation de post-urgence, d'épidémie ou d'endémie, accès aux soins de santé pour des groupes exclus ?
- S'agit-il d'une urgence aiguë ou chronique, ou d'une situation stabilisée ? Quelle est la durée prévue pour le projet ?
- Quel est la localisation de la structure de santé : camp, zone rurale, zone urbaine ? Est-elle située sur un terrain privé ou public ?
- Quel type de structure de santé : consultations externes ("OPD"), structures avec hospitalisation ("IPD"), hôpital, Centre Nutritionnel Thérapeutique (CNT), Centre de Traitement du Choléra (CTC) ou Unité de Traitement du Choléra (UTC) ?
- Combien de consultations et/ou de patients hospitalisés/jour, nombre de lits (taux d'occupation) ?
- Quelles sont les activités de la structure de santé : chirurgie, Programme Élargi de Vaccination (PEV), maternité ?
- Comment se présente la gestion (locale) de la structure de santé ? En quoi consiste l'engagement des organisations d'aide humanitaire envers la structure de santé : propriétaire, soutien technique, présence continue, formation,... ? Quel est le rôle du Ministère de la Santé, d'autres intervenants ?

#### Disponibilité des terres

- Y a-t-il de l'espace disponible pour une éventuelle extension de la structure de santé, ou pour l'installation d'infrastructures d'urgence temporaires : p.ex. lors d'une épidémie ?
- Y a-t-il de l'espace disponible pour construire de nouvelles infrastructures : latrines, zone de déchets, etc. ?
- Faut-il signer un contrat avant d'utiliser un terrain privé ?

#### Accès

- La structure de santé est-elle aisément accessible pour les patients ? Quelle distance / combien de temps faut-il aux patients pour se rendre à la structure de santé ?
- La structure de santé est-elle toujours accessible en ambulance ?
- L'accès est-il possible à tout moment de l'année pour les véhicules de transport lourds : matériel et équipement médical, matériel de construction, approvisionnement en eau,... ?

#### Législation / droits fonciers

- À qui le terrain de la structure de santé appartient-il ?
- Est-il possible de construire des structures (supplémentaires) semi-permanentes et/ou permanentes sur le site ?
- Y a-t-il une législation nationale concernant l'approvisionnement en eau, les déchets médicaux et l'utilisation d'insecticides (essayez d'en obtenir une copie, le cas échéant) ? Est-elle appliquée dans la structure de santé ?
- Y a-t-il un Comité d'hygiène ?

#### Infrastructures existantes dans l'enceinte des structures de santé

- La disposition des bâtiments et infrastructures existants est-elle appropriée ? Existe-t-il une carte ? (si non, faites-en une ; F.T. 1.02).
- Y a-t-il suffisamment d'infrastructures correctes en termes de latrines, de douches et d'installations de lavage, une zone de déchets, une cuisine ?

#### Ressources humaines

- Y a-t-il un responsable pour la mise en œuvre et le suivi corrects des Besoins essentiels en eau et assainissement dans les structures de santé (F.T. 1.08) ? La promotion de la santé est-elle en cours ou prévue ?
- Quel est le nombre total de membres du personnel : médecins, infirmières, laborantins, personnel de nettoyage, techniciens, etc. ?
- Quel est le nombre d'employés nationaux et expatriés ?
- Tous les membres du personnel sont-ils conscients des règles d'hygiène adéquates dans la structure de santé (précautions standard / universelles) ? Ont-ils bénéficié d'une formation / d'informations à ce sujet ? Mène-t-on ou a-t-on prévu des activités de promotion de l'hygiène / de la santé pour le personnel ?
- Les blessures par piqûre d'aiguille sont-elles signalées ? Quelle est leur fréquence ? Un protocole de Prophylaxie Post-Exposition (PPE) est-il disponible après la blessure ?

- Le personnel national (médical et non médical) a-t-il été vacciné contre l'hépatite B / le tétanos ?
- L'ensemble du personnel (médical et non médical) porte-t-il des vêtements protecteurs ?
- Y a-t-il des produits de nettoyage, désinfectants et équipements disponibles et si oui, de quel type ? Les protocoles de nettoyage (latrines, salles communes) / désinfection / stérilisation corrects sont-ils disponibles et mis en œuvre ?

### **Sécurité / sûreté**

- Y a-t-il des risques pour la sécurité du personnel, des patients, des visiteurs ou de la population avoisinante : individus armés tentant d'accéder à la structure de santé, par exemple ?
- Y a-t-il des risques pour la sûreté du personnel, des patients, des visiteurs ou de la population avoisinante : présence de fosses ouvertes, déchets au sol, emplacement des latrines / douches ?
- Y a-t-il un risque d'incendie important ? Y a-t-il des plans d'évacuation ?

### **Climat**

- Quelles sont la période et la durée de la saison des pluies / la saison froide (hiver) ? Influencent-elles sur l'approvisionnement en matériaux et équipement ? Exercent-elles une incidence sur le drainage ?

### **Eau**

- Y a-t-il des ressources en eau dans l'enceinte ou aux abords de la structure de santé ? Plus l'eau est éloignée, plus complexe et coûteux sera son approvisionnement.
- Quels sont les types de ressources disponibles : eau de surface, eau souterraine, captage d'eaux de pluie ? Les ressources en eau existantes sont-elles disponibles toute l'année ?
- Les ressources disponibles offrent-elles toute l'année des quantités suffisantes pour toutes les activités au sein de la structure de santé (stérilisation, hygiène générale, eau potable, cuisine, hygiène personnelle, assainissement, etc.) ? Quelle est la qualité de l'eau ? L'eau est-elle aisément accessible pour le personnel, les patients et les visiteurs ?

### **Terrain**

- Le terrain présente-t-il une pente douce propice à un drainage naturel ?
- Quel est le type de sol du site où est implantée l'infrastructure sanitaire (détail important pour sa capacité d'infiltration ainsi que la facilité et la sécurité des activités de terrassement) ? Quelle est la profondeur de la nappe phréatique la plus élevée (à la fin de la saison des pluies) ?
- La structure de santé est-elle située dans une zone propice aux inondations, près d'un marais, sur un terrain caractérisé par un niveau de la nappe phréatique élevé ou soumis à des risques de glissements de terrain ? L'eau souterraine est-elle ou sera-t-elle utilisée pour la structure de santé ou par la population des environs ?
- Quelle est la direction dominante du vent : par exemple pour la construction de latrines ou d'un incinérateur ?

### **Risques sur la santé liés à l'environnement**

- Y a-t-il des maladies vectorielles endémiques dans la région et, le cas échéant, la structure de santé se situe-t-elle dans une zone à risque faible ou élevé ?
- Y a-t-il des signes visibles de vecteurs (organismes, matières fécales, œufs ; F.T. 7.0.1 à 7.0.9) ou de nuisances y afférentes ?
- Y a-t-il de l'eau stagnante ou d'autres lieux propices à la prolifération de vecteurs sur le site ou à proximité ?

### **Communautés locales**

- Quelle est la distance entre le site de la structure de santé et les habitations avoisinantes ?
- La structure de santé est-elle liée à des problèmes socioculturels (latrines, cadavres,...) ? La population avoisinant la structure de santé se plaint-elle de certaines activités menées sur le site (incinération de déchets générant des fumées, par exemple) ?
- Les déchets générés dans la structure de santé présentent-ils une quelconque valeur commerciale pour la population ? Les retrouvez-vous sur le marché local (aiguilles et seringues, médicaments périmés,...) ?
- La communauté est-elle consciente des activités menées dans la structure de santé ?

### **Remarques**

- Bien que cette check-list englobe les informations les plus essentielles sur les structures de santé, elle n'est cependant pas exhaustive.
- Il convient donc de l'utiliser en combinaison avec la check-list relative à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement (F.T. 1.06).
- Certaines des données collectées (sur la base de cette check-list) peuvent être comparées en cours d'analyse avec les indicateurs spécifiés dans les Besoins essentiels en eau et assainissement dans les structures de santé (F.T. 1.08).

## F.T. 1.05 Check-list pour les camps

Cette check-list permet de préparer une collecte de données générales lors d'évaluations au sein de camps de réfugiés / personnes déplacées. La collecte de données inutiles est étonnamment aisée mais frustrante et inefficace. Il faut donc toujours vérifier attentivement la pertinence de toutes les données à collecter.

### Critères essentiels

#### Contexte

- Quel est le domaine d'intervention : assistance envers des groupes vulnérables en situation de post-urgence, d'épidémie ou d'endémie, accès aux soins de santé pour des groupes exclus, assistance aux victimes d'un conflit ou d'une catastrophe naturelle,... ?
- S'agit-il d'une urgence aiguë ou chronique, ou d'une situation stabilisée ?
- Où le camp se situe-t-il : en zone rurale ou urbaine ? Sur un terrain privé ou public ?
- Quelle est l'ampleur de la population du camp : p.ex. nombre total de personnes, répartition âge / sexe ?
- Y a-t-il une intégration ou non au sein de la population résidente ? Quelle est la distance par rapport aux habitations des résidents ?
- En quoi consiste l'engagement des organisations d'aide humanitaire envers le camp : infrastructure médicale (hospitalisation ("IPD"), consultations externes ("OPD")), nutrition, soutien technique, eau, hygiène, assainissement, formation,... ?

#### Disponibilité de terrain

- La surface de terrain disponible est-elle suffisante (y compris pour d'éventuelles extensions ; F.T. 1.03) ?
- La population peut-elle subvenir à ses propres besoins (droit d'utiliser le terrain à des fins agricoles, par exemple) ? Le camp peut-il être facilement approvisionné en aliments et matériaux ?

#### Accès

- L'accès est-il possible à tout moment de l'année, plus particulièrement pour les véhicules lourds (camions-citernes à eau, par exemple) ?
- Les infrastructures communautaires sont-elles toujours accessibles aux véhicules légers ?

#### Législation / droits fonciers

- Y a-t-il des droits légaux et/ou traditionnels à prendre en considération ?
- Est-il possible de construire des structures semi-permanentes et/ou permanentes sur le site ?
- Sera-t-il possible d'installer une décharge / un cimetière et y aura-t-il suffisamment d'espace ?

#### Infrastructures existantes sur le site du camp

- Le site comporte-t-il des structures de santé ou des bâtiments susceptibles d'être utilisés en tant que tels ?
- Y a-t-il des bâtiments (de grande taille) susceptibles d'être utilisés en tant que bureau / entrepôt ?
- Y a-t-il un marché ? Quelles sont les principales marchandises (alimentaires ou non) qu'on peut y trouver ?
- Y a-t-il des bâtiments religieux (mosquée, église, temple), même sous un abri temporaire ?

#### Sécurité / sûreté

- Y a-t-il des risques pour la sécurité des réfugiés, des personnes déplacées ou des acteurs humanitaires ? Il est recommandé d'installer les réfugiés à une distance raisonnable des frontières internationales et d'autres zones potentiellement sensibles.
- Y a-t-il des risques pour la sûreté des réfugiés, des personnes déplacées ou des acteurs humanitaires : présence de fosses ouvertes, déchets au sol, emplacement des latrines / douches,... ?
- Quelle est le risque d'incendie ? Y a-t-il des dispositifs coupe-feu ? Y a-t-il des plans d'évacuation ?

#### Climat

- Quelles sont la période et la durée de la saison des pluies / la saison froide (hiver) ? Influencent-elles sur l'approvisionnement en matériaux et équipement ? Exercent-elles une incidence sur le drainage ?

#### Eau

- Y a-t-il des ressources en eau disponibles sur place ou à proximité toute l'année ? Plus l'eau est éloignée, plus complexe et coûteux sera son approvisionnement.
- Quels sont les types de ressources disponibles : eau de surface, eau souterraine (y compris l'eau de source), captage d'eaux de pluie ? Les ressources en eau existantes sont-elles disponibles toute l'année ?
- L'eau est-elle disponible en quantité suffisante pour les besoins de la population ciblée en termes de boisson, de cuisson, d'hygiène personnelle et d'assainissement ? Qu'en est-il de la qualité de l'eau ? L'eau est-elle aisément accessible, y compris pour les personnes vulnérables ?

## **Terrain**

- Le terrain présente-t-il une pente douce propice à un drainage naturel ?
- Le type de sol est-il approprié pour les excavations et l'infiltration de l'eau ? Le type de sol détermine les techniques d'assainissement et de construction applicables. Évitez la roche ou les zones dont le niveau de la nappe phréatique est élevé, car cette configuration rendra la construction de latrines difficile.
- Y a-t-il suffisamment de buissons, d'arbustes et d'arbres pour assurer un ombrage et prévenir l'érosion du sol ?
- Le camp est-il situé dans une zone propice aux inondations, près d'un marécage, sur des terres avec un niveau de la nappe phréatique élevé (quelle est la profondeur de la nappe phréatique la plus élevée ?) ou exposées à des glissements de terrain ?
- Quelle est la direction dominante du vent : par exemple pour l'emplacement des latrines ?

## **Risques pour la santé liés à l'environnement**

- Y a-t-il des maladies vectorielles endémiques dans la zone du camp ? Le camp se situe-t-il dans une zone exposée à des risques tels que le paludisme, la bilharziose (schistosomiase) et la maladie du sommeil (trypanosomiase) ? S'agit-il d'une zone à risque élevé ou faible ?
- Y a-t-il des signes visibles de vecteurs (organismes, matières fécales, œufs ; F.T. 7.01 à 7.09) ou de nuisances y afférentes ?
- Y a-t-il de l'eau stagnante ou d'autres lieux (évitablement) propices à la prolifération de vecteurs sur le site ou à proximité ?

## **Communautés locales**

- Le camp exerce-t-il un impact (environnemental) négatif sur ses environs : déforestation, érosion du sol, braconnage, partage de maigres ressources en eau, ... ? L'impact potentiel sur les communautés locales est important et doit être pris en considération.
- Y a-t-il une tension / collaboration entre la communauté locale et les réfugiés / personnes déplacées ?

## **Ressources humaines**

- Est-il possible de recruter des personnes dans la population du camp ou les communautés locales ?
- Y a-t-il des personnes qualifiées (infirmière, technicien spécialisé dans la gestion de l'eau et l'assainissement, éducateur en matière d'hygiène, etc.) dans la population du camp ou les communautés locales ?
- Y a-t-il d'autres organisations d'aide humanitaire (nationales et internationales) sur place ? Quel est leur domaine d'activité ? Y a-t-il une collaboration / coordination entre les différentes organisations ?
- Mène-t-on ou a-t-on prévu des activités de promotion de l'hygiène / de la santé ?

## **Remarques**

- Bien que cette check-list englobe les informations les plus essentielles sur les camps, elle n'est cependant pas exhaustive.
- Il faut donc l'utiliser, de préférence, en combinaison avec la check-list relative à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement (F.T. 1.06).
- Certaines des données collectées (sur la base de cette check-list) peuvent être comparées en cours d'analyse avec les indicateurs spécifiés dans les Besoins essentiels en eau et assainissement dans les camps, et la planification du site (F.T. 1.09 et 1.10).
- La sélection et la planification d'un nouveau site sont généralement effectuées par des instances officielles (UNHCR, autorités locales), mais il est recommandé de mobiliser des ONG.
- La sélection (et la planification) d'un site devra de préférence être assurée par une équipe multidisciplinaire constituée d'un médecin, d'un logisticien et d'un technicien / ingénieur en matière d'eau, d'hygiène et d'assainissement.
- Lors des phases initiales d'une urgence, il est très difficile d'évaluer la durée probable du camp avec une quelconque certitude. Il vaut donc mieux sélectionner, planifier et installer le site dans les plus brefs délais possibles. Mais comme le camp pourrait être maintenu pendant de nombreuses années, il est recommandé d'adopter d'emblée une vision à long terme.
- Les sites non utilisés ou inoccupés ont souvent une bonne raison pour l'être, et le site idéal reste souvent de l'ordre du rêve.

## F.T. 1.06 Check-list pour l'eau, l'hygiène et l'assainissement

Cette check-list permet de préparer plus facilement la collecte de données relatives à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement lors d'évaluations au sein de structures de santé ou de camps de réfugiés / personnes déplacées et centres communautaires. La collecte de données inutiles est étonnamment aisée mais frustrante et inefficace. Il faut donc toujours vérifier attentivement la pertinence des données à collecter. L'accent doit peser essentiellement sur les problématiques relatives à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement qui exercent un impact sur la santé.

### Ressources humaines

- Qui est responsable des systèmes locaux en matière d'eau, d'hygiène et d'assainissement, et qui est responsable de leur entretien et de leurs réparations ?
- Y a-t-il une expertise locale pour la réparation ou la remise en état des différents systèmes ?
- Quelles organisations sont déjà impliquées, disponibles dans une mesure réaliste et à même de travailler dans le cadre de programmes liés à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement (ONG / Croix-Rouge / ONU / Ministère des Travaux publics) ?
- Faut-il un spécialiste de l'eau et de l'assainissement ?

### Hygiène

#### Généralités

- Y a-t-il des maladies liées à l'hygiène, en ce compris les maladies féco-orales, le trachome et la gale ? Vérifiez les statistiques de morbidité avec le personnel médical.
- Observe-t-on une présence de vecteurs liés à un manque d'hygiène (personnelle) (puces, poux, etc.) ?
- Les lits, draps, essuies et vêtements sont-ils partagés entre les gens / patients ?
- Les conteneurs, qui pourraient être des lieux de prolifération pour les moustiques, sont-ils évacués, vidés régulièrement ou couverts ?

#### Infrastructures

- Y a-t-il du savon et est-il utilisé pour le lavage des mains, du corps et du linge ? Des alternatives au savon, comme les cendres, sont-elles disponibles / utilisées ?
- Y a-t-il une quantité d'eau suffisante pour l'hygiène personnelle, la structure de santé et le nettoyage domestique ?
- Y a-t-il suffisamment d'installations pour se laver les mains ? Sont-elles acceptées par les bénéficiaires ? Si non, pourquoi ? Y a-t-il des installations pour le lavage des mains dans les services / salles communes de la structure de santé et/ou à proximité des lieux de défécation ?
- Y a-t-il suffisamment de douches ? Sont-elles acceptées par les bénéficiaires ? Si non, pourquoi ? Sont-elles situées dans un endroit sûr et accessible ?
- Y a-t-il suffisamment d'installations pour le lavage du linge ? Sont-elles acceptées par les bénéficiaires ? Si non, pourquoi ? Sont-elles situées dans un endroit sûr et accessible ?
- Pour toutes ces installations, y a-t-il un système de drainage approprié : bac dégraisseur, puits perdu, tranchées d'infiltration,... ?
- De quoi les femmes se servent-elles généralement lors de leurs menstruations ? Quels sont les articles disponibles ? A-t-on prévu des installations particulières pour la collecte / le lavage des (tissus utilisés en tant que) serviettes hygiéniques ?

#### Exploitation et entretien

- Quel est le niveau général d'hygiène appliqué par le personnel, les patients, les visiteurs / accompagnants des structures de santé et la population-cible ? S'il est faible : pourquoi ? Est-ce dû à un manque de savon ou d'eau, ou à d'autres raisons ?
- Quels sont la fréquence et le type de nettoyage en général (dans les structures de santé et centres communautaires) : nettoyage des sols et surfaces à l'aide de détergents, aération et nettoyage des matelas, etc. ? Qui est responsable ?
- Toutes les installations spécifiquement dédiées à l'hygiène sont-elles utilisées (correctement) ? Si non, pourquoi ?
- Les installations dédiées à l'hygiène sont-elles propres / entretenues à l'intérieur mais aussi à l'extérieur ?
- Comment le nettoyage est-il organisé ? Qui est responsable ? Quelles sont les procédures appliquées ? Y a-t-il du matériel de nettoyage disponible (balais, savon, chlore,...) ? Quelle est la fréquence d'entretien ?

- Quels sont la fréquence et le mode de nettoyage des vêtements et de la literie ? Qui est responsable ?
- Qu'en est-il de l'hygiène alimentaire : préparation, stockage et nettoyage des ustensiles / de la vaisselle ? Qui est responsable ?
- Mène-t-on ou a-t-on prévu des activités de promotion de l'hygiène / de la santé ? Qui s'en charge et qui est ciblé ?

## Eau

### Généralités

- Vérifiez la quantité, la qualité et l'accessibilité des différentes installations dédiées à l'eau car la combinaison de ces facteurs détermine leur usage final, et exerce donc une influence sur les risques de santé.
- Quelle est la quantité d'eau disponible, en litres par patient ou personne par jour ? Cette quantité est-elle disponible chaque jour ou l'approvisionnement est-il irrégulier ?
- Y a-t-il des maladies liées à l'eau, en ce compris des maladies féco-orales, le ver de Guinée et la bilharziose ? Vérifiez d'après les statistiques de morbidité du personnel médical.
- L'eau est-elle gratuite ? Si non, est-elle abordable pour tous ?
- Les saisons exercent-elles un impact sur la quantité, la qualité et l'accessibilité de l'eau ?

### Infrastructures

#### Quantité

Déterminez la ou les ressources en eau disponibles, la quantité d'eau disponible et la fiabilité de chaque ressource :

##### *Rivière / fleuve*

- Quelles sont les largeur et profondeur estimées ? L'eau s'écoule-t-elle vite ou lentement ? Ce sont autant d'indicateurs de la capacité de la ressource ; même une petite rivière peu profonde mais avec un bon débit offre déjà une capacité hydrique appréciable.
- L'eau coule-t-elle pendant toute l'année ?

##### *Lac*

- S'agit-il d'un grand ou d'un petit lac ? Tenez compte du fait qu'un lac peut s'assécher si de grandes quantités d'eau sont prélevées durant une période prolongée.
- Y a-t-il des rivières qui se déversent dans le lac ? S'agit-il de rivières à haute capacité hydrique ?
- Le lac perd-il de son volume ou s'assèche-t-il durant certaines périodes de l'année ?

##### *Puits creusés à la main / puits tubés (forages)*

- Quelle quantité d'eau le puits creusé à la main / tubé peut-il fournir par heure ou par jour ?
- Donne-t-il de l'eau toute la journée ou s'assèche-t-il à certaines heures ; s'il s'assèche, pendant combien de temps ?
- Combien d'heures par jour les gens puisent-ils l'eau de cette ressource ?
- Quel est le niveau de la nappe phréatique dans la région (durant la saison sèche et la saison des pluies) ?

##### *Source*

- Quel est le débit estimé de la source ? Mesurez le temps requis pour remplir un seau d'un volume connu.
- Le débit de la source est-il stable pendant toute l'année ? La source s'assèche-t-elle pendant l'année ?

##### *Eau de pluie*

- Comment se présente la pluviométrie au fil de l'année ? Ces chiffres peuvent éventuellement être obtenus auprès de stations météorologiques, d'universités ou sur Internet.
- Quand la saison sèche et la saison des pluies ont-elles lieu ?

#### Qualité

Vérifiez la contamination potentielle des ressources en eau :

- Y a-t-il un risque de contamination microbiologique ou chimique : zone de défécation ouverte, latrines, lavage du linge, agriculture intensive (animaux, pesticides et engrais, par exemple), industrie (exploitation minière, etc.),... ? Quelle est la distance entre la ressource et les latrines, les sites d'élimination des déchets, fermes, ateliers, unités industrielles ?
- Comment la ressource est-elle protégée : protection du système de prélèvement, zone clôturée, tranchée de drainage, dégorgeoir, canaux de drainage ?

Vérifiez la qualité de l'eau :

- Couleur, odeur, goût, turbidité (tube de turbidité ; F.T. 2.13), pH ("pool tester" ; F.T. 2.22).
- L'eau contient-elle beaucoup de (sels) minéraux ? Si l'équipement adéquat est disponible, vérifiez la conductivité de l'eau.

Vérifiez si l'eau fait l'objet d'un traitement :

- Y a-t-il du chlore disponible localement ? L'eau a-t-elle été chlorée ? Mesurez la concentration en chlore résiduel libre (CRL) (à l'aide d'un "pool tester" ; F.T. 2.22) à différents endroits (réservoirs d'eau, réseaux de conduites, etc.).
- Procède-t-on à une sédimentation assistée ? S'agit-il d'un système par lots ou d'un système continu ?
- A-t-on installé des systèmes de filtration et les utilise-t-on ? Quels types de filtres sont disponibles ? Quelle est la fréquence du rétro-lavage ?

### **Accessibilité**

Vérifiez le système d'approvisionnement en eau :

#### *Ressources*

- Les ressources sont-elles proches ou éloignées du point d'utilisation ?
- Les ressources sont-elles pourvues de l'équipement nécessaire pour faciliter leur accessibilité (ex. : pompe à main sur un puits, pompe immergée sur un forage à haut rendement, motopompe le long d'une rivière) ?

#### *Approvisionnement en eau par camions*

- Y a-t-il une capacité suffisante pour satisfaire les besoins en eau (ex. : nombre et état des camions disponibles, état des routes, temps de rotation par remplissage) ?
- Comment l'approvisionnement en eau par camions est-il organisé (camions de sociétés privées ou d'instances publiques, conditions du contrat en termes de durée, ressources humaines, frais d'exploitation et d'entretien,...) ?

#### *Distribution d'eau par canalisations*

- Combien d'heures par jour le système fournit-il de l'eau ?
- Est-ce un système à pompe ou gravitaire ?

#### *Réservoirs d'eau*

- Combien de réservoirs sont installés ?
- Quelle est la capacité des réservoirs ? Combien d'heures par jour les réservoirs sont-ils pleins d'eau ? À quelle fréquence sont-ils remplis ?
- Où les réservoirs sont-ils situés (à proximité de la structure de santé, répartis dans le camp,...) ? Sont-ils aisément accessibles pour les camions-citernes à eau ?

Vérifiez l'emplacement des points de distribution d'eau :

- Sont-ils aisément accessibles pour les bénéficiaires ? Si non, pourquoi ?
- Y a-t-il des robinets (rampes de distribution) disponibles ?

Vérifiez si tout le monde dispose des moyens requis pour transporter l'eau et la stocker dans son habitation :

- Combien y a-t-il de récipients d'eau par ménage, quelle est leur capacité et quelle est la fréquence moyenne de remplissage (pour estimer la quantité totale d'eau prélevée par jour) ?
- Quel type de récipient (jerrycans en plastique, pots en argile, boîtes en fer blanc, etc.) les bénéficiaires utilisent-ils ? Utiliseraient-ils ce type de récipient en temps normal ?
- Quel est l'état des récipients (propres, abîmés,...) ?

### **Exploitation et entretien**

- Y a-t-il un accès sûr et permanent à l'eau pour tous les groupes, surtout les plus vulnérables ? Certains groupes voient-ils leur accès refusé ? Le cas échéant, pourquoi ?
- Combien de temps les utilisateurs doivent-ils attendre pour avoir de l'eau ? Y a-t-il des files d'attente (jerrycans vides abandonnés, par exemple), y a-t-il des attroupements / bagarres aux points d'eau ?
- À quelle fréquence la qualité de l'eau est-elle contrôlée ? Quels types de contrôles sont effectués ?
- Quelle est la fréquence de contrôle et d'entretien des systèmes de traitement de la qualité de l'eau ? Quel protocole / procédure applique-t-on pour les processus de sédimentation assistée, de filtration et de chloration (le cas échéant) ? Quelle est leur fréquence ?
- Les récipients des bénéficiaires sont-ils (systématiquement) nettoyés ? Quelle est la procédure ?

## Élimination des excréta

### Généralités

Vérifiez la quantité, la qualité (y compris l'entretien) et l'accessibilité des différentes installations dédiées à l'élimination des excréta car la combinaison de ces facteurs détermine leur usage final, et exerce donc une influence sur les risques de santé.

- Y a-t-il beaucoup d'excréta sur le site ? La défécation en plein air est-elle une pratique courante ? Les gens défèquent-ils dans l'eau de surface (rivière, lac, etc.) ?
- Y a-t-il des maladies liées aux excréta, en ce compris des maladies féco-orales et la bilharziose ? Vérifiez d'après les statistiques de morbidité du personnel médical.

### Infrastructures

- Quels types d'installations dédiées à l'élimination des excréta peut-on trouver sur place : aires de défécation / feuillées / feuillées améliorées / latrines à fosse simple / latrines VIP / latrines à double fosse / latrines à siphon d'eau / toilettes à chasse d'eau / fosses septiques / réseau d'égouts / autres ?

### Quantité

- Combien y a-t-il d'infrastructures de défécation dans la zone concernée ? Comment sont-elles aménagées ?
- Quel est le nombre moyen de personnes par infrastructure de défécation ? Les infrastructures de défécation sont-elles mises à disposition par famille (ou groupe de familles) ou s'agit-il d'infrastructures communautaires ?
- Quelle est la capacité des infrastructures de défécation ? Y a-t-il des plans d'agrandissement en cas d'augmentation de la population ?

### Qualité

- Les infrastructures de défécation sont-elles adaptées aux préférences et limitations des utilisateurs, ex. : personnes à mobilité réduite, séparation personnel - patient / sexe - famille, les gens s'essuient-ils ou se lavent-ils, sont-ils assis ou accroupis ?
- Y a-t-il des infrastructures d'élimination des excréta à proximité des ressources d'eau et des points de distribution d'eau ? Quel est le niveau statique le plus élevé de la nappe phréatique dans la zone ?
- La structure des latrines est-elle sûre (ex. : fosse pas trop profonde, revêtement de la fosse, parois et dalle imputrescibles ou à l'épreuve des termites) ?
- Les infrastructures de défécation empêchent-elles les vecteurs de proliférer / s'alimenter dans les excréta (couvercle rabattu sur la fosse de défécation d'une latrine simple, treillis intact sur le conduit de ventilation des latrines VIP, etc.) ?
- La superstructure des latrines offre-t-elle des sites de prolifération potentiels aux vecteurs ?
- Dispose-t-on de matériel / matériaux locaux pour la construction d'infrastructures d'élimination des excréta, et sont-ils utilisés ? L'utilisation de matériel / matériaux locaux peut-elle exercer un impact négatif sur l'environnement (déforestation, par exemple) ?

### Accessibilité

Vérifiez l'emplacement des infrastructures de défécation dans la zone concernée :

- Quelles sont les distances minimale et maximale entre les infrastructures de défécation et les abris / bâtiments ? Des infrastructures de défécation ont-elles été prévues dans les zones publiques (marché, points de distribution d'aliments, structures de santé) ?
- Y a-t-il un accès sûr et permanent aux infrastructures pour les femmes, les enfants, les personnes à mobilité réduite et les groupes vulnérables ? Les infrastructures de défécation sont-elles situées dans un endroit sûr permettant d'éviter les violences sexuelles ? Y a-t-il un éclairage pour l'utilisation de nuit ?
- Y a-t-il des installations de lavage (des mains) (avec eau et savon) et des poubelles à proximité directe ?

### Exploitation et entretien

- Les infrastructures de défécation sont-elles utilisées (correctement) ? Si non, pourquoi ?
- Qu'utilise-t-on pour le nettoyage anal ?
- Les infrastructures de défécation sont-elles propres / entretenues à l'intérieur mais aussi à l'extérieur ? Y a-t-il des signes visibles de défécation en plein air (regardez derrière les bâtiments anciens et en périphérie) ?
- Comment le nettoyage est-il organisé ? Qui est responsable ? Quelles sont les procédures appliquées ? Y a-t-il du matériel de nettoyage disponible (balais, savon, chlore,...) ? Quelle est la fréquence d'entretien ?
- Y a-t-il une présence importante de mouches ? Y a-t-il des signes visibles de (d'autres) vecteurs (organismes, matières fécales, œufs ; F.T. 7.0.1 à 7.0.9) dans les latrines ?

## Eaux de ruissellement et eaux usées

### Généralités

- Y a-t-il des zones d'eau stagnante : flaques, égouts obstrués, récipients (domestiques) d'eau ouverts à l'intérieur et à l'extérieur, plantes en pots, réservoirs d'eau ouverts, ... ?
- Des vecteurs sont-ils présents, prolifèrent-ils dans / vivent-ils autour de l'eau stagnante (moustiques, par exemple) ?
- Observe-t-on des maladies spécifiques liées aux vecteurs proliférant dans / vivant autour de l'eau stagnante, en ce compris le paludisme, la dengue et la fièvre jaune ? Faites une contre-vérification avec les statistiques de morbidité.

### Infrastructures

- Y a-t-il des canaux de drainage ouverts et, si oui, font-ils l'objet d'entretiens réguliers afin d'éviter les obstructions et la formation d'eau stagnante ?
- Y a-t-il un système d'évacuation distinct pour les eaux de ruissellement et les eaux usées ?
- Comment les eaux de ruissellement sont-elles contrôlées ? Présence de tranchées de drainage, d'un réseau d'égouts (ouvert ou fermé), autres ?
- Où les eaux de ruissellement sont-elles acheminées (rivière, fleuve, lac, mer, station d'épuration, ...) ?
- Comment les eaux usées sont-elles contrôlées ? Présence de tranchées ou conduites de drainage, d'un réseau d'égouts (ouvert ou fermé), autres ? Y a-t-il des puits perdus / tranchées d'infiltration / zones d'évapotranspiration / jardins (uniquement pour les gaspillages d'eau propre) ? Sont-ils tous pourvus de bacs dégraisseurs ?

### Exploitation et entretien

- Les gens / le personnel utilisent-ils les infrastructures adéquates pour évacuer les eaux usées (évier, par exemple) ?
- Les systèmes d'évacuation des eaux de ruissellement et des eaux usées sont-ils correctement entretenus ? La couche de graisse du bac dégraisseur est-elle enlevée et selon quelle fréquence ? Où cette couche de graisse est-elle évacuée ? Qui est responsable de l'entretien des systèmes d'évacuation des eaux de ruissellement / des eaux usées ? Quelles sont les procédures appliquées ? Y a-t-il du matériel d'entretien à disposition ?

## Élimination des ordures (déchets domestiques solides)

### Généralités

- Quels sont les types de déchets solides générés et en quelle quantité ?

### Infrastructures

- Y a-t-il des conteneurs à déchets à disposition et le cas échéant, de quel type ? Possèdent-ils des orifices pour l'évacuation des lixiviats ? Empêchent-ils les vecteurs de proliférer / s'alimenter dans les déchets (ex. : poubelles avec couvercles) ? Combien y a-t-il de conteneurs à déchets et où se situent-ils ?
- Quel type de système est disponible pour la collecte et le traitement / l'élimination finale des déchets : un système ménager ou collectif ? Quelles sont les ressources disponibles pour la collecte de déchets collective ? Comment les déchets sont-ils traités / éliminés (fosses à ordures ménagères, feu ouvert, incinérateur, dépotoir, décharge contrôlée, ...) ? Ces installations empêchent-elles les vecteurs de proliférer / s'alimenter dans les déchets (ex. : fosses à ordures recouvertes chaque jour d'une couche de sol compactée) ?
- Y a-t-il un risque de contamination des sources d'eau suite à la proximité ?

### Exploitation et entretien

- Les gens jettent-ils leurs déchets dans les fosses à ordures ménagères ou dans des poubelles collectives ? Si non, pourquoi ? Dans le cas des fosses à ordures ménagères, les gens les recouvrent-ils au moyen d'un couvercle / de terre compactée chaque fois qu'ils y jettent de nouveaux déchets ?
- Quelle est la fréquence de collecte ainsi que de traitement / d'élimination finale des déchets collectifs ? Qui est responsable ?
- Y a-t-il du matériel d'entretien sur place pour les poubelles collectives, les moyens de transport et les installations de traitement / d'élimination finale ? Si oui, de quel type ? Ces installations et leurs abords font-ils l'objet d'un entretien ?

## Déchets médicaux

### Généralités

- Les déchets médicaux sont-ils triés en différentes catégories ? Quelles sont ces catégories ? Quelle quantité de déchets de chaque catégorie est générée chaque jour (kg/jour) ? Qu'advient-il des déchets dangereux (déchets de laboratoire, déchets pharmaceutiques, etc.) ?
- Les déchets médicaux sont-ils associés à d'éventuels problèmes socioculturels ?
- Les déchets générés dans la structure de santé présentent-ils une quelconque valeur commerciale pour la population ? Les retrouvez-vous sur le marché local (aiguilles et seringues, médicaments périmés,...) ?
- Y a-t-il une législation nationale concernant les déchets médicaux (essayez d'en obtenir une copie, le cas échéant) ? Est-elle appliquée dans la structure de santé ?

### Infrastructures

Vérifiez les récipients utilisés pour collecter les déchets par catégorie :

- Quels équipements sont disponibles localement pour la collecte des déchets : p.ex. des seaux en plastique de 20 l avec couvercle étanche de diverses couleurs ? Y a-t-il des récipients spécifiques pour les objets piquants / tranchants / coupants (PTC, "sharps") ? Sont-ils sûrs ?
- Y a-t-il des récipients séparés pour collecter les déchets des patients, visiteurs et accompagnants ?

Vérifiez si le traitement et/ou l'élimination finale des déchets médicaux s'effectuent à l'intérieur ou à l'extérieur du site de la structure de santé :

#### ***À l'intérieur du site***

- Comment le traitement et/ou l'élimination finale sont-ils effectués pour les différents types de déchets ? Y a-t-il un réducteur de volume ou un incinérateur, un réducteur de boîtes de sécurité ("safety box reducer") et/ou un broyeur de verre ? Y a-t-il des fosses à objets piquants / tranchants / coupants (PTC, "sharps"), à déchets brûlables ("soft") et/ou à déchets organiques ? Si non, y a-t-il des matériaux disponibles localement pour la construction des différentes infrastructures : buses pour une fosse à objets PTC ("sharps"), ciment et briques réfractaires pour un incinérateur, etc. ?
- Y a-t-il une zone de déchets, regroupant toutes les infrastructures, sur le site ? Où se situe-t-elle sur le site (distance par rapport aux bâtiments et habitations, vent dominant, accès aisé) ? La zone de déchets est-elle protégée afin d'empêcher l'accès des personnes non autorisées ?

#### ***À l'extérieur du site***

- Où les déchets sont-ils traités / éliminés ? Cette opération est-elle effectuée dans des conditions sûres et contrôlées ? Y a-t-il des véhicules appropriés pour assurer le transport des déchets vers la zone de traitement / d'élimination finale ? Qui est responsable du transport et du traitement / de l'élimination finale des déchets médicaux ? Des bordereaux d'envoi sont-ils établis ?

### Exploitation et entretien

- Les déchets médicaux sont-ils triés par le personnel médical dans les salles de traitement / services conformément aux catégories adéquates ?
- Dispose-t-on de systèmes de désinfection et de nettoyage pour les conteneurs à déchets ?
- À quelle fréquence les (différents types de) déchets sont-ils enlevés des salles de traitement / services ? Qui est responsable ? La personne concernée a-t-elle été dûment formée et équipée pour cette tâche ?
- Quelle est la fréquence de traitement et/ou d'élimination finale ? Cette opération est-elle effectuée de manière acceptable ? Y a-t-il un gestionnaire des déchets ? Si non, qui est responsable ? La personne concernée a-t-elle été dûment formée et équipée pour cette tâche ?
- Comment la zone de déchets est-elle entretenue (procédure, fréquence, entretien du matériel) ?

## Lutte anti-vectorielle

### Généralités

Évaluez les risques inhérents aux maladies à transmission vectorielle et vérifiez les preuves cliniques d'une maladie donnée au sein de la population affectée. Il convient de s'informer auprès des autorités des lieux sur les problèmes liés aux maladies locales ainsi que les ressources disponibles pour la lutte anti-vectorielle. L'évaluation doit être axée sur les éléments suivants :

- Y a-t-il une différence entre les maladies ou risques épidémiques et non épidémiques ?
- La transmission se manifeste-t-elle toute l'année ou de façon saisonnière à certains moments ?
- Quel est le statut immunitaire de la population ? Comment les groupes vulnérables sont-ils répartis (enfants de moins de cinq ans, femmes enceintes, mouvements démographiques entre zones de faible et forte transmission ou vice et versa, etc.) ?
- Quel est le type d'agent pathogène et sa prévalence ?
- Quel est le profil comportemental du vecteur (espèces de moustiques qui se nourrissent et se reposent à l'intérieur pendant la nuit, par exemple), et quel est son habitat (eau stagnante, zones de défécation en plein air, latrines humides, ordures, etc.) ?
- Quelle est la densité vectorielle (influence saisonnière, nombre de sites de prolifération potentiels,...) ?
- Des mesures de protection et de prévention individuelles ont-elles été instaurées (ex. : les infrastructures générales dédiées à l'eau et à l'assainissement sont-elles en place et entretenues) ?
- Quels sont les connaissances, attitudes et facteurs pratiques dans la population affectée (par exemple, comment les gens pensent-ils que la maladie est transmise, qui est considéré comme vulnérable, que savent les gens sur les activités de prévention, quelles sont les perceptions liées aux pesticides ainsi qu'à la pulvérisation d'insecticide à effet rémanent, utilise-t-on des moustiquaires, combien faut-il de moustiquaires par ménage compte tenu du nombre de personnes dans la famille ?

### Infrastructures

La population affectée dispose-t-elle des moyens requis pour se protéger des vecteurs considérés comme impliquant un risque significatif pour la santé ?

- Le contrôle des poux corporels est-il mené selon une norme convenue là où le typhus à poux ou la fièvre récurrente à poux constitue une menace ?
- Combien de ménages disposent de moustiquaires imprégnées d'insecticide à longue durée ? Les utilisent-ils (correctement) ?
- Combien de ménages bénéficient d'une pulvérisation d'insecticide adéquat, sûr et efficace en temps opportun ?
- Combien de ménages exposent quotidiennement leur literie au soleil ?
- Utilise-t-on des rodenticides / pièges à rongeurs ?
- Les entrées potentielles des rongeurs / cafards (interstices dans le sol / le plancher ou chambranles de portes, par exemple) sont-elles obturées ?
- Y a-t-il des moustiquaires aux portes et fenêtres ?
- Applique-t-on des approches locales en matière de lutte anti-vectorielle ?

### Exploitation et entretien

- Les activités de lutte anti-vectorielle sont-elles réalisables (en termes d'accès, de sécurité, de mobilité de la population, de logistique, etc.) ?
- La population affectée est-elle implantée dans des zones offrant des conditions minimales favorisant la prolifération du vecteur ?
- Le personnel est-il protégé via l'apport d'une formation, de tenues protectrices, d'une supervision et d'une restriction quant au nombre d'heures de manipulation de pesticides ?
- L'achat, le transport, le stockage et l'élimination de pesticides ainsi que l'équipement d'application sont-ils conformes à des normes internationales ? Peut-on en rendre compte à tout moment ?
- Les gens sont-ils au courant des risques potentiels inhérents aux pesticides ainsi que des modalités d'application ? Sont-ils correctement protégés pendant et après l'application de pesticides ?
- Le choix du pesticide et la méthode d'application sont-ils conformes aux protocoles nationaux et internationaux (respect du timing pour l'application / la réapplication) ?
- La qualité du pesticide et de la moustiquaire imprégnée d'insecticide à longue durée est-elle conforme aux normes internationales ?

## Cadavres humains

### Généralités

- Quelles sont les pratiques culturelles en matière de funérailles (rites funéraires spécifiques, type de crémation, enterrement, etc.) ?
- Y a-t-il un risque de santé dû à des maladies hautement contagieuses (choléra, Marburg, Ébola, peste, etc.) ?

### Infrastructures

- Y a-t-il une morgue avec les infrastructures requises (approvisionnement en eau, tables de travail, stockage sûr des effets des défunts, électricité, réfrigérateur) ?
- Y a-t-il un cimetière / une aire de crémation ?
- Quelle est la distance entre le cimetière / l'aire de crémation et les habitations / bâtiments publics / ressources en eau, autres installations ? Y a-t-il un risque de contamination des ressources en eau ?

### Exploitation et entretien

- Qui prépare les procédures funéraires et qui les exécute : famille, population locale, militaires, organismes d'aide humanitaire ?

### Remarques

- Bien que cette check-list englobe les informations les plus essentielles sur l'eau, l'hygiène et l'assainissement, elle n'est cependant pas exhaustive.
- Il faut donc l'utiliser, de préférence, en combinaison avec la check-list relative aux structures de santé et/ou aux camps (F.T. 1.04 ; 1.05), en fonction du contexte.
- Les données collectées (sur la base de cette check-list) peuvent être comparées en cours d'analyse avec les indicateurs spécifiés dans les Besoins essentiels des structures de santé / camps (F.T. 1.08 ; 1.09.)
- Cette check-list peut aussi s'avérer utile pour la planification stratégique (planification du site pour les camps, p.ex. ; F.T. 1.10).

## F.T. 1.07 Formulaire d'enquête de base

Ce formulaire d'enquête de base est un outil prêt à l'emploi qui peut être appliqué dans le cadre des méthodes de collecte d'informations lors d'une évaluation initiale. Il ne fournira que des informations très limitées mais les différentes check-lists présentées ci-dessus peuvent être utiles pour l'adapter au contexte spécifique.

### Généralités

Enquêteur : ..... Date : .....

Pays : ..... Lieu : .....

Zone couverte par l'enquête (type de structure de santé, camp, etc.) : .....

.....

Taille de la population / patients : ..... Groupe ethnique principal : .....

Acteurs / programmes principaux sur place : .....

Climat (détails relatifs aux précipitations, extrêmes de températures, etc.) : .....

.....

Données géographiques (altitude, type de terrain, etc.) : .....

Remarques : .....

### Approvisionnement en eau

Ressources : .....

État des ressources en eau : .....

Débit par ressource : .....

Nombre d'utilisateurs actuels/ressource : .....

Utilisateurs autres que les bénéficiaires directs : .....

Qualité de l'eau : Turbidité (NTU) : .....

pH : .....

Chlore Résiduel Libre (mg/l) : .....

Coliformes (thermo-tolérants) fécaux / *E. coli* par 100 ml : .....

Type de traitement de l'eau : .....

Stockage centralisé de l'eau (réservoirs souples, par exemple) : .....

Distance à parcourir par les utilisateurs pour rejoindre la source / les points de distribution : .....

État des points de distribution d'eau : .....

Méthode appliquée pour la collecte de l'eau : .....

Méthode de stockage domestique de l'eau : .....

Remarques (par exemple, organisation chargée de la mise en œuvre / opinions et attitudes des

bénéficiaires/considérations culturelles) : .....

.....

## Élimination des excréta

Impression générale (défécation en plein air / présence d'animaux d'élevage) :.....  
.....  
.....  
Type de latrines :.....  
Type de dalles :.....  
Revêtement des fosses :.....  
Profondeur utile restante des fosses :.....  
Nombre de latrines en usage :.....  
Nombre d'utilisateurs effectifs / latrine :.....  
État et usage des latrines :.....  
Emplacement des latrines :.....  
Installations pour le lavage des mains :.....  
Disponibilité de savon / cendres :.....  
Remarques (par exemple, organisation chargée de la mise en œuvre / opinions et attitudes des bénéficiaires / considérations culturelles) :.....  
.....

## Drainage / gestion des eaux usées

Nombre de douches :.....  
Nombre d'utilisateurs effectifs/douche :.....  
État et usage des douches :.....  
Emplacement des douches :.....  
Nombre de lieux affectés au lavage / à la lessive :.....  
Nombre d'utilisateurs effectifs/lieu affecté au lavage / à la lessive :.....  
État et usage des lieux affectés au lavage / à la lessive :.....  
Emplacement des lieux affectés au lavage / à la lessive :.....  
Pente de la zone (%) :..... Configuration du drainage :.....  
Sites d'eau stagnante :.....  
Présence et qualité des bacs dégraisseurs :.....  
Présence et qualité des systèmes d'infiltration (puits perdu aux points d'eau, aux douches) :.....  
.....  
Remarques (par exemple, organisation chargée de la mise en œuvre / opinions et attitudes des bénéficiaires / considérations culturelles) :.....  
.....

## Élimination des déchets domestiques

Système d'élimination des déchets solides (ménagers ou collectifs) et propreté générale : .....

Nombre, qualité et état des poubelles publiques / ménagères : .....

Nombre et état des fosses à ordures / de la décharge : .....

Remarques (décrire leur situation / usage) : .....

## Élimination des déchets médicaux

Tri des déchets médicaux (catégories) : .....

Système d'élimination (sur site ou hors site) et propreté générale : .....

Type, nombre, état et usage des poubelles et conteneurs à objets piquants / tranchants / coupants (PTC, "sharps") :

Nombre, état et usage des fosses à objets piquants / tranchants / coupants (PTC, "sharps") :

Nombre, état et usage des fosses à déchets organiques : .....

Type, nombre, état et usage de l'incinérateur / du réducteur de volume : .....

Nombre, état et usage des fosses à cendres : .....

Remarques (par exemple, organisation chargée de la mise en œuvre / opinions et attitudes des bénéficiaires / considérations culturelles) : .....

## Vecteurs

Identifiez les espèces (si possible) et cartographiez les sites où on trouve la plupart d'entre elles.

(☺ : absent; ☹ : present; ☹ : problematic)

Moustiques : ☺ / ☹ / ☹ Remarques : .....

Mouches : ☺ / ☹ / ☹ Remarques : .....

Phlébotomes : ☺ / ☹ / ☹ Remarques : .....

Puces : ☺ / ☹ / ☹ Remarques : .....

Poux : ☺ / ☹ / ☹ Remarques : .....

Rongeurs : ☺ / ☹ / ☹ Remarques : .....

Acariens (gale) : ☺ / ☹ / ☹ Remarques : .....

Autres vecteurs : ☺ / ☹ / ☹ Remarques : .....

Mesures de contrôle actuelles : .....

Remarques (organisation chargée de la mise en œuvre opinions et attitudes de la population affectée) : .....

## Hygiène

Disponibilité de savon à un prix abordable : .....

Décrivez la présence / l'absence, la qualité et la fonctionnalité des éléments suivants :

Pratiques d'hygiène individuelles (lavage des mains, lessive, etc.) : .....

.....

Activités de promotion de l'hygiène / de la santé : .....

.....

Personnel : .....

.....

Formation : .....

.....

Comités d'hygiène dans les structures de santé : .....

.....

Procédures, équipement, tenues protectrices pour le personnel (hygiène, nettoyage, désinfection) :

.....

.....

Remarques : .....

.....

.....

## Divers

Décrivez la présence / l'absence, l'hygiène générale, les infrastructures sanitaires dans le cadre des éléments suivants :

Cimetières : .....

.....

Ecoles : .....

.....

Marchés : .....

.....

Remarques : .....

.....

.....

## F.T. 1.08 **Besoins essentiels en eau et assainissement dans les structures de santé**

L'approvisionnement en eau et la mise en place d'activités d'assainissement adéquates relèvent d'une exigence médicale, car ils jouent un rôle vital pour de nombreuses interventions curatives liées, entre autres, aux procédures chirurgicales, aux salles d'accouchement et à la réhydratation. L'approvisionnement en eau et les activités d'assainissement sont également cruciaux pour les interventions préventives. Les besoins essentiels en eau et assainissement permettent la mise en œuvre d'actions curatives et contribuent à la réduction des infections nosocomiales. Leur champ d'application se présente comme suit :

- Du plus petit poste de santé à la plus grande structure hospitalière.
- Des urgences aiguës aux situations stabilisées en passant par les urgences chroniques. Elles sont liées aux précautions standard et respectent la règle fondamentale stipulant l'absence de préjudice pour les patients, le personnel, les visiteurs et les populations qui entourent les structures de santé. Pour disposer d'une structure de santé offrant les fonctionnalités requises, il convient de satisfaire ou, mieux encore, de dépasser les besoins en matière d'eau et d'assainissement. Les besoins essentiels ne sont toutefois pas des normes isolées. Ils doivent être adaptés au contexte et considérés comme des points de référence et non des règles absolues. Ils permettent d'aboutir à une structure de santé fonctionnelle en termes d'eau et d'assainissement.

### **Activités humaines requises pour l'évaluation, la planification, la formation et la promotion**

Les besoins essentiels stipulent des critères principalement techniques, mais il est clair qu'aucune intervention ne peut être considérée comme réussie si les infrastructures sont inadaptées aux conditions locales, si elles sont mal utilisées ou si elles ne sont pas (correctement) entretenues. Les activités humaines doivent être en phase avec toute intervention technique.

<b>Urgence aiguë</b>	<b>Urgences chroniques et situations stabilisées</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Évaluation et analyse initiales</li> <li>■ Formation technique du personnel</li> <li>■ Information aux patients</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Evaluation et analyse initiales</li> <li>■ Mise en place ou renforcement du Comité d'hygiène</li> <li>■ Evaluation et analyse approfondies avec le personnel</li> <li>■ Formation générale et technique du personnel</li> <li>■ Promotion (de la santé) auprès des patients / visiteurs</li> </ul>

### **Gestion du personnel**

#### **Assurez-vous que le personnel soit correctement formé, équipé et géré :**

- Identifiez et formez le ou les responsables en matière d'Eau, d'Hygiène et d'Assainissement (EHA)
  - Petites structures de santé :*
  - Nettoyeur / gestionnaire de l'eau et de l'assainissement
  - Grandes structures de santé :*
  - Technicien / gestionnaire de l'eau et de l'assainissement
- Fournissez les outils administratifs et techniques nécessaires :
  - Profil de poste pour l'ensemble du personnel
  - Tenues protectrices adéquates si le personnel est affecté à des activités EHA dangereuses
  - Outils appropriés
- Vaccination du personnel exposé à des risques pour la santé : hépatite B et tétanos.
- Accès au kit de Prophylaxie Post-Exposition (PPE) pour le personnel exposé à des risques de VIH/SIDA.

## Eau

### Qualité de l'eau

#### Approvisionnement en eau de qualité acceptable

<b>“Aucun” pathogène</b>	Concentration en chlore résiduel libre aux points de distribution ■ 0,2 – 0,5 mg/l (si pH < 8) 30 minutes de contact minimum ■ 0,4 – 1,0 mg/l (si pH > 8) 60 minutes de contact minimum ou max. 10 E.Coli/100 ml aux points de distribution si une chloration est vraiment impossible (=> filtres à eau vivement recommandés)
<b>Faible turbidité</b>	■ < 5 NTU ■ < 20 NTU est admissible en cas d'urgence aiguë
<b>Faible concentration en composés toxiques à court terme ou ayant de graves effets à long terme</b>	Spécifique au contexte. En cas de doute, contactez votre technicien de référence.
<b>Acceptable pour les utilisateurs</b>	■ L'eau n'est pas refusée en raison de sa couleur, de son goût, de son odeur ou de sa salinité.

### Quantité d'eau et accessibilité

#### Approvisionnement suffisant en eau accessible et de qualité fiable

Structure / activité de santé	Quantité par jour et par patient	Distance maximale par rapport à la source d'eau	Capacité de stockage minimale dans un réservoir fermable
Clinique mobile : visites irrégulières	2 l	100 m	1 jour
Clinique mobile : visites fréquentes (dans des tentes fixes / bâtiments existants)	5 l		2 jours
Consultation externes (OPD)	5 l		
Structure de santé avec hospitalisation ("IPD") / hôpital	40 – 60 l*		
Salle d'opération / salle d'accouchement (stérilisation non incluse)	100 l/intervention		
Programme Nutritionnel Supplémentaire "Blanket"	0,5 l (5 l en cas d'attente prolongée)		
Centre Nutritionnel Supplémentaire (CNS)	5 l		
Centre Nutritionnel Thérapeutique Ambulatoire (CNTA)	5 l		
Centre Nutritionnel Thérapeutique Hospitalier (CNTH)	30 – 50 l*		
Centre de Traitement du Choléra (CTC)	60 l		
Isolation SRAS	100 l		
Isolation de la Fièvre Hémorragique Virale (FHV)	300 – 400 l*		

\* Dépend du contexte : par exemple, climat, nombre de patients (s'ils sont peu nombreux, plage quantitative élevée).

- Pour les urgences chroniques et les situations stabilisées, il convient de prévoir des quantités supérieures. N'oubliez pas que les fuites et gaspillages peuvent entraîner jusqu'à 20% de pertes d'eau.
- L'eau doit être accessible au personnel, aux patients et aux visiteurs.
- Des points d'eau fiables devraient être disponibles au sein de la structure de santé, plus particulièrement aux endroits critiques :
  - **Consultations externes ("OPD")**: salle de consultation, salle de pansements, zone de déchets, latrines proches, stérilisation, soins et immunisation anténatals, pharmacie.
  - **Hospitalisation ("IPD") / hôpital** : salle d'opération, maternité, stérilisation, laboratoire, zone de déchets, à côté des latrines / toilettes, cuisine, morgue, tous les services, buanderie, pharmacie, urgence.
- Tous les points de prélèvement d'eau doivent être entretenus au moins une fois par semaine.

### Élimination des excréta

#### *Mise en place d'infrastructures d'élimination adéquates en suffisance pour les excréta*

<b>En quantité suffisante</b>	<b>Structures de santé avec hospitalisation ("IPD", CNTH, etc.)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 1 latrine/20 utilisateurs               <ul style="list-style-type: none"> <li>→ supposer que chaque patient a 1 visiteur / accompagnant</li> <li>→ (1 + 1 pour le personnel) + (nb de lits x 2)/20</li> </ul> </li> </ul> <b>Centre / Poste de santé ("OPD")</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 1 pour le personnel + 1 latrine hommes + 1 latrine femmes + 1 latrine enfants (ou petits pots)</li> </ul>
<b>Adéquates sur le plan technique (selon les contraintes locales)</b>	<b>Urgence aiguë</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Feuillée améliorée</li> </ul> <b>Urgences chroniques et situations stabilisées</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Latrine à fosse simple / latrine pour enfants</li> <li>■ Latrine VIP / Latrine VIP à double fosse</li> <li>■ Latrine à siphon d'eau (éventuellement avec une fosse septique et un système d'infiltration ou un égout confiné)</li> </ul>
<b>Adaptées aux utilisateurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Les infrastructures doivent être adéquates sur le plan culturel et social</li> <li>■ Infrastructures séparées pour le personnel et les patients</li> <li>■ De préférence une séparation entre hommes et femmes (surtout si cela s'avère nécessaire d'un point de vue culturel)</li> <li>■ Structures de santé avec hospitalisation (hôpital, "IPD", CNTH, etc.) : certaines latrines avec sièges et mains courantes pour les personnes à mobilité réduite</li> <li>■ Installation de latrines pour enfants (ou de petits pots) à proximité de la pédiatrie et des centres nutritionnels</li> <li>■ Pannes / flacons à urine (ou matériel local similaire) pour les patients alités</li> </ul>
<b>Aisément accessibles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Distance par rapport aux feuillées améliorées / latrines à fosse : &gt; 5 m et &lt; 30 m des bâtiments</li> </ul>
<b>A un endroit sûr</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pour éviter les risques de violence sexuelle</li> <li>■ Éclairages de nuit présents et opérationnels (si possible)</li> </ul>
<b>Installations pratiques pour le lavage des mains</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Savon, aires de lavage des mains et système d'évacuation des eaux usées présents à la sortie des latrines</li> </ul>
<b>Prévention de la contamination des ressources en eau</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Latrines à plus de 30 m des ressources en eau</li> </ul>

Toutes les infrastructures d'élimination des excréta doivent être entretenues au moins une fois par jour.

## Évacuation des eaux usées

### Mise en place d'installations pour se laver

<b>En quantité suffisante</b>	<b>Structures de santé avec hospitalisation ("IPD", CNTH, etc.)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 1 douche (avec seau)/40 utilisateurs → supposer que chaque patient a 1 visiteur / accompagnant → (1 + 1 pour le personnel) + (nb de lits x 2)/40</li></ul> <b>Centre / Poste de santé ("OPD")</b> <ul style="list-style-type: none"><li>■ douche (avec seau) (en cas de gale ou de violence sexuelle)</li></ul>
<b>Adaptées aux utilisateurs</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Les infrastructures doivent être appropriées sur le plan socio-culturel</li><li>■ Infrastructures séparées pour le personnel et les patients</li><li>■ Séparation entre hommes et femmes (les jeunes enfants peuvent utiliser les douches des femmes)</li><li>■ Structures pour patients hospitalisés : certaines douches avec sièges et mains courantes pour les personnes à mobilité réduite</li></ul>
<b>A un endroit sûr</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Pour éviter les risques de violence sexuelle</li><li>■ Éclairages de nuit présents et opérationnels (si possible)</li></ul>
<b>Infrastructures connexes</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Approvisionnement en eau à proximité (maximum 5 - 20 m)</li><li>■ Douches raccordées aux infrastructures d'évacuation des eaux usées</li></ul>

Toutes les infrastructures de douche doivent être entretenues au moins une fois par jour.

### Mise en place d'aires pour se laver dans les structures avec hospitalisation

<b>Aires de lavage séparées pour</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ La vaisselle si une cuisine est présente</li><li>■ Le linge de la structure (draps, par exemple) avec suffisamment de fils pour le faire sécher</li><li>■ Le linge des patients (si nécessaire)</li></ul>
<b>Adaptées aux utilisateurs</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Les infrastructures doivent être appropriées sur le plan socio-culturel</li></ul>
<b>Infrastructures connexes</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Approvisionnement en eau à proximité (maximum 5 - 20 m)</li><li>■ Aires de lavage raccordées aux infrastructures d'évacuation des eaux usées</li></ul>

Toutes les aires de lavage doivent être entretenues au moins une fois par jour.

## Mise en place d'infrastructures adéquates pour l'évacuation des eaux usées

Type d'eaux usées	Pré-traitement	Évacuation	Distance entre le lieu d'évacuation finale et la ressource en eau
Eaux usées "propres" provenant, par exemple, d'une rampe de distribution ou d'une pompe à main (sans savon, huile, graisse)	Non	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Puits perdus (urgence)</li> <li>■ Tranchées d'infiltration</li> <li>■ Aire d'évapotranspiration (zones arides)</li> </ul>	> 30 m
		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Réseau d'égout correctement confiné</li> </ul>	
Eaux usées "sales" (eaux grises / ménagères avec savon, huile, graisse)	Bac dégraisseur	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Puits perdus (urgence)</li> <li>■ Tranchées d'infiltration</li> <li>■ Aire d'évapotranspiration (zones arides)</li> </ul>	> 30 m
		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Réseau d'égout correctement confiné</li> </ul>	
Eaux noires / vannes (débordement d'une fosse septique)	Fosse septique	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Puits perdus (urgence)</li> <li>■ Tranchées d'infiltration</li> <li>■ Aire d'évapotranspiration (zones arides)</li> </ul>	> 30 m
		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Réseau d'égout correctement confiné</li> </ul>	
Eaux de pluie et de ruissellement	Non	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Drainage naturel</li> </ul>	

Tous les systèmes de collecte d'eaux usées et bacs dégraisseurs doivent être entretenus au moins une fois par semaine.

### Élimination des déchets médicaux

**Assurez le tri, la collecte, le stockage temporaire, l'éventuel traitement et l'élimination finale sûrs et sécurisés de tous types de déchets.**

#### Généralités

- Installez le conteneur à déchets destiné aux patients / visiteurs à 5-20 m maximum de l'endroit où les déchets sont générés.
- Fournissez 3 conteneurs pour objets piquants / tranchants / coupants (PTC, "sharps") (à usage unique), 3 pour déchets brûlables ("soft"), et 3 pour déchets organiques par service (20 lits maximum) / salle de traitement : un pour l'utilisation, un pour la rotation (conservé dans la zone de déchets après nettoyage et désinfection) et un de réserve (conservé dans le service).

#### Salle d'opération

À proximité de la salle d'opération, installez :

- 2 conteneurs à objets piquants / tranchants / coupants (PTC, "sharps"), 1 pour le chirurgien et 1 pour l'anesthésiste.
- 2 conteneurs à déchets brûlables ("soft") de 20 l, 1 pour le chirurgien et 1 pour l'anesthésiste.
- 1 grand conteneur à déchets brûlables ("soft") de 60 l (au cas où le matériel stérilisé serait conservé dans du papier Kraft, qui facilitera l'allumage du réducteur de volume / de l'incinérateur s'il est gardé au sec).
- 1 grand conteneur à déchets organiques.

Tous les conteneurs à déchets devraient être disponibles en triple exemplaire comme expliqué plus haut (généralités).

## **Ambulance**

- 1 conteneur pour les objets piquants / tranchants / coupants (PTC, "sharps"), 1 pour les déchets brûlables ("soft") et 1 pour les déchets organiques avec un couvercle dûment ajusté et fixé.

## **Sharps**

- Fournissez des conteneurs adaptés à des emplacements pratiques (à côté de la table d'examen, sur un plateau ou sur un chariot pour une utilisation mobile dans les services) :
  - Pot à médicaments modifié / conteneur commercial (ou conteneur réutilisable si disponible en quantités adaptées). Si les activités génèrent beaucoup d'ampoules et de fioles vides, un conteneur à verre séparé peut être fourni, dans l'optique d'un broyage ultérieur dans un dispositif sécurisé.
  - Boîte de sécurité : en cas d'immunisation ou pour des déchets spécifiques (très longues aiguilles, par exemple), et éventuellement aux premiers stades d'une urgence aiguë (à éviter).
- Assurez la collecte et l'élimination régulières des déchets piquants / tranchants / coupants (PTC, "sharps").
- Réalisez une fosse à objets PTC ("sharps") appropriée :
  - Fosse revêtue de béton (scellée) ou fût / conteneur en plastique adapté en cas d'urgence aiguë, petit poste de santé, phase de mise en route de structures plus grandes, bidonville où il n'y a pas assez d'espace pour construire une fosse à objets PTC en béton.
  - Avec un réducteur de boîtes de sécurité ("safety box reducer") si ce type de conteneur est utilisé dans la structure.
  - Avec un broyeur à verre si les activités génèrent beaucoup de déchets en verre.

## **Déchets brûlables ("soft")**

- Installez des conteneurs appropriés pour déchets brûlables (seaux en plastique de 20 - 60 l avec couvercle, tous de la même couleur) à des endroits pratiques (à côté de la table d'examen, sur un chariot pour un usage mobile dans les services).
- Assurez une collecte au moins journalière des déchets brûlables avec un stockage temporaire sûr avant le traitement (éventuel).
- Assurez la désinfection et le nettoyage des conteneurs qui ont été vidés.
- Installez des infrastructures de traitement et/ou d'élimination finale appropriées :
  - Urgence aiguë :
    - Réducteur de volume en fût et fosse à résidus (cendres).
    - Dépôt direct des cendres et résidus dans la fosse à cendres / résidus.
  - Urgences chroniques et situations stabilisées :
    - Incinérateur De Montfort (ou équivalent) avec 2 fosses à cendres / résidus.
    - Dépôt direct des cendres et résidus dans la fosse à cendres / résidus.
    - Fosse couverte (sans traitement préalable), mais uniquement si une (très) petite quantité de déchets est générée et/ou qu'il y a beaucoup d'espace disponible.
    - À titre exceptionnel, élimination hors site via des systèmes de transport adéquats (par exemple, conteneurs, véhicules, bordereaux d'envoi) si zone urbaine / population dense / manque d'espace.

## **Déchets organiques**

- Fournissez des conteneurs appropriés pour les déchets organiques (seaux en plastique avec couvercle, tous de la même couleur mais différente de celle affectée aux déchets brûlables ("soft") à un endroit pratique (à côté de la chaise d'accouchement, de la table d'opération).
  - Salle d'accouchement : 15 à 40 l.
  - Salle d'opération : 20 à 60 l.
- Assurez la collecte et l'élimination finale immédiate des déchets organiques.
- Assurez la désinfection et le nettoyage des conteneurs à déchets organiques qui ont été vidés.
- Fournissez des installations d'élimination finale adéquates :
  - Latrine (pour les placentas, mais uniquement s'il y a très peu d'accouchements ; NE PAS utiliser pour des parties de corps).
  - Urgence aiguë :
    - Fosse à déchets organiques (fosse fermée, ou fosse ouverte avec le contenu recouvert de terre).
  - Urgences chroniques et situations stabilisées :
    - 2 fosses à déchets organiques, chacune avec un couvercle fixe et un conduit de ventilation.
    - À titre exceptionnel, traitement / élimination finale hors site avec des systèmes de transport adéquats (par exemple, conteneurs, véhicules, bordereaux d'envoi) ou incinération à haute température alimentée au carburant si zone urbaine / population dense / manque d'espace.

## Déchets dangereux

- Assurez-vous que tous les déchets dangereux sont évacués conformément aux lois, et que les pratiques et méthodes d'élimination respectent, voire dépassent, la législation nationale.
- Assurez-vous que tous les déchets dangereux sont évacués de manière sûre (conformément aux recommandations de l'OMS). Si nécessaire, demandez conseil à votre technicien de référence.

## Zone de déchets

- Prévoyez une zone de déchets spécifique, incluant un lieu de stockage pour les déchets brûlables ("soft") et toutes les installations adéquates pour le traitement et l'élimination finale.
- Installez une clôture autour de la zone de déchets.
- Installez une aire de lavage avec un point d'eau dans la zone de déchets.
- Installez des infrastructures pour l'évacuation des eaux usées vers un système adéquat via un bac dégraisseur.
- Assurez-vous que la gestion et la supervision soient effectuées par une ou plusieurs personnes dûment désignées et formées.
- Distance > 50 m des sources d'eau (surtout si la zone inclut des fosses à déchets organiques).
- La zone de déchets doit faire l'objet d'un entretien intégral chaque jour.

## Cadavres humains

Les cadavres liés à des guerres / famines / catastrophes naturelles NE représentent PAS un danger majeur pour la santé publique. Il convient néanmoins d'assurer une gestion efficace afin d'éviter toute proximité avec les morts (effets psychologiques), les odeurs et les charognards / vecteurs. Les cadavres liés à des épidémies (choléra, Ébola, Marburg, typhus, peste, etc.) REPRÉSENTENT un danger pour la santé publique. Il est alors impératif d'observer des règles strictes pour éviter toute transmission de la maladie (consulter les guides spécifiques !).

- Veillez au stockage sécurisé des corps avant l'enterrement / la crémation :
  - Prévoyez une morgue de taille suffisante à un emplacement adéquat pour les structures avec hospitalisation, avec une morgue séparée pour les unités d'isolement.
- Assurez-vous que les cadavres sont manipulés en toute sécurité, et que la manipulation et la préparation des corps s'accompagnent de mesures d'hygiène et de désinfection appropriées.
  - Généralités
    - Toutes les personnes chargées de manipuler et préparer les corps portent des gants.
    - Toutes les personnes chargées de manipuler et préparer les corps se lavent les mains à l'eau et au savon après la manipulation.
  - Épidémies de maladies contagieuses (*consulter les guides spécifiques !*) :
    - Toutes les personnes chargées de manipuler, préparer et enterrer les corps portent des tenues protectrices appropriées (spécifiques à la maladie).
    - Toutes les personnes chargées de manipuler, préparer et enterrer les corps se lavent dans le centre d'isolement conformément aux règles appropriées (spécifiques à la maladie).
    - Confinement sécurisé et à l'épreuve des fuites pour les corps ; ex. : sacs mortuaires pour le choléra, sacs mortuaires et cercueils pour les fièvres hémorragiques virales (spécifiques à la maladie).
    - Une équipe formée assure la désinfection des corps, aménagements et moyens de transport.
    - Une équipe formée effectue et/ou supervise les enterrements (selon des pratiques à évaluer pour chaque contexte).
  - La crémation ne devrait être effectuée qu'à la demande explicite de la famille et/ou si des installations spécifiques sont disponibles.
  - Assurez-vous que la manipulation, la préparation et l'enterrement / la crémation des corps s'effectuent compte tenu des sensibilités culturelles.

## Lutte anti-vectorielle

- Prévenez la transmission de maladies vectorielles au sein des structures de santé.
  - Minimisez les chances de survie et la densité des vecteurs dans les structures de santé.
  - Réduisez les contacts des personnes (patients, personnel, etc.) avec des vecteurs potentiellement infectés.
  - Réduisez les contacts des vecteurs avec des patients infectés.
- Prévenez la prolifération de vecteurs et organismes nuisibles dans les structures de santé.
- Fournissez des systèmes, équipements et services appropriés pour la lutte anti-vectorielle en plus des autres besoins en matière d'eau et d'assainissement (voir le tableau de la page suivante) :



## F.T. 1.09 Besoins Essentiels en eau et assainissement dans les camps

Les besoins essentiels en eau et assainissement contribuent à la réduction des maladies liées à l'eau, à l'hygiène et à l'assainissement dans les camps (de réfugiés et de personnes déplacées internes). Ils sont applicables aux urgences aiguës à chroniques, jusqu'à la stabilisation de la situation. Lors de la phase aiguë d'une urgence dans des camps, l'approvisionnement en eau potable et l'élimination des excréta en toute sécurité sont les principales priorités des activités liées à l'eau et à l'assainissement. La lutte anti-vectorielle ainsi que la gestion des eaux usées et des déchets solides devraient, cela dit, démarrer le plus tôt possible. Pour exercer un effet positif, les besoins essentiels en eau et assainissement doivent être atteints, voire dépassés. Ces besoins ne sont toutefois pas des normes isolées. Ils doivent être adaptés au contexte et considérés comme des points de référence et non des règles absolues. Ils peuvent contribuer à la cohabitation acceptable d'une grande population dans un camp en termes d'eau et d'assainissement.

### Activités humaines requises pour l'évaluation, la planification, la formation et la promotion

Les besoins essentiels stipulent des critères principalement techniques, mais il est clair qu'aucune intervention ne peut être considérée comme réussie si les infrastructures sont inadaptées aux conditions locales, si elles sont mal utilisées ou si elles ne sont pas (correctement) entretenues. Les activités humaines doivent être en phase avec toute intervention technique.

Urgence aiguë	Urgences chroniques et situations stabilisées
<ul style="list-style-type: none"><li>■ Évaluation et analyse initiales</li><li>■ Formation technique du personnel</li><li>■ Éducation de la santé des bénéficiaires</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Évaluation et analyse initiales</li><li>■ Évaluation et analyse approfondies avec les bénéficiaires</li><li>■ Formation générale et technique du personnel</li><li>■ Promotion de la santé auprès des bénéficiaires</li></ul>

### Gestion du personnel

#### *Gestion du personnel*

- Identifiez et formez le ou les responsables de l'Eau, de l'Hygiène et de l'Assainissement (EHA).
- Fournissez les outils administratifs et techniques nécessaires :
  - Profil de poste pour l'ensemble du personnel.
  - Tenues protectrices adéquates si le personnel est affecté à des activités EHA (Eau, Hygiène et Assainissement) dangereuses.
  - Outils appropriés.

## Eau

### **Fournissez suffisamment d'installations adéquates pour l'approvisionnement en eau.**

Principaux critères des installations d'approvisionnement en eau :

- Qualité
- Quantité
- Accessibilité

#### **Qualité de l'eau**

##### **Approvisionnement en eau de qualité acceptable**

<b>Aucun agent pathogène</b>	Concentration en chlore résiduel libre aux points de distribution ■ 0,2 - 0,5 mg/l (si pH < 8) 30 minutes de contact minimum ■ 0,4 - 1,0 mg/l (si pH > 8) 60 minutes de contact minimum ou max. 10 <i>E.Coli</i> /100 ml aux points de distribution si une chloration est vraiment impossible
<b>Faible turbidité</b>	■ < 5 NTU ■ < 20 NTU est admissible en cas d'urgence aiguë
<b>Faible concentration de composés toxiques à court terme ou exerçant d'importants effets à long terme</b>	Spécifique au contexte. En cas de doute, contactez votre technicien de référence.
<b>Acceptable pour les utilisateurs</b>	■ Eau non refusée en raison de sa couleur, de son goût, de son odeur ou de sa salinité

Enquêtes régulières menées à tous les points d'eau

#### **Quantité d'eau et accessibilité**

##### **Approvisionnement suffisant en eau accessible et de qualité fiable**

<b>Scénario</b>	<b>Quantité par personne et par jour</b>	<b>Distance max. par rapport à la source</b>	<b>Capacité de stockage min. et distribution</b>
Urgence aiguë : premiers jours	3 - 5 l	Aucune distance max.	■ Capacité de stockage collectif min. : 5 l/personne (ainsi, pour 1.000 personnes, il faut un réservoir souple de 5 m <sup>3</sup> ) ■ Capacité de transport et stockage domestique min. : 40 l/ménage ■ Distribution : → 1 robinet/200 - 250 personnes → 1 pompe à main/500 (- 750) personnes
Urgence aiguë : dès que possible	15 - 20 l	Max. 250 m	
Urgence chronique et situation stabilisée	15 - 20 l, mais aucune restriction sur la quantité		

- N'oubliez pas que les fuites et gaspillages peuvent entraîner jusqu'à 20% de pertes d'eau.
- En ce qui concerne les bénéficiaires, un apport en eau peut aussi être prévu pour :
  - Le bétail : 30 l par animal et par jour.
  - Les petits animaux (ex. : chèvres) : 5 l par animal et par jour.

## Élimination des excréta

### Mise en place d'infrastructures d'élimination adéquates en suffisance pour les excréta

<p><b>En quantité suffisante</b></p>	<p><b>Urgence aiguë</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Premiers jours :             <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Aire de défécation : 0,5 m<sup>2</sup> par jour et par utilisateur (sentiers non inclus)</li> <li>→ Feuillées : 3,5 m/100 utilisateurs</li> </ul> </li> <li>■ Dès que possible :             <ul style="list-style-type: none"> <li>→ 1 feuillée améliorée/100 utilisateurs</li> <li>→ 1 latrine/100 utilisateurs =&gt; 1 latrine/50 utilisateurs =&gt; 1 latrine/20 utilisateurs</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Urgence chronique et situation stabilisée</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 1 latrine/20 utilisateurs ou 1 latrine/4 ménages (groupe/ "cluster")</li> <li>■ Latrines familiales (préférables pour des raisons d'hygiène)</li> </ul>
<p><b>Adéquates sur le plan technique (selon les contraintes locales)</b></p>	<p><b>Urgence aiguë</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Premiers jours :             <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Aires de défécation (zones arides)</li> <li>→ Feuillées</li> </ul> </li> <li>■ Dès que possible :             <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Feuillées améliorées / latrines à fosses</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Urgence chronique et situation stabilisée</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Latrines à fosse simple</li> <li>■ Latrines VIP (si les gens ont déjà l'expérience de ce type d'infrastructure)</li> <li>■ Latrines à siphon d'eau : uniquement s'il y a :             <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Acceptation culturelle / demande</li> <li>→ Suffisamment d'eau et de récipients à disposition (pour le nettoyage anal)</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Adaptées aux utilisateurs</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Les infrastructures doivent être appropriées sur le plan socioculturel</li> <li>■ De préférence une séparation entre hommes et femmes (surtout si cela s'avère nécessaire sur le plan culturel)</li> <li>■ Certaines latrines avec sièges et mains courantes pour les personnes à mobilité réduite</li> <li>■ Quelques latrines pour enfants (souvent, 1/5 de la population a moins de 5 ans)</li> </ul>
<p><b>Aisément accessibles</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Distance par rapport aux feuillées : &gt; 30 m et &lt; 50 m d'habitations</li> <li>■ Distance par rapport aux feuillées améliorées / latrines à fosse : &gt; 5 m et &lt; 50 m d'habitations</li> </ul>
<p><b>A un endroit sûr</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pour éviter des risques de violence sexuelle</li> <li>■ Éclairages de nuit présents et opérationnels (si possible)</li> <li>■ Gardes près des zones de défécation et des feuillées (également pour expliquer leur utilisation correcte)</li> </ul>
<p><b>Installations pratiques pour le lavage des mains</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Savon / cendres, installations pour le lavage des mains et systèmes d'évacuation des eaux usées à la sortie des lieux de défécation</li> </ul>
<p><b>Prévention de la contamination des ressources en eau</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Latrines à plus de 30 m des sources en eau (&gt; 50 m pour les zones de défécation)</li> </ul>

Toutes les installations d'élimination des excréta doivent être entretenues régulièrement (de préférence chaque jour).

## Évacuation des eaux usées

### Mise en place d'installations pour l'hygiène personnelle

<b>En quantité suffisante</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2 douches (avec seau) ou installations de lavage/communauté (environ 80 personnes)</li> </ul>
<b>Adaptées aux utilisateurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Les infrastructures doivent être appropriées sur le plan socioculturel</li> <li>■ Séparation entre hommes et femmes (les jeunes enfants peuvent utiliser les douches des femmes)</li> </ul>
<b>A un endroit sûr</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pour éviter les risques de violences sexuelles</li> <li>■ Éclairages de nuit présents et opérationnels (si possible)</li> </ul>
<b>Infrastructures connexes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Approvisionnement en eau à proximité (maximum 5 à 20 m)</li> <li>■ Douches raccordées aux systèmes d'évacuation des eaux usées</li> </ul>

### Mise en place d'aires de lavage

<b>Aires de lavage séparées pour</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La vaisselle si des cuisines sont présentes : 1 aire/communauté (environ 80 personnes)</li> <li>■ Le linge avec des cordes pour le séchage (si nécessaire) : 1 aire/communauté</li> </ul>
<b>Adaptées aux utilisateurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Les infrastructures doivent être appropriées sur le plan socio-culturel</li> </ul>
<b>Infrastructures connexes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Approvisionnement en eau à proximité (maximum 5 - 20 m)</li> <li>■ Aires de lavage raccordées aux systèmes d'évacuation des eaux usées</li> </ul>

Toutes les installations d'hygiène personnelle et aires de lavage doivent faire l'objet d'entretiens réguliers.

### Mise à disposition de savon

L'utilisation de savon réduit la transmission de toutes sortes de maladies, aussi prévoyez une distribution de savon : 250 g par personne par mois.

### Mise en place d'infrastructures adéquates pour l'évacuation des eaux usées

Type d'eaux usées	Bac dégraisseur	Évacuation	Distance entre le lieu d'évacuation et la réserve en eau
Eaux usées "propres" des points de prélèvement d'eau ; par exemple, rampes de distribution, pompes à main (sans savon, huile, graisse)	Non	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Petit potager</li> <li>■ Abreuvoir pour animaux</li> <li>■ Puits perdu</li> <li>■ Tranchées d'infiltration</li> </ul>	> 10 m
		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Réseau d'égout correctement confiné</li> </ul>	
Eaux usées "sales" (eaux grises avec savon, huile, graisse)	Oui	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Puits perdus (urgence)</li> <li>■ Tranchées d'infiltration</li> <li>■ Aire d'évapotranspiration (zones arides)</li> </ul>	> 30 m
		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Réseau d'égout correctement confiné</li> </ul>	
Eaux de pluie et de ruissellement	Non	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Drainage naturel (à planifier dès le début)</li> </ul>	

Tous les systèmes d'évacuation des eaux usées doivent être entretenus au moins une fois par semaine.

## Élimination des déchets domestiques

**Assurer le stockage et l'élimination finale de tous types de déchets en toute sécurité.**

	<b>Système collectif (urgence)</b>	<b>Système ménager (situation stabilisée)</b>
<b>Stockage temporaire</b>	■ Fûts de 100 - 125 litres	■ Poubelle (seau, par exemple)
<b>Collecte</b>	■ Équipes	■ Membre du ménage
<b>Transport</b>	■ Chariot / véhicule	■ Manuellement
<b>Traitement</b>	■ Non recommandé	■ Non recommandé
<b>Élimination finale</b>	■ Décharge contrôlée	■ Fosse à ordures ménagères

En cas d'urgence, il est souvent plus facile pour l'organisation humanitaire d'installer un système collectif. Le système ménager demande en effet une bonne formation et une collaboration efficace des bénéficiaires, ce qui peut s'avérer difficile à obtenir, surtout au début. Un système ménager s'avère néanmoins meilleur marché et plus "durable" à long terme

### Système collectif pour la gestion des déchets domestiques

<b>Stockage temporaire</b>	<b>Collecte et transport</b>	<b>Élimination finale</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2 poubelles/communauté (environ 80 personnes)</li> <li>■ Couvercle sur les fûts (pour éviter la dispersion par le vent et les animaux)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Établissement de circuits</li> <li>■ Constitution d'équipes (2,5 personnes/1.000 habitants)</li> <li>■ Attribution d'un circuit à chaque équipe</li> <li>■ Collecte journalière</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Décharge contrôlée</li> <li>■ &gt; 800 m des habitations</li> <li>■ Clôture</li> <li>■ Évacuation des eaux de ruissellement</li> </ul>

### Système ménager pour la gestion des déchets domestiques

<b>Stockage temporaire</b>	<b>Collecte et transport</b>	<b>Élimination finale</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Seau de 20 litres avec couvercle par ménage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bonne connaissance pratique de la population requise.</li> <li>Nécessite :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Formation</li> <li>→ Discipline</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 1 fosse/1 ou plusieurs ménages</li> <li>■ Nécessité d'une clôture</li> <li>■ Déchets recouverts (au moyen de terre ou d'un couvercle) après chaque élimination</li> <li>■ La population doit recréuser un trou lorsque l'ancien est plein</li> </ul>

## Gestion des cadavres

Les cadavres liés à des guerres / famines / catastrophes naturelles NE représentent PAS un risque majeur pour la santé publique. Il convient néanmoins d'assurer une gestion efficace afin d'éviter toute proximité avec les morts (effets psychologiques), les odeurs et les charognards / vecteurs. Les cadavres liés à des épidémies (choléra, Ébola, Marburg, typhus, peste, etc.) REPRÉSENTENT un danger pour la santé publique. Il est alors impératif d'observer des règles strictes pour éviter toute transmission de la maladie (consulter les directives spécifiques !).

	<b>Guerre / Famine / Catastrophe naturelle</b>	<b>Épidémie (choléra, fièvres hémorragiques)</b>
<b>Préparation et habillage du corps</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pas besoin de désinfecter le corps</li> <li>■ Habillage du corps selon les coutumes locales et/ou la disponibilité : cercueil / linceul (tissu) / couverture / natte / sac mortuaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Désinfection du corps (en fonction de la maladie ; selon les directives spécifiques)</li> <li>et</li> <li>■ Sacs mortuaires scellés + (cercueils ; spécifiques à la maladie)</li> </ul>
<b>Procédures d'enterrement / de crémation par :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Famille</li> <li>■ Éventuellement les organisations d'aide humanitaire en cas d'enterrement en fosse commune</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Personnel de l'organisation d'aide humanitaire formé et protégé en raison du risque de contamination très élevé :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Désinfection du corps, de l'habitat de la structure de santé</li> <li>→ Équipe d'enterrement (au moins supervision)</li> </ul> </li> </ul>
<b>Protection personnelle</b>	Lavage des mains au savon	Conformément aux directives spécifiques aux maladies <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pulvérisation complète du personnel au moyen d'une solution chlorée</li> <li>■ Tenues protectrices complètes pour le personnel</li> </ul>
<b>Autres contributions des organisations d'aide humanitaire</b>	Mise en place / participation (si nécessaire) : <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Morgue dans la structure de santé</li> <li>■ Sélection du site d'enterrement / de crémation</li> <li>■ Matériel pour l'habillage des corps</li> <li>■ Transport éventuel des corps</li> </ul>	Mise en place / participation : <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Morgue dans le centre d'isolement</li> <li>■ Sélection du site d'enterrement</li> <li>■ Sacs mortuaires scellés / enveloppements imperméables</li> <li>■ Transport des corps</li> </ul>

Assurez-vous que la manipulation, la préparation et l'enterrement / la crémation des corps s'effectuent compte tenu des sensibilités culturelles.

Enterrement	Crémation
Option privilégiée dans toutes les situations	Uniquement si demandé explicitement par la population pour des raisons religieuses / culturelles
<p><b>Site d'enterrement :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ à plus de 50 m de ressources en eau potable</li> <li>■ &gt; 500 m des habitations</li> <li>■ 1.500 m<sup>2</sup>/10.000 habitants</li> <li>■ Tombes : <ul style="list-style-type: none"> <li>→ De préférence individuelles</li> <li>→ Fosses communes si vraiment nécessaire (mais les tranchées doivent permettre un enterrement de la tête aux pieds)</li> </ul> </li> <li>■ Respectez les coutumes locales : <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Orientation des tombes</li> <li>→ Position du corps dans la tombe</li> <li>→ Aires d'enterrement séparées pour les différentes religions</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Site de crémation :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ &gt; 500 m des habitations</li> <li>■ En aval des habitations</li> </ul>
<p><b>Profondeur d'enterrement :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ &gt; 1,5 m sous la surface</li> <li>■ &gt; 1,5 m au-dessus du niveau phréatique maximal (saison des pluies)</li> </ul>	<p><b>Nécessaire :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Au moins 300 kg de bois à brûler par corps</li> <li>■ Personnes expérimentées pour la crémation</li> </ul>

### Lutte anti-vectorielle

#### ***Mise en place d'installations, d'équipements et de services appropriés pour la lutte anti-vectorielle***

- Prévenez la transmission de maladies vectorielles au sein des camps :
  - Minimisez les chances de survie des vecteurs dans les camps.
  - Réduisez les contacts de la population avec des vecteurs potentiellement infectés.
  - Réduisez les contacts des vecteurs avec des personnes infectées.
- Prévenez la prolifération de vecteurs et organismes nuisibles dans le camp.
- Fournissez des systèmes, équipements et services appropriés pour la lutte anti-vectorielle en plus des autres impératifs en matière d'eau et d'assainissement (voir le tableau ci-après).

Vecteurs communs	Maladies communes	Mesures à prendre pour les zones endémiques et/ou en cas de présence importante du vecteur										Mesures supplémentaires à prendre en cas d'épidémies									
		Sélection adéquate du site	2 X PER* de toutes les habitations/an	2 X PER de toutes les latrines /an	1 MILD */lieu de couchage	Limitation des sites de prolifération des vecteurs à l'intérieur et autour du camp	Pièges à mouches et/ou écrans	Hygiène alimentaire générale	Aération de la literie au soleil	Promotion de l'hygiène du visage et des mains 2 X par jour pour l'ensemble du camp	Poison et/ou piège à rats et élimination des cadavres	Saupoudrage à l'insecticide des personnes entrantes dans le camp	Traitement larvicide ** et/ou promotion du vidage des eaux stagnantes chaque semaine	Fumigation 300 m autour de l'habitation du cas confirmé	Suivi du saupoudrage à l'insecticide sur demande	1 X saupoudrage à l'insecticide des nattes, cadres de lits et vêtements dans les habitations	Saupoudrage des cadavres et des vêtements des défunts à l'insecticide	Promotion de l'absence d'animaux dans les habitations			
Moustiques Anophèles	Paludisme	X	X		X	X															
Moustiques Aedes	Dengue, fièvre jaune	X	X			X						X	X					X			
Mouches	Infections entériques	X	X	X		X	X	X													
Mouches	Infections oculaires	X	X	X	X	X	X		X												
Phlébotomes	Leishmaniose	X	X		X	X															
Poux	Typhus, fièvre récurrente, fièvre des tranchées		X			X						X			X	X	X				
Puces	Peste, typhus		X		X				X		X	X		X	X	X	X				
Rongeurs	Fièvre de Lassa, salmonellose, leptospirose, peste, fièvre de Hanta	X								X											
Acariens	Gale				X																

\*PER : pulvérisation d'insecticide à effet rémanent ; MILD : moustiquaire imprégné d'insecticide à longue durée.

\*\* : Uniquement si du personnel qualifié est disponible.

## F.T. 1.10 Planification des sites destinés à l'implantation d'un camp

Un afflux important de personnes vers un camp demande l'installation rapide d'infrastructures répondant à leurs besoins prioritaires. L'état de santé des réfugiés / personnes déplacées dépend directement des capacités opérationnelles des personnes responsables de leur protection et assistance. La sélection et la planification correctes d'un site adéquat garantiront la mise en place d'infrastructures appropriées ainsi que l'installation du camp dans un environnement qui n'exerce pas d'impact négatif sur la santé des gens.

### Procédure

Après avoir choisi le site conformément aux critères essentiels (F.T. 1.05), il convient de prendre une série de décisions et de mener des activités spécifiques :

- Préparer une carte du site incluant notamment les points d'eau, les aires de défécation existantes, les systèmes de drainage en surface, ainsi que l'espace disponible pour un cimetière et éventuellement une décharge contrôlée.
- Déterminer les besoins en matière de services et infrastructures, d'après l'ampleur estimée de la population.
- Définir la taille du camp et de ses subdivisions afin de faciliter la gestion du camp.
- Concevoir l'agencement du camp.
- Définir les responsabilités au sein du camp (par exemple quelle organisation d'aide humanitaire est responsable de l'approvisionnement en eau).
- Dresser la liste des ressources requises (budgétaires, logistiques, humaines) en fonction des responsabilités respectives des organisations d'aide humanitaire.

### Représentation cartographique

Pour déterminer la superficie de terrain disponible, il est important d'avoir une carte du site en question. Cette carte peut notamment être réalisée via la méthode de représentation cartographique (F.T. 1.02.). À ce stade, il peut s'avérer intéressant d'avoir une carte à une échelle supérieure à 1/10.000 afin de pouvoir indiquer davantage de détails. Les informations relatives aux pentes du camp peuvent être obtenues au moyen d'une étude topographique (F.T. 2.24). Ainsi, la carte constituera également un outil intéressant pour l'agencement du camp.

### Besoins

Ci-dessous, les besoins communs à la plupart des camps en termes de services et d'infrastructures :

- Infrastructures dédiées à l'eau et à l'assainissement : une priorité au moment de concevoir l'agencement.
- Routes.
- Entrepôts, points de distribution d'aliments.
- Abris (type et nombre).
- Structures administratives (dépistage, enregistrement, etc.).
- Structures médicales et nutritionnelles.
- Logement du personnel.
- Infrastructures communautaires (marché, centre culturel, ateliers, écoles, structures religieuses, terrains de jeu).

### Définition de l'ampleur

L'ampleur du camp dépendra de l'espace disponible sur le site sélectionné. Il est toutefois préférable de ne pas réaliser de trop grands camps pour des raisons de gestion, même si l'espace disponible le permet. Idéalement, un camp devrait abriter 20.000 personnes maximum en subdivisions de 5.000 personnes. Tenez compte du fait que le site doit inclure de l'espace pour des coupe-feu, un cimetière séparé et une décharge contrôlée. Il convient en outre de prévoir un espace supplémentaire pour une éventuelle extension du camp.

<b>Surface disponible/personne</b>	: 30 m <sup>2</sup> (y compris la surface pour les habitations, les coupe-feu, le stockage, l'administration, le marché, le dispensaire, le cimetière, une décharge contrôlée)
	: 45 m <sup>2</sup> (s'il faut aussi de petits potagers)
<b>Espace de logement/personne</b>	: 3,5 m <sup>2</sup> (4,5 - 5,5 m <sup>2</sup> pour les climats froids)
<b>Coupe-feu</b>	: bande de 30 - 75 m tous les 300 m

## **Agencement du camp**

Il convient d'ajouter toutes les structures / installations requises à la carte initiale et de déterminer le mode de regroupement des abris. Cette décision influera, au final, sur l'utilisation adéquate des latrines et points d'eau. La sécurité de la population et le rétablissement de son tissu social doivent aussi entrer en ligne de compte lors des décisions relatives à l'agencement des abris.

### **Infrastructures dédiées à l'eau et à l'assainissement**

Les infrastructures dédiées à l'eau et à l'assainissement sont une priorité au moment de concevoir l'agencement global d'un camp. Si les ressources en eau sont situées à l'intérieur ou à proximité du site, il est important de les protéger d'une contamination (plus poussée). Prévoyez des emplacements adéquats pour les points de captage d'eau et les lieux d'évacuation des eaux de ruissellement.

Les latrines, douches et installations de lavage doivent être situées à des endroits qui ne risquent pas de contaminer les ressources en eau, mais pas trop éloignées ni trop isolées afin de prévenir les violences sexuelles. Ces endroits devraient être de préférence bien éclairés la nuit. Une décharge contrôlée ainsi qu'un cimetière / site de crémation devront également être installés à des endroits appropriés : loin des ressources en eau et à une distance minimale ainsi que sous le vent par rapport aux habitations du camp et des logements de la population éventuelle.

Pour un complément d'informations sur les infrastructures dédiées à l'eau et à l'assainissement au sein des camps, consultez les F.T.1.06 et 1.09.

### **Routes et signaux de direction**

Organisez le système routier du camp en fonction des structures / installations qui doivent être aisément accessibles et de l'agencement des abris. Pour rester en bon état, les routes doivent être pourvues d'un système de drainage relié au système de drainage général du camp.

Les signaux de direction / logos sont également importants au sein du camp : ils doivent permettre une identification aisée des zones affectées aux différentes activités et de chaque zone résidentielle, pour les visiteurs comme pour les résidents. Les signaux / logos doivent être compréhensibles pour chacun, compte tenu du fait que tout le monde ne sait pas lire ou ne maîtrise pas les langues internationales et locales. Pour les camps de grande ampleur, il peut s'avérer nécessaire de placer un plan détaillé à l'entrée.

### **Agencement des abris et type d'habitations**

Il existe plusieurs plans d'agencement pour les abris, mais les habitudes culturelles de la population concernée devraient constituer le principe directeur.

Évitez les dispositions en lignes et rangées : elles accroissent les distances entre habitations et latrines / points d'eau. D'un autre côté, cette méthode peut être appliquée rapidement et est préférable à l'absence de planification. Optez de préférence pour un agencement d'abris par unité communautaire, sans séparation des familles. L'unité communautaire de base est formée via le groupement de 16 abris en carré ou rectangle autour d'un espace communautaire. Les latrines, points d'eau et aires de lavage peuvent être installés autour de l'unité communautaire. Les lieux destinés aux infrastructures et services communautaires seront créés via la mise à disposition d'un certain nombre d'unités de base en fonction de l'espace requis.

<b>Distance entre deux tentes / abris</b> : 2 m minimum, mais de préférence deux fois la hauteur globale des abris (afin d'éviter tout dommage en cas d'effondrement d'un abri voisin), voire 3 - 4 fois la hauteur si les abris sont réalisés à partir de matériaux extrêmement inflammables (paille, chaume)
<b>Distance entre deux rangées</b> : 10 m

On utilise souvent des tentes durant la phase initiale, mais elles ne durent pas très longtemps en plus d'un prix d'achat élevé et d'un transport coûteux. Il est donc souvent plus adéquat d'utiliser des matériaux de construction disponibles sur place (planches, tôles ondulées,...). Pendant la construction d'abris plus durables, il est possible d'étendre des bâches en plastique sur des poteaux et cordages afin de réaliser des abris temporaires.

## **Énergie et éclairage**

L'énergie est essentiellement requise pour la cuisson d'aliments mais aussi, parfois, pour le chauffage. Le bois est souvent la source d'énergie la plus courante, mais son obtention peut s'avérer difficile d'un point de vue logistique. Il entraîne en outre des problèmes politico-écologiques dus à la déforestation.

Un éclairage est souhaitable dans l'ensemble du camp car il réduit l'insécurité et améliore l'accès aux infrastructures sanitaires. Tenez compte du fait que l'installation d'un système électrogène dans le camp peut engendrer des problèmes de sécurité (branchements illicites, par exemple), ainsi que des conflits avec la population locale si elle n'a pas accès à l'électricité (ce qui est fréquent). L'électricité est néanmoins indispensable dans les centres de santé ouverts la nuit comme une unité d'isolement, un Centre de Traitement du Choléra (CTC) et un Centre Nutritionnel Thérapeutique Hospitalier (CNTH).

## **Responsabilités**

La sélection et la planification globale sont généralement assurées par les autorités officielles (UNHCR, autorités locales), mais il est recommandé d'impliquer des Organisations Non Gouvernementales (ONG). La sélection et la planification d'un site seront de préférence effectuées par une équipe multidisciplinaire constituée d'un médecin, d'un logisticien et d'un technicien / ingénieur en matière d'eau, d'hygiène et d'assainissement.

Outre la planification globale, il conviendra de déterminer les responsabilités respectives de chaque organisation d'aide humanitaire pour l'installation des différents services et infrastructures axés sur les besoins des bénéficiaires. Ces organisations doivent répondre de leurs engagements.

## **Ressources**

Diverses ressources budgétaires, logistiques et humaines seront requises en fonction des responsabilités / engagements assumés. Elles peuvent être définies au moyen du cadre logique, qui constitue un outil intéressant pour la planification stratégique.

### **Remarques**

- Lors des phases initiales d'une urgence, il est très difficile d'évaluer la durée probable du camp avec une quelconque certitude. Il vaut donc mieux sélectionner, planifier et installer le site dans les plus brefs délais possibles. Mais comme le camp pourrait être maintenu pendant de nombreuses années, il est recommandé d'adopter une vision à long terme.
- Pour éviter d'être dépassé par les événements dans un stade ultérieur, il est important d'établir dès le début des plans à court et moyen terme, en prévoyant une augmentation probable de la population.
- La coordination entre les différentes organisations humanitaires (ONU, Croix-Rouge, ONG internationales et nationales, etc.) et, éventuellement, les autorités nationales et communautaires s'avère d'une importance cruciale pour la planification, la mise en œuvre et l'exploitation d'un camp.
- Dans la mesure du possible, encouragez l'engagement de femmes et d'hommes dans la planification du site.
- Très souvent, la planification d'un site doit s'effectuer pour un camp déjà établi. Elle devient alors une tâche de réorganisation. Cette démarche est bien plus difficile à réaliser à cause de problèmes inhérents à la mise en œuvre d'études topographiques en cas de haute densité d'occupation, ainsi qu'aux réticences au changement manifestées par les bénéficiaires et les équipes d'aide humanitaire.
- Si une réorganisation du camp s'avère nécessaire, il est recommandé d'y procéder section par section. À cet effet, il convient de disposer d'une nouvelle parcelle de terrain de la taille adéquate pour une section et de la préparer avant de déplacer la population d'une première section. L'espace libéré pourra ensuite être réorganisé et préparé pour l'installation d'une deuxième section, et ainsi de suite.

# Approvisionnement en eau

Narratif

Fiches techniques

- F.T. 2.01 Points de captage d'eau
- F.T. 2.02 Description d'un puits creusé à la main
- F.T. 2.03 Nettoyage et désinfection d'un puits
- F.T. 2.04 Protection d'un puits peu profond
- F.T. 2.05 Préparation du mortier et du béton
- F.T. 2.06 Fabrication de buses en béton
- F.T. 2.07 Puits au jet
- F.T. 2.08 Protection d'une source
- F.T. 2.09 Collecte des eaux de pluie
- F.T. 2.10 Analyse de l'eau
- F.T. 2.11 Échantillonnage de l'eau
- F.T. 2.12 Méthodes de traitement de l'eau
- F.T. 2.13 Mesure de la turbidité
- F.T. 2.14 Coagulants / floculants
- F.T. 2.15 "Jar test" pour coagulants
- F.T. 2.16 Sédimentation assistée par lots ("batch")
- F.T. 2.17 Méthodes de filtration
- F.T. 2.18 Filtres à bougies céramiques
- F.T. 2.19 Produits générateurs de chlore
- F.T. 2.20 Préparation et utilisation de solutions chlorées à des fins de désinfection
- F.T. 2.21 Chloration de l'eau potable par lots ("batch")
- F.T. 2.22 Vérification de la chloration
- F.T. 2.23 Chloration en seau
- F.T. 2.24 Étude topographique de base
- F.T. 2.25 Pompes centrifuges
- F.T. 2.26 Informations requises pour choisir une pompe centrifuge
- F.T. 2.27 Détermination du débit de pompage maximal d'un puits
- F.T. 2.28 Installation du kit de motopompe
- F.T. 2.29 Installation d'une pompe immergée
- F.T. 2.30 Tuyaux pour l'approvisionnement en eau potable
- F.T. 2.31 Pertes de charge
- F.T. 2.32 Calcul d'une canalisation simple
- F.T. 2.33 Installation des tuyaux
- F.T. 2.34 Approvisionnement en eau par camions
- F.T. 2.35 Réservoirs d'urgence
- F.T. 2.36 Installation de réservoirs flexibles
- F.T. 2.37 Nettoyage de réservoirs flexible
- F.T. 2.38 Réservoir en ferrociment
- F.T. 2.39 Rampes de distribution

## Chapitre 2

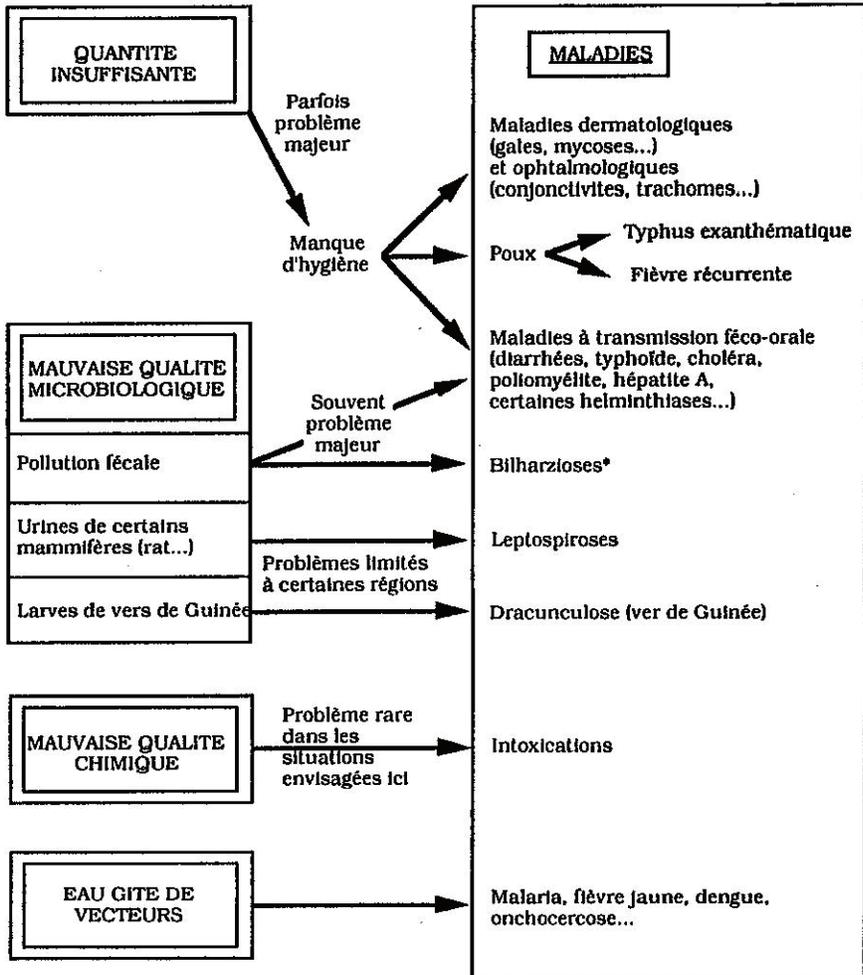


## 2.1 Pourquoi l'eau est-elle importante pour les êtres humains ?

L'eau - en quantité et qualité suffisantes - est indispensable à la vie humaine. Sans eau, les êtres humains ne pourraient vivre plus de quelques jours. Elle joue un rôle vital dans presque toutes les fonctions de l'organisme. Mais en plus d'être cruciale pour la santé (publique) et le bien-être, l'eau intervient aussi dans la plupart des activités humaines. De même, une structure de santé ne peut fonctionner correctement sans une ressource fiable en eau propre.

L'eau est, par ailleurs, souvent associée à de nombreux problèmes de santé et mérite donc une attention adéquate.

### Les problèmes sanitaires liés à l'eau



\* Pour la bilharziose à *Schistosoma haematobium*, la transmission se fait par l'intermédiaire des urines et non par les matières fécales

Les maladies infectieuses liées à l'eau peuvent être catégorisées d'après leurs voies de transmission :

- Maladies transmises par l'eau : causées par l'ingestion d'eau contenant des microorganismes pathogènes. L'eau peut être une voie de transmission pour certaines maladies si elle a été contaminée par les matières fécales ou l'urine d'êtres humains ou d'animaux à sang chaud. Mais certaines de ces maladies peuvent aussi être transmises par n'importe quelle autre voie féco-orale, comme des mains sales et des aliments contaminés. Elles sont alors qualifiées de "maladies dues au manque d'hygiène".
- Maladies dues au manque d'hygiène : engendrées par un manque d'hygiène adéquate sur le plan domestique et personnel, éventuellement dû à un approvisionnement insuffisant en eau. Les maladies liées à un manque d'eau pour l'hygiène sont les suivantes :
  - Maladies transmises par voie féco-orale : le manque d'hygiène - surtout au niveau des mains et des aliments - favorise la transmission de ces maladies d'individus et d'animaux infectés (porteurs malades ou sains) vers des individus non infectés. Ce mode de contamination donne les "maladies des mains sales".
  - Maladies dermatologiques et ophtalmiques : le manque d'hygiène personnelle peut entraîner des infections au niveau de la peau et des yeux.
  - Maladies transmises par les poux : le manque d'hygiène personnelle et le lavage insuffisant des vêtements favorisent la prolifération des poux qui, en plus des désagréments liés à leur présence (démangeaisons et grattements, lésions cutanées), sont vecteurs de maladies.
- Maladies d'origine aquatique : leur agent causal (pathogène) doit passer une partie de son cycle de vie dans un organisme intermédiaire (hôte) vivant dans l'eau.
- Maladies à vecteur d'insectes aquatiques : elles sont liées à un insecte vecteur qui se développe dans l'eau ou vit à proximité.

## 2.2 En quoi consiste un approvisionnement sûr en eau ?

L'objectif d'un approvisionnement sûr en eau est d'assurer l'**accès** des consommateurs à des **quantités** correctes d'eau de bonne **qualité**.

### 2.2.1 Quantité

Dans les climats tropicaux, le volume quotidien minimal d'eau requis pour survivre (boire et cuisiner) est d'environ 3 - 5 litres par personne et par jour, car le corps humain requiert un apport minimal pour se maintenir en vie avant de subir une déshydratation légère puis grave. D'après les estimations, le corps perd 2,6 litres d'eau par jour via les déperditions respiratoires, la transpiration (imperceptible), l'urine et la défécation. Une importante quantité d'eau est en outre perdue via la transpiration perceptible lors d'une activité éprouvante.

L'approvisionnement en eau domestique nécessaire à la protection fondamentale de la santé dépasse le minimum requis pour la survie. Il convient en outre de prévoir des volumes supplémentaires pour maintenir l'hygiène domestique et personnelle via le lavage des aliments et des mains, la prise de bains et la lessive. La quantité de survie doit donc être accrue au plus vite car des quantités d'eau insuffisantes entraîneront un manque d'hygiène, qui provoquera à son tour une multitude de maladies. L'approvisionnement minimal en eau domestique devrait donc être de 15 à 20 litres par personne et par jour (F.T. 1.09). Dans la mesure du possible, il vaut mieux ne pas limiter la consommation, étant donné que l'état de santé de la population est influencé par la quantité d'eau utilisée. Les volumes d'eau consommés dans le monde dépendent de nombreuses variables et pratiques culturelles.

Durant la première phase d'une urgence, il est préférable d'avoir beaucoup d'eau de qualité moyenne plutôt qu'un peu d'eau de très bonne qualité. Il importe néanmoins de fournir de grandes quantités d'eau de bonne qualité dès que possible.

Outre l'eau requise par la population même, un surcroît d'eau peut s'avérer nécessaire pour des besoins spécifiques comme le bétail (ex. : 30 l par animal et par jour) et certainement pour compenser les pertes dues aux fuites et gaspillages (jusqu'à 20%).

Les structures de santé incluant des départements Hospitalisation et Consultations externes, ainsi que les structures de santé spécifiques telles que les Centres de Traitement du Choléra et les Centres Nutritionnels auront toujours besoin de quantités considérables d'eau de bonne qualité, même lors d'urgences aiguës (F.T. 1.08). Si ces besoins essentiels ne peuvent être satisfaits, le fonctionnement correct de la structure de santé s'en trouvera compromis. Lors de stades ultérieurs d'urgences et dans des situations stabilisées, les

quantités d'eau devront être accrues car la demande en eau va très probablement augmenter (suite à l'amélioration des activités médicales, mais aussi à la multiplication des activités "domestiques" menées par et pour les patients et leurs visiteurs, comme la prise de douches et la lessive).

Il est important d'évaluer la quantité d'eau disponible pour couvrir les besoins effectifs. Les ressources doivent fournir plus d'eau en 24 heures que le volume quotidien strictement nécessaire pour les utilisations envisagées. Dans les structures de santé, il est vivement recommandé de prévoir au moins deux jours de réserves afin de pouvoir compenser une éventuelle interruption de l'approvisionnement en eau.

## 2.2.2 Qualité

Une eau potable :

- ne contient aucun agent pathogène (bonne qualité microbiologique).
- ne contient pas ou qu'une concentration inoffensive de substances chimiques toxiques.
- présente une faible turbidité.
- présente une faible salinité.
- est inodore, incolore, sans goût.
- n'est ni corrosive, ni favorable à l'incrustation.

Gardez néanmoins à l'esprit qu'il n'y a pas de relation directe entre l'aspect d'un échantillon d'eau et sa potabilité (un échantillon trouble peut être sûr tandis qu'un échantillon clair peut être dangereux sur les plans chimique et biologique).

### Qualité microbiologique

L'eau peut être à l'origine de maladies susceptibles de se propager sous forme d'épidémies au sein d'une population (concentrée). Elle peut contenir cinq catégories d'agents pathogènes : bactéries, virus, protozoaires, (œufs d'helminthes et champignons. L'eau contaminée par (l'un de) ces éléments biologiques peut engendrer diverses maladies transmissibles par ingestion ou contact physique. Vu les conséquences potentielles, le contrôle de la contamination microbienne est toujours d'une importance cruciale et ne peut jamais être compromis (F.T.2.10).

### Qualité chimique

Les contaminants chimiques présents dans l'eau peuvent y avoir été introduits naturellement (via la structure géologique du sous-sol) ou par l'homme suite à des activités industrielles et agricoles (intensives). L'élimination de substances chimiques dans l'eau s'avère souvent coûteuse et très difficile. Le choix de la ressource aura dès lors une importance vitale.

La qualité chimique de l'eau potable peut exercer un impact direct sur la santé, soit par l'absence d'éléments chimiques nécessaires (occurrence très rare), soit par l'excès de certains éléments chimiques. Ce problème connaît une expansion rapide dans les pays à faibles revenus. Cela dit, l'ingestion d'éléments chimiques par l'homme s'effectue essentiellement via les aliments et non l'eau potable.

Les risques pour la santé dus aux substances chimiques toxiques présentes dans l'eau potable diffèrent de ceux causés par les contaminants microbiologiques. Les problèmes associés aux éléments chimiques en faible concentration dans l'eau potable sont principalement imputables à leur effet néfaste sur la santé après de longues périodes d'exposition (plusieurs années). Les concentrations élevées de substances chimiques dans l'eau potable, et certainement la contamination massive (accidentelle), peuvent causer de sérieux problèmes de santé (aigus).

Les contaminants chimiques (F.T.2.10) peuvent être des substances organiques nocives telles que les pesticides ou des produits inorganiques nocifs. Exemples :

- Arsenic : largement répandu sur toute la croûte terrestre. Ses propriétés carcinogènes suscitent d'importantes préoccupations, notamment au Pakistan et au Bangladesh.
- Fluorure : substance non négligeable en Afrique de l'Est. Une concentration élevée entraîne un risque accru de fluorose dentaire et peut déboucher sur une fluorose squelettique.
- Mercure : métal lourd et toxique dont la présence est probable dans les aires d'extraction d'or.
- Nitrates : introduits par une surfertilisation ou suite à l'évacuation de grandes quantités d'excréta (essentiellement de l'urine) dans des lieux à très haute densité de population (camp de réfugiés, par exemple). Une concentration relativement faible de nitrates peut déjà provoquer une méthémoglobinémie chez les nouveau-nés.
- Nitrites : forme réduite des nitrates, qui peut être introduite par le remblayage de puits avec des termitières et provoquer une mort immédiate.

Mesures de contrôle des maladies infectieuses liées à l'eau						
Maladies	Transmises par l'eau	Dues à un manque d'hygiène			D'origine aquatique	A vecteurs d'insectes aquatiques
		Féco-orales	Infections cutanées/oculaires	Liées aux poux		
	Choléra Dysenterie Giardiase Hépatite A Poliomyélite Fièvre typhoïde	Choléra Diarrhées Dysenteries Hépatite A Fièvres (paratyphoïdes) Diverses maladies liées aux Helminthes	Gale Conjonctivite Trachome	Typhus à poux Fièvre récurrente	Bilharziose Dracunculose (Ver de Guinée)	Paludisme Dengue Fièvre jaune
<b>Mesures de contrôle</b>						
<b>Améliorer la qualité de l'eau :</b> protection des sources, traitement de l'eau	X	-	-	-	X	-
<b>Accroître la quantité d'eau</b>	-	X	X	X	-	-
<b>Améliorer l'accessibilité de l'eau</b>	X	X	X	X	X	-
<b>Réduire les contacts avec l'eau infectée</b>	-	-	-	-	X	-
<b>Améliorer l'assainissement environnemental :</b> latrines, drainage, évacuation des déchets et eaux usées	X	X	-	-	X	X
<b>Choix du site d'implantation</b>	-	-	-	-	X	X
<b>Stockage correct de l'eau domestique :</b> qualité/quantité	X	X	X	X	-	X
<b>Améliorer l'hygiène personnelle</b>	-	X	X	X	-	-
<b>Améliorer la manipulation et la préparation des aliments</b>	-	X	-	-	-	-
<b>Usage de pesticides</b>	-	-	-	X	X (ex. : lutte contre les mollusques)	X
<b>Protection personnelle</b> (ex. : moustiquaires)	-	-	-	X	-	X
<b>Promotion de la santé</b>	X	X	X	X	X	X

### **Turbidité**

La turbidité correspond à la quantité de particules en suspension dans l'eau (F.T. 2.13). Son importance est essentiellement liée au fait qu'elle réduit l'efficacité d'une désinfection (F.T. 2.13 et 2.21) et altère donc la qualité microbiologique de l'eau. De plus, la turbidité de l'eau affectera directement son acceptation par les consommateurs.

### **Salinité**

La salinité correspond à la quantité de sels dissous dans l'eau, qui devrait être faible pour être jugée acceptable par les consommateurs et éviter la corrosion de l'équipement. Une salinité élevée peut aussi causer des problèmes de santé tels que diarrhées, vomissements et insuffisance rénale.

### **Couleur, goût et odeur**

La couleur, le goût et l'odeur sont des caractéristiques dues à la présence de certains micro-organismes et/ou substances chimiques dans l'eau.

### **Corrosion et incrustation**

La corrosion peut aussi être causée par une acidité élevée (faible pH) de l'eau, tandis que l'incrustation est liée à certains minéraux (carbonate de calcium, par exemple). Ces deux phénomènes peuvent affecter la longévité de l'équipement (tuyaux, pompes,...). Le pH exerce également une importante influence sur les procédures de traitement de l'eau (coagulation / floculation, chloration, etc.).

La qualité chimique et/ou les caractéristiques susmentionnées peuvent affecter l'acceptabilité d'une eau pour le consommateur, l'incitant à boire l'eau au goût plus agréable - mais peut-être biologiquement dangereuse - d'une ressource contaminée. Ces facteurs peuvent également engendrer un risque indirect pour la santé.

## **2.2.3 Accessibilité**

Les efforts déployés pour obtenir des quantités suffisantes d'eau de bonne qualité seront vains si les bénéficiaires ne disposent pas d'un accès relativement aisé et proche à cette eau. Plus la distance sera grande entre le point de distribution et les habitations des bénéficiaires, moins l'eau sera prélevée. S'il faut payer pour obtenir l'eau, elle sera probablement prélevée en moindre quantité. Il conviendrait aussi de prévoir suffisamment de points d'eau afin d'éviter les longues files d'attente, qui pourraient déboucher sur des comportements agressifs. Outre les procédures et installations mises en place pour fournir de l'eau en quantité et qualité suffisantes aux bénéficiaires, il est également essentiel que les ménages disposent de récipients adéquats pour le transport et le stockage.

## **2.3 Où / Quand et par qui un système d'approvisionnement en eau devrait-il être mis en œuvre ?**

### **2.3.1 Approvisionnement en eau pour les patients**

Quel que soit le contexte, l'eau est essentielle au fonctionnement d'une structure de santé. L'organisation humanitaire devra donc absolument fournir les quantités requises d'eau de haute qualité (F.T. 1.08) dès le début, même en cas d'urgence aiguë. À défaut de ressources en eau de bonne qualité sur place, il faudra mettre en place des procédures d'approvisionnement en eau par camions et/ou de traitement adéquat. Si la situation est stabilisée, privilégiez les ressources requérant le moins possible d'interventions externes telles qu'un traitement au moyen de substances chimiques, avec l'éventuelle exception du chlore, vu que son usage est toujours recommandé pour la désinfection de l'eau dans les structures de santé.

### **2.3.2 Approvisionnement en eau pour les populations**

L'eau est indispensable dans tous les lieux peuplés, comme les camps et les régions urbaines et rurales. Le choix des ressources en eau et des acteurs impliqués dans la gestion du système d'approvisionnement dépend fortement du contexte. Dans la pratique, il est rare d'avoir un choix varié entre différentes ressources en eau, surtout lors de (la première phase de) situations d'urgence.

#### **Population en situation d'urgence aiguë**

Lors de la phase aiguë d'une urgence, la principale préoccupation sera de fournir suffisamment d'eau propre aux bénéficiaires. Par conséquent, si aucune ressource en eau de bonne qualité n'est disponible (réserves d'eau de la ville, source, forage,...), la façon la plus rapide d'obtenir de l'eau consiste généralement à prélever de l'eau de surface puis à la traiter. Assurez-vous néanmoins que l'eau de surface soit de qualité suffisante pour un traitement. Pour éviter que des actions humaines ne dégradent la qualité de l'eau de surface, la première étape est de prévoir une aire protégée pour la collecte de l'eau potable en amont d'activités salissantes (lessive, hygiène personnelle, etc.), et une aire pour l'abreuvement des animaux en aval. En cas d'urgence, il est fréquent que les organisations humanitaires doivent soutenir ou installer et gérer la chaîne d'approvisionnement en eau.

## **Population en situation d'urgence chronique / situation stabilisée**

Quand la situation commence à se stabiliser, il convient de chercher une ressource en eau de meilleure qualité et/ou plus fiable (comme des eaux souterraines), moyennant l'implication des bénéficiaires. Il peut aussi s'avérer important de fournir de l'eau non seulement aux personnes affectées par l'urgence, comme les réfugiés, mais aussi à la population hôte.

Pour tous les scénarios décrits plus haut, il est vivement recommandé de toujours vérifier la présence de partenaires locaux potentiels (ONG nationales, compagnies de distribution d'eau, services municipaux d'approvisionnement en eau, comités chargés de la gestion des eaux, etc.). Ils peuvent en effet se révéler utiles, notamment pour indiquer des ressources en eau existantes, fournir de l'eau, contrôler la qualité de l'eau et participer au suivi des opérations ainsi que de la maintenance.

Si une nouvelle ressource en eau est mise en service et que les infrastructures requises sont disponibles, l'échantillonnage et l'analyse de l'eau doivent être entrepris par les autorités (nationales) appropriées, conformément aux normes nationales. Ainsi, le gouvernement local participera au processus et la responsabilité lui sera transférée. La procédure peut néanmoins s'avérer plus complexe en cas d'urgence aiguë.

## **2.4 Comment mettre en place un système d'approvisionnement en eau ?**

### **2.4.1 Planification et organisation**

La planification et l'organisation correctes d'un système d'approvisionnement en eau exigent le respect de toutes les étapes décrites au chapitre 1, même en cas d'urgence aiguë.

Comme l'eau est essentielle à la survie humaine et au bon fonctionnement d'une structure de santé dès le premier stade d'une urgence, il conviendrait de n'opter initialement que pour des solutions d'approvisionnement simples et rapides (souvent temporaires). Une évaluation initiale pour collecter certaines données de base sur la démographie, les pratiques de la population (où et quand les gens collectent l'eau et où ils défèquent, disponibilité d'une ressource en eau privée, etc.), la nature physique du site, les ressources en eau existantes (et leur capacité à répondre aux besoins) et le matériel disponible suffit pour déterminer la stratégie à adopter face à une urgence aiguë. La priorité majeure sera de protéger la ressource d'une contamination (fécale) avec, parmi d'autres solutions de base, l'installation d'infrastructures de défécation rudimentaires (F.T. 3.01, 3.02 et 3.03) suffisamment éloignées. Si la capacité de stockage d'eau des utilisateurs s'avère insuffisante, des récipients devront être fournis immédiatement.

Au bout de quelques jours, il devrait être possible d'optimiser la disponibilité de l'eau via l'établissement d'un système d'approvisionnement basique avec une protection accrue de la ressource (ou éventuellement des ressources à ce stade), un traitement éventuel (au moins par chloration), des réservoirs et des points de distribution. Comme la situation évolue de jour en jour, le suivi sera essentiel pour adapter rapidement le système aux besoins effectifs. Une évaluation doit déterminer si le moment est venu d'installer des systèmes moins vulnérables.

Les urgences chroniques et situations stabilisées demandent souvent des systèmes d'approvisionnement moins vulnérables. Il faut donc rassembler et analyser beaucoup plus d'informations (étude topographique, p.ex., F.T. 2.24) via une évaluation approfondie avant de pouvoir élaborer pleinement la stratégie. Comme il n'y a pas (plus) de véritable urgence, les intervenants peuvent consacrer beaucoup plus de temps et d'attention à la mise en œuvre, au suivi et à l'évaluation du système d'approvisionnement dans son ensemble.

Quel que soit le contexte, la stratégie adoptée dépendra dans une large mesure de la ressource en eau sélectionnée. On peut distinguer trois ressources potentielles en eau potable : eaux de surface, eaux souterraines et eaux de pluie.

### **Eaux de surface**

L'eau qui ne s'infiltre pas dans le sol est appelée "eau de surface". Comme cette eau s'écoule en surface, elle est exposée à toutes sortes de contaminants microbiologiques, chimiques et physiques qui peuvent nuire à la santé humaine. Toutes les eaux de surface sont considérées comme contaminées, sauf preuve du contraire. Parmi les types usuels d'eaux de surface figurent les eaux de ruissellement, les rivières, les fleuves, les lacs et les marais. Vu leur facilité de localisation et d'accès, elles constituent souvent la première ressource en eau en cas d'urgence aiguë. Cela ne signifie toutefois pas qu'il ne faille pas aussi envisager d'autres ressources dès le début.

Les eaux présentes dans les couches supérieures de la terre sont également considérées comme des eaux de surface, car le processus de filtration par la terre n'est pas totalement achevé. Une profondeur arbitraire de 3 mètres est généralement considérée comme la limite entre les eaux de surface et les eaux souterraines. Et même si une rivière est asséchée, il peut y avoir une quantité importante d'eaux de surface sous son lit.

### Eaux souterraines

Stockées dans des couches souterraines poreuses appelées "aquifères", les eaux souterraines proviennent surtout de précipitations qui s'infiltrent dans le sol. Elles progresseront généralement en direction des océans, soit par déplacement au travers du sol, soit par écoulement (en devenant des eaux de surface) et déversement dans des rivières ou fleuves.

Les eaux souterraines sont présentes dans la plupart des régions du monde et peuvent s'avérer une ressource fiable en eau potable. Elles sont généralement exemptes de contaminants microbiologiques si elles sont correctement protégées et qu'il n'y a aucune source de contamination à proximité. Les eaux souterraines peuvent néanmoins absorber les minéraux du sous-sol, susceptibles d'influer sur la qualité chimique et physique de l'eau. La variation saisonnière du débit est moins conséquente pour les eaux souterraines profondes que pour les eaux de surface.

Un puits est un trou percé dans un aquifère afin de permettre le pompage ou la collecte des eaux souterraines. Ce trou est généralement qualifié de "puits creusé à la main" (F.T. 2.01 ; 2.02) si son excavation a été effectuée manuellement, et de "forage" ou "puits tubé" si elle a été réalisée au moyen d'un équipement spécial (installation de forage, puits au jet, etc. ; F.T. 2.07). Il importe de capitaliser au maximum sur les connaissances locales afin de déterminer l'emplacement adéquat pour un nouveau puits, et/ou de demander conseil à votre technicien de référence. La protection d'un puits est d'une importance primordiale pour éviter sa contamination (F.T. 2.04).

Les sources et suintements peuvent être des émergences d'eaux souterraines. Ces sources sont intéressantes car elles combinent souvent une bonne qualité microbiologique avec un accès raisonnablement aisé. La protection des sources sera d'une importance primordiale pour éviter une contamination de leurs eaux de bonne qualité (F.T. 2.08). Un inconvénient des sources peut résider dans leur débit variable au gré des saisons, voire dans le risque d'assèchement total.

### Précipitations (essentiellement eaux de pluie)

Dans les régions non industrialisées et non urbaines, les eaux de pluie sont de bonne qualité. Elles peuvent représenter une importante ressource en eau, malgré leur variabilité considérable en termes de quantité au fil des saisons. Ces eaux peuvent être collectées à partir de toute surface propre, les systèmes de captage en toiture étant les plus souvent utilisés. La contamination des eaux de pluie collectées provient essentiellement des premières pluies, qui rincent la poussière accumulée sur le toit. Les techniques de collecte adéquates supprimeront cette contamination (F.T. 2.09) avant le stockage de l'eau dans des réservoirs (F.T. 2.38, par exemple) qui devront peut-être avoir une (très) grande contenance.

Tableau 2.1 : Avantages et inconvénients des différentes ressources en eau

	Avantages	Inconvénients
<b>Eaux de surface</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantités relativement importantes</li> <li>• Extraction plus aisée</li> <li>• Faciles à trouver</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Généralement contaminées, à considérer comme peu sûres</li> <li>• Traitement toujours nécessaire</li> </ul>
<b>Eaux souterraines*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Généralement d'une bonne qualité microbiologique moyennant une protection adéquate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risque de contamination chimique</li> <li>• Extraction nécessaire, sauf pour les sources</li> </ul>
<b>Précipitations (eaux de pluie)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dans les régions rurales, elles sont potables moyennant un mode de collecte adéquat</li> <li>• Collecte aisée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantités extrêmement variables</li> <li>• Nécessité d'une grande capacité de stockage pour compenser les périodes sèches</li> </ul>

\* Un aquifère de moins de 3 m de profondeur présente les caractéristiques des eaux de surface.

Toutes les ressources en eau peuvent entrer en ligne de compte pour l'approvisionnement en eau, individuellement ou en combinaison. Il vaut toujours mieux utiliser de l'eau non polluée que d'essayer de traiter de l'eau polluée. Mais il est vain de se focaliser sur la qualité de l'eau si toutes les autres voies de transmission féco-orales sont ouvertes : matière fécales omniprésentes et aliments accessibles aux mouches, par exemple.

Lors de l'installation d'un système d'approvisionnement en eau, les procédures d'exploitation et de maintenance sont souvent négligées. Or, elles devraient être prises en considération dès le choix de la ressource en eau, surtout si les bénéficiaires (comité de gestion des eaux) sont censés exploiter et entretenir eux-mêmes le système. Les eaux de surface auront toujours besoin d'un système de traitement et de distribution, ce qui impliquera d'intenses activités d'exploitation et d'entretien. Mais un puits protégé avec une pompe à main doit lui aussi être exploité et entretenu, de même qu'une source protégée, surtout si elle est reliée à un système de distribution d'eau. Les responsables de la maintenance doivent être formés, et le système installé doit inclure suffisamment de consommables / pièces détachées.

## 2.4.2 Processus technique

La consommation d'une eau suffisamment propre et sûre ne peut être assurée qu'au travers d'actions à tous les niveaux, avec des activités globales en matière d'approvisionnement, d'assainissement (élimination sûre des excréta, par exemple) et de promotion de la santé. La pollution à la source et/ou durant le transport collectif peut s'avérer plus dangereuse que la contamination de l'eau au domicile, car elle affecte toute la population d'un seul coup et favorise donc les épidémies à grande échelle.

Pour assurer l'obtention et/ou la préservation des caractéristiques qualitatives de l'eau potable depuis sa source jusqu'à sa consommation, il peut s'avérer nécessaire d'intégrer plusieurs étapes techniques dans le système d'approvisionnement. Le nombre d'étapes sera réduit aux endroits où les gens prélèvent de l'eau directement à partir d'une source sûre, comme un puits protégé doté d'une pompe à main. Si les eaux de surface sont éloignées des bénéficiaires et requièrent un traitement, en revanche, différentes étapes techniques seront nécessaires pour les acheminer vers les consommateurs en toute sécurité.

### Points de captage d'eau

Les points de captage sont les puits et forages, mais aussi les bassins collecteurs et tuyaux par lesquels l'eau des sources, rivières ou lacs pénètre dans un système d'approvisionnement puis fait l'objet d'un traitement et/ou d'un stockage ou, dans certains cas, est directement acheminée vers les utilisateurs. Les galeries d'infiltration offrent une alternative intéressante, sauf pour les urgences aiguës vu le temps et l'expertise requis pour leur construction (contactez votre technicien de référence). L'eau traverse le point de captage sous l'effet de la gravité ou par relevage (F.T. 2.01). C'est une étape importante, qui doit être correctement conçue pour éviter le gaspillage et (l'aggravation de) la contamination. La protection de la source (F.T. 2.04 ; 2.08) constitue presque toujours la méthode la plus efficace et la plus simple pour garantir une eau potable sûre. Elle doit être privilégiée par rapport au traitement de l'eau contaminée. Il est important d'éviter la pollution de la ressource en eau en fournissant des latrines, des aires de baignade et des lieux d'abreuvement pour les animaux aux endroits adéquats, c'est-à-dire en aval / en bas du point de captage. Les eaux de surface peuvent être rendues plus accessibles et traitées dans une certaine mesure par le biais de puits peu profonds, de galeries d'infiltration et de rivières détournées.

### Traitement de l'eau

Le principal objectif du traitement de l'eau en situation précaire réside dans l'élimination des agents pathogènes microbiologiques. Il existe différentes techniques : ébullition, méthodes de filtration appropriées, rayons UV (soleil ou lampes) et désinfection chimique. Pour une élimination efficace des agents pathogènes, certaines de ces techniques demanderont d'abord la suppression des particules en suspension (eau turbide). Les principales techniques de réduction de la turbidité utilisées en cas d'urgence sont la sédimentation (assistée) et/ou la filtration. Toutes les techniques susmentionnées ont leurs avantages et inconvénients spécifiques (F.T. 2.12).

Pour les structures de santé et les espaces clos, le traitement s'effectuera essentiellement à un niveau centralisé. Il ne faut pas oublier que l'eau traitée peut s'avérer dangereuse en cas de défaillance (cachée) dans le système de traitement. Pour les situations ouvertes, un traitement domestique serait idéal, mais la distribution (rapide) d'équipements et/ou de fournitures à la population doit être planifiée avec soin. Une autre difficulté (certinement en cas d'urgence) réside dans l'utilisation correcte de la méthode de traitement domestique, d'où la nécessité d'une intense campagne de promotion pour fournir les connaissances et compétences essentielles et assurer un suivi étroit. C'est pour ces raisons que des systèmes semi-centralisés, comme la chloration en seau (F.T. 2.23) sont parfois mis en place lors d'urgences (aiguës) dans des situations ouvertes.

### Transport de l'eau

Si la ressource en eau n'est pas proche des bénéficiaires, il faudra l'acheminer vers l'endroit où les gens sont basés. Dans un premier stade, l'eau peut être transportée par camions-citernes (F.T. 2.34). Ce système peut être mis en place rapidement et s'avérer très efficace. Néanmoins, c'est généralement la façon la plus coûteuse de fournir de l'eau, à n'envisager que pour la toute première phase d'une urgence (quelques jours ou semaines).

Bien que son installation puisse prendre un certain temps, il convient d'envisager un réseau de canalisations pour le transport de l'eau sur des distances raisonnables (quelques km). L'eau circule dans les canalisations sous l'effet de la gravité ou par le biais d'une pompe. Durant la première phase d'une urgence, les canalisations - tuyaux spiralés (Heliflex®) ou tuyaux plats, par exemple - peuvent être posées en surface, mais cette disposition fait chauffer l'eau, ce qui la rend moins acceptable en termes de goût, et peut réduire l'effet de rémanence du chlore résiduel libre. Dans un stade ultérieur, les canalisations devront être enterrées à une profondeur d'au moins 0,5 m (davantage sous les climats froids), sur un lit de sable de quelques centimètres d'épaisseur. Si les tuyaux spiralés peuvent convenir pour les systèmes enterrés, il est préférable d'installer des tuyaux en PVC ou en polyéthylène (PE). Les systèmes bien conçus et installés (F.T. 2.30 ; 2.31 ; 2.32 et 2.33) sont à même de durer plusieurs années.

### Stockage

Un stockage adéquat garantit la disponibilité d'eau potable en suffisance quand les consommateurs en ont besoin. Le stockage est nécessaire pour :

- équilibrer la demande et la production d'eau (surtout lors de pointes) ;
- fournir un appoint en cas de panne ou d'entretien du système ;
- assurer un approvisionnement constant vers ou depuis un processus de traitement.

Il existe toutes sortes de réservoirs (d'urgence) préfabriqués avec leur volume, leur usage, leurs avantages et leurs inconvénients spécifiques (F.T. 2.35 ; 2.36 ; 2.37). En cas de construction d'un réservoir sur place (F.T. 2.38, p.ex.), utilisez les plans approuvés par votre technicien de référence afin d'éviter des accidents.

### Point de distribution d'eau

Le point de distribution est d'une importance cruciale dans la chaîne de l'eau car il pourrait être le théâtre d'importantes pertes d'eau et d'une (re-)contamination. L'eau peut être fournie via des raccordements individuels ou des points d'eau publics.

- Raccordement individuel : idéalement, l'eau devrait être acheminée à l'intérieur ou à proximité de chaque habitation. Cette méthode entraînera généralement une augmentation significative de la consommation d'eau, même si un seul robinet est installé. Des raccordements individuels devront être envisagés pour la gestion d'un approvisionnement d'eau à long terme dans une aire d'habitat collectif, et certainement pour les structures de santé dans le cadre d'urgences chroniques et de situations stabilisées. N'oubliez toutefois pas de prévoir une évacuation des gaspillages pour chaque point de distribution.
- Point d'eau public : dans de nombreux cas, il ne sera pas possible de réaliser des raccordements individuels. On sait néanmoins que si la distance entre le point d'eau et l'habitation dépasse 100 m, les quantités collectées diminuent considérablement, jusqu'au minimum pour survivre. Le temps d'attente au point de distribution est également important : plus il est long, plus faible sera la quantité potentielle d'eau collectée. Il est recommandé de prévoir au moins un robinet pour 200 - 250 personnes, surtout dans les espaces clos tels que les camps. Un nombre approprié de robinets devrait fournir suffisamment d'eau aux consommateurs en un laps de temps raisonnable, afin d'éviter les bousculades au point de distribution. Il s'ensuit également que le débit doit être suffisamment élevé (minimum 10 l par minute et par robinet), surtout durant les heures de pointe. Si des puits sont pourvus d'une pompe à main, il doit y avoir une pompe pour 500 personnes (maximum 750 personnes en cas d'urgence aiguë). Les files aux points d'eau doivent être organisées et contrôlées par des membres de la communauté, surtout en cas d'urgence aiguë. Il convient d'accorder une attention particulière à l'accès des groupes vulnérables (enfants, personnes à mobilité réduite et personnes âgées) à l'eau.

### Collecte et stockage domestique

Pour pouvoir collecter l'eau qui leur est fournie puis la stocker et l'utiliser correctement chez eux, les bénéficiaires doivent disposer d'un nombre suffisant de récipients appropriés d'une capacité adéquate. Si ce n'est pas le cas, la distribution de récipients sera une priorité absolue.

Une capacité de stockage de 40 l par ménage doit être considérée comme le strict minimum, avec des récipients adéquats de 10 à 20 l. Pour éviter une contamination interne, les récipients devraient idéalement avoir une petite ouverture destinée au versement de l'eau sans qu'il faille plonger un ustensile dedans pour la consommer. Le bouchon doit toujours être replacé sur son ouverture lorsque le récipient est inutilisé afin d'éviter toute contamination par des mains sales, de la poussière et des animaux. Les jerrycans d'huile de cuisson vides refermables en plastique et les récipients traditionnels en argile peuvent convenir à condition d'être fermés. Les récipients domestiques doivent être régulièrement nettoyés et, éventuellement, désinfectés.

Si des robinets raccordés à un système d'approvisionnement continu sont disponibles dans la structure de santé/l'habitation, l'étape technique du "stockage domestique" semble moins importante. Néanmoins, il est toujours judicieux de prévoir un stockage d'appoint avec quelques récipients pour les entretiens ou pannes du système.

## 2.5 Bibliographie recommandée

### **Action Contre la Faim**

*Eau – Assainissement – Hygiène pour les populations à risques*  
Hermann, 2005

### **S. Cairncross, R. Feachem**

*Environmental Health Engineering in the Tropics*  
Willey, 1993

### **J. Davis, R. Lambert**

*Engineering in Emergencies: a Practical Guide for Relief Workers*  
Intermediate Technology, RedR, 2002

### **S. House, B. Reed**

*Emergency Water Sources*  
Water, Engineering and Development Centre (WEDC), 1997

### **T.D. Jordan**

*A Hand Book of Gravity-Flow Water Systems*  
Intermediate Technology, 1980

### **S.B. Watt**

*Ferrocement Water Tanks and their construction*  
Intermediate Technology, 1993

### **S.B. Watt, W.E. Wood**

*Hand Dug Wells and their Construction*  
ITDG, 2003

## F.T. 2.01 Points de captage d'eau

Les points de captage sont des installations permettant de collecter l'eau à sa source, pour l'acheminer soit vers un traitement et/ou stockage, soit (dans certains cas) directement vers les utilisateurs. L'eau traverse le point de captage sous l'effet de la gravité ou par relevage. C'est une étape importante, qui doit être correctement conçue pour éviter le gaspillage et (l'aggravation de) la contamination de l'eau.

### Eau de surface

Les rivières et fleuves présentent généralement d'importantes variations saisonnières, qui influenceront sur l'emplacement du point de captage. Durant la saison des pluies, des inondations peuvent détruire le point de captage ; et durant la saison sèche, le cours d'eau peut disparaître complètement. Dans une rivière au courant rapide, l'érosion peut s'avérer un problème. Le point de captage doit être éloigné (de préférence en amont) des sites propices à la contamination comme les aires de baignade et de lavage, les lieux d'abreuvement pour animaux et les latrines.

Un captage direct par le biais de pompes (de surface) motorisées est la méthode la plus courante en cas d'urgence (F.T. 2.28). Le point de captage doit être installé au moins 0,3 m sous la surface de l'eau, afin de minimiser le pompage de débris flottants, d'algues ou de plantes aquatiques. L'eau contenant beaucoup de végétation et de matières organiques peut avoir un goût et une odeur inacceptables, et augmentera considérablement la demande en chlore à des fins de désinfection. La conduite d'aspiration de la pompe ne doit pas non plus être placée trop près du fond (installez-la de préférence à une distance minimale de 0,5 m, et certainement pas à moins de 0,3 m). Un tel positionnement pourrait remuer la boue et/ou les particules sédimentées, rendant l'eau pompée particulièrement turbide. Dans la pratique, la conduite d'aspiration dotée d'une crépine devrait être maintenue en place par le biais d'un flotteur et d'une corde ou d'un dispositif d'ancrage. Si une (petite) rivière mesure moins de 0,6 - 0,8 m de profondeur, sa profondeur peut être accrue via la construction d'un type de barrage appelé déversoir. En cas d'urgence aiguë, des matériaux simples comme des sacs de sable (éventuellement mélangé à un peu de ciment) peuvent être utilisés pour la construction d'un déversoir.

Une déviation d'une partie de rivière peut parfois constituer un point de captage suffisant. Mais les canaux à l'air libre n'offrent aucune protection contre une (aggravation de la) contamination des eaux de surface. Les conduites sont plus efficaces sur ce plan si elles sont pourvues d'une grille et, éventuellement, d'une structure permettant de retenir l'eau (barrage, par exemple), afin que l'admission demeure toujours immergée.

Lors d'urgences chroniques et de situations stabilisées, le temps est un facteur moins critique. Il est donc recommandé d'investir dans des solutions plus durables telles que des puits et galeries d'infiltration si l'eau de surface doit être extraite de rivières. Ces alternatives offrent plusieurs avantages :

- On peut être sûr de la disponibilité en eau car elles sont situées à proximité de ressources en eau (visibles).
- Une certaine quantité d'eau est accessible la plupart du temps, même durant les saisons d'assèchement de la rivière.
- Elles améliorent la qualité de l'eau via la filtration des débris et sédiments et, dans certains cas, de nombreux agents pathogènes (la chloration demeure néanmoins recommandée).

Dans des sols à structure fine ou compactée, les puits d'infiltration doivent être placés à 2 m minimum de la rivière. Dans les sols plus grossiers, il faudra peut-être accroître la distance à 15 m. Des galeries d'infiltration peuvent être ajoutées pour augmenter le débit du puits d'infiltration. Ces galeries consistent en canalisations percées, spécifiquement conçues à cette fin ou réalisées localement à partir de tuyaux PE ou PVC d'un diamètre d'au moins 100 mm. Elles seront enterrées dans le lit de la rivière ou dans une tranchée parallèle. La tranchée devra être environ 1 m sous le niveau de l'eau durant la saison sèche, et remplie d'une couche filtrante de gravier et/ou de sable grossier autour du tuyau. Une autre possibilité consiste à enfoncer des tuyaux percés en acier galvanisé perpendiculairement à la rivière. Cette méthode est nettement plus délicate, vu que les tuyaux résistants ne sont pas aisément disponibles et que leur insertion peut s'avérer problématique.

L'eau devra évidemment être extraite du puits d'infiltration par relevage. Cette opération peut être effectuée avec les mêmes équipements que pour les puits ordinaires (voir plus bas).

### Eaux souterraines

Les eaux souterraines présentent souvent une meilleure qualité physique et microbiologique que les eaux de surface - une qualité qu'il faut absolument préserver via des points de captage adéquats. Parmi les différentes origines d'eaux souterraines, seules les sources peuvent avoir un système gravitaire direct basé sur un ou plusieurs captages de source (F.T. 2.08).

Pour collecter de l'eau véritablement souterraine (située à 3 m de profondeur minimum), des puits peuvent être creusés manuellement (F.T. 2.02 ; section 2.5 Bibliographie recommandée). Les puits tubés (forages) offrent une alternative intéressante vu la possibilité de les réaliser rapidement, du moins si le matériel de forage requis est disponible. Il existe plusieurs méthodes, manuelles comme motorisées, pour construire des forages. À l'exception du puits au jet (F.T. 2.07), la construction de puits tubés au moyen de techniques motorisées relève d'un travail spécialisé qui devrait être réservé à des professionnels. Demandez toujours conseil à votre technicien de référence avant de signer des contrats auprès d'entreprises locales.

Les puits auront besoin d'un mécanisme pour remonter les eaux souterraines à la surface, comme une poulie, un treuil ou un chadouf. Les alternatives pour la collecte de l'eau résident dans des pompes à main ou motorisées, indispensables pour les forages de petit diamètre. L'objectif commun de tous ces mécanismes est de simplifier la tâche, tout en évitant la contamination des ressources en eau.

Les pompes à main peuvent être réparties en pompes aspirantes et pompes immergées. Les pompes aspirantes ont leur piston au-dessus du niveau de l'eau, ce qui simplifie leur conception et leur entretien. L'inconvénient est qu'elles ne peuvent certainement pas être utilisées si la nappe est à plus de 7 m de profondeur. En cas d'inutilisation pendant quelques heures, il peut s'avérer nécessaire de les réamorcer. Malheureusement, cette opération est souvent effectuée avec de l'eau polluée (par un récipient sale, par exemple) et contamine donc l'ensemble du puits.

Les pompes à main immergées ont toujours la préférence par rapport aux pompes aspirantes, et constituent même la seule possibilité si la nappe est à plus de 7 m de profondeur. Il existe différents types de pompes immergées, avec leurs propres spécifications. Le choix de la pompe la plus appropriée dépendra de facteurs physiques tels que la profondeur du niveau de l'eau et le débit du puits, mais également des caractéristiques de la pompe (débit), de son prix, de sa durée de vie et, surtout, de sa disponibilité locale. Cette dernière dénote la présence probable de pièces détachées dans la région, ainsi que la possibilité de trouver des gens capables d'entretenir et réparer les pompes. Si plusieurs modèles correspondent aux spécifications ci-dessus, optez pour le type VLOM ("Village Level Operation and Maintenance", *exploitation et entretien au niveau du village*) s'il est disponible.

Le choix d'une pompe motorisée (F.T. 2.26) dépendra du débit requis, mais aussi du type de captage des eaux souterraines (puits creusé manuellement ou puits tubé) ainsi que de la profondeur de la nappe. Certaines pompes de surface motorisées (F.T. 2.25) conviennent pour l'extraction d'eau à partir de puits peu profonds (moins de 7 m de profondeur). Des pompes vide-cave professionnelles (F.T. 2.25) peuvent être utilisées pour les puits plus profonds creusés à la main. Les forages profonds demanderont généralement une véritable pompe immergée (F.T. 2.25) si une motorisation est requise.

### Eaux de pluie

Les eaux de pluie collectées loin de régions urbaines et industrialisées sont normalement de bonne qualité si elles sont prélevées correctement. Elles peuvent représenter une ressource en eau cruciale, malgré leur variabilité généralement importante au fil des saisons. Les eaux de pluie peuvent être collectées à partir de toute surface propre, les systèmes de captage en toiture comptant parmi les plus utilisés. Elles sont ensuite transférées vers des réservoirs par le biais de gouttières et de tuyaux. La contamination des eaux de pluie collectées provient essentiellement des premières pluies, qui rincent la poussière accumulée sur le toit. Les techniques de captage correctes évacueront l'eau de rinçage contaminée avant de stocker les eaux de pluie dans des réservoirs totalement fermés (F.T. 2.09).

### Remarques

- Le choix du système de captage d'eau sera influencé par de nombreux facteurs. Il dépendra essentiellement de la ressource, de la topographie, du contexte (urgence aiguë ou chronique, situation stabilisée), de la qualité de l'eau (turbidité, p.ex.) et des préférences des bénéficiaires.
- Si des installations de captage rudimentaires peuvent s'avérer suffisantes au début d'une urgence, il faudra très probablement les améliorer au fil du temps, car le point de captage même peut exercer une influence décisive sur la qualité de l'eau. La protection de la ressource doit être préférée au traitement de l'eau, en particulier pour les situations stabilisées.

## F.T. 2.02 Description d'un puits creusé à la main

Un puits est un trou percé dans un aquifère pour collecter de l'eau souterraine, éventuellement par pompage. Ce trou est généralement appelé "puits creusé à la main" si l'excavation s'est effectuée manuellement. Les puits creusés à la main peuvent fournir d'importantes quantités d'eau si leur emplacement est correctement évalué et choisi, et s'ils sont bien construits. Cette Fiche Technique décrit les composantes les plus courantes d'un puits creusé à la main ainsi que leur fonction. Elle n'explique pas comment construire un puits car il existe une multitude de techniques parfaitement détaillées dans de nombreux ouvrages spécifiques. La sélection d'une technique de construction dépendra des caractéristiques du sol, des connaissances et de l'expertise locales, ainsi que de la disponibilité des matériaux et de l'équipement requis.

### Principales composantes d'un puits

En plus de donner accès aux eaux souterraines, les puits correctement réalisés empêchent leur contamination. Un puits adéquat devrait donc être constitué d'une partie souterraine et d'une partie en surface.

#### Partie souterraine

**Colonne de captage** : comme elle traverse l'aquifère, la colonne de captage est l'élément le plus important du puits. Pour permettre aux eaux souterraines de pénétrer dans le puits, le revêtement de la colonne de captage doit être constitué de buses (en béton) perméables ou perforées (F.T. 2.06) assemblées par boulonnage et/ou mortier, ou de murs en maçonnerie ajourés. Le revêtement permet la percolation des eaux souterraines tout en évitant l'effondrement du puits et la pénétration de terre (sable et/ou gravier, p.ex.). Le système de captage doit avoir une surface de paroi suffisante pour qu'une quantité adéquate d'eaux souterraines puisse accéder au puits. S'il fait environ 1 m de diamètre, il est recommandé de l'insérer d'environ 2 m dans l'aquifère durant la saison sèche, voire plus en cas de sols peu perméables. La qualité de son revêtement exerce en outre une influence directe sur le débit du puits, et parfois aussi sur la qualité des eaux souterraines collectées. Les buses perméables empêcheront les fines particules de l'aquifère de pénétrer dans le puits, car ces particules peuvent aussi dégrader les systèmes de pompage.

**Filtre à gravier** : l'admission d'eau doit s'effectuer essentiellement via les parois verticales du système de captage et pas trop via le fond du puits. Le filtre à gravier, positionné au bas du puits, capture les particules en sédimentation qui, autrement, pourraient se retrouver / rester en suspension pendant l'extraction de l'eau souterraine. Ce filtre est particulièrement utile dans les aquifères à sable fin car il empêchera ce sable d'être mis en suspension depuis le fond lors de la collecte de l'eau.

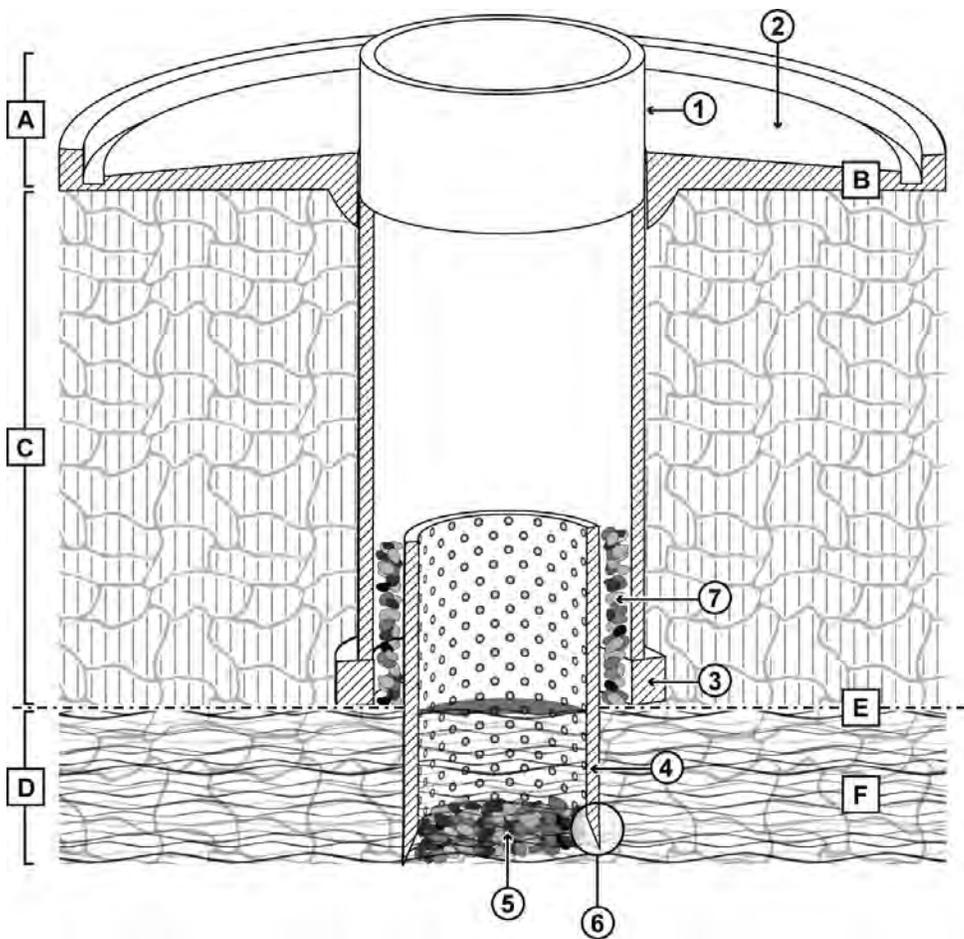
**Cuvelage** : la partie souterraine du puits au-dessus de la nappe est appelée "cuvelage". Pour éviter l'effondrement du puits et la pénétration directe d'eau polluée depuis la surface, le cuvelage doit être renforcé au moyen de buses imperméables (en béton) ou de murs de maçonnerie scellés. Le cas échéant, les buses (en béton) doivent être assemblées par boulonnage et/ou mortier.

#### Partie en surface

**Margelle** : le prolongement en surface du cuvelage est appelé "margelle". Elle doit se situer à environ 0,3 m au-dessus du tablier pour les puits fermés à pompe à main et à 0,8 m minimum pour les puits (ouverts) sans pompe à main (mais de préférence avec un mécanisme de relevage sûr et un dispositif de fermeture). Constituée de buses imperméables en béton ou de maçonneries scellées, la margelle doit préserver l'eau du puits de la pollution en surface. Il s'agit également d'une mesure de sécurité pour empêcher la chute des utilisateurs dans le puits.

L'installation d'un couvercle sur la margelle empêche la contamination de l'eau par des particules (de poussière) et des déjections d'oiseaux. Elle peut aussi offrir un support pour le mécanisme de relevage. Le couvercle peut être entièrement amovible mais pour les puits fermés dotés d'une pompe (à main), il est recommandé de prévoir une trappe de visite en vue d'entretiens et réparations ultérieurs.

**Tablier** : une dalle en béton (appelée "tablier") devrait être ancrée autour de la margelle, afin d'offrir une protection complémentaire contre la pollution de l'eau du puits par de l'eau contaminée (eau utilisée pour rincer les récipients des bénéficiaires, par exemple). La pente du tablier (au moins 1%, de préférence 2%) ainsi que la bordure protectrice éloigneront du puits les eaux souillées via une rigole de drainage (pente de 2%) à destination d'un système d'infiltration (F.T. 4.06 ; 4.07 ; 4.08), d'un jardin ou d'un abreuvoir pour animaux. Dans les pays froids, il est particulièrement recommandé d'installer l'une ou l'autre fondation sous le rebord du tablier. Ce dispositif devrait empêcher l'eau de pénétrer sous le tablier, qui pourrait se fissurer en cas de gel.



### Légende

Puits creusé à la main avec système télescopique

- |   |   |
|---|---|
| A. Margelle (avec couvercle / mécanisme de levage)          | 1. Buses imperméables en béton ou revêtement en maçonnerie scellée                                    |
| B. Tablier avec bordure protectrice et ancrage              | 2. Dalle en béton armé avec ancrage   |
| C. Cuvelage   | 3. Ancrage de fondation   |
| D. Colonne de captage avec filtre à gravier                 | 4. Buses en béton perforées / perméables (ou revêtement en maçonnerie à joints ouverts (murs ajourés) |
| E. Niveau de la nappe phréatique (niveau statique de l'eau) | 5. Filtre à gravier (propre)  |
| F. Aquifère   | 6. Trousse coupante   |
|   | 7. Remblayage (gravier propre)  |

## Remarques

- Pour que l'eau du puits soit de qualité potable, elle doit avoir subi une filtration naturelle par la terre et être considérée comme de l'"eau souterraine" par opposition à l'"eau de surface". D'une manière approximative, on peut considérer qu'une eau est souterraine si son niveau se situe à 3 m de profondeur ou davantage.
- L'implantation correcte d'un nouveau puits demande une expertise (locale) vu les nombreux paramètres à prendre en considération (présence de végétation, autres ressources en eau, paramètres géologiques, distances sûres par rapport aux points de pollution, etc.). Un géologue, des équipements géophysiques et des cartes hydrologiques peuvent s'avérer utiles pour localiser le lieu adéquat pour la construction d'un puits (contactez votre technicien de référence pour plus d'informations).
- Dans des conditions normales, la construction complète d'un puits adéquat creusé à la main peut prendre quelques semaines. Elle pourrait néanmoins durer bien plus longtemps si l'aquifère est situé à une grande profondeur et/ou dans un sol difficile à creuser comme la roche dure.
- En général, les puits creusés à la main devraient être construits durant la saison sèche, lorsque la nappe phréatique est à son niveau le plus bas. S'ils sont creusés durant la saison des pluies (lorsque le niveau de la nappe est presque toujours plus élevé), le risque est grand qu'ils s'assèchent durant la saison sèche et qu'il faille les approfondir via la méthode télescopique.
- Le système de captage peut être construit avec un diamètre externe inférieur au diamètre interne du cuvelage, ce que l'on appelle la technique télescopique. Cette technique permet d'approfondir le puits lorsqu'il s'assèche, via l'installation de buses de captage supplémentaires qui "glisseront" le long du cuvelage pendant les travaux d'excavation. Si ce type de puits doit être construit durant la saison des pluies, il est recommandé de prévoir quelques buses de captage poreuses ou perforées supplémentaires dans l'éventualité d'un assèchement du puits durant la saison sèche.
- Il est important d'installer un dispositif de relevage adapté sur un puits creusé à la main. Un récipient (seau, par exemple) avec une corde constitue un mécanisme simple et peu coûteux, mais il présente plusieurs inconvénients :
  - La personne collectant l'eau se tient au bord du puits ouvert et risque d'y tomber.
  - En cas d'inutilisation, le récipient et la corde traîneront souvent au sol, exposés à la saleté et aux agents pathogènes qui seront introduits dans le puits et le contamineront.
- Un treuil empêche la corde d'entrer en contact avec le sol et réduit donc le risque de contamination du puits. Il permet également de hisser de manière sûre des récipients plus grands et plus lourds.
- Un chadouf est un levier permettant d'extraire l'eau de puits (très) peu profonds. Le contrepoids du chadouf facilitera le levage d'un récipient lourd hors du puits. Il empêchera également le récipient de toucher le sol en cas d'inutilisation, évitant ainsi une contamination.
- L'installation d'une pompe à main facilite la collecte de l'eau, mais empêche aussi l'introduction d'objets potentiellement contaminés - comme des seaux - dans le puits. Elle permet en outre de fermer complètement le puits (avec un accès via une trappe de visite), de manière à éviter la contamination par des poussières et déjections d'oiseaux. On peut encore trouver des pompes aspirantes à main sur le terrain. Elles ont leur piston au-dessus du niveau de l'eau, pour une structure simple et un entretien aisé. L'inconvénient est qu'elles ne fonctionneront certainement pas si la nappe est à plus de 7 m de profondeur. En cas d'inutilisation pendant quelques heures, il peut s'avérer nécessaire de les réamorcer. Malheureusement, cette opération est souvent effectuée avec de l'eau polluée (par un récipient sale, par exemple) et contamine donc l'ensemble du puits.
- Les pompes à main immergées ont toujours la préférence par rapport aux pompes aspirantes, et constituent même la seule possibilité si la nappe est à plus de 7 m de profondeur. Il existe différents types de pompes immergées, avec leurs propres spécifications. Le choix de la pompe la plus appropriée dépendra de facteurs physiques tels que la profondeur du niveau de l'eau et le débit du puits, mais également des caractéristiques de la pompe (débit), de son prix, de sa durée de vie et, surtout, de sa disponibilité locale. Cette dernière dénote la présence probable de pièces détachées dans la région, ainsi que la possibilité de trouver des gens capables d'entretenir et réparer les pompes. Si plusieurs modèles correspondent aux spécifications ci-dessus, optez pour le type VLOM ("*Village Level Operation and Maintenance*", *exploitation et entretien au niveau du village*) s'il est disponible.
- Les pompes motorisées offrent les mêmes avantages que les pompes à main mais présentent généralement une capacité supérieure, ce qui est intéressant lorsque la demande en eau est plus élevée. Néanmoins, la capacité de la pompe ne doit pas être excessive et ne peut certainement pas dépasser le débit de pompage maximal du puits (F.T. 2.27). Un pompage exagéré augmentera (considérablement) la turbidité de l'eau du puits et peut même causer un affaissement du sol environnant. Ce dernier phénomène peut gravement endommager le puits et surtout le tablier, qui commencera à se fissurer vu qu'il ne sera plus soutenu par du sol.
- Le périmètre d'un puits peut être remblayé mais uniquement au moyen de béton ou de terre non contaminée (à titre d'exemple, l'utilisation de terre collectée à proximité de termitières est interdite car elle contient beaucoup de nitrates / nitrites, potentiellement nocifs).

## F.T. 2.03 Nettoyage et désinfection d'un puits

La procédure de nettoyage et de désinfection vise à éliminer les agents pathogènes (bactéries et virus) susceptibles d'être présents dans le puits. Sa mise en œuvre s'effectue après la construction du puits ou après l'exécution de travaux de maintenance ou de réfection à l'intérieur du puits ou sur la pompe. Elle peut aussi être entreprise lorsqu'il y a lieu de penser que des contaminants ont été (ponctuellement) introduits dans le puits (à la suite d'inondations, par exemple), ou si une inspection sanitaire démontre un risque de pollution.

### Procédure

#### Technique A.

S'il est possible de vider entièrement le puits, cette méthode est préconisée car elle donne les meilleurs résultats.

- Videz le puits à l'aide d'une pompe, compte tenu du fait que la profondeur du puits ne peut dépasser 7 m (au niveau de la mer) en cas d'utilisation d'une pompe de surface (motopompe, par exemple). Si la nappe est plus profonde, il faudra une pompe vide-cave (F.T. 2.25). La boue peut éventuellement être enlevée en positionnant le tuyau d'aspiration / la pompe vide-cave très près du fonds du puits et en faisant tourbillonner l'eau pour amener la boue en suspension.
- Enlevez tous les débris tombés dans le puits (après une inondation, par exemple) à l'aide d'un seau métallique solide déplacé par le biais d'un treuil et d'un trépied. Veillez à suivre toutes les consignes de sécurité (voir ci-dessous). Approfondissez le puits en cas d'afflux massif de boue.
- Préparez une solution chlorée à 0,05% (F.T. 2.20). La quantité de solution chlorée requise dépendra de la surface totale de la margelle, du cuvelage et du captage du puits.
- Nettoyez tout le revêtement de la paroi avec la solution chlorée en suivant les consignes de sécurité (voir ci-dessous).
- Attendez au moins 1/2 heure pendant que le puits se remplit.
- Repompez soigneusement l'eau hors du puits, tout en mesurant sa turbidité (F.T. 2.13) et la concentration en chlore résiduel libre (CRL) (F.T. 2.22). La pompe peut être arrêtée lorsque la turbidité est inférieure à 5 NTU et la concentration en CRL inférieure à 0,5 mg/l.

#### Technique B.

S'il s'avère impossible de vider complètement le puits, la méthode suivante est la plus efficace.

- Essayez d'enlever un maximum de boue et de débris (après un accident tel qu'une inondation) à l'aide d'une pompe de surface (si la profondeur de la nappe est < 7 m) ou d'une pompe vide-cave (profondeur de la nappe > 7 m).
- Préparez une solution chlorée à 0,05% (F.T. 2.20). La quantité de solution requise dépendra de la surface du revêtement au-dessus de la nappe, y compris la margelle.
- Nettoyez le revêtement au-dessus du niveau de l'eau avec la solution chlorée à 0,05%, compte tenu des consignes de sécurité (voir ci-dessous).
- Déterminez le volume d'eau à l'intérieur du puits :  $\text{volume} = (\pi \times d^2/4) \times h$   
où  $\pi = 3,14$  ;  $d$  = diamètre intérieur du puits ;  $h$  = profondeur entre le niveau de l'eau et le fond du puits
- Préparez une solution mère chlorée à 1% (F.T. 2.20). La quantité de solution requise dépendra du volume d'eau dans le puits.
- Versez 10 l de la solution à 1% par m<sup>3</sup> d'eau dans le puits, mélangez et laissez le puits fermé pendant au moins 12 heures.
- Pompez soigneusement l'eau hors du puits après cette période, tout en mesurant sa turbidité (F.T. 2.13) et la concentration en CRL (F.T. 2.22). La pompe peut être arrêtée lorsque la turbidité est inférieure à 5 NTU et la concentration en CRL inférieure à 0,5 mg/l.

### Légende

### Apport

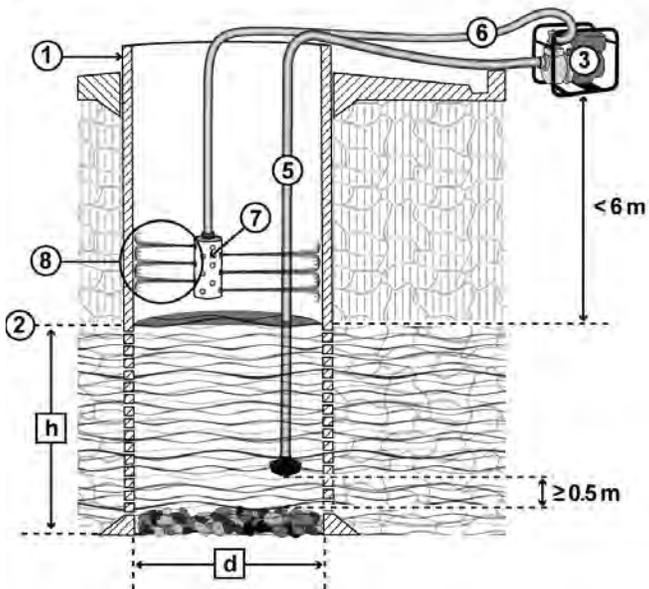
- A. Nettoyage d'un puits peu profond à l'aide d'une motopompe (technique C)  
B. Nettoyage d'un puits à l'aide d'une pompe vide-cave (technique C)

- |   |  |
|---|--|
| 1. Revêtement                             | - Kit de chloration avec un produit générateur de chlore |
| 2. Niveau de l'eau                        | - Brosses de nettoyage (à manches courts et longs)       |
| 3. Pompe (motorisée) de surface           | - Rallonge pour le manche de la brosse de nettoyage      |
| 4. Pompe vide-cave                        | - Flexibles et tube de désinfection (manchon percé)      |
| 5. Tuyau d'aspiration                     | - Cordes, seaux  |
| 6. Tuyau de refoulement                   | - Kit de pompage (motopompe ou pompe vide-cave)          |
| 7. Manchon ave orifices de petit diamètre | - Trépied et treuil                                      |
| 8. Jets d'eau                             | - Harnais/siège  |
| 9. Générateur                             | - Masque   |

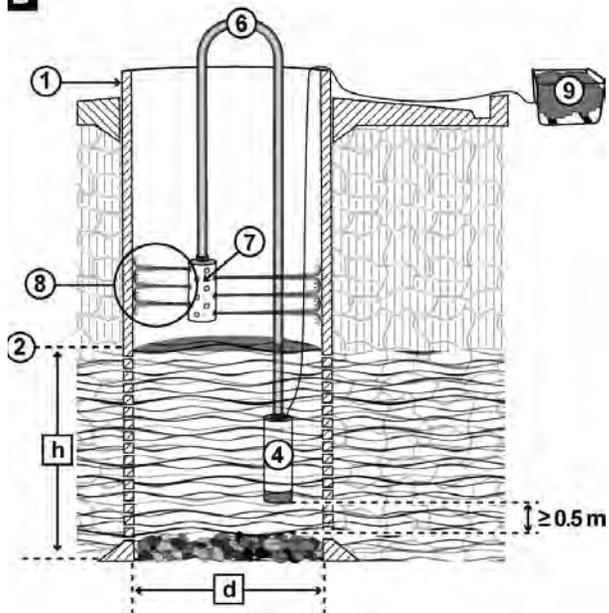
d = diamètre du puits  
 h = profondeur entre le niveau de la nappe phréatique et le fond du puits

- Lunettes de sécurité ou masque de protection faciale
- Gants haute résistance
- Combinaison
- Clôtures provisoires

**A**



**B**



### Technique C.

S'il faut nettoyer et désinfecter de nombreux puits en un bref laps de temps (par exemple après une importante inondation), cette méthode est privilégiée car elle est la plus rapide, mais elle est aussi la moins efficace.

- Essayez d'enlever un maximum de boue et de débris à l'aide d'une pompe de surface (uniquement si la profondeur de la nappe est < 7 m) ou d'une pompe vide-cave (pour une profondeur > 7 m).
- Déterminez le volume d'eau à l'intérieur du puits : **volume = ( $\pi \times d^2/4$ ) x h**  
où  $\pi = 3,14$  ; d = diamètre intérieur du puits ; h = profondeur entre le niveau de l'eau et le fond du puits
- Préparez une solution mère chlorée à 1% (F.T. 2.20). La quantité de solution requise dépendra du volume d'eau dans le puits.
- Versez 100 l de la solution à 1% par m<sup>3</sup> d'eau dans le puits, mélangez et laissez le puits fermé pendant 30 minutes.
- Équipez le tuyau de refoulement de la pompe d'un tube de désinfection, lequel consiste en un manchon percé (orifices de 4 à 6 mm de diamètre) et fermé à l'une de ses extrémités. Le refoulement de l'eau de puits hautement chlorée par les petits orifices produira de puissants jets qui permettront le nettoyage et la désinfection du revêtement du puits au-dessus du niveau de l'eau.
- Démarrez la pompe et faites monter et descendre le tube de désinfection pendant au moins 15 minutes, afin de bien asperger le cuvelage et la margelle (F.T. 2.02) avec un débit important d'eau de puits hautement chlorée. Une fois le puits complètement nettoyé, laissez le chlore agir 30 minutes.
- Pompez soigneusement l'eau hors du puits après cette période, tout en mesurant sa turbidité (F.T. 2.13) et la concentration en CRL (F.T. 2.22). La pompe peut être arrêtée lorsque la turbidité est inférieure à 5 NTU et la concentration en CRL inférieure à 0,5 mg/l.

### Consignes de sécurité

Des mesures de sécurité s'imposent avant d'entamer le nettoyage d'un puits. Ces mesures incluent la sécurité des ouvriers et de l'équipement, mais aussi des abords de l'aire de travail :

- Cette dernière doit être clôturée en permanence et il faut interdire l'accès à toute personne étrangère au personnel autorisé.
- Il faut un minimum de trois ouvriers dûment formés par puits, sous la supervision d'un chef d'équipe compétent et formé. Deux ouvriers doivent se trouver à la surface, l'un pour actionner le treuil et l'autre pour veiller sur le troisième à l'intérieur du puits. Les trois ouvriers doivent alterner leurs rôles, idéalement toutes les 15 minutes. Un système de communication clair et simple doit être utilisé entre la personne travaillant à l'intérieur du puits et les ouvriers en surface.
- Tous les ouvriers doivent porter un casque, une combinaison, des gants haute résistance et des bottes. Dans le cas de produits chlorés, il convient d'ajouter des lunettes de sécurité ou un masque de protection faciale, un respirateur et des gants en caoutchouc.
- Le personnel doit être formé à l'utilisation correcte du matériel, y compris les équipements de sécurité présents sur place tels que le système de levage avec le harnais et la trousse de premiers secours.
- Le chlore est un produit dangereux, qui doit être stocké et manipulé avec grand soin (F.T. 2.19). La désinfection manuelle (brossage) du revêtement doit être effectuée autant que possible avec le personnel à l'extérieur du puits, via des brosses dures à manche long.
- Tous les outils et équipements de sécurité doivent être vérifiés chaque jour et remplacés si nécessaire.
- Des pompes vide-cave électriques peuvent être utilisées pour vider un puits avant de le nettoyer. Ces pompes doivent néanmoins être arrêtées et débranchées de leur alimentation électrique avant tout accès au puits car un équipement défectueux peut causer une électrocution.
- Un générateur utilisé pour alimenter des pompes électriques doit toujours être branché à la terre.
- Les générateurs et motopompes doivent être éloignés autant que possible du puits afin d'éviter que les gaz d'échappement n'asphyxient les ouvriers travaillant à l'intérieur. Pour les mêmes raisons, les motopompes ne doivent jamais être descendues dans un puits.

## Remarques

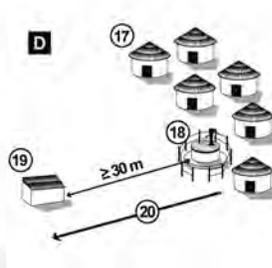
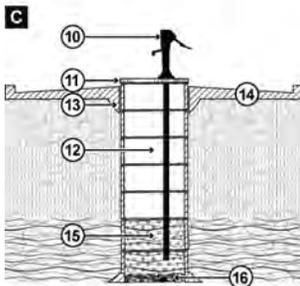
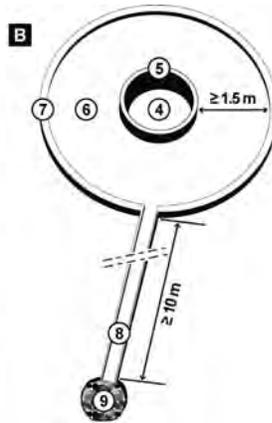
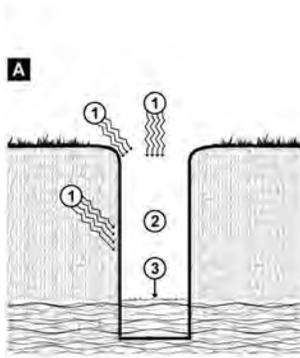
- Les techniques de nettoyage décrites plus haut sont destinées aux puits dont les parois sont pourvues d'un revêtement. Le nettoyage et la désinfection d'un puits sans revêtement ne sont pas très utiles, sauf peut-être après une inondation. Il ne faut pas pénétrer dans des puits sans revêtement, surtout après une inondation, vu les risques d'effondrement. Dans pareil cas, vous pouvez essayer d'enlever la boue par pompage, mais les éventuels débris volumineux seront impossibles à extraire. La couche de saleté sur les parois non revêtues peut être enlevée via la technique C, en veillant à ne pas éroder (davantage) les parois car cela pourrait entraîner un effondrement (partiel).
- D'une manière générale, un puits correctement protégé (F.T. 2.04) est considéré comme non pollué. Néanmoins, un entretien bisannuel (avant et après la saison des pluies), avec nettoyage et désinfection, est vivement recommandé.
- Les méthodes de nettoyage / désinfection décrites ci-avant n'ont pas d'effet permanent. Ces types d'interventions se révèlent efficaces pour des contaminations ponctuelles liées à des travaux de maintenance ou de construction, ou à une pollution accidentelle (inondations, par exemple), mais pas pour les puits non protégés. Si la source de contamination n'est pas enlevée, l'eau extraite du puits ne sera pas désinfectée, étant donné l'effet très éphémère du chlore.
- En tous les cas, il convient d'identifier les sources de contamination potentielles et d'appliquer des mesures correctives avant de procéder à la désinfection du puits.
- La contamination microbiologique d'un puits via le sol par des latrines ou du bétail est assez rare, sauf si la source de contamination est proche du puits (la distance minimale recommandée est de 30 m pour les latrines et 10 m pour le bétail). Si la contamination se manifeste au travers du sol, il peut s'avérer nécessaire de fermer le puits ou d'éliminer la source de contamination (latrines, par exemple), en sachant qu'il faudra 60 jours minimum pour que les effets microbiologiques néfastes disparaissent. Si le puits est la seule ressource en eau, une chloration en seau (F.T. 2.23) peut être envisagée afin de réduire les risques et de gagner du temps pour la recherche et la mise en œuvre d'une solution alternative.
- Les dégâts potentiels occasionnés au revêtement extérieur (F.T. 2.04) et intérieur du puits, constatés durant ou après le nettoyage, doivent toujours être réparés. Les zones réparées doivent être désinfectées avant la remise en service du puits.
- Si un puits doit être vidé, la première eau (non désinfectée) pompée hors du puits sera évacuée de préférence via un puits d'infiltration (F.T. 4.06) ou des tranchées d'infiltration (F.T. 4.07).
- Si un puits doit être vidé lors d'une épidémie de choléra, il est vivement recommandé d'hyperchlorer son eau préalablement, en raison du risque de contamination environnementale suscité par la pollution potentielle de la nappe. Il convient d'ajouter 100 l de solution chlorée à 1% par m<sup>3</sup> d'eau de puits.
- Comme cette méthode de chloration ne garantit pas une désinfection continue, il est vivement recommandé d'effectuer une chloration en seau contrôlée (F.T. 2.23) tant que le puits n'est pas correctement protégé ou s'il est fort probable que le puits a contaminé plusieurs personnes.
- Les débris et le sable au sein d'un puits tubé (forage) ne peuvent être enlevés manuellement mais peuvent être soufflés au moyen d'un compresseur. Il existe d'autres techniques mais elles sortent du champ d'application de ce guide. Veuillez contacter votre technicien de référence pour de plus amples informations si nécessaire.
- La désinfection d'un puits tubé (forage) peut être effectuée via le versement de 10 l de solution chlorée à 1% par m<sup>3</sup> d'eau dans le puits (voir la technique B). Pour désinfecter l'ensemble du tubage, il est recommandé de verser la solution chlorée mère sur toute la circonférence du puits tubulaire. Après une période minimale de 12 h, pompez soigneusement l'eau hors du puits, tout en mesurant la concentration en CRL (F.T. 2.22). La pompe peut être arrêtée lorsque cette concentration est inférieure à 0,5 mg/l. N'oubliez pas de verser ensuite une grande quantité d'eau potable dans le forage afin de rincer la solution chlorée stagnante sur les raccords du tubage.

## F.T. 2.04 Protection d'un puits peu profond

Normalement, un puits devrait être protégé dès le moment où il est creusé, mais les puits existants s'avèrent souvent dénués de protection, voire de revêtement. La protection vise à empêcher des contaminants de pénétrer dans le puits, ainsi qu'à prévenir l'infiltration d'eaux de ruissellement et d'eaux usées susceptibles de charrier des éléments contaminés. Enfin, elle renforce la structure du puits, pour une durée de vie accrue.

### Procédure

- Préparez le site : enlevez tous les débris, installez une clôture et apportez les matériaux et équipements requis.
- Appliquez un revêtement sur l'ensemble du puits existant. Idéalement, il conviendrait d'abord de réaliser des fondations (ex. : béton à 300 kg/m<sup>3</sup> ; F.T. 2.05) sur le fond, mais la vidange intégrale d'un puits non revêtu pourrait entraîner son effondrement. La fondation en béton sera donc de préférence coulée sous l'eau ou préfabriquée puis descendue dans le puits. Des buses en béton achetées ou fabriquées localement (F.T. 2.06) devraient ensuite être placées au-dessus de la fondation, avec des perforations pour celles situées sous le niveau de la nappe phréatique. Toutes les buses devraient être assemblées par boulonnage et/ou à l'aide de mortier. Idéalement, les buses supérieures se prolongeront bien au-dessus du sol.
- Ajoutez une couche de gravier (propre) au fond du puits. Cette couche d'environ 0,1 m d'épaisseur empêchera la remise en suspension des particules sédimentées.
- Comblez le vide entre les buses (perforées) et les parois du puits au moyen de gravier. La hauteur de ce tas de gravier devrait s'élever (juste) au-dessus du niveau de la nappe phréatique.
- Compactez une épaisse couche d'argile au-dessus du gravier. Si l'argile n'est disponible qu'en quantités limitées ou que le vide s'avère difficilement accessible, versez un coulis de ciment (mortier liquide visqueux) sur l'argile (au moins une fine couche).
- Remblayez la fosse au moyen de terre compactée. Si vous avez utilisé du coulis de ciment, ne procédez au remblayage que s'il a suffisamment durci (au moins 3 jours).
- Excavez le sol autour de la margelle sur un rayon d'au moins 1,5 m, jusqu'à ce que toute la terre végétale (noire) ait été enlevée. Cette zone excavée sera la base du tablier. Une tranchée plus profonde peut être creusée à la circonférence du futur tablier afin de réaliser une fondation. Cette dernière est obligatoire dans les pays froids pour éviter que l'eau ne pénètre sous le tablier, qui pourrait se fissurer en cas de gel.
- Continuez à creuser une tranchée triangulaire autour de la margelle (comme sur la figure C) sur une profondeur d'au moins 0,3 m, afin de préparer la construction de l'ancrage obligatoire.
- Évacuez tous les matériaux enlevés.
- Pliez des fers à béton en triangle pour l'ancrage.
- Préparez un grillage horizontal de fers à béton pour le tablier, avec des mailles de 0,2 m x 0,2 m. La taille du grillage dépend de la zone excavée.
- Reliez les triangles en cercle au grillage horizontal par le biais de fils métalliques. Le diamètre du cercle doit être légèrement supérieur au diamètre externe de la margelle.
- Installez l'assemblage autour de la tête de puits, dans la zone excavée. Les fers à béton doivent être éloignés d'au moins 30 mm de la buse en béton et du fond de l'excavation.
- Coulez l'ancrage et le tablier par couches de béton homogènes (300 kg/m<sup>3</sup>) et faites vibrer le béton. Lorsque le béton commence à se solidifier, réalisez le cône du tablier, avec une pente menant à la rigole de drainage prévue. La butte du cône et le cône même doivent avoir une inclinaison minimale de 1%, de préférence 2%.
- Construisez, à la circonférence du tablier, une bordure protectrice d'une hauteur minimale de 0,1 m. Cette bordure permettra de dévier les gaspillages d'eau, via une rigole de drainage en ciment / béton (pente 2%), vers un puits perdu (F.T. 4.06), des tranchées d'infiltration (F.T. 4.07) ou, éventuellement, une aire d'évapotranspiration (F.T. 4.08), qui devraient être situés à 10 m au moins du puits. Si la zone du puits n'est pas affectée à des activités requérant du savon, comme la lessive et l'hygiène personnelle, un bac dégraisseur ne sera pas nécessaire, et un jardin irrigué ou un abreuvoir pour le bétail peuvent offrir des alternatives intéressantes pour l'évacuation des gaspillages d'eau.
- Prolongez la hauteur de la margelle si nécessaire. Cette opération peut être effectuée à l'aide d'une buse en béton ou d'une maçonnerie. Une margelle fermée devrait s'élever environ 0,3 m au-dessus du tablier si elle est dotée d'une pompe à main, et au moins 0,8 m si elle en est dépourvue.
- Installez un couvercle (en béton) (amovible ou avec une trappe de visite), sur lequel est monté un mécanisme de relevage.
- Installez de préférence un système de pompage complet, conformément aux instructions du fabricant de la pompe. Une pompe facilite l'extraction de l'eau. Elle évite également les contacts entre des objets contaminés (comme les seaux) et l'eau du puits.



### Légende

### Apport

- A. Puits non protégé  
 B. Puits protégé avec un tablier et une rigole de drainage  
 C. Puits totalement protégé avec un pompe à main  
 D. Distance de sécurité minimale

1. Entrées de pollution potentielles
2. Puits
3. Surface de l'eau
4. Entrée du puits
5. Margelle
6. Tablier en béton
7. Bordure protectrice
8. Rigole de drainage (vers le système d'infiltration)
9. Système d'infiltration / jardin
10. Pompe
11. Dalle de fermeture
12. Buses en béton imperméables
13. Ancre
14. Tablier avec bordure protectrice
15. Buses en béton perforées
16. Filtre à gravier (propre) (environ 0,1 m)
17. Maisons/habitations
18. Puits
19. Latrines
20. Sens du ruissellement

- Ciment, sable et gravier (béton à 300 kg/m<sup>3</sup>)
- Fers à béton (minimum 6 mm), fils métalliques
- Eau propre, non salée (pour préparer le béton)
- Outils pour préparer et couler le béton
- Briques (pour réaliser la bordure protectrice)
- Buses en béton ; diamètre selon :
  - les dimensions du puits existant
  - la disponibilité sur le marché local (achat local)
  - la taille du moule (fabrication locale)
- Buses en béton perforées
  - en cas d'indisponibilité sur le marché, percer des trous dans les buses pleines
  - fabrication locale
- Couvercle ajusté à la margelle
- Trépied et équipement de levage
- Equipement de sécurité
- Pompe à main avec fixations et raccords
- Matériaux de construction pour le système de drainage
- Matériaux pour la clôture
- Maçon expérimenté

## Remarques

- La technique décrite ci-dessus vise à protéger un puits peu profond existant.
- Respectez les distances de sécurité minimales : pas de latrines à moins de 30 m d'un puits, pas de cimetières ou de zones de déchets (médicaux) incluant des fosses à déchets organiques à moins de 50 m. Les latrines, cimetières et zones de déchets (médicaux) doivent se situer en aval du puits.
- Il est vivement recommandé d'installer une clôture autour du puits :
  - avant le début des travaux, afin d'éviter tout accès non autorisé au site. Cela réduira les risques d'accidents.
  - une fois les travaux achevés afin d'optimiser la protection du puits amélioré, surtout s'il y a des animaux (p.ex. du bétail) dans les parages.
- La descente des buses dans le puits doit s'effectuer avec un trépied, un équipement de sécurité et une équipe expérimentée.
- Un maçon qualifié est requis pour réaliser le tablier avec le cône et les pentes adéquates. Un tablier carré est un peu plus facile à construire car il suffit de l'incliner (pas de cône), mais il convient d'accorder une attention particulière à la pente au niveau des coins. Si les pentes ne sont pas correctes, les gaspillages d'eau stagneront et peuvent favoriser la prolifération de plusieurs vecteurs.
- Avant la première utilisation, après un entretien ou après une pollution accidentelle, désinfectez le puits à l'aide d'une solution chlorée (F.T. 2.03).
- Il est vivement recommandé d'éviter les activités (domestiques) telles que le lavage de la vaisselle, la lessive, ou l'hygiène personnelle aux abords directs du puits, car cela pourrait entraîner la contamination de l'eau du puits. Les services séparés tels que des douches (F.T. 4.01) ou une aire de lavage (F.T. 4.02) devraient être installés avec leurs propres systèmes de traitement des eaux usées, un bac dégraisseur (F.T. 4.04) et un système d'infiltration.
- Le tablier doit être nettoyé régulièrement, avec le système de drainage. Les éventuelles fissures du tablier doivent être réparées. Le système de pompage doit faire l'objet de contrôles réguliers, d'une maintenance préventive et des éventuelles réparations requises.

## F.T. 2.05 Préparation du mortier et du béton

Le mortier et le béton sont fréquemment utilisés en construction. Si certaines consignes de préparation et de mise en œuvre sont respectées, ces produits auront une durée de vie de plus de 20 ans, tout en conservant leurs propriétés. Ils assurent une bonne cohésion entre les matériaux, une répartition des charges tout en y résistant, et une faible déformation. Le mortier est un mélange de ciment, de sable et d'eau. Le béton comporte les mêmes ingrédients avec un supplément de gravier.

### Composition

#### Sable

Il doit être propre et lavé, sans limon ni impuretés (matériaux solubles, mous ou carbonés). Le sable utilisé pour la maçonnerie peut contenir un peu d'argile, mais pas l'enduit de ciment (pour lequel du sable de rivière est recommandé). Évitez le sable marin car le sel nuit à la cohésion du ciment.

#### Gravier

Obtenu naturellement à partir de lits de rivières ou via le concassage de roches. Il ne peut contenir ni terre ni végétaux.

Le calibre sélectionné pour les produits ci-dessus dépend de leur usage :

Calibre (mm)	Qualité	Utilisation
0,1 - 0,5	Sable fin	Enduit de ciment lisse
0,5 - 2	Sable moyen	Enduit de ciment, mortier pour maçonnerie
2 - 5	Sable granuleux	Mortier pour maçonnerie
5 - 20	Gravier	Béton (armé)

#### Ciment

Mélange d'argile (5 à 25%) et de calcaire (75 à 95%), chauffé à 1.400°C. Ensuite, le mélange est réduit en poudre fine.

#### Eau de gâchage

Elle doit être claire, sans impuretés. Évitez l'eau de mer ainsi que l'eau contenant des substances organiques ou chimiques.

L'addition d'eau au ciment engendre une réaction chimique (hydratation) et produit des hydrates ainsi qu'une cristallisation. L'ajout d'eau doit donner un mélange malléable. Ensuite, le phénomène de prise (de 1 à 4 h) est suivi par le durcissement. Le mortier / béton acquerra sa résistance durant le processus de durcissement. Le temps de durcissement du béton dépend en grande partie de la température ambiante.

### Proportions et utilisations

Les proportions respectives des différents constituants dépendent de l'utilisation envisagée pour le mortier ou béton, comme expliqué ci-dessous. La quantité de ciment est souvent mentionnée pour déterminer le dosage. Dans la pratique, les proportions sont habituellement indiquées en kg pour le ciment (généralement fournis en sacs de 50 kg) et en litres pour le sable et le gravier. Les maçons travaillent souvent avec des proportions exprimées en nombre de brouettes de sable (et gravier) par sac de ciment (50 kg).

	Ciment	Sable	Utilisé pour :
<b>Mortier</b>	20 kg	60 l	• réaliser des blocs de ciment
	2/5 d'un sac de 50 kg	1 brouette	• maçonnerie, jointoiement : - briques en terre cuite - blocs de ciment
<b>Enduit de ciment</b>	25 à 30 kg	60 l	• lisser des surfaces
	un demi-sac de 50 kg ou plus	1 brouette	• surfaces de maçonneries étanches • raccords étanches entre des tuyaux et des maçonneries

(1 brouette = 60 l).

La quantité totale d'eau à inclure dans le mortier ou le béton dépend du niveau d'humidité naturel du sable. Pour du béton à 150 kg/m<sup>3</sup>, il faudra environ 90 l d'eau par m<sup>3</sup> de béton. Pour du béton à 300 kg/m<sup>3</sup>, il faudra environ le double d'eau.

Quantités de constituants requis pour réaliser 1 m<sup>3</sup> de béton avec de la roche concassée ou du gravier de rivière :

	<b>Ciment</b>	<b>Sable</b>	<b>Gravier</b>	<b>Utilisé pour :</b>
<b>Béton maigre 150 kg/m<sup>3</sup></b>	150 kg	400 l	800 l	<ul style="list-style-type: none"> <li>• base des fosses aux parois enduites</li> <li>• dalles de sol comme :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- aires de lavage</li> <li>- douches</li> <li>- rampes de distribution</li> </ul> </li> </ul>
	3 sacs de 50 kg	7 brouettes	14 brouettes	
<b>Béton 300 kg/m<sup>3</sup></b>	300 kg	400 l	800 l	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dalles de latrines</li> <li>• fondation</li> <li>• chaînage</li> <li>• buses en béton</li> </ul>
	6 sacs de 50 kg	7 brouettes	14 brouettes	

(1 brouette = 60 l).

En cas de doute concernant les proportions requises pour le béton, optez pour la solution la plus simple possible en toutes situations :

- Béton maigre : 1 part de ciment, 4 parts de sable et 8 parts de gravier (parts en volume).
- Béton : 1 part de ciment, 2 parts de sable et 4 parts de gravier (parts en volume).

### **Préparation du mortier / béton**

- Préparez une surface propre, plane et de niveau, comme une chape, une plaque métallique ou un panneau / une plaque de bois.
- Placez la quantité requise de sable sur la surface.
- Déposez la quantité requise de ciment au-dessus du tas de sable (et non l'inverse). Certains préfèrent n'intégrer qu'une partie du ciment au début puis ajouter la quantité restante après un premier mélange.
- Remuez le tas de sable et de ciment en le pelletant à un autre endroit de la surface, afin d'obtenir un mélange sable / ciment.
- Répétez cette opération plusieurs fois (de préférence au moins trois fois) jusqu'à l'obtention d'une couleur homogène. Lors de la préparation du béton, quand le tas est remué pour la deuxième fois, il doit être pelleté sur la quantité requise de gravier. Le tas complet, gravier inclus, doit être remué au moins deux fois supplémentaires jusqu'à l'apparition d'une couleur homogène afin d'assurer un bon mélange.
- Creusez un cratère au centre du tas de ciment - sable (- gravier).
- Remplissez le cratère d'eau propre non salée.
- Mélangez immédiatement l'eau avec le tas en ramenant les bords du cratère vers le centre.
- Continuez à mélanger de la même manière et ajoutez de l'eau petit à petit jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène et malléable. N'ajoutez pas trop d'eau car elle peut causer une importante rétraction par la suite, à mesure qu'elle s'évapore. Les particules se rapprocheront, réduisant ainsi le volume du mortier / béton. La rétraction peut être détectée via l'apparition de fissures. Parmi les autres facteurs influant sur la rétraction figurent un dosage de ciment trop élevé, l'utilisation d'un sable trop fin et pollué, et le travail durant les périodes chaudes de la journée.
- Utilisez le mortier / béton avant qu'il ne commence à prendre, c'est-à-dire dans un délai d'une demi-heure suivant l'ajout d'eau au mélange. Durant la prise (période de solidification), le mortier / béton perdra sa plasticité (début de la prise), et finira par ne plus pouvoir être déformé sous la pression des doigts (fin de la prise, environ 4 heures après l'ajout d'eau au mélange).

## Remarques

- S'il faut commander de grandes quantités d'ingrédients, leur poids et leur volume doivent entrer en ligne de compte dans l'organisation du transport. Le tableau suivant donne les poids approximatifs :

Ciment (meuble)	Sable (sec)	Gravier (meuble)
1.200 – 1.440 kg/m <sup>3</sup>	1.875 – 2.595 kg/m <sup>3</sup>	1.745 kg/m <sup>3</sup>

- Le mode de stockage du ciment est crucial pour ses propriétés car il absorbe aisément l'humidité ambiante. Si le stockage est trop long ou traité avec négligence, le ciment manquera de résistance : à titre d'exemple, il peut enregistrer une perte de résistance de 40% après 12 mois.
- Le ciment coûte cher. Les entrepreneurs essaient parfois de réduire sa proportion lorsqu'ils préparent du mortier ou du béton, affaiblissant ainsi la construction.
- S'il faut d'importantes quantités de béton, il est recommandé d'utiliser une bétonnière.
- Le béton est très résistant à la compression mais pas à la tension. Il convient donc de le renforcer au moyen de fers à béton aux endroits où il sera sous tension.
- Après avoir coulé le béton, il faut le "vibrer" en tapant sur le moule, en tassant sa surface à l'aide d'une dame en bois ou en le remuant (compactant) énergiquement à l'aide d'un fer à béton. Une tige vibrante améliore l'extraction de l'oxygène au sein d'épaisses couches de béton coulé.
- Le béton doit rester dans son coffrage et étançonné pendant un certain temps, selon la taille de l'élément (contactez votre technicien de référence si nécessaire). Ceci afin de permettre le durcissement du béton, durant lequel la résistance du mélange augmentera.
- Un excès d'eau dans le mélange de mortier / béton réduit sa résistance et est donc néfaste. Il faut, par conséquent, ajouter une quantité d'eau minimale au mélange. L'ajout d'un peu d'eau 30 minutes après la préparation du mortier / béton est absolument interdit.
- Les processus de prise et de rétraction ont besoin d'eau pour leur hydratation, de sorte qu'il convient d'éviter une évaporation rapide. Les mortiers et bétons doivent donc être arrosés deux fois par jour pendant une semaine afin d'obtenir un processus de rétraction correct et donc une meilleure résistance mécanique. Les dalles et chaînages doivent en outre être protégées du vent et des courants d'air à l'aide de bâches en plastique car cela augmenterait le taux d'évaporation et donc le risque de fissures. Les murs doivent être simplement humidifiés par arrosage.
- Si les blocs de ciment ne peuvent être achetés localement, ils peuvent être réalisés avec une composition de mortier standard. Si de nombreux blocs de ciment sont requis, il faudra mettre en place une équipe de fabrication, constituée d'un maçon (superviseur) et de six ouvriers non qualifiés, répartis en trois postes :
  - 3 ouvriers pour préparer le mortier,
  - 2 ouvriers pour le moulage des blocs et leur extraction des moules,
  - 1 ouvrier pour l'arrosage des blocs et leur stockage.
- Une équipe dûment formée et bien organisée peut produire jusqu'à 400 blocs de ciment par jour. Pour cette quantité, il faut 16 sacs de ciment, 40 brouettes de sable et 2 m<sup>3</sup> d'eau (arrosage compris). Prévoyez que 5 à 10% des blocs seront perdus (brisés).

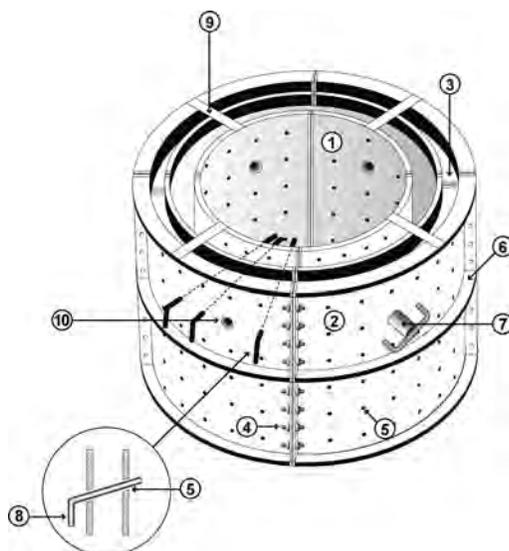
## F.T. 2.06 Fabrication de buses en béton

Les buses en béton sont nécessaires pour revêtir et protéger les puits creusés à la main. Celles utilisées pour les colonnes de captage de puits peuvent être perforées durant la fabrication ou réalisées à partir de béton poreux. Les buses en béton poreux sont plus indiquées pour un usage dans la roche décomposée, le sable ou le gravier, mais sont beaucoup plus fragiles que les buses en béton armé perforées. Les buses destinées au couvelage et à la margelle ne doivent évidemment pas être poreuses ni perforées. Les buses en béton peuvent aussi être utilisées à d'autres fins, comme la réalisation d'un captage de source, d'une cuve à eaux de pluie, et de renforts pour latrines ou fosses à objets piquants / tranchants / coupants (PTC, "sharps").

### Construction

- Commandez, achetez ou réalisez les moules au niveau local (contactez votre technicien de référence) :
  - Le moule doit être constitué de deux parties : les éléments internes et externes. Chacun de ces éléments comporte généralement trois ou quatre sections assemblées par boulonnage. Pour pouvoir enlever le moule interne lorsque la buse en béton coulé aura suffisamment durci, il faut installer un élément séparateur qui devra être retiré en premier.
  - Les moules doivent être en tôles d'acier d'au moins 3 mm d'épaisseur, renforcées par des cornières d'acier.
  - Le diamètre interne d'une buse en béton (donc le diamètre externe du moule interne) doit valoir au moins 1 m (strict minimum : 0,8 m), afin qu'une personne puisse creuser dedans. L'élément externe doit avoir un diamètre interne adapté, permettant de réaliser des buses de 0,10 m d'épaisseur.
  - La hauteur des moules se situe généralement entre 0,5 et 1 m. Une hauteur réduite est obligatoire pour les très grandes buses afin de maintenir un poids raisonnable (à titre d'exemple, une buse de 1,60 m de diamètre devrait mesurer 0,5 m de haut maximum).
  - Des gabarits tubulaires devraient être disponibles avec les moules, de manière à pouvoir doter les buses de grandes ouvertures qui faciliteront leur descente dans les puits.
  - Si des buses en béton perforées doivent être réalisées, il faudra percer des trous tous les 0,15 m dans les éléments et prévoir des tiges en métal lisses. Une fois insérées dans les moules assemblés, les tiges doivent former un angle de 45° vers le haut, de l'extérieur vers l'intérieur. Cet angle est important pour limiter la pénétration de sable dans le puits après l'installation des buses en béton perforées.
  - Le jeu de moules doit être pourvu de deux piédestaux au sol et d'un profil, le tout permettant la réalisation de rainures de positionnement (buses qui s'emboîtent parfaitement une fois installées).
- Assurez-vous que tous les éléments de moules en contact avec le béton sont abondamment revêtus d'une huile spéciale (de qualité alimentaire) pour le coulage du béton ou d'un produit alternatif (huile d'olive, par exemple) afin d'éviter que le béton n'y colle.
- Placez un piédestal de sol sur une surface plate, propre et solide (dalle en béton, par exemple).
- Boulonnez les sections du moule interne et l'élément séparateur ensemble, puis installez l'assemblage sur le piédestal.
- Préparez un grillage circulaire de fers à béton autour du moule interne, à 0,1 m au-dessus du fond et à mi-distance entre les éléments des moules interne et externe.
  - Buses standard / perforées : la longueur des fers à béton doit être égale à la hauteur du moule moins 0,2 m, avec une maille de 0,15 m x 0,15 m. Attention de ne pas positionner les barres d'armature en face des perforations.
  - Les buses poreuses ne doivent pas être renforcées au moyen de fers à béton.
- Boulonnez les sections du moule externe ensemble de façon concentrique autour de l'élément interne, puis introduisez les gabarits tubulaires. Insérez également les tiges métalliques huilées s'il faut réaliser une buse perforée.
- Préparez le mélange de béton pour les buses.
  - Les buses standard et perforées doivent être réalisées dans un béton similaire (au moins 300 kg/m<sup>3</sup> ; F.T. 2.05).
  - Les buses poreuses doivent avoir la même composition en ciment et gravier, mais la quantité de sable doit être réduite de moitié. Ce béton ne doit pas non plus être trop mouillé.
- Coulez le béton entre les éléments interne et externe du moule en couches de 0,25 m de hauteur, puis positionnez le profil lorsque le moule est presque rempli de béton afin de créer la rainure de positionnement supérieure.
  - Pour les buses standard et perforées, remuez le béton à l'aide d'une barre d'armature afin d'en expulser l'air.
  - Vibrez les buses en béton poreux en tapant sur le moule au lieu de remuer (compactage).
- Enlevez les gabarits tubulaires et les éventuelles tiges métalliques avant que le béton n'ait totalement pris (maximum 4 heures après la préparation du béton). Nettoyez et huilez tous les gabarits et tiges.
- Enlevez toutes les sections du moule environ 24 heures après le coulage. Les sections du moule doivent être raclées et brossées afin d'enlever les résidus de béton, et leurs surfaces de contact doivent être abondamment huilées.
- Lavez les buses pour enlever tout résidu d'huile.

- Assurez la cure des buses à l'ombre pendant au moins 1 semaine, durant laquelle elles doivent rester humides (mouillage deux fois par jour et recouvrement par de la toile de jute ou une bâche en plastique). La cure des buses poreuses dure plus longtemps que celle des buses standard / perforées. Elles sont plus fragiles et doivent être manipulées avec soin.



### Légende

1. Section de moule interne (diamètre externe minimal : 1 m)
2. Section de moule externe (diamètre interne minimal : 1,2 m)
3. Profil pour réaliser la rainure de positionnement (cf. piédestal de sol)
4. Boulons et écrous
5. Trous pour l'insertion de tiges en bois ou métal (pour les buses perforées)
6. Cornière d'acier
7. Gabarit tubulaire
8. Tiges en bois ou en métal (uniquement pour les buses perforées)
9. Élément séparateur (pour maintenir une distance concentrique entre les moules)
10. Gros trous pour les gabarits tubulaires

### Apport

- Fers à béton (8 mm), fils métalliques
- Ciment, sable et gravier
- Eau claire, non salée
- Jeu de moules pour buses avec tous les accessoires
- Pelles, seaux, truelles
- Huile spécifique ou huile d'olive
- Clés à écrous, maillet, brosse métallique
- Bâche en plastique ou toile de jute

### Remarques

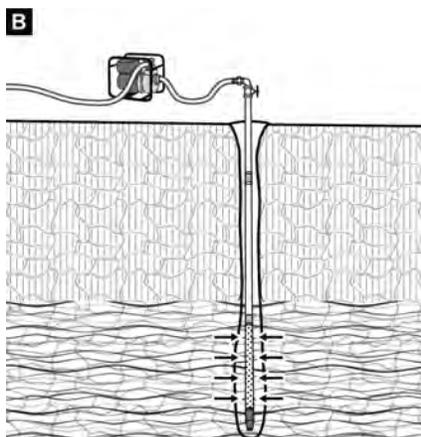
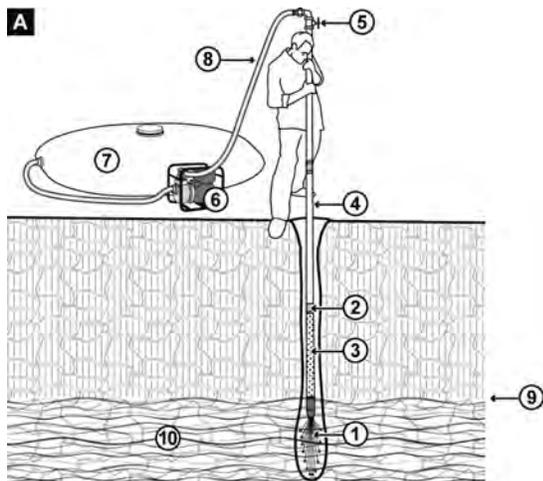
- Dans le cas d'un système télescopique, on peut utiliser des buses poreuses pour le captage, surtout dans la roche décomposée, le sable ou le gravier. À défaut de système télescopique, le béton poreux est interdit pour le captage car il est trop fragile pour résister au poids du cuvelage intégral en béton (les buses poreuses peuvent se fissurer au fil du temps).
- Pour les buses à boulonner ensemble (si le sol est instable, par exemple), trois longues tiges métalliques filetées au sommet doivent être insérées verticalement dans le béton, dépassant de la buse d'une longueur équivalente à la hauteur du moule. Trois tuyaux métalliques d'un diamètre interne légèrement plus grand que l'épaisseur des tiges doivent être incorporés verticalement dans les buses, sur une longueur parfaitement égale à la hauteur du moule (donc sans dépassement hors de la buse). Assurez-vous d'alterner les tiges et tuyaux tous les 60°, en maintenant leur alignement lors de l'installation et du boulonnage de plusieurs buses.
- Les moules utilisés pour réaliser les buses de puits ne doivent pas être enduits d'huile moteur usagée pour des raisons liées à la santé.
- Si les buses sont produites en série dans le cadre d'un programme de protection des puits, il est recommandé d'utiliser une zone abritée pour la cure et le stockage des buses.
- Utilisez un trépied et une poulie pour descendre les buses en toute sécurité dans le puits.

Le puits au jet est une technique de "forage" à faible apport, convenant pour la réalisation de puits tubés peu profonds dans des sols non consolidés, et plus particulièrement du sable. D'importantes quantités d'eau sont pompées au travers de tubes rigides de diamètre limité à l'aide d'une simple pompe centrifuge en surface, créant un jet qui est introduit verticalement dans le sol. Cette opération entraîne une érosion du sol sous le jet, et l'eau ramène les particules détachées à la surface à mesure que les tubes sont enfoncés. Vu sa simplicité et sa rapidité, cette technique peut s'avérer très utile en cas d'urgence à des endroits où le niveau de la nappe phréatique est relativement proche de la surface (réalisation de puits tubés dans des berges de rivière, par exemples). Moyennant l'équipement adéquat, il est possible d'utiliser les mêmes tubes en tant que conduite d'aspiration et la même pompe centrifuge pour développer et exploiter le puits au jet.

### Procédure

- Assemblez la tige de préfonçage (tuyau en acier galvanisé "GI" ½", 1 m de long) et le train de tiges de fonçage (crépine autoforante, tuyaux rigides, raccords, valve, coude et raccord rapide) comme illustré à la figure A. Bien que le puits au jet soit possible sans crépine autoforante, cet accessoire est vivement recommandé. Il concentre le jet durant le fonçage et servira de crépine lorsque le flux sera inversé pour le développement et l'exploitation du puits tubé (si le niveau de l'eau ne dépasse pas 6 - 7 m de profondeur par rapport au niveau de la mer). Des kits contenant tous ces éléments sont disponibles.
- Veillez à maintenir un approvisionnement suffisant en eau durant la procédure de fonçage. Si elle est effectuée à proximité d'une rivière à haut débit ou d'un lac, l'eau peut y être directement prélevée. Si le débit ou les quantités d'eau disponibles sur place s'avèrent insuffisants, il conviendra de remplir (éventuellement via une ressource en eau externe) un grand réservoir (réservoir souple de 15 m<sup>3</sup>, par exemple) afin de couvrir les besoins du puits au jet.
- Installez une pompe centrifuge de surface (motopompe, par exemple) et effectuez tous ses contrôles conformément aux instructions du fabricant.
- Raccordez à l'aide de tuyaux spirales l'entrée de la pompe à la ressource en eau, et sa sortie à la tige de préfonçage.
- Démarrez la pompe et faites grimper le régime pour créer un jet puissant au niveau de la tige de préfonçage.
- Introduisez la tige de préfonçage verticalement dans le sol, à l'emplacement du futur puits tubé, et faites-la descendre sur toute sa longueur (environ 1 à 2 m), avant de l'enlever et d'arrêter la pompe.
- Remplacez la tige de préfonçage par le train de tiges de fonçage après avoir vidangé les tuyaux spirales branchés à la sortie de la pompe (réduction du poids).
- Insérez le train de tiges de fonçage dans le trou préfoncé et commencez par le lever en position verticale. Si vous utilisez des tuyaux en acier galvanisé ("GI"), il faudra plusieurs personnes pour les lever en raison du poids.
- Démarrez la pompe et augmentez son régime de manière à créer un jet puissant, pendant que les autres personnes maintiennent le train de tiges à la verticale.
- Guidez le train de tiges de fonçage pendant sa descente. Si le sol est meuble, veillez à ce que le train ne descende pas trop vite car cela pourrait entraîner l'effondrement du puits foncé. Si le train de tiges de fonçage ne descend pas, vous pouvez l'agiter un peu afin d'enlever certains objets plus durs (petites pierres, par exemple) faisant obstacle. Maintenez l'activité de la pompe en toutes circonstances afin de remonter les "découpes".
- Vérifiez la composition du sol qui ressort du trou et prélevez des échantillons.
- Arrêtez et débranchez la pompe lorsque la profondeur requise est atteinte (au moins 3 - 4 m sous la surface du sol). Le puits au jet doit être suffisamment profond pour que la crépine autoforante soit intégralement située dans une couche aquifère offrant une bonne perméabilité (sable, par exemple).
- Tapez du pied sur le coude du train de tiges de fonçage en cas d'utilisation d'une crépine autoforante. Le clapet de pied de la crépine autoforante devrait alors se fermer.
- Branchez l'entrée de la pompe au train de tiges de fonçage descendu, et sa sortie à un long tuyau destiné à drainer l'eau du puits au jet.
- Démarrez la pompe et maintenez-la à faible régime pendant 15 minutes. Les fines particules (de sable) remonteront pour être éliminées tandis que les particules plus lourdes (sable grossier, gravier, etc.) resteront en bas. Cette phase permet la création d'un milieu filtrant autour de la crépine autoforante.
- Contrôlez le débit et la turbidité (F.T. 2.13) de l'eau sortant du puits au jet.
- Augmentez le régime de la pompe et continuez à surveiller le débit et la turbidité de l'eau.

- Faites pulser le régime de la pompe et continuez à surveiller le débit et la turbidité de l'eau. Au bout d'un certain temps, la turbidité devrait normalement redescendre à moins de 5 (N)TU.
- Désinfectez le puits au jet lorsque le débit et la turbidité sont satisfaisants (F.T. 2.03).
- Branchez le puits au jet au système d'approvisionnement en eau (réservoir souple, par exemple) via la pompe.



### Légende

### Apport

A. Procédure de fonçage (crépine autoforante en mode "fonçage")

B. Développement / exploitation du puits au jet (crépine autoforante en mode "aspiration")

- |   |   |
|---|---|
| 1. Jet d'eau  | - Kit du puits au jet   |
| 2. Raccordements                                      | - Kit de motopompe  |
| 3. Crépine autoforante                                | - Réservoir (réservoir souple de 15 m <sup>3</sup> , p.ex.)         |
| 4. Tuyaux rigides (2"galvanisés ("GI") ou PVC)        | - Kit de chloration   |
| 5. Vanne avec coude et raccord rapide                 | - Équipement de protection (gants résistants, bottes, casque, etc.) |
| 6. Motopompe  | - Clôtures (temporaires)  |
| 7. Approvisionnement en eau (réservoir souple, p.ex.) |   |
| 8. Tuyau spiralé                                      |   |
| 9. Niveau de la nappe phréatique                      |   |
| 10. Aquifère  |   |

## Remarques

- La technique du puits au jet ne convient pas pour les sols consolidés. Elle permettra de traverser de fines couches de gravier et d'argile, mais cette dernière ne donnera pas un débit important même si elle est gorgée d'eau.
- Les sites de fonçage doivent être choisis avec soin : le sol alluvial des berges de rivières et du pourtour de lacs peut constituer une zone appropriée. Le puits au jet à l'intérieur ou autour d'un oued asséché peut aussi donner de bons résultats, mais soyez conscient du fait que le puits peut être perdu ou inondé lorsque l'oued sera à nouveau rempli.
- Le puits au jet doit être situé à 30 m minimum de latrines, et à 50 m de zones de déchets (incluant des fosses à déchets organiques), décharges contrôlées et cimetières.
- La zone du puits au jet doit être clôturée afin d'éviter les accidents. Les personnes non autorisées ne doivent pas pouvoir accéder au site.
- Les tiges de fonçage sont souvent constituées de tuyaux en acier galvanisé ("GI") pour leur robustesse. Ils présentent néanmoins l'inconvénient d'être très lourds. Ce poids doit être pris en charge lors du transport mais entraîne aussi des difficultés pour lever les tuyaux et les maintenir en position verticale durant le fonçage. Il faut plusieurs personnes et peut-être même des cordes pour lever une tige de fonçage de 2" de diamètre et de 5-6 m de longueur. Il faudra initialement une personne pour maintenir la crépine autoforante dans le trou préfoncé, tandis que les autres pousseront le train de tiges à la verticale.
- Une voiture (4x4) peut être utilisée pour pousser un train de tiges en acier galvanisé ("GI") de 2" (de plus de 6 m de long) en position verticale. En plus du conducteur, il faudra toujours une personne au début pour maintenir la crépine autoforante dans le trou préfoncé, et au moins deux autres pour maintenir le train de tiges en position à l'aide de longues cordes.
- Une alternative aux tuyaux galvanisés réside dans les tuyaux en PVC rigide résistant aux pressions élevées (au moins PN 10 ; F.T. 2.30). Les tuyaux en PVC subiront une flexion importante lors du levage de grandes longueurs de l'horizontale à la position verticale, surtout si les tuyaux spiralés sont raccordés. Intégrez dès lors de petites longueurs de tuyau PVC (2,5 m, p.ex.) avec des embouts filetés aux deux extrémités (femelle d'un côté et mâle de l'autre). Cela signifie également que les tuyaux spiralés raccordés à la pompe et au coude / à la valve devront être déconnectés à chaque installation d'une nouvelle tige. Raccordez une petite section de tuyau spiralé (1 m par exemple) au coude pour faciliter l'installation de chaque nouvelle tige.
- Prenez toujours les mesures requises pour éviter toute chute latérale du train de tiges de fonçage, car cela pourrait engendrer des dommages et/ou des blessures. Il s'ensuit également que tout le personnel présent durant la procédure de fonçage doit porter ses équipements de protection : casque, gants résistants, bottes. Une combinaison est aussi vivement recommandée.
- Une fois le développement terminé, le puits doit être désinfecté. Cette opération peut être effectuée via l'ajout de 10 l d'une solution chlorée à 1% par m<sup>3</sup> d'eau à l'intérieur du train de tiges de fonçage (pour des tiges de 2", il faut donc verser 20 ml d'une solution à 1% par mètre de puits sous le niveau de la nappe phréatique). Après 12 heures, l'eau hyperchlorée doit être pompée hors du puits foncé et éliminée jusqu'à ce que la concentration de chlore résiduel libre (F.T. 2.22) soit retombée à 0,5 mg/l.
- Les puits foncés peu profonds à haut débit, situés à proximité d'une ressource en eaux de surface (rivière, par exemple), présenteront souvent une turbidité nettement améliorée par rapport à l'eau de surface brute. Cela pourrait éventuellement éviter une sédimentation assistée et/ou une filtration (en cas d'urgence, par exemple). Mais la qualité microbiologique de ce type d'eau pourrait tout de même s'avérer insuffisante. Elle doit donc toujours être désinfectée avant la consommation, conformément aux normes en vigueur pour l'eau potable (F.T. 2.21).
- Une motopompe peut être connectée simultanément à plusieurs puits au jet afin d'accroître le débit, mais les puits au jet doivent être espacés d'au moins 5 mètres.
- Le fonçage peut aussi être utilisé pour sonder le sol rapidement afin de décider s'il y a lieu d'y réaliser des puits (peu profonds) creusés à la main. La profondeur de la nappe phréatique sera donc non seulement connue, mais de simples tests de pompage dans le puits au jet pourront en outre fournir des informations sur son débit potentiel.

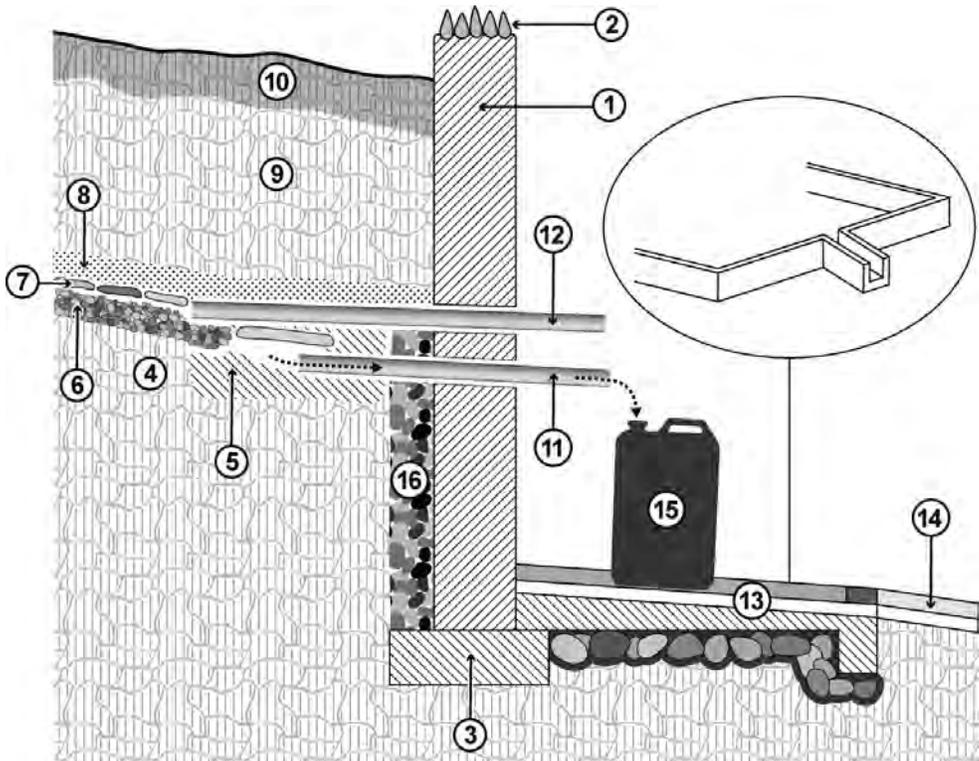
## F.T. 2.08 Protection d'une source

Une source doit être captée et protégée à ses points d'émergence, également appelés "œil de la source". Un captage de source adéquat optimisera la quantité d'eau souterraine récoltable et l'empêchera d'être contaminée lorsqu'elle aura presque atteint la surface du sol. Il est possible d'ajouter une chambre de captage de source car elle permet la sédimentation de particules lourdes (sable, par exemple) provenant des émergences. La chambre de captage pourrait être construite directement autour des émergences, mais il est souvent moins cher et plus facile d'en construire une séparée. Un réservoir de stockage (éventuellement intégré dans la chambre de captage) est essentiel si le débit est faible et qu'il faut également accumuler les eaux souterraines pendant la nuit afin de couvrir la demande d'eau réelle.

### Construction

- Nettoyez et excavez la zone autour de la source afin de capter toutes les émergences et donc d'optimiser le débit. Dès le départ, il faudra décider si une chambre de captage de source séparée doit être construite en aval, ou si l'eau sera collectée directement à la source.
- Pour une chambre de captage séparée, ne procédez aux excavations qu'autour de l'œil de la source, jusqu'à la couche imperméable, et prévoyez une tranchée pour la fondation du muret.
- Des excavations similaires seront requises pour une collecte directe (comme illustré par la figure). Les travaux d'excavation devront néanmoins s'effectuer sur une plus grande profondeur afin d'installer une plate-forme en pente légère, où les utilisateurs pourront remplir leurs récipients.
- Calculez les quantités de matériaux nécessaires (béton, pierres, briques) d'après la taille de la source et les moyens de construction locaux. Les quantités de matériaux dépendent aussi de la décision de réaliser une chambre de captage à proximité ou non des émergences.
- Déviez l'eau de la source pendant tous les travaux de construction.
- Réalisez une dalle d'argile ou de béton (150 kg/m<sup>3</sup>, F.T. 2.05) en forme de goulotte juste au-dessus de la tranchée destinée aux fondations du muret, mais en dessous de l'œil de la source.
- Construisez la fondation du muret à l'intérieur de la tranchée, au moyen de béton (300 kg/m<sup>3</sup>) ou d'une maçonnerie.
- Érigez le muret en maçonnerie sans oublier d'y insérer les tuyaux de sortie et de trop-plein ;
  - Le tuyau de sortie (acier galvanisé) doit être inséré avec de l'argile ou du mortier dans la goulotte et légèrement incliné le long de la pente de la colline. La dalle en forme de goulotte doit être recouverte d'une grande pierre ou d'une dalle en béton.
  - L'entrée du trop-plein doit se situer juste sous le niveau de l'œil de la source et son tuyau (d'un diamètre supérieur à celui du tuyau de sortie), incliné le long de la pente de la colline.
- Rendez le muret étanche à l'intérieur (côté œil de la source) via une couche d'argile ou deux couches d'enduit de ciment (chacune de 10 mm d'épaisseur ; F.T. 2.05). N'appliquez pas la seconde couche avant que la première soit sèche. Soyez particulièrement attentif au pourtour des passages de tuyaux. Appliquez également, de préférence, une couche (10 mm) sur l'extérieur du muret.
- Incorporez des pierres tranchantes au-dessus du muret pour dissuader les gens de s'asseoir ou de se dresser dessus.
- Remplissez l'interstice restant entre le muret et l'excavation au moyen de petites pierres afin d'éviter une érosion et un effondrement.
- Placez des galets (du gravier) propres entre la dalle en forme de goulotte et l'œil de la source pour que l'eau puisse s'écouler librement.
- Recouvrez les galets de grandes pierres (ou de dalles en béton) et d'une couche d'argile (d'au moins 0,1 m d'épaisseur) prolongée jusqu'au muret. Cette couche d'argile empêchera la contamination de la source par les eaux de surface ou de ruissellement. Il est recommandé de verser une solution chlorée à 1% sur la dalle en forme de goulotte et les galets avant d'appliquer la couche d'argile protectrice.
- Remplissez la partie restante derrière le muret au moyen de la terre excavée, et recouvrez de terre végétale.
- Réalisez un sol en béton juste en dessous du muret. Ce sol empêchera l'érosion (causée par un débordement de la source, par exemple) et fournira une zone propre au cas où l'eau serait directement collectée au niveau du tuyau de sortie.
- Réalisez une rigole de drainage pour évacuer les gaspillages / le trop-plein d'eau.
- Réalisez également des rigoles de drainage au-dessus de l'aire de captage afin de dévier les eaux de ruissellement autour de la source. Cela empêchera les eaux de ruissellement de dégrader ou contaminer les émergences.

- Installez une clôture (buissons p.ex.) autour du site, sur un rayon d'au moins 10 m afin d'empêcher l'accès d'animaux susceptibles de contaminer et/ou d'endommager la zone de la source.
- Plantez de la végétation à racines courtes (herbe p.ex.) au-dessus du captage de la source afin de stabiliser la terre et de la préserver de l'érosion.



### Légende

1. Muret imperméable
2. Pierres tranchantes
3. Fondation du muret
4. Sol imperméable
5. Dalle en forme de goutlotte
6. Galets nettoyés
7. Grandes pierres plates ou dalles en béton
8. Couche d'argile
9. Sol de remblayage
10. Sol végétal
11. Tuyau de sortie
12. Tuyau de trop-plein (selon les cas)
13. Plateforme cimentée
14. Rigole de drainage
15. Récipient
16. Remblayage (gravier)

### Apport

- Béton et/ou briques en terre cuite / blocs de ciment / grosses pierres
- Ciment, sable, gravier, galets, eau propre non salée
- Argile
- Grandes pierres plates (ou dalles en béton)
- Sol végétal et herbe
- Tuyau(x) de sortie 1½ or 2" en acier galvanisé
- Tuyau(x) de trop-plein 2" en acier galvanisé
- Clôtures
- Equipement d'excavation (pelles, houes, pioches)
- Outils de maçonnerie
- Outils de plomberie

## Remarques

- Tout travail de construction doit être précédé d'une étude sanitaire afin de déterminer les risques de pollution et la demande réelle en eau. Avant le début d'une grosse construction au niveau d'une source, il convient aussi de consulter une documentation spécialisée et de dessiner un plan spécifique au site.
- Une source réelle doit avoir une température d'eau constante. Dans le cas contraire, c'est probablement de l'eau de surface qui est passée sous terre quelque part en amont puis réémerge. Il est fréquent que le débit d'une telle "source" réémergente augmente rapidement s'il se met à pleuvoir.
- Veillez à ne pas dévier la source dans une autre direction ou une autre fissure lors des excavations sur sa périphérie. Les terrassements doivent commencer à l'endroit où l'eau sort de terre. Creusez en amont de la couche aquifère, tout en veillant à ce que l'eau de la source puisse s'écouler librement.
- L'excavation doit continuer jusqu'à la couche de terre imperméable. C'est le niveau à partir duquel l'eau de la source doit être captée, et où le tuyau de sortie doit donc aussi être installé.
- Si le sous-sol n'est pas (totalement) imperméable (fissures, par exemple), le fond de l'excavation doit être rendu étanche via l'application d'une couche d'argile ou de béton maigre.
- Pour les sources plus conséquentes au débit supérieur à 30 l/min., plusieurs tuyaux de sortie seront nécessaires. Pour les petites sources au débit inférieur à 20 l/min., un seul tuyau de sortie de 1½" suffit.
- Ne laissez jamais le niveau d'eau à l'intérieur du captage dépasser l'œil de la source car cela pourrait engendrer une contre-pression susceptible de faire émerger le flux ailleurs. Le positionnement correct du tuyau de trop-plein est donc essentiel au bon fonctionnement d'une source : il ne doit jamais être installé au-dessus du niveau de l'œil de la source.
- Si la collecte de l'eau s'effectue directement au tuyau de sortie, il doit y avoir un dénivelé suffisant entre le tuyau de sortie et la plate-forme pour l'insertion de (grands) récipients (0,5 m s'avère souvent suffisant).
- Si une chambre de captage est ajoutée à un point de captage existant où l'eau fait l'objet d'une collecte directe, le tuyau de sortie sera de préférence recouvert de terre. Il faudra donc remblayer la plate-forme jusqu'à ce que le tuyau de sortie soit recouvert, et réaliser un nouveau sol en béton pour drainer le trop-plein d'eau sans provoquer d'érosion.
- Une chambre de captage de source (séparée) est recommandée car elle permettra le dépôt des particules lourdes provenant des émergences, évitant ainsi l'obstruction de la canalisation en aval et/ou la pollution de l'eau à consommer. Il est indiqué de scinder la chambre de captage en deux compartiments à l'aide d'un mur à ¾ de hauteur. En effet : les particules se déposeront dans le premier compartiment et l'eau s'écoulant dans le deuxième compartiment par-dessus le mur devrait être exempte de saletés. Les particules sédimentées devront être drainées hors de la chambre de captage de temps à autre, de sorte qu'il faudra prévoir un tuyau de vidange séparé avec vanne (en plus des tuyaux de sortie et de trop-plein).
- Une chambre de captage peut aussi être affectée au stockage (de nuit). C'est essentiel si le débit de la source est insuffisant pour couvrir la demande effective en eau durant la journée. Il peut néanmoins s'avérer difficile, voire impossible de transporter tous les matériaux de construction ou un réservoir préfabriqué (en plastique, par exemple) vers le site de la source. Un réservoir de stockage pourra alors être installé à proximité de l'aire de consommation (village, structure de santé, etc.). Un autre avantage de l'installation d'un réservoir à proximité du point de consommation réside dans le fait qu'il est plus facile de chlorer l'eau (pour la préserver d'une post-contamination). L'option privilégiée pour une utilisation à long terme est souvent une combinaison d'un caisson (séparé) relativement petit au niveau du point de captage et d'un réservoir de stockage à proximité du point de consommation.
- Une fois la construction terminée ou les travaux d'entretien effectués, la chambre de captage / le réservoir doit être désinfecté. Cette opération peut être effectuée de la même manière que pour les puits creusés à la main (F.T. 2.03, technique A), au moins une fois par an.
- Une source requiert un minimum d'entretien ; l'aire de collecte et les rigoles de drainage doivent rester propres et la végétation doit être maintenue sous contrôle pour ne pas endommager la structure (ainsi, par exemple, il faut éliminer les plantes à racines longues qui commencent à grandir sur le point de captage de la source).

Dans les régions non industrialisées et non urbaines, les eaux de pluie sont généralement de bonne qualité. Malgré leur variabilité souvent considérable au fil des saisons, la collecte des eaux de pluie peut s'avérer intéressante pour couvrir toute la demande en eau ou compléter d'autres ressources insuffisantes en termes de quantité et/ou de qualité. Les eaux de pluie peuvent être collectées à partir de toute surface propre, les systèmes de captage en toiture étant les plus souvent utilisés. Elles sont ensuite transférées vers des réservoirs par le biais de gouttières. La contamination des eaux de pluie collectées provient essentiellement des premières pluies, qui rincent la poussière accumulée sur le toit. Les techniques de collecte adéquates supprimeront cette contamination avant le stockage de l'eau.

### Analyse de la demande et de l'apport

- Déterminez la demande quotidienne globale ( $m^3/\text{jour}$ ), d'après le nombre de consultations et le nombre de lits d'une structure de santé, par exemple.
- Vérifiez la surface totale de sol couverte par la toiture (y compris les corniches) qui sera affectée à la collecte des eaux de pluie ; cette surface de collecte "horizontale" (T) est égale à la longueur (L) x la largeur (B).
- Recueillez les données relatives aux précipitations mensuelles pour la région. Vous les trouverez dans des stations météorologiques (d'aéroports, par exemple), ou éventuellement dans des universités et sur Internet ([www.worldclimate.com](http://www.worldclimate.com), par exemple).
- Calculez l'apport quotidien moyen sur la base des pluies annuelles et de la surface de toiture affectée à la collecte selon la formule suivante :

$$AQM = (PA \times T \times C) / 365$$

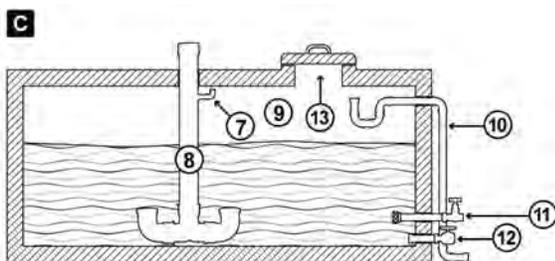
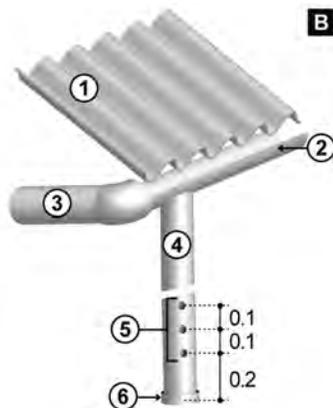
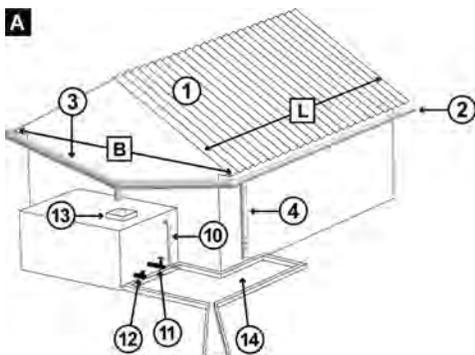
Où AQM ( $m^3/\text{jour}$ ) = apport quotidien moyen

PA (m) = pluies annuelles

T ( $m^2$ ) = surface de toiture affectée à la collecte (aire plane)

C = coefficient de ruissellement (tient essentiellement compte de l'évaporation, de l'aspersion et des fuites, et dépend des matériaux ainsi que de l'âge de la toiture ; appliquez un coefficient de 0,8 - 0,9 pour les tuiles, de 0,7 - 0,9 pour les tôles ondulées, et de 0,7 - 0,8 pour les bâches en plastique)

- Comparez la demande quotidienne totale à l'apport quotidien moyen (AQM). Si l'apport est supérieur à la demande, le système de collecte fournira suffisamment d'eau sur toute l'année, pour autant que la capacité de stockage soit suffisante. Si l'apport est inférieur à la demande totale, il conviendra d'accroître la surface de toiture affectée à la collecte, d'où une augmentation significative des coûts, sinon les eaux de pluie ne seront utilisées :
  - qu'occasionnellement : la capacité de stockage très limitée ne permet de couvrir la demande en eaux de pluie que lorsqu'il pleut. S'il y a un ou deux jours sans pluie, il faudra utiliser une autre ressource. Ce système peut s'avérer utile dans les régions caractérisées par une pluviométrie uniforme, moyennant un investissement limité.
  - que par intermittence : la capacité de stockage permet de couvrir la demande pendant toute la saison des pluies mais il faudra utiliser une autre ressource durant la saison sèche. Ce système peut s'avérer utile dans les régions ayant une longue saison des pluies.
  - que partiellement : la capacité de stockage permet de couvrir partiellement la demande sur toute l'année (eau de bonne qualité pour boire et cuisiner, par exemple), tandis que les autres besoins (lessive, etc.) doivent être couverts via une autre ressource de moindre qualité (ou vice versa). Ce système peut se contenter d'une capacité de stockage relativement limitée pour les régions à pluviométrie uniforme, mais demande un grand réservoir si cette dernière varie.
- Estimez la taille de réservoir nécessaire.
  - Occasionnellement : la capacité de stockage doit couvrir 1 ou 2 jours, et certainement 2 jours pour les structures de santé.
  - Par intermittence : la capacité doit pouvoir couvrir la demande quotidienne globale pendant toute la saison des pluies. N'oubliez pas qu'il peut y avoir quelques jours sans pluie, même pendant la saison des pluies.
  - Partiellement : la capacité de stockage doit couvrir la demande spécifique (boisson, par exemple) sur toute l'année.
  - Totale : la capacité de stockage doit couvrir la demande globale sur toute l'année, en sachant qu'il y aura des mois avec un apport excédentaire et d'autres avec un déficit. Le calcul de la capacité de réservoir requise sort du champ d'application de ce guide (veuillez contacter votre technicien de référence).
- Faites un choix définitif entre un investissement dans des systèmes de collecte des eaux de pluie ou l'exploitation d'autres ressources, selon :
  - L'analyse de la demande et de l'apport : les demandes élevées peuvent accroître considérablement les frais d'investissement pour la collecte et la capacité de stockage, tout comme de longues saisons sèches.
  - La comparaison entre les frais de développement et d'exploitation de ressources en eau alternatives et les coûts inhérents au système de collecte des eaux de pluie, y compris les frais de stockage.



### Légende

### Apport

- A. Système de collecte des eaux de pluie  
 B. Vue détaillée d'un système de nettoyage de toiture (système à tuyaux)  
 C. Vue détaillée d'un réservoir de collecte  
 D. Vue détaillée d'un déflecteur sur un système de gouttières

1. Toit (plastique, métal ou tuiles)
2. Gouttière
3. Tuyau de descente vers le réservoir
4. Tuyau de descente vers le système de nettoyage de toiture
5. Trous de drainage (2 mm de diamètre)
6. Bouchon amovible du système de nettoyage de toiture
7. Petit tuyau de ventilation
8. Tuyau d'entrée du réservoir avec coudes
9. Réservoir d'eau
10. Tuyau de trop-plein avec siphon et treillis
11. Sortie grillagée
12. Drain du réservoir
13. Trappe de visite avec couvercle amovible
14. Évacuation pour l'eau sale et le trop-plein

- Perceuse électrique ou à main avec mèches
- Limes arrondies et semi-arrondies
- Tuyaux de 4" en PVC, coudes, raccords en T, bouchons
- Colle et décapant pour PVC
- Gouttières (tuyaux PVC coupés en deux, p.ex.)
- Supports pour tuyaux et gouttières
- Scie et marteau
- Autres outils de menuiserie et de maçonnerie
- Clous et vis
- Grillages / treillis
- Réservoir (taille en fonction du volume requis)
- Système de nettoyage de toiture (taille en fonction du volume requis)

## Installation

### Système traditionnel

- Installez un réservoir d'eau de format adéquat. Il peut être réalisé en maçonnerie, béton ou ferrociment (F.T. 2.38), ou préfabriqué (plastique, fibre de verre, etc.). Ce réservoir doit être totalement fermé, avec une trappe de visite couverte. Il doit comporter une entrée au sommet, un tuyau de vidange des boues avec une vanne, une sortie avec un robinet individuel ou un raccord vers un système de distribution via une vanne, et un système de trop-plein recouvert d'un treillis anti-mouche. Il doit être situé le plus près possible du toit affecté à la collecte des eaux de pluie. Un système d'évacuation adéquat doit être prévu pour le trop-plein et les gaspillages du robinet, afin d'éviter la stagnation d'eau et l'érosion autour du réservoir.
- Préparez un système de nettoyage de toiture (filtre préliminaire grossier) afin d'éviter que les premières pluies rinçant le toit n'accèdent au réservoir d'eau. Il en existe divers types - notamment des systèmes réalisés en usine selon le principe du vortex, qui maintiennent les particules de saleté en suspension et ne laissent passer que l'eau propre dans le réservoir. Vous pouvez également réaliser certains systèmes simples sur place. Exemples :
  - un tuyau vertical d'un diamètre d'au moins 4" descendant tous les 10 m de longueur de gouttière, et obturé à son extrémité inférieure par un bouchon étanche mais amovible (cf. figure B). Les premières eaux de pluie (sales) seront collectées dans le tuyau de descente jusqu'à ce qu'il soit rempli, puis les eaux de pluie propres déborderont dans le réservoir. Il convient de percer un petit trou (2 mm de diamètre) environ 0,2 m au-dessus du bouchon amovible, et deux autres superposés avec un intervalle de 0,1 m (voir la figure B). Ces trous permettront au tuyau de descente de se vider complètement quand la pluie aura cessé. Ainsi, ce système simple mais automatique sera de nouveau prêt pour les prochaines pluies.
  - un système similaire au bac dégraisseur (F.T. 4.04, modèle A avec coude et raccord en T) placé au sommet du réservoir d'eau, où les particules de saleté se déposeront. Un grillage (moustiquaire métallique, par exemple) peut être ajouté au milieu du dispositif afin d'empêcher les feuilles de tomber dans le réservoir d'eau. Il conviendrait à nouveau de prévoir quelques petits trous de drainage pour vider automatiquement ce dispositif.
- Installez les gouttières au bord de la toiture, avec une pente de 0,2 à 1% vers les systèmes de nettoyage de toiture et les tuyaux de descente. Les gouttières peuvent être fabriquées en usine (PVC, métal,...) ou réalisées localement à partir d'un tuyau PVC coupé en deux ou d'une tôle métallique galvanisée pliée en section rectangulaire. Les gouttières doivent être fixées solidement pour pouvoir résister à un afflux d'eau soudain et violent, comme c'est souvent le cas dans les régions tropicales. Pour ne pas perdre trop d'eau de pluie lors de précipitations abondantes, il est recommandé d'installer des déflecteurs sur les bords du toit (voir la figure D).
- Raccordez les gouttières aux systèmes de nettoyage de toiture et aux tuyaux de descente. Ces raccords doivent être étanches.
- Prévoyez également des crépines de retenue de feuilles. Il peut s'agir de cônes percés d'orifices, à installer dans la gouttière - un sur chaque entrée des tuyaux de descente.

### Alternative en cas d'urgence

- Les eaux de pluie peuvent aussi constituer une ressource (supplémentaire) intéressante pour les urgences (aiguës). Voici deux façons d'installer un système simple pour la collecte d'eau de pluie en cas d'urgence :
  - Suspendez une bâche en plastique en forme de "U", afin de former une sorte de grosse gouttière avec sa partie inférieure à l'intérieur d'un réservoir ouvert (F.T. 2.35 ; 2.38). Les coins supérieurs de la bâche peuvent être fixés à un toit existant. Si le toit est de mauvaise qualité ou dans le cas d'une tente, une nouvelle bâche plastique peut servir de recouvrement.
  - Installez, sur une pente douce, plusieurs rouleaux complets de bâches en plastique se chevauchant mutuellement (ex. : 5 rouleaux = aire de captage de 60 m x 16 m), avec une grande gouttière à l'extrémité inférieure. Une pompe en surface peut transférer les eaux de pluie collectées dans la gouttière vers un réservoir à des fins de désinfection et de stockage.
- Pour ces solutions temporaires, il ne sera pas possible d'installer un système automatique de nettoyage de toiture. Il faudra donc évacuer les premières pluies via un drainage des eaux sales.

### Exploitation et entretien

- Désinfectez le réservoir d'eau et les autres citernes du système de collecte avant leur mise en service et après leur nettoyage. Cette opération peut être effectuée de la même manière que pour les puits (F.T. 2.03, technique A). Il convient aussi d'y examiner l'accumulation de boues tous les 2 - 3 ans.

- Remplissez le réservoir d'eau potable à partir d'une autre ressource sûre après avoir effectué les travaux de nettoyage et de désinfection. Sinon, il faudra trop de temps pour que le réservoir soit à nouveau rempli, surtout durant la saison sèche.
- Nettoyez fréquemment les systèmes de nettoyage de toiture afin d'éviter l'accumulation d'éléments tels que les feuilles ou le sable, qui obstrueront les trous de drainage. Les gouttières et crépines de retenue de feuilles doivent aussi faire l'objet d'un nettoyage régulier.

### Remarques

- Dans les régions urbaines et/ou industrialisées, il est vivement recommandé de ne pas utiliser les eaux de pluie pour la consommation directe, l'alimentation (cuisine, lavage de la vaisselle) et les activités liées à l'hygiène personnelle car la pollution atmosphérique exerce un impact important sur la qualité de l'eau. Dans ces contextes, il conviendrait donc d'éviter la mise en œuvre de systèmes de collecte des eaux de pluie, sauf si l'eau est exclusivement réservée à d'autres fins (chasse d'eau de toilettes, lessive, etc.).
- La quantité d'eaux de pluie susceptible d'être collectée est relativement limitée. Si des systèmes partiels et totaux s'avèrent nécessaires, le toit et le réservoir demanderont des investissements substantiels. Pour réduire la capacité de stockage requise, les eaux de pluie doivent être collectées sur tous les toits disponibles. Dans certaines circonstances, il sera moins coûteux de construire un toit supplémentaire (qui pourrait servir d'aire d'attente pour les patients dans un centre de santé, par exemple) qu'un grand réservoir.
- La pente et le nombre de mètres carrés du toit ne sont pas importants pour déterminer sa surface. Seule la surface de sol couverte par le toit doit entrer en ligne de compte.
- Évitez d'utiliser des tôles en fer peintes ou corrodées et de la paille pour la collecte des eaux de pluie. Privilégiez les tôles en acier galvanisé, les bâches en plastique ou les tuiles de bonne qualité. Les toits en amiante-ciment existants en bon état pourraient aussi entrer en ligne de compte. Les microfibrilles d'amiante-ciment ne représentent aucun risque pour la santé lorsqu'elles sont avalées. Elles sont néanmoins très dangereuses en cas d'inhalation. Il serait dès lors beaucoup plus risqué d'enlever le toit d'amiante-ciment existant pour le remplacer par un autre matériau que de l'utiliser directement pour la collecte des eaux de pluie. Il convient néanmoins de veiller à ne pas couper, briser ou percer les plaques d'amiante-ciment existantes durant l'installation des gouttières.
- Si les pluies constituent la seule ressource en eau, la taille du réservoir doit être calculée correctement d'après les données des précipitations mensuelles. Un surdimensionnement excessif est trop coûteux, tandis qu'un sous-dimensionnement se soldera par une pénurie d'eau à la fin de la saison sèche.
- Le réservoir doit impérativement être fermé pour préserver les eaux de pluie collectées de toute contamination externe. Une trappe de visite avec un couvercle fermant correctement est néanmoins indispensable pour permettre une maintenance régulière. Le système de trop-plein du réservoir doit toujours être pourvu d'un treillis afin d'éviter la prolifération de vecteurs.
- Les systèmes de nettoyage de toiture sont essentiels, surtout si les eaux de pluie collectées sont censées être consommées en tant qu'eau potable sans aucun traitement (bien qu'une chloration soit toujours recommandée pour les structures de santé). Leur capacité doit être suffisante pour permettre le nettoyage de la toiture et empêcher que les eaux de pluie collectées ne contiennent des impuretés. Elle doit être calculée en fonction de la surface du toit et des conditions environnementales : intensité et fréquence des pluies, végétation avoisinante, etc. Une règle d'or pour un rinçage correct est de prévoir environ 1 l/m<sup>2</sup> de surface de toiture, bien que ce volume ne puisse être atteint dans les régions à précipitations limitées. Pour les toits de petites maisons, il faudra évacuer au moins 5 l des premières pluies, tandis que pour les bâtiments de taille moyenne (centres de santé avec 150 m<sup>2</sup> de toiture, par exemple), la quantité initiale à rejeter sera d'au moins 25 l.
- Les trous de drainage d'un système de nettoyage de toiture doivent être petits afin de ne pas trop interférer avec le remplissage du système, même en cas de pluies légères. Vu leur format réduit, ils peuvent néanmoins s'obstruer rapidement, ce qui compromettra le drainage automatique du système de nettoyage de toiture. Le nettoyage très fréquent du système est donc d'une importance cruciale.
- Dans les régions où la grippe aviaire est présente ou suspectée, il est vivement recommandé de chlorer les eaux de pluie jusqu'à l'obtention d'une concentration résiduelle libre d'au moins 0,5 mg/l, après un temps de contact minimal de 30 minutes avec l'eau à un pH < 8.

## F.T. 2.10 Analyse de l'eau

L'eau potable doit être exempte d'organismes pathogènes et ne peut présenter que de faibles concentrations en substances chimiques toxiques. Malheureusement, ces deux critères ne peuvent être évalués via de simples tests. Il n'y a pas de relation directe entre l'aspect d'un échantillon d'eau et sa potabilité. À titre d'exemple, un échantillon trouble peut être sûr tandis qu'un échantillon clair peut être contaminé sur les plans chimique et microbiologique. Dans les régions non industrialisées et non soumises à une agriculture intensive, la présence d'organismes pathogènes est un problème plus grave et fréquent que la présence de substances chimiques à des concentrations toxiques.

### Analyse microbiologique

Dans la pratique, les organismes pathogènes susceptibles d'être présents dans l'eau sont trop nombreux et trop diversifiés pour être identifiés individuellement. Comme leur présence est généralement liée à une contamination fécale (à l'exception du ver de Guinée, par exemple), il est préférable de chercher des organismes "indicateurs" de cette pollution. Ces indicateurs doivent être universellement présents en grandes quantités dans les matières fécales d'humains et d'autres animaux à sang chaud, et aisément détectables via des méthodes relativement simples. Ils ne peuvent pas proliférer dans les eaux naturelles.

L'organisme indicateur privilégié pour une pollution fécale (récente) est l'*Escherichia coli* (E. coli). Les coliformes fécaux (CF) peuvent aussi être utilisés en guise d'alternative dans de nombreuses circonstances et certainement dans des conditions de terrain car un pourcentage très élevé (plus de 80%) des CF sont des E. coli. Le type d'indicateur qui se développera lors d'une analyse bactériologique dépend essentiellement du milieu de culture et de la température d'incubation.

L'eau destinée à la consommation humaine ne doit pas contenir d'organismes indicateurs. La présence d'*Escherichia coli* ou de coliformes fécaux dans l'eau indique la présence probable d'organismes pathogènes, tandis que leur absence indique l'absence possible d'organismes pathogènes mais ne la prouve pas. Certains agents pathogènes tels que les protozoaires et quelques entérovirus sont plus résistants que les coliformes fécaux aux environnements défavorables et aux désinfectants tels que le chlore.

La quantité d'*Escherichia coli* ou de coliformes fécaux par 100 ml donne une idée du degré de pollution fécale. Si l'idéal est fixé à 0 E. coli/100 ml d'eau, on peut admettre jusqu'à 10 E. coli/100 ml sans traiter l'eau. Les chiffres supérieurs à ce niveau demandent au moins une désinfection (chloration, p.ex.), qui devra être précédée d'autres formes de traitement si la turbidité est élevée (F.T. 2.12). Le tableau ci-dessous donne un aperçu des risques pour la santé liés à la quantité de coliformes présente dans un échantillon d'eau de 100 ml.

Risque pour la santé	Catégorie d'E. coli ou CF / 100 ml
Aucun - conforme	0
Risque faible	1 – 9
Risque intermédiaire	10 – 99
Risque élevé	100 – 999
Risque très élevé	≥ 1000

Les analyses bactériologiques sont généralement effectuées via la méthode de la filtration sur membrane ou du nombre le plus probable (NPP / "Most Probable Number MPN"). Les deux méthodes ont leurs avantages et inconvénients. La première donne des résultats directs et plus précis (pour l'eau non turbide) lorsqu'elle est mise en œuvre par des gens expérimentés, tandis que la seconde est moins précise mais suffisamment, et bien plus facile à exécuter et interpréter. Les deux méthodes peuvent être appliquées en laboratoire et sur le terrain.

Si l'eau est distribuée (en masse) par le biais de robinets, elle doit normalement être traitée, au moins avec du chlore. Dans ces cas, les indicateurs (E-coli, p.ex.) seront éliminés par le désinfectant et l'analyse de coliformes est moins pertinente. Si une désinfection n'est pas possible, une analyse bactériologique est vivement recommandée, même pour certaines urgences aiguës (pompe à main installée sur un puits inondé, par exemple). Un nombre positif de coliformes dans l'eau dénote la présence d'une pollution (fécale). Pour les urgences chroniques et certainement les situations stabilisées, il faut identifier et supprimer la source de la pollution en premier lieu plutôt que commencer à traiter l'eau. Pour les événements accidentels, il convient de remédier à la pollution si possible et de prendre des mesures préventives.

## Analyse chimique

La méthode d'analyse chimique diffère selon l'élément à examiner. Comme chacun requiert des tests spécifiques, consultez des ouvrages plus spécialisés. Ces tests et leurs interprétations doivent être effectués par un personnel dûment formé. D'après l'expérience déjà acquise, une analyse appropriée devra être réalisée, de préférence par les autorités nationales :

- si un approvisionnement en eau à long terme est planifié et/ou
- si une pollution chimique est présumée (aire d'agriculture intensive, industries).

Le mode de prélèvement des échantillons d'eau à des fins d'analyse chimique est exposé à la F.T. 2.11.

## Analyse physique

Il convient de mesurer deux caractéristiques physiques essentielles de l'eau, surtout si un traitement chimique tel que la coagulation / floculation (F.T. 2.15) et/ou la chloration (F.T. 2.21) est requis :

### Turbidité

Indique la quantité de particules en suspension dans l'eau. La turbidité est généralement exprimée en Unités de Turbidité (Néphélométriques) ou (N)TU. On considère qu'une turbidité inférieure à 5 NTU permet la "désinfection la plus efficace possible" à l'aide de chlore, du moins dans des conditions de terrain (F.T. 2.21). Une turbidité jusque 20 NTU est toujours acceptable pour chlorer de l'eau potable durant la phase aiguë d'une urgence. La turbidité peut aussi constituer un facteur important pour l'acceptabilité de l'eau aux yeux des consommateurs. La F.T. 2.13 présente la procédure détaillée pour mesurer la turbidité.

### pH

Échelle logarithmique de la concentration en ions d'hydrogène (H<sup>+</sup>), cette valeur indique en pratique si l'eau est acide (<7), neutre (=7) ou basique (>7). Bien que le pH n'ait aucun impact direct sur le consommateur et sa santé, c'est l'un des paramètres opérationnels les plus importants pour la qualité de l'eau car il influe sur certaines procédures de traitement chimique de l'eau et sur la corrosion / l'incrustation des équipements (pompes, tuyaux, etc.). La F.T. 2.22 présente la procédure détaillée pour mesurer le pH à l'aide d'un "pool tester".

## Remarques

- Les analyses bactériologiques et/ou chimiques ne sont pas toujours nécessaires. Il est généralement bien plus important et utile de procéder à une étude sanitaire concernant notamment l'origine de l'eau, la protection du point d'eau, son emplacement par rapport aux aires de défécation, cimetières et zones de déchets, ainsi que la protection de l'eau lors du transport et du stockage. Une telle étude permettra souvent de déterminer si l'eau est polluée ou court un risque important de l'être à l'un ou l'autre moment. Les analyses ne donnent qu'une indication de la pollution au moment précis de l'échantillonnage et non du risque de pollution. Il peut toutefois s'avérer pertinent de procéder à l'analyse bactériologique d'une ressource en eau bien protégée : par exemple en cas d'accroissement soudain des maladies féco-orales.
- Les risques pour la santé dus aux substances chimiques toxiques présentes dans l'eau potable diffèrent de ceux causés par les contaminants microbiologiques. Il n'y a guère de contaminants chimiques de l'eau susceptibles d'entraîner des problèmes de santé aigus, sauf via une contamination massive (accidentelle) de l'approvisionnement. La plupart des contaminants chimiques de l'eau potable nuisent à la santé après de longues périodes (plusieurs années) d'exposition.
- Si l'eau est traitée au moyen de substances chimiques, des kits d'analyses (pour mesurer les résidus de fer / aluminium ou de chlore) devraient être disponibles sur place pour permettre son suivi régulier.
- On peut souvent trouver des laboratoires susceptibles d'effectuer des analyses bactériologiques et chimiques dans la capitale de pays à faibles revenus, ainsi que dans les stations de traitement de l'eau ou les brasseries. Le principal problème, surtout pour l'analyse bactériologique, est d'amener l'échantillon d'eau à temps au laboratoire. Les échantillons doivent parvenir au laboratoire dans l'heure suivant l'échantillonnage s'ils sont conservés à température ambiante, ou dans les 6 heures s'ils sont conservés entre 4 et 6°C (mais pas congelés).
- Travaillez toujours avec les mains propres (lavées à l'eau et au savon) lors du prélèvement d'échantillons (F.T. 2.11) et de l'analyse de l'eau. Toute contamination par des mains sales peut fausser / faussera les résultats.
- Si une nouvelle ressource en eau est mise en service et que les infrastructures requises sont disponibles, l'échantillonnage et l'analyse de l'eau doivent être entrepris par les autorités (nationales) appropriées, conformément aux normes nationales. Ainsi, le gouvernement local interviendra dans le processus et la responsabilité lui sera transférée. La procédure peut néanmoins s'avérer plus complexe en cas d'urgence aiguë.

Pour que l'analyse de l'eau donne des résultats corrects, il est important de respecter toute la procédure à la lettre, dès le prélèvement d'un échantillon. Le mode d'échantillonnage dépend de la "ressource" en eau mais diffère aussi légèrement selon qu'il soit destiné à une analyse bactériologique ou chimique. Il est recommandé de doubler tous les échantillons afin de minimiser les risques d'erreurs.

### Techniques d'échantillonnage

#### A. Échantillonnage pour une analyse bactériologique

##### A. À partir d'un robinet : étapes 1 - 8

- Nettoyez le robinet à l'aide d'un tissu propre imbibé d'alcool ou de savon.
- Laissez le robinet couler à plein débit pendant environ 30 secondes.
- Mettez-le sous la flamme d'un tampon imbibé d'alcool s'il s'agit d'un robinet métallique.
- Laissez-le à nouveau couler à plein débit pendant 30 secondes.
- Enlevez la protection (scellé) de la bouteille stérile et retirez son bouchon. Ne déposez pas le bouchon à un endroit où son intérieur pourrait être contaminé.
- Prélevez l'échantillon d'eau.
- Remplacez le bouchon et la protection (scellé) sans toucher l'intérieur de la bouteille / du bouchon, ni l'eau.
- Étiquetez la bouteille d'échantillon et notez les informations essentielles dans un carnet.

##### B. À partir d'un cours d'eau :

- Enlevez la protection (scellé) de la bouteille stérile et retirez son bouchon. Ne déposez pas le bouchon à un endroit où son intérieur pourrait être contaminé.
- Retournez la bouteille et introduisez-la dans la rivière.
- Redressez la bouteille lorsqu'elle est à environ 0,2 m sous la surface de l'eau. Cette opération doit être effectuée avec l'entrée face au courant (direction du flux d'eau), afin d'éviter la contamination de l'échantillon par votre main.
- Laissez la bouteille se remplir complètement puis retirez-la de la rivière.
- Remplacez le bouchon et la protection (scellé) sans toucher l'intérieur de la bouteille / du bouchon, ni l'eau.
- Étiquetez la bouteille d'échantillon et notez les informations essentielles dans un carnet.

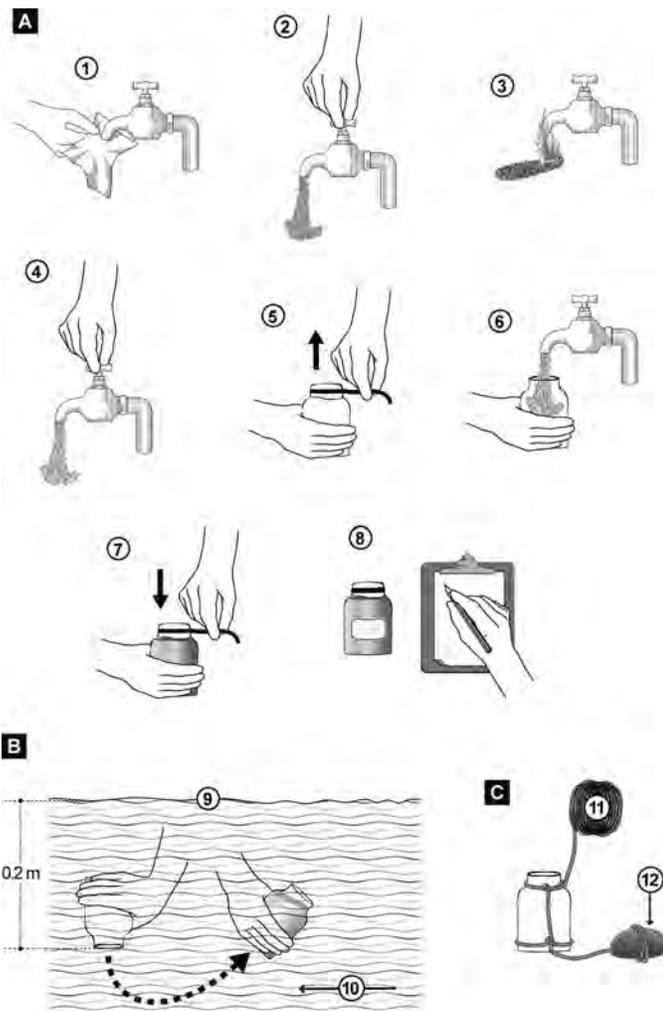
##### C. À partir d'un puits :

- Fixez un lest et une ficelle désinfectés à la bouteille stérile fermée.
- Enlevez la protection (scellé) de la bouteille stérile et retirez son bouchon. Ne déposez pas le bouchon à un endroit où son intérieur pourrait être contaminé.
- Descendez la bouteille dans le puits jusqu'à ce qu'elle soit à environ 0,2 m sous la surface de l'eau. Le lest aidera la bouteille à couler.
- Ramenez soigneusement la bouteille à la surface.
- Remplacez le bouchon et la protection (scellé) sans toucher l'intérieur de la bouteille / du bouchon, ni l'eau.
- Enlevez le lest et la ficelle de la bouteille fermée.
- Étiquetez la bouteille d'échantillon et notez les informations essentielles dans un carnet.

### Échantillonnage pour une analyse chimique

Les techniques d'échantillonnage pour une analyse chimique sont similaires à celles destinées à une analyse bactériologique. Néanmoins, même s'il est toujours nécessaire de laisser le robinet couler environ 30 secondes, il n'est pas obligatoire de respecter les mesures d'échantillonnage stérile (bouteilles stériles, flambage du robinet, etc.). Un échantillon d'eau destiné à une analyse chimique requiert au moins 2 bouteilles en verre ou en plastique de 1 à 1,5 l (bouteilles d'eau minérale, par exemple), qui doivent être propres et étanches.

- Préparez les bouteilles pour l'échantillonnage :
  - Fixez un lest rincé et une ficelle à la bouteille fermée si l'échantillon doit être prélevé dans un puits.
  - Retirez le bouchon de la bouteille.
  - Rincez le bouchon et la bouteille 3 fois avec l'eau à analyser, conformément aux techniques d'échantillonnage décrites pour l'analyse bactériologique.
- Remplissez les bouteilles à ras-bord conformément aux techniques d'échantillonnage décrites pour l'analyse bactériologique et remplacez leur bouchon (enlevez le lest et la ficelle de la bouteille fermée si nécessaire).
- Étiquetez la bouteille d'échantillon et notez les informations essentielles dans un carnet.



### Légende

- A. Échantillonnage à partir d'un robinet  
(analyse bactériologique)  
Étapes 1 - 8
- B. Échantillonnage à partir d'un cours d'eau  
9. Surface de l'eau  
10. Courant
- C. Échantillonnage à partir d'un puits  
11. Bobine de fil  
12. Lest (pierre p.ex.)

### Apport

#### Bactériologique

- 2 bouteilles stériles de 100 ml par échantillon
- Ouate / pincettes (pince à épiler)
- Alcool et briquet (si robinet)
- Glacière et accumulateurs de froid

#### Chimique

- 2 bouteilles de 1 l en verre ou plastique par échantillon

#### Communs

- Thermomètre
- Marqueur pour l'étiquetage
- Carnet et de quoi écrire
- Ficelle et lest (dans le cas d'un puits)

## Remarques

- Ayez toujours les mains propres (lavées à l'eau et au savon) lors de l'échantillonnage et de l'analyse de l'eau. Toute contamination par des mains sales faussera les résultats.
- Les mesures décrites pour l'échantillonnage stérile ne sont pas nécessaires pour l'analyse chimique, mais sont indispensables pour l'analyse bactériologique.
- Il est éventuellement possible d'obtenir des bouteilles d'échantillonnage stériles de 100 ml auprès d'un laboratoire ou du département stérilisation d'un hôpital. Une alternative consiste à acheter des bouteilles stériles ou des sachets stériles à usage unique. Si ces solutions s'avèrent impossibles, vous pouvez toujours stériliser les bouteilles vous-même selon la procédure suivante :
  - Prévoyez au moins 2 bouteilles de 100 ml par échantillon. Les bouteilles en verre et polypropylène (PP) peuvent être stérilisées, mais les bouteilles en polyéthylène (PE) et PVC ne résisteront pas aux températures atteintes dans l'autoclave.
  - Retirez le bouchon de chaque bouteille.
  - Immergez les bouteilles et bouchons dans une solution chlorée à 0,1% pendant 15 minutes.
  - Rincez les bouteilles et bouchons à l'eau propre.
  - Lavez les bouteilles et bouchons à l'eau propre et au savon.
  - Rincez-les à l'eau propre et séchez-les.
  - Emballez les bouteilles et bouchons ensemble dans une double couche de papier crêpe (ne remplacez pas les bouchons sur les bouteilles, afin que la vapeur puisse y pénétrer).
  - Placez le paquet à l'envers dans l'autoclave, de sorte que l'ouverture des bouteilles soit orientée vers le bas.
  - Stérilisez le paquet à 1,05 bar (121°C) pendant 20 minutes conformément aux instructions du fabricant de l'autoclave. Cette opération devrait être effectuée de préférence par une personne expérimentée (dans un centre de santé, par exemple).
  - Conservez le paquet de papier crêpe en lieu sûr jusqu'à ce que les bouteilles stériles soient utilisées, c'est-à-dire dans les 2 semaines suivant la stérilisation (sinon, répétez la procédure).
- S'il n'y a pas d'autoclave, les bouteilles peuvent être "stérilisées" par ébullition :
  - Placez chaque bouteille et son bouchon non vissé dans de l'eau propre et faites bouillir pendant 20 minutes.
  - Retirez-les de l'eau après 20 minutes d'ébullition et laissez-les refroidir, tout en protégeant l'ouverture à l'aide d'une feuille d'aluminium flambée ou d'une compresse stérile.
  - Utilisez les bouteilles dès que possible.
- Ne touchez jamais l'intérieur de la bouteille / du bouchon stérilisé. Lors de l'échantillonnage, tenez le bouchon par l'extérieur ; ne le déposez jamais sans le mettre à l'envers. Pour des raisons de sécurité et de fiabilité, il vaut mieux doubler chaque échantillon.
- Le lest doit être désinfecté avant le prélèvement de l'échantillon d'eau : enlevez toute saleté potentielle, puis faites-le bouillir 20 minutes ou flambez-le à l'alcool.
- Pour l'analyse bactériologique d'une eau chlorée, il faut ajouter une solution de thiosulfate de sodium à chaque bouteille d'échantillonnage avant de procéder à la stérilisation. Ce produit neutralisera le chlore de l'échantillon d'eau qui, autrement, affecterait les résultats. Il existe également des sachets stériles à usage unique incluant du thiosulfate de sodium. Veuillez contacter votre technicien de référence pour de plus amples informations.
- Certains tests chimiques requièrent un échantillonnage particulier. Informez-vous auprès de votre technicien de référence.
- Notez les données suivantes sur chaque échantillon d'eau (et conservez-en une copie dans un carnet) :
  - numéro d'identification, lieu d'échantillonnage et type de ressource en eau (le plus précisément possible) ;
  - date et heure d'échantillonnage et d'expédition ;
  - substance(s) ou organisme(s) à identifier ; techniques spécifiques requises ;
  - traitement de l'eau, le cas échéant (produit de traitement et dosage) ;
  - température de l'eau au moment de l'échantillonnage (si possible).
- On peut souvent trouver des laboratoires susceptibles d'effectuer des analyses bactériologiques et chimiques dans la capitale de pays à faibles revenus, ainsi que dans les stations de traitement de l'eau ou les brasseries. Le principal problème, surtout pour l'analyse bactériologique, est d'amener l'échantillon d'eau à temps au laboratoire. Les échantillons doivent parvenir au laboratoire dans l'heure suivant l'échantillonnage s'ils sont conservés à température ambiante, ou dans les 6 heures s'ils sont conservés entre 4 et 6°C (mais pas congelés).
- S'il n'est pas possible d'acheminer les échantillons à temps au laboratoire, la seule alternative pour effectuer une analyse bactériologique réside dans des kits d'analyses de terrain (méthodes de la filtration sur membrane ou du nombre le plus probable (NPP / "Most Probable Number MPN"), p.ex. ; voir les manuels d'utilisation respectifs).
- Si l'eau est traitée au moyen de substances chimiques, les kits d'analyses de terrain (pour mesurer les résidus de fer / aluminium et/ou de chlore) sont essentiels pour permettre un suivi régulier de l'eau traitée.

## F.T. 2.12 Méthodes de traitement de l'eau

L'objectif des méthodes de traitement est d'obtenir de l'eau potable, c'est-à-dire "exempte" de contamination microbiologique, avec une faible concentration en substances chimiques toxiques et une faible turbidité. Bien qu'ils exercent un impact direct plus modéré sur la santé, les facteurs tels que la salinité, la couleur, l'odeur et le goût ne doivent pas être négligés.

### Méthodes de traitement de l'eau

#### Pour supprimer une contamination microbiologique

Le principal objectif du traitement de l'eau en situation précaire réside dans l'élimination des agents pathogènes. Les méthodes de traitement pour atteindre cet objectif sont les suivantes :

#### Désinfection physique

- La mise à température peut détruire les agents pathogènes. L'**ébullition** est une méthode efficace pour désinfecter de petites quantités d'eau (même turbide) si elle est effectuée correctement, mais elle n'offre aucune protection contre une contamination ultérieure (pas d'effet de rémanence). Pour être absolument certain d'avoir détruit tous les organismes pathogènes, il faut porter l'eau à vive ébullition pendant au moins une minute (bien que le temps minimal requis suscite beaucoup de discussions), avec une minute supplémentaire par pas de 1.000 m d'altitude. Cette méthode de traitement consomme beaucoup d'énergie et influence le goût de l'eau (problème qui peut être résolu via la réoxydation de l'eau en la remuant ou en la versant dans un autre récipient propre).
- Les **rayons UV** ont la capacité d'éliminer la plupart des agents pathogènes, mais ils n'offrent pas d'effet de rémanence pour la protection de l'eau traitée. L'irradiation UV peut néanmoins s'avérer une méthode de traitement très intéressante contre les agents pathogènes qui ne sont pas affectés par le chlore à des concentrations normales dans l'eau potable, comme le virus de l'hépatite E. Un autre intérêt de l'irradiation UV (dans le cadre d'un traitement à grande échelle) se manifeste lorsque l'ajout de chlore crée une variation significative dans la teinte de l'eau traitée.

Des lampes spéciales à UV- C ont été conçues pour désinfecter de grandes quantités d'eau non turbide en très peu de temps, mais elles sont assez fragiles. Après leur durée de vie prévue (information fournie par le fabricant), elles doivent être remplacées même si elles semblent encore fonctionner car leur fréquence d'irradiation s'est trop éloignée de la longueur d'onde bactéricide idéale (254 nm).

Pour les petites quantités d'eau non turbide (< 20 - 30 NTU ; F.T. 2.13), le principe de l'irradiation UV peut aussi être obtenu via le soleil. L'eau stockée dans des bouteilles en plastique (PET) lisses, sans rayures et transparentes de 1 - 1,5 l sera désinfectée, mais cette méthode requiert de longues périodes de lumière solaire à pleine intensité pour être efficace. Le délai peut être optimisé en peignant un côté de la bouteille en noir ou en la plaçant sur une tôle en fer ondulée noire afin d'accroître la température de l'eau. Il faudra néanmoins 6-8 heures d'exposition à la lumière solaire à pleine intensité.

- Certaines **procédures de filtration** permettent d'éliminer les agents pathogènes de l'eau brute. Les filtres de surface enlèveront toutes les particules, y compris les agents pathogènes au format supérieur à leur taille de pores, tandis que les particules plus petites resteront dans l'eau. Ces filtres incluent les filtres à bougies céramiques et à membrane, et devront être nettoyés ou remplacés régulièrement pour éviter un colmatage. La filtration lente sur sable, quant à elle, utilise une filtration mécanique combinée à une membrane biologique naturelle de micro-organismes qui se nourrissent de matière organique, y compris des agents pathogènes. Ils peuvent aussi éliminer les particules en suspension, mais les filtres seront rapidement colmatés si la turbidité est supérieure à 30 NTU (F.T. 2.17). Un prétraitement au moyen de filtres de dégrossissage, par exemple, sera donc nécessaire pour une fréquence de nettoyage bimestrielle. Aucun de ces filtres n'offre un effet de rémanence.

#### Désinfection chimique

- Plusieurs substances chimiques telles que le chlore, l'ozone et l'iode peuvent désinfecter l'eau. Tous ces produits ont leurs avantages et inconvénients mais la plupart des organisations humanitaires désinfectent l'eau au moyen de chlore (F.T. 2.19 à 2.23). La procédure de désinfection au chlore est relativement facile à mettre en œuvre, assez peu coûteuse et efficace contre la plupart des bactéries et virus. Un autre atout du chlore réside dans son effet de rémanence. Cela signifie que si une concentration adéquate de chlore a été ajoutée, une légère contamination accidentelle de l'eau traitée sera éliminée. Néanmoins, aux concentrations utilisées pour l'eau potable, le chlore n'éliminera pas les kystes protozoaires (Giardia ou Cryptosporidium) ni les œufs d'helminthes, et donc un risque pour la santé persistera.

Le chlore ne sera pas non plus efficace si l'eau est turbide. Il est donc important de mesurer la turbidité et, si nécessaire, de la supprimer avant de chlorer l'eau. La désinfection de l'eau potable au chlore, seule ou combinée à des prétraitements, devrait être systématique, surtout en cas d'urgence et dans les structures de santé.

### Pour supprimer une pollution chimique

Vu la multitude de substances chimiques existantes, il est difficile de déterminer si l'eau est polluée et encore plus par quelle substance (bien qu'il existe de nombreux kits d'analyse chimique ; contactez votre technicien de référence pour de plus amples informations). La suppression de substances chimiques est, par ailleurs, souvent difficile et coûteuse. La plupart des méthodes de traitement disponibles sur le terrain ne peuvent supprimer que quelques substances chimiques, néanmoins susceptibles d'influer sur l'odeur, le goût et la couleur. Il est donc recommandé de changer de ressources en eau dès que possible s'il y a présomption d'une pollution chimique.

### Pour supprimer la turbidité

La turbidité correspond à la quantité de particules en suspension dans l'eau (F.T. 2.13). Elle affectera donc directement l'acceptation de l'eau par les consommateurs. La plupart des méthodes de désinfection ne sont vraiment efficaces que s'il n'y a pas ou que peu de particules présentes dans l'eau. En cas de mesure (à l'aide d'un tube de turbidité), la valeur doit être inférieure à 5 (N)TU, et certainement à 20 (N)TU (pour les urgences aiguës). Si la turbidité dépasse ces valeurs recommandées, il convient d'effectuer un prétraitement tel qu'une sédimentation (naturelle ou assistée) et/ou une filtration avant d'entamer la désinfection.

#### Processus de sédimentation

- La **sédimentation naturelle** est un processus impliquant le stockage de l'eau brute dans un récipient durant une période donnée pour que les particules en suspension descendent sous l'effet de la gravité. Plus la période est longue, plus de particules se déposeront au fond du récipient, bien que cela puisse durer très longtemps. Ces particules tombantes piégeront également certains agents pathogènes qu'elles véhiculeront au fond du récipient, où ils finiront par mourir. Les longs délais d'attente (plusieurs heures à plusieurs semaines) rendent cette procédure peu pratique, voire irréalisable en cas d'urgence. L'eau stockée durant de longues périodes doit aussi être protégée du soleil afin d'éviter la propagation d'algues, de la prolifération de moustiques, de la poussière et d'autres contaminants susceptibles d'entrer dans le récipient.
- Pour accélérer le processus de sédimentation, des substances biologiques ou chimiques (sulfate d'aluminium, chlorure ferrique, etc.) peuvent être ajoutées à l'eau (F.T. 2.14 à 2.16). Ces substances, appelées "coagulants", aident les très petites particules en suspension à s'accumuler en flocs plus gros et plus lourds (densité plus élevée), qui se déposeront plus rapidement au fond du récipient. Comme le processus est assisté par l'ajout de coagulants, on l'appelle "**sédimentation assistée**".

La sédimentation assistée réduit considérablement la turbidité mais pour descendre en dessous de 5 NTU (valeur appropriée pour une chloration efficace), il faut un délai qui est souvent trop long pour les urgences. L'addition de flocculants ou l'utilisation de polymères peut réduire le temps de sédimentation (F.T. 2.14).

La concentration résiduelle de coagulants chimiques après sédimentation assistée sans filtration est souvent trop élevée par rapport aux directives de l'OMS. Ces résidus peuvent exercer un impact négatif sur la santé publique ou l'acceptabilité de l'eau potable aux yeux des bénéficiaires. De plus, la sédimentation assistée ne supprime pas totalement les agents pathogènes tels que les kystes protozoaires et les œufs d'helminthes. Pour toutes ces raisons, l'eau devrait de préférence être filtrée avant désinfection, surtout si une très faible turbidité est requise (pour les structures de santé, par exemple).

#### Processus de filtration

- Les processus de filtration (F.T. 2.17) utilisent un environnement poreux pour séparer les solides de l'eau. Cet environnement laisse le liquide passer et arrête les solides. Comme expliqué plus haut, les **filtres de surface** et **filtres à sable lents** peuvent réduire la turbidité mais se colmateront (assez) rapidement. Le colmatage n'étant pas un problème majeur pour les **filtres à sable rapides**, ceux-ci sont souvent privilégiés pour la filtration en cas d'urgence. Cette méthode de filtration peut succéder à une sédimentation assistée, ou être effectuée directement mais avec l'aide d'un coagulant (eau coagulée / flocculée directement filtrée sur le sable) puis suivie par une chloration.

## Remarques

- Les ressources intégralement protégées (puits protégés ou forages pourvus d'une bonne pompe à main, par exemple) et fournissant de l'eau sûre peuvent être exemptées d'un traitement. Néanmoins, si ces ressources sont équipées d'une pompe motorisée et d'un système de stockage centralisé (centres de santé, par exemple), il est recommandé de chlorer tout de même leur eau pour obtenir l'effet de rémanence.
- Seules les eaux brutes non turbides peuvent être envisagées pour une chloration simple, bien que les kystes protozoaires et les œufs d'helminthes survivent souvent à cette méthode de désinfection et suscitent toujours des risques pour la santé. Il faudra donc parfois combiner différentes méthodes de traitement, surtout si l'eau brute est turbide. Quelques exemples de scénarios :
  - Urgence aiguë : turbidité < 20 NTU => simple chloration (toujours un risque de kystes / d'œufs).
  - Urgence aiguë et chronique : turbidité > 20 NTU :
    - sédimentation assistée + chloration (toujours un risque de kystes / d'œufs d'helminthes).
    - filtration rapide et directe sur sable assistée + chloration (eau de bonne qualité, turbidité limitée à 300 NTU).
    - sédimentation assistée + filtration rapide sur sable + chloration (eau de bonne qualité).
  - Situation stabilisée : de préférence des ressources en eau ne requérant aucun traitement (hormis une chloration).

Propriétés de différents traitements visant la suppression de plusieurs "contaminants".

	Sédimentation naturelle	Sédimentation assistée	Bougies céramiques	Ultra-/manofiltration sur membrane	Filtration lente sur sable	Filtration rapide sur sable (avec l'aide d'un coagulant)	Chloration (avec les concentrations normales utilisées pour l'eau potable)
<b>Turbidité</b>	1 (longue période d'attente)	3 (période d'attente relativement longue pour obtenir une très faible turbidité)	3 (colmatage rapide, nettoyage fréquent)	3 (colmatage rapide, rétro-lavage fréquent)	2 (max. 30 NTU, filtres de dégrossissage nécessaires)	3 (jusqu'à 300 NTU)	0
<b>Bactéries (+/- 0,1-20 µm*)</b>	1 (longue période d'attente)	1	3	3	2 à 3	0 (1 en cas d'assistance par un coagulant)	3
<b>Virus (+/- 0,01-0,25 µm)</b>	0 à 1 (longue période d'attente)	1	2	3	1 à 2	0 (1 en cas d'assistance par un coagulant)	2 (certains virus survivront)
<b>Protozoaires et œufs d'helminthes (+/- 1-100 µm)</b>	0 à 1 (longue période d'attente)	1	3	3	3	3	1
<b>Sel</b>	0	0	0	1	0	0	0
<b>Couleur, odeur et goût</b>	1	1	1	2	2	2	1
<b>Remarques</b>	- utilisation peu fréquente en raison de sa faible efficacité	- réduction de la turbidité en cas d'urgence. - de préférence suivie d'une filtration rapide sur sable - obligatoirement suivie d'une chloration	- production peu élevée - habitations du personnel - petites structures de santé - traitement domestique	- plutôt fragile - coûteuse - post-chloration recommandée	- production lente - petites structures de santé - post-chloration recommandée	- camps - structures de santé - post-chloration obligatoire	- toujours dans les camps - recommandée dans les structures de santé - traitement domestique - effet de rémanence

En gris : les procédures de traitement les plus fréquemment utilisées par les organisations humanitaires, souvent en combinaison avec d'autres méthodes

0 : aucun impact, 1 : faible impact, 2 : impact moyen, 3 : impact important - \* µm = micron = 10<sup>-6</sup> m

## F.T. 2.13 Mesure de la turbidité

La turbidité est une caractéristique importante de l'eau. C'est une expression de la propriété optique qui entraîne la dispersion de la lumière et son absorption par des particules et molécules en suspension, au lieu de sa transmission rectiligne au travers d'un échantillon d'eau. Les particules en suspension interférant avec la clarté de l'eau peuvent inclure de l'argile, du limon, des matières inorganiques et organiques finement divisées, des composés organiques solubles colorés, du plancton et d'autres organismes microscopiques. La turbidité joue un rôle majeur dans l'efficacité de la chloration. L'objectif de sa mesure est de déterminer la nécessité ou non d'un prétraitement tel qu'une sédimentation naturelle ou assistée et/ou une filtration.

### Principes

La méthode la plus simple et la moins chère pour mesurer la turbidité consiste à utiliser un tube de turbidité, mais elle est aussi subjective. Il y a souvent un tube de turbidité dans les kits de chloration des organisations humanitaires ainsi que dans certains kits d'analyse bactériologique. Le tube de turbidité est un tube gradué long et fin, en plastique transparent avec un cercle ou une croix de couleur noire imprimé sur son fond. Les mesures effectuées avec un tube de turbidité sont exprimées en unités de turbidité (Jackson) ("(Jackson) Turbidity Units ou (JTU)").

Pour mesurer la turbidité de façon plus objective, il faut des instruments électroniques. Il en existe divers types, chacun avec sa propre précision et son prix. Les turbidimètres électroniques les plus précis mesurent, sous 90°, l'intensité résiduelle de la lumière émise par une lampe spécifique au travers d'un échantillon d'eau, éventuellement comparée à une mesure de l'intensité lumineuse à 180°. Ce système exprime les valeurs mesurées en unités de turbidité néphélométriques (Nephelometric Turbidity Units, NTU), unité la plus fréquemment utilisée.

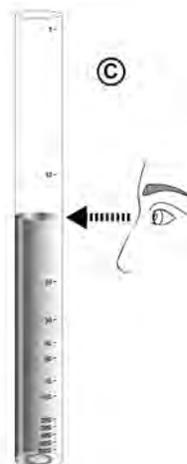
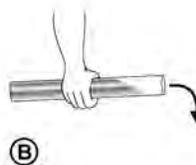
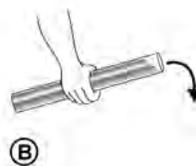
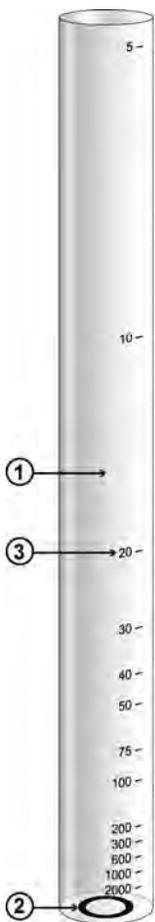
Comme une précision extrême n'est généralement pas indispensable sur le terrain et que les appareils électroniques sont coûteux, la turbidité sera presque toujours mesurée à l'aide du tube. Notez que certains tubes de turbidité sont pourvus, à tort, d'une échelle NTU mais comme cette dernière est similaire à l'échelle JTU, cela n'a pas vraiment d'importance. Il existe, de toute façon, d'autres unités de turbidité que JTU et NTU (selon le système de mesure électronique), toutes associées à une échelle similaire.

### Procédure

- Rincez 3 fois et abondamment le tube de turbidité avec l'eau à tester.
- Remplissez complètement le tube de turbidité (jusqu'au repère de 5 TU) avec de l'eau à tester.
- Attendez quelques secondes que l'eau se stabilise et que les bulles d'air disparaissent.
- Essayez de détecter le cercle ou la croix de couleur noire imprimé au fond du tube au travers de l'ouverture et de la masse d'eau. Cette opération doit s'effectuer avec le tube en position verticale.
- Enlevez progressivement l'eau du tube (si nécessaire) jusqu'à ce que le repère noir du fond puisse être discerné.
- Lisez le résultat en comparant le niveau d'eau dans le tube et la graduation apposée sur la paroi. Cette opération doit s'effectuer avec le tube en position verticale.
- Videz le tube et rincez-le trois fois avec de l'eau propre si possible.

### Remarques

- Ne chlorez jamais de l'eau turbide car les particules en suspension peuvent protéger des micro-organismes de l'action du désinfectant. L'eau à chlorer doit avoir une turbidité inférieure à 5 (N)TU mais en cas d'urgence aiguë, une turbidité maximale de 20 (N)TU est autorisée. Si la turbidité dépasse les valeurs recommandées, il convient d'effectuer un prétraitement tel qu'une sédimentation (naturelle ou assistée ; F.T. 2.14 et 2.16) et/ou une filtration (F.T. 2.17) avant d'entamer la chloration.
- La lecture d'un tube de turbidité doit s'effectuer dans de bonnes conditions d'éclairage (lumière du jour naturelle). Évitez néanmoins la lumière directe du soleil car elle pourrait fausser les résultats. Dans un lieu non ombragé, utilisez votre propre ombre. Il faut également retirer vos lunettes de soleil durant la mesure.
- Certains tubes de turbidité sont proposés en plusieurs sections à emboîter. Dans ce cas, veillez à tenir le tube par sa section inférieure afin d'éviter qu'il tombe et se brise durant le processus de remplissage ou la lecture.



**Légende**

**Apport**

- A. Détection du cercle (ou de la croix) de couleur noire
- B. Enlèvement progressif de l'eau dans le tube
- C. Lecture du résultat

- 1. Tube de turbidité (pas à l'échelle)
- 2. Cercle ou croix de couleur noire au fond du tube
- 3. Graduation

- Tube de turbidité

## F.T. 2.14 Coagulants / floculants

Si la turbidité de l'eau (brute) est élevée, la chloration sera inefficace. La turbidité recommandée pour une chloration efficace est de 5 (N)TU, bien qu'une valeur maximale de 20 (N)TU soit toujours acceptable durant la phase aiguë d'une urgence. Au-delà, il faudra réduire la turbidité de l'eau (brute). Si les particules responsables de la turbidité sont relativement grosses et lourdes (densité élevée), elles se déposeront naturellement dans l'eau calme. Sinon, une substance chimique ou biologique appelée "coagulant" peut être ajoutée à l'eau - séparément ou via un produit d'accélération combinant coagulation et floculation - pour faciliter la sédimentation ou la filtration rapide et directe sur sable.

### Principes

#### Coagulation / floculation

Les coagulants ont la capacité de neutraliser les phénomènes de répulsion électrique qui maintiennent les particules en suspension dans l'eau brute. Une fois la quantité adéquate de coagulant (souvent en solution) ajoutée et bien mélangée avec l'eau à traiter, les particules neutralisées peuvent s'agréger en floccs (floculation). Certains produits supplémentaires, appelés "floculants" (et parfois combinés), peuvent être ajoutés afin d'accélérer le processus de floculation. Pour déterminer la dose adéquate de coagulants / (floculants) à ajouter, il faut effectuer un "jar test" sur l'eau brute (F.T. 2.15).

#### Sédimentation assistée

Quand ces floccs seront devenus plus gros et plus lourds (densité plus importante) que les particules originales (suite aux processus de coagulation / floculation), ils commenceront à se déposer dans le récipient / réservoir d'eau. Ce phénomène réduira considérablement la turbidité de l'eau traitée (F.T. 2.16).

#### Filtration rapide et directe sur sable

Il est également possible d'enlever directement les floccs de l'eau à l'aide d'un filtre rapide sur sable, sans passer par le processus de sédimentation (F.T. 2.17). La filtration rapide et directe sur sable améliorera encore davantage la qualité de l'eau traitée par rapport à la sédimentation assistée, mais est limitée en cas de turbidité extrême (les périodes de filtration deviennent très courtes lorsque la turbidité de l'eau dépasse 300 NTU).

#### Combinaison sédimentation assistée / filtration rapide sur sable

Il est également possible de combiner une sédimentation assistée et une filtration rapide sur sable lorsqu'une eau à turbidité extrêmement élevée doit être traitée pour donner de l'eau de haute qualité.

#### Produits généralement utilisés dans le cadre de l'aide humanitaire

- Le sulfate d'aluminium,  $Al_2(SO_4)_3$ , est le coagulant le plus connu dans le monde entier. On peut le trouver dans la plupart des pays (à faible revenu), où il est souvent stocké dans les stations de traitement de l'eau, par exemple.
- Le chlorure ferrique,  $FeCl_3$ , est moins connu mais présente divers avantages par rapport au sulfate d'aluminium.
- Les polymères sont des coagulants / (floculants) très efficaces. Ces produits commencent à être disponibles sous forme de poudre et de pastilles, ce qui facilite leur transport par rapport aux polymères liquides.
- Il existe aussi des produits biologiques tels que la graine de *Moringa oleifera* moulue. Ils ne sont guère utilisés pour les traitements à grande échelle mais plutôt au niveau domestique.

Le tableau ci-dessous établit une comparaison entre différents coagulants chimiques, souvent utilisés par les organisations humanitaires :

Produit	Avantages	Inconvénients
<b>Sulfate d'aluminium</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cristallisé (parfois en blocs)</li> <li>• souvent disponible sur place</li> <li>• peu coûteux</li> <li>• pas de date d'expiration</li> <li>• souvent connu par les homologues nationaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• uniquement disponible sous de faibles concentrations (p/p* : 17 - 18%)</li> <li>• essentiellement utilisable dans une plage de pH de 6,0 à 7,4 (F.T. 2.10)</li> <li>• assez difficile à dissoudre</li> </ul>
<b>Chlorure ferrique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cristallisé (mais aussi disponible sous forme liquide)</li> <li>• concentration élevé (p/p.*: 60%)</li> <li>• utilisable dans une vaste plage de pH : de 5,0 à 9,0 (F.T. 2.10)</li> <li>• achat peu coûteux</li> <li>• pas de date d'expiration (stable, même dissous)</li> <li>• facile à dissoudre</li> <li>• aucune réglementation pour le transport par avion (IATA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rarement disponible sur place</li> <li>• importation requise</li> <li>• l'eau peut devenir jaunâtre</li> <li>• corrosif</li> <li>• les granulés absorbent très vite l'humidité devenant une pâte humide ou un bloc solide lorsqu'ils sont séchés (de sorte qu'il est difficile de préparer une solution mère)</li> </ul>
<b>Polymères</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• coagulants / floculants extrêmement efficaces</li> <li>• utilisables dans une très vaste plage de pH : de 4,0 à 9,0 (F.T. 2.10)</li> <li>• quantités requises généralement peu élevées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• concentration disponible souvent faible</li> <li>• le dosage peut s'avérer difficile</li> <li>• rarement disponible sur place</li> <li>• importation requise</li> <li>• ne restent pas longtemps stables</li> <li>• possibilité de réglementation spécifique pour le transport par avion (IATA)</li> <li>• peuvent s'avérer coûteux</li> </ul>

\* p/p : poids pour poids

### Préparation de la solution mère

- Les polymères sont souvent utilisés sous leur forme pure car leur processus de coagulation / floculation démarre déjà avec les éléments de l'eau utilisée pour réaliser la solution mère.
- Le chlorure ferrique et le sulfate d'aluminium doivent être utilisés sous une forme liquide, généralement une solution mère à 1%, bien que d'autres concentrations puissent parfois être requises. La préparation est similaire à celle des solutions chlorées (F.T. 2.20) :

$$X = Y \times N \times (100/C)$$

où X = grammes de produit à ajouter par litre d'eau pour atteindre la concentration souhaitée (g/l)

Y = concentration souhaitée (%) de la solution

N = 10 g/l : quantité de coagulant nécessaire pour préparer 1 litre de solution mère à 1% si la concentration est de 100%

(calcul : 1 l d'eau pèse 1.000 g ; 1% de 1.000 g = 10 g et solution à 1% = 10 g/l)

C = concentration du coagulant (p/p) ; comme indiqué sur l'emballage (%)

### Exemples :

Réalisez 1 litre de solution mère à 1% avec du FeCl<sub>3</sub>, concentré à 60% p/p

$$\rightarrow X = 1 \times 10 \times (100/60) = 16,7 \text{ g/l (environ 17 g/l)}$$

Réalisez 1 litre de solution mère à 1% avec du Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, concentré à 18% p/p

$$\rightarrow X = 1 \times 10 \times 100/18 = 55,6 \text{ g/l (environ 56 g/l)}$$

Réalisez 1 litre de solution à 2% avec du Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, concentré à 18% p/p

$$\rightarrow X = 2 \times 10 \times 100/18 = 111,1 \text{ g/l (environ 111 g/l)}$$

## Remarques

- En termes d'efficacité, les polymères sont de loin les meilleurs coagulants / (floculants) pour la sédimentation assistée. Ces produits sont généralement si actifs qu'une très petite quantité suffit. Ils sont efficaces dans une vaste plage de pH d'eau brute, et forment des floccs volumineux qui peuvent se déposer rapidement. Vu la formation de gros floccs, ces produits sont moins indiqués pour une filtration rapide et directe sur sable car ils peuvent colmater le milieu de filtration.
- Comme il est souvent difficile de réaliser une solution mère à partir de polymères, ceux-ci doivent être mélangés directement avec l'eau brute sous leur forme pure. Cela peut rendre l'affinement du processus de sédimentation assistée très difficile et un "jar test" quasi impossible. Une seringue d'insuline (1 ml) pourrait être utilisée pour tenter un "jar test" avec des béchers de 1 litre, car quelques gouttes de polymère liquide pur suffisent. En tant que tel, le "jar test" restera approximatif, mais suffisamment précis pour entamer le traitement de l'eau en cas d'urgence.
- Une alternative pour l'eau brute aux caractéristiques inconnues réside dans le chlorure ferrique car il peut aussi s'utiliser dans une plage de pH relativement large. Ce produit convient tant pour la sédimentation assistée que pour la filtration rapide et directe sur sable. Avec des temps de sédimentation assistée relativement courts lors d'un traitement d'urgence et/ou si le dosage est incorrect (pour les procédures de sédimentation assistée et de filtration), l'eau traitée au FeCl<sub>3</sub> peut devenir (quelque peu) jaunâtre. Bien que le fer ne soit pas néfaste à la santé humaine, les bénéficiaires pourraient rejeter l'eau traitée en raison de sa couleur, surtout si des concentrations résiduelles élevées rendent son goût désagréable. Quoi qu'il en soit, il est recommandé de veiller à ce que la concentration en fer (résiduel) demeure dans les normes agréées pour le long terme, à savoir 0,2 mg/l.
- Le sulfate d'aluminium est intéressant pour la sédimentation assistée et la filtration rapide et directe sur sable, d'autant plus qu'on peut en trouver presque partout dans le monde à des prix raisonnables. Idéalement, le pH de l'eau brute devrait se situer entre 6,0 et 7,4. Au-delà de cette plage, les quantités de produit requises augmentent considérablement. Il est recommandé d'acheter du sulfate d'aluminium directement sous forme cristallisée car la réduction de blocs en cristaux pour faciliter la préparation de la solution mère demande beaucoup de travail ainsi que des équipements de protection (gants, masque, lunettes de sécurité,...).
- Certaines études non confirmées prétendent qu'à long terme, les concentrations "élevées" en aluminium (dans l'eau potable) pourraient déclencher la maladie d'Alzheimer ainsi que des troubles neurologiques. Peut-être plus préoccupante pour les organisations humanitaires (d'urgence) est la crainte non confirmée que les enfants souffrant de malnutrition et consommant de l'eau à haute concentration en aluminium (résiduel) cessent de prendre du poids. Bien qu'il subsiste de nombreuses discussions concernant les éventuels effets néfastes de l'aluminium sur la santé, il est important de mesurer sa concentration résiduelle au moyen d'un kit d'analyse approprié après avoir traité l'eau avec un coagulant qui en contient. La concentration en aluminium résiduel devrait toujours être maintenue au niveau le plus bas possible (idéalement moins de 0,2 mg/l). Si l'une ou l'autre des valeurs mesurées s'écarte des normes habituelles (indicateurs), mieux vaut demander conseil à votre technicien de référence.
- Il convient d'observer des mesures de contrôle-qualité strictes lors de l'achat de substances chimiques pour le traitement de l'eau potable (coagulants, désinfectants, etc.). En cas d'achat local, contactez votre technicien de référence afin de vous assurer qu'elles conviennent pour la consommation humaine.
- Bien que le chlorure ferrique et le sulfate d'aluminium n'aient pas de date d'expiration, il est préférable de toujours les stocker dans des conditions adéquates, c'est-à-dire un lieu frais, sombre et peu humide.
- Plusieurs produits combinant un coagulant, quelques floculants éventuels et un désinfectant sont disponibles sous forme de pastilles ou de sachets. Destinés au traitement de l'eau pour des ménages individuels ou de petites communautés, ces produits demandent une certaine vigilance car ils impliquent l'ajout de substances chimiques en doses fixes à une certaine quantité d'eau brute - qui peut être de n'importe quelle qualité - sans "jar test" (F.T. 2.15) ni test Horrocks modifié (F.T. 2.21). La concentration en chlore résiduel libre (F.T. 2.22) dans l'eau traitée doit être au moins analysée. Il en ira de même, de préférence, pour la concentration d'aluminium ou de fer résiduel (selon le type de coagulant utilisé dans le produit). Si l'une ou l'autre des valeurs mesurées s'écarte des normes habituelles (indicateurs), mieux vaut demander conseil à votre technicien de référence. Outre les difficultés techniques potentielles, il convient d'accorder une grande attention à la procédure de distribution de ces produits. Il importe également de vérifier si les bénéficiaires utilisent correctement le produit. La mise en place d'une campagne de promotion et de formation sera dès lors essentielle.

## F.T. 2.15 “Jar test” pour coagulants

Un “jar test” permet de déterminer la quantité de solution (mère) de coagulant requise pour traiter un certain volume d'eau turbide. Si la dose de coagulant ajoutée est trop faible ou particulièrement excessive, aucune coagulation / floculation n'aura lieu. Une légère surdose n'empêchera pas la réaction mais entraînera un gaspillage de ressources et un accroissement de la concentration résiduelle.

### Procédure

#### Tests préliminaires

- Mesurez le pH et la turbidité de l'eau brute. Ces analyses peuvent être effectuées à l'aide du “pool tester” (F.T. 2.22) et du tube de turbidité (F.T. 2.13).
- Effectuez des analyses complémentaires sur la conductivité et l'alcalinité de l'eau (effet tampon du pH), surtout en cas d'échec du “jar test” pour de nombreux dosages de coagulant.

#### “Jar test” pour les solutions de sulfate d'aluminium / chlorure ferrique

- Préparez une solution mère à 1% du coagulant (F.T. 2.14).
- Placez au moins 5 béchers transparents de 1 litre sur une surface de travail plane. Les récipients transparents présentent l'avantage de permettre une détection aisée des floccs.
- Rincez tous les béchers trois fois avec l'eau brute à traiter.
- Remplissez les béchers rincés jusqu'au repère de 1 litre avec l'eau brute à traiter.
- Injectez à l'aide d'une seringue (d'une capacité de 10 ml, par exemple) une dose de solution de coagulant à 1% dans chaque bécher, en augmentant progressivement la quantité (ex. : 0,5, 1, 3, 5 et 7 ml). Notez les doses injectées sur les béchers afin d'éviter toute confusion par la suite.
- Brassez soigneusement le coagulant en mouvements circulaires pendant environ une minute, juste après l'injection de la dose. Cette opération peut s'effectuer avec la seringue même.
- Vérifiez si des floccs commencent à apparaître dans un ou plusieurs récipients au bout d'un certain temps. Ce processus devrait normalement se manifester avant que l'eau cesse de tourner dans le bécher. Dans le cas contraire, il y a peu de chances que des floccs se forment encore.
  - Si aucun flocc ne s'est formé dans l'un ou l'autre bécher avant que l'eau ne cesse de tourner, il faudra répéter tout l'essai de floculation avec des doses plus importantes, bien que l'absence de floculation dans l'eau brute puisse avoir d'autres raisons (mauvaise conductivité et/ou effet tampon du pH, par exemple).
  - Si des floccs se sont formés dans le bécher à dosage élevé mais pas dans les béchers à dosages plus faibles, vous pourrez ajouter la dose la plus élevée (7 ml, p.ex.) à chacun de ces derniers béchers (en allant jusque 7,5, 8, 10 et 12 ml, p.ex.).
  - Si aucun flocc ne s'est formé dans le cas des dosages élevés uniquement, il se peut que la dose “idéale” ait été dépassée.
- Attendez environ 30 minutes après la fin du processus de mélange pour que les floccs se déposent.
- Comparez visuellement les résultats dans les différents béchers (turbidité, taille des floccs, vitesse de sédimentation). Le bécher offrant les meilleurs résultats indique la quantité de coagulant à ajouter par volume d'eau brute donné. Si vous hésitez entre deux récipients, la dose “idéale” se situe probablement entre les deux.
- Affinez le dosage autour des valeurs les plus favorables et répétez entièrement l'essai de floculation selon la procédure décrite plus haut. À titre d'exemple, si les béchers contenant 3 et 5 ml de coagulant ont donné les meilleurs résultats préliminaires, vous pouvez répéter l'essai de floculation avec des dosages situés entre ces valeurs (3 ml, 3,5 ml, 4 ml, 4,5 ml et 5 ml).
- Attendez environ 30 minutes après la fin du processus de mélange pour que les floccs se déposent.
- Comparez visuellement les résultats dans les différents béchers (turbidité, taille des floccs, vitesse de sédimentation). Vous pouvez essayer de verser doucement le surnageant dans un tube de turbidité, sans entraîner ni disloquer les floccs. S'il reste difficile de déterminer le meilleur résultat parce que la turbidité est identique dans plusieurs béchers, choisissez celui où vous avez injecté le moins de solution de coagulant. Notez que l'essai de floculation (sur le terrain) n'est qu'un indicateur de la quantité de solution de coagulant à ajouter en réalité.
- Extrapolez la quantité de coagulant nécessaire à la production d'un gros volume d'eau (30 m<sup>3</sup>, par exemple), d'après la dose “idéale” déterminée par le “jar test”.

#### Exemple pour le sulfate d'aluminium

L'essai de floculation indique 3 ml de solution de Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> à 1% par litre d'eau brute, extrapolés pour un réservoir de 30.000 l

→ 3 ml/l x 30.000 l = 90.000 ml/réservoir = 90 l de solution mère à 1% par lot de 30.000 l.

Sur la base de l'ingrédient actif Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, il faudra 5 kg pour les 90 l (55,6 g/l x 90 l ; F.T. 2.14).



### Légende

1. Récipients (1 l) contenant de l'eau brute
2. Seringue avec solution de coagulant

### Apport

- Bêchers transparents de 1 l (ou récipients similaires : verres, bocaux en verre, seaux en plastique)
- Seringue (10 ml)
- Coagulant (solution)
- Montre
- Tube de turbidité
- "Pool tester"
- (Conductimètre)
- (Test d'alcalinité)

### Polymères

- Comme il est souvent impossible de préparer des solutions mères à partir de polymères (ils pourraient déjà flocculer avec l'eau de la solution), ces coagulants doivent être utilisés sous leur forme pure. La réalisation et l'interprétation du "jar test" sont donc extrêmement difficiles en raison des très faibles volumes de produit requis pour traiter l'eau turbide (de l'ordre de 0,01 à 0,15 ml/l d'eau brute). Vous pourriez utiliser une seringue d'insuline (1 ml) pour tenter un "jar test" avec des bêchers de 1 litre. Dans pareil cas, l'essai de floculation restera approximatif, mais suffisamment précis pour entamer le traitement de l'eau en situation d'urgence.
- Voilà pourquoi l'essai de floculation à base de polymères est souvent omis en cas d'urgence et les tests sont effectués directement sur place, à grande échelle. Quoi qu'il en soit, le dosage des polymères est généralement moins critique que celui des coagulants tels que le sulfate d'aluminium ou le chlorure ferrique. Il convient néanmoins d'analyser régulièrement la concentration d'aluminium / fer résiduel dans l'eau traitée.
- Dans la pratique, prévoyez environ 0,5 à 3 l de polymères liquides par réservoir de 30 m<sup>3</sup>. N'oubliez pas que ces valeurs ne sont qu'une indication dont la plage devrait faire l'objet de tests à grande échelle.

### Post-tests

- Mesurez le pH et la turbidité de l'eau traitée au moyen du "pool tester" (F.T. 2.22) et du tube de turbidité (F.T. 2.13). Ces tests sont en fait des tests préliminaires pour la chloration (test Horrocks modifié) (F.T. 2.21 et 2.22).
- Analysez la concentration en métal résiduel en fonction du coagulant utilisé (fer ou aluminium). Leur concentration doit normalement être inférieure à 0,2 mg/l. Notez qu'après un "jar test" et une sédimentation assistée en situation d'urgence, les concentrations sont souvent jusqu'à 10 fois plus élevées.

## Remarques

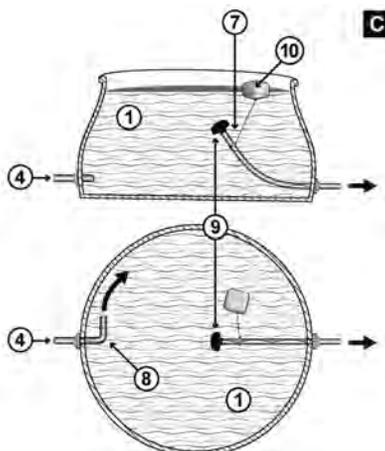
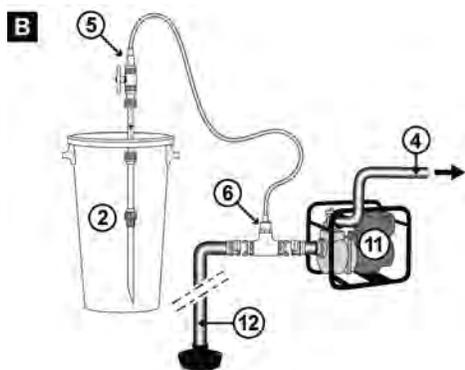
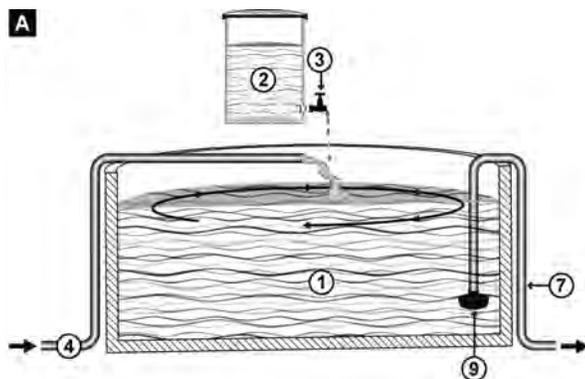
- Si des béciers transparents ne sont pas disponibles, vous pouvez utiliser de grands verres (chopes, p.ex.), des bocaux en verre, ou même des seaux en plastique ayant un volume identique et connu. Pendant le “jar test”, les doses de coagulant injectées devront être adaptées au volume des récipients.
- Le brassage vigoureux juste après l’injection du coagulant dans l’eau brute est important pour obtenir un mélange homogène. Cela évite les sur- et sous-dosages à différents endroits du récipient et optimise la formation de floccs. Dans des conditions de laboratoire, un lent mélange continuera pendant 20 minutes après ce brassage, à des vitesses spécifiques, via un dispositif électrique. Comme cette opération est très difficile à réaliser manuellement sur le terrain, le mélange lent est limité au tourbillon suivant l’arrêt du brassage vigoureux. Cette technique n’est pas idéale mais elle donne une bonne indication de la dose de coagulant requise.
- Si l’alcalinité (effet tampon du pH) de l’eau brute est faible, son pH peut chuter considérablement après l’ajout de coagulants, vu que la plupart d’entre eux sont acides. Ce phénomène peut exercer une influence importante sur la quantité de coagulant requise, surtout en cas d’utilisation de sulfate d’aluminium. Un faible effet tampon du pH pourrait même inhiber le processus de coagulation / floculation. Le pH de l’eau brute peut être adapté (augmenté ou diminué) à l’aide de certains produits (respectivement de la chaux ou de l’acide sulfurique, p.ex.), mais vu les difficultés spécifiques de l’opération (dosage, sécurité, etc.), il serait préférable de demander conseil à votre technicien de référence.
- Une très faible concentration d’ions (faible conductivité) dans l’eau brute peut également perturber le processus de coagulation / floculation. Une légère augmentation de la conductivité via l’ajout d’un peu de sel de cuisine pourrait résoudre le problème mais il est recommandé de contacter votre technicien de référence pour un complément d’informations.
- La présence de grandes quantités d’algues ou d’autres matières organiques issues de marais, par exemple, peut exiger l’utilisation d’une quantité de coagulant nettement plus importante.

## F.T. 2.16 Sédimentation assistée par lots / ("batch")

La sédimentation naturelle peut prendre beaucoup de temps, mais il est possible de l'accélérer considérablement via l'ajout d'un coagulant (et de floculants) à l'eau brute. Ce procédé est appelé "sédimentation assistée". Les coagulants (et floculants) stimulent l'aggrégation des microparticules en suspension afin d'augmenter leur volume et leur poids (densité accrue). Ainsi, elles se déposeront plus vite, réduisant la turbidité de l'eau dans un délai plus raisonnable.

### Procédure

- Installez le réservoir de sédimentation de préférence à un endroit proche de la ressource en eau brute, mais suffisamment éloigné pour éviter son inondation en cas d'élévation (soudaine) du niveau de l'eau. Assurez-vous que le réservoir est installé sur une "plate-forme" solide et horizontale pour des raisons de sécurité.
  - Dans des situations d'urgence, les réservoirs de type oignon ou les grands réservoirs (circulaires) à châssis métallique et revêtement intérieur plastique sont les plus faciles et rapides à installer (F.T. 2.35 ; 2.36). Ces réservoirs doivent avoir une hauteur utile d'au moins 1 m.
  - Il est également possible d'utiliser des réservoirs maintenus par des plaques métalliques, mais leur installation demande davantage de temps (F.T. 2.35).
- Installez une motopompe avec les accessoires requis (crépine, tuyaux d'aspiration et de refoulement, etc. ; F.T. 2.28).
- Ajoutez le coagulant (solution) en quantités proportionnelles (telles que déterminées par le "jar test" ; F.T. 2.15) pendant que le réservoir est rempli d'eau brute. Le coagulant peut être ajouté à l'eau brute de diverses manières :
  - Système goutte à goutte simple (pour tous types de solutions de coagulants / polymères liquides) :
    - Le principe de ce système consiste à mélanger le coagulant en le laissant tomber goutte à goutte dans l'eau brute qui s'écoule du tuyau de refoulement de la pompe (voir figure A). L'avantage est qu'il suffit d'un récipient en plastique avec un robinet pour réguler le flux de coagulant. Le récipient doit être installé sur une plate-forme, au-dessus du tuyau de refoulement. Ce dernier sera de préférence tangent au réservoir afin de créer un mouvement circulaire dans l'eau coagulée et, par conséquent, d'améliorer le processus de floculation. L'eau tombant dans le réservoir pourrait néanmoins briser les floccs en cours de formation dans l'eau tourbillonnante (surtout si le réservoir est encore relativement vide).
    - Si des polymères liquides sont utilisés en tant que coagulant, un jerrycan de 20 l avec robinet peut s'avérer un récipient suffisant. Le dosage peut éventuellement être affiné dans une certaine mesure via l'ajout d'un équipement d'infusion si disponible.
    - Des quantités relativement importantes de solutions de sulfate d'aluminium ou de chlorure ferrique seront requises et nécessiteront donc un récipient plus volumineux (fût de 120 l pour les interventions en cas de choléra, par exemple) ou plusieurs jerrycans.
  - Doseur d'Aspiration ("Suction Side Doser, SSD") (uniquement pour les solutions de coagulant, pas pour les polymères liquides) :
    - Ce système, doté d'une valve de régulation et d'un petit débitmètre, s'installe à l'entrée de la pompe (voir figure B), de sorte que la solution de coagulant puisse être "aspirée" proportionnellement au débit d'eau brute. Le mélange rapide des deux liquides par le rotor (roue à aubes) de la pompe optimise le processus de coagulation. Le coude à 90° (voir figure C) permet à l'eau coagulée d'arriver en mouvement circulaire au fond du réservoir, ce qui améliorera le processus de floculation sans briser les floccs déjà formés. Tous ces facteurs permettent d'accroître la réduction de la turbidité.
    - Le débit d'injection de la solution de coagulant dépend du "jar test". À titre d'exemple, si cet essai indique la nécessité de 4 ml de solution de coagulant par litre d'eau brute :
    - Le débit de pompage de l'eau brute est de 25.000 l/h.
    - Le débit d'injection de la solution de coagulant est de 4 ml/l x 25.000 l/h = 100.000 ml/h = 100 l/h.
    - Tournez la valve de régulation du système "SSD" de manière à fixer un débit de 100 l/h (indiqué par le débitmètre du système "SSD").
- Laissez les floccs se déposer au fond du réservoir lorsque ce dernier est entièrement rempli. Ce processus peut durer plusieurs heures.
- Récupérez soigneusement l'eau purifiée. Les floccs déposés peuvent être pompés lorsque le débit est trop élevé ou si l'entrée des tuyaux de récupération arrive trop près de la boue au fond du réservoir. Parfois, les floccs peuvent flotter à la surface de l'eau. Dans ce cas, l'eau purifiée doit être récupérée en dessous. Pour résoudre ces problèmes, un tuyau de récupération avec flotteur peut être branché à une sortie située à l'intérieur du réservoir (voir figure C). Cette méthode permet aussi d'extraire l'eau traitée par gravité en toute sécurité. Elle est vivement recommandée en cas d'utilisation d'un réservoir de type oignon pour la sédimentation.



### Légende

### Apport

- A. Système goutte à goutte et récupération à partir d'un réservoir rigide ouvert  
 B. Doseur d'Aspiration ("Suction Side Doser, SSD")  
 C. Aménée d'eau vers (pour le système "SSD") et récupération d'eau depuis le réservoir ouvert

1. Réservoir d'eau
2. Récipient de coagulant
3. Valve / robinet du récipient de coagulant
4. Tuyau de refoulement
5. Doseur d'Aspiration / "Suction Side Doser, SSD" (valve de régulation / débitmètre)
6. Raccordement du système "SSD" à la pompe
7. Tuyau de récupération pour l'eau traitée
8. Coude à 90°
9. Crépine sur le tuyau de récupération
10. Flotteur
11. Motopompe
12. Tuyau d'aspiration avec crépine

- Réservoir (de type piscine ou oignon)
- Jerricans en plastique de 20 l ou fût de 120 l
- Matériaux / outils de construction pour la plateforme
- Doseur d'Aspiration / "Suction Side Doser, SSD"
- Tuyaux, raccords en T et valves
- Coagulant (solution)
- Pompe de surface motorisée et accessoires (kit)
- Flotteur
- Bâtons et cordes afin de préparer la croix qui empêchera une descente trop profonde du tuyau de récupération flottant

## Remarques

- La sédimentation assistée par lots (“batch”) est une méthode de traitement efficace durant la première phase d’une urgence ou en tant que prétraitement avant filtration, car elle ne demande qu’une quantité limitée de matériel. L’installation de plusieurs réservoirs en parallèle pourrait néanmoins s’avérer nécessaire pour atteindre le taux de production d’eau requis, selon le temps de sédimentation des floccs.
- Ne pas utiliser de réservoirs souples (“bladders”) pour la sédimentation (assistée) car leur forme ne permet pas un mouvement circulaire de l’eau coagulée et il serait difficile de récupérer l’eau traitée sans entraîner de floccs. Comme ce type de réservoir est entièrement fermé, il serait également difficile d’enlever les sédiments par la suite.
- Outre la procédure par lots / (“batch”) décrite plus haut, la sédimentation assistée peut aussi être effectuée en continu par décantation lamellaire ou clarification à flux ascendant, par exemple.
- Les polymères présentent de meilleures performances que les autres coagulants utilisés sur le terrain pour la sédimentation assistée. Mais comme ils s’utilisent non dilués (vu les difficultés d’obtention d’une solution mère), leur dosage est plus délicat. Les coagulants tels que le sulfate d’aluminium et le chlorure ferrique s’ajoutent à l’eau brute en tant que solution diluée (généralement une solution mère à 1%), de sorte que leur dosage est moins difficile (F.T. 2.14).
- La sédimentation assistée doit être suivie d’une autre méthode de traitement, impliquant au moins une désinfection de l’eau. Tenez compte du fait que ni la sédimentation assistée ni le chlore n’élimineront l’ensemble des kystes et œufs d’helminthes. Il est donc recommandé de filtrer l’eau avant la chloration, surtout s’il faut une eau de très bonne qualité (structures de santé, par exemple).
- Vu les délais de sédimentation relativement courts en cas d’urgence, l’eau traitée présente souvent des concentrations résiduelles élevées de coagulants métalliques (la valeur standard est de 0,2 mg/l mais la concentration réelle est souvent jusqu’à 10 fois plus élevée). Des kits d’analyse pour mesurer la concentration en aluminium / fer résiduel devraient être disponibles sur place afin de permettre un suivi régulier de l’eau traitée.
- Ces concentrations résiduelles élevées dues aux coagulants pourraient exercer un impact négatif sur la santé de personnes vulnérables (enfants souffrant de malnutrition grave, par exemple) ou sur l’acceptabilité de l’eau aux yeux des consommateurs (couleur, goût). Ces concentrations en métaux résiduels peuvent être réduites par le biais d’une filtration (rapide sur sable).
- La boue ne doit pas nécessairement être enlevée après chaque cycle car elle contribue à la formation de floccs lors du lot (“batch”) suivant (surtout si la turbidité de l’eau brute est assez faible). La production d’eau au fil des cycles diminuera néanmoins à mesure que la couche de boue s’épaissira. Il est donc nécessaire de nettoyer le réservoir à intervalles réguliers. Cette opération peut être effectuée manuellement en plaçant les floccs en suspension (à l’aide de balais souples, par exemple) durant le drainage du réservoir ou par le biais d’une pompe motorisée ou, mieux encore, d’une pompe vide-cave (F.T. 2.25).
- Pour préserver l’environnement, il conviendrait de creuser une fosse de sédimentation pour le passage de l’eau drainée. Si le temps de rétention dans la fosse est suffisamment long, les floccs peuvent se déposer. Au départ, il se peut que l’eau drainée s’infilte dans le sous-sol mais après un certain temps, le sol sera certainement saturé. L’eau “excédentaire” doit être drainée vers l’eau de surface, mais en aval du point de captage de la pompe à eau brute.
- Le Doseur d’Aspiration / “Suction Side Doser, SSD” ne peut être utilisé pour les polymères liquides car sa régulation n’est pas suffisamment fine pour le produit non dilué. L’agressivité de certains polymères risquerait en outre de détruire le joint de l’arbre de pompe.
- Plusieurs produits combinant un coagulant, quelques flocculants éventuels et un désinfectant sont disponibles sous forme de pastilles ou de sachets. Destinés au traitement de l’eau pour des ménages individuels ou de petites communautés, ces produits demandent une certaine vigilance car ils impliquent l’ajout de substances chimiques en doses fixes à une certaine quantité d’eau brute - qui peut être de n’importe quelle qualité - sans “jar test” (F.T. 2.15) ni test Horrocks modifié (F.T. 2.21). La concentration en chlore résiduel libre (F.T. 2.22) dans l’eau traitée doit être au moins analysée. Il en ira de même, de préférence, pour la concentration en aluminium ou fer résiduel (selon le type de coagulant utilisé dans le produit). Si l’une ou l’autre des valeurs mesurées s’écarte des normes habituelles (indicateurs), mieux vaut demander conseil à votre technicien de référence. Outre les difficultés techniques potentielles, il convient d’accorder une grande attention à la procédure de distribution de ces produits. Il importe également de vérifier si les bénéficiaires utilisent correctement le produit. La mise en place d’une campagne de promotion et de formation sera dès lors essentielle.

## F.T. 2.17 Méthodes de filtration

L'obtention d'une eau potable de haute qualité requiert souvent une filtration, processus basé sur un milieu poreux qui sépare les solides de l'eau en laissant le liquide passer et en retenant les solides. La plupart des systèmes utilisés sur le terrain fonctionnent via une filtration sur support / surface ou à lit granulaire. Vous trouverez ci-dessous quelques exemples de processus courants.

### Filtration sur support / surface

Tous les systèmes basés sur une filtration sur support / surface fonctionnent de façon similaire : l'eau doit traverser une surface aux pores très fins, qui retient les particules plus grosses que ses pores. Ces filtres sont efficaces mais se colmatent rapidement quand la turbidité de l'eau est élevée. Il faut donc les nettoyer régulièrement, et même les remplacer fréquemment dans certains systèmes. Les filtres de surface typiques incluent les filtres à cartouches et membrane.

#### Filtration par cartouche (bougie)

L'eau brute traverse des cartouches finement poreuses, constituées de métaux, fibres ou matériaux céramiques. Les particules en suspension, kystes, (œufs d')helminthes, la plupart des bactéries et certains virus seront retenus. L'eau traitée sera donc de bonne qualité. Cependant, l'eau turbide colmatera les filtres assez rapidement à mesure que les particules se déposeront sur leur surface (plus grande est la turbidité, plus rapide sera le colmatage). Même avec une faible turbidité, les cartouches devront être nettoyées fréquemment, surtout si elles sont sous pression.

Les bougies céramiques (F.T. 2.18) sont généralement utilisées pour le traitement domestique de l'eau, en raison de leur faible production d'eau. On en trouve essentiellement dans les kits de survie, les maisons d'expatriés et, parfois, les (petites) structures de santé. Dans certaines circonstances, elles peuvent néanmoins constituer le choix privilégié pour le traitement domestique des eaux d'une population. Comme les bougies doivent faire l'objet d'un nettoyage abrasif régulier au moyen d'une brosse ou d'une éponge rugueuse, elles doivent être souvent remplacées (idéalement tous les six mois et au moins une fois par an).

#### Filtration sur membrane

Cette méthode repose sur des membranes perméables, souvent enroulées comme des pailles stockées à l'intérieur de conteneurs cylindriques. Le type de filtration (**micro-, ultra- ou nanofiltration**) est déterminé par la taille des pores de la membrane. Comme ils sont extrêmement fins, les particules en suspension, kystes, œufs d'helminthes et bactéries peuvent être retenus - et même les virus en cas d'utilisation de membranes à ultra- ou nanofiltration. Si efficace que soit ce type de filtration, la post-chloration demeure vivement recommandée pour assurer un effet de rémanence. Ces types de systèmes appliquent le principe de la filtration sur surface, et ont donc tendance à se colmater assez rapidement, surtout si la turbidité est élevée. Des rétro-lavages (très) réguliers à l'eau propre sont par conséquent nécessaires, mais ils font souvent l'objet d'une gestion automatique. Ces systèmes de filtration produisent de l'eau de très haute qualité sans requérir de substances chimiques (hormis la post-chloration recommandée et certains acides / alcalis pour un nettoyage occasionnel), mais ils sont aussi très coûteux et les membranes demeurent relativement fragiles.

L'**osmose inversée** est également associée à la technologie membranaire. Dans ce cas, des pressions (extrêmement) élevées sont utilisées pour débarrasser l'eau même d'éléments dissous tels que le sel. Ces systèmes ne sont pas du tout adaptés aux eaux turbides. Il existe également des filtres à **osmose directe** à petite échelle pour la suppression des agents pathogènes. Leur action filtrante est actionnée non par la pression hydraulique (pompe, gravité) mais par la pression osmotique.

### Filtration sur lit granulaire

Dans le cadre de ce processus, les matières en suspension sont retenues dans les espaces intergranulaires du matériau filtrant (souvent du sable). En général, deux méthodes de traitement fondées sur le principe du lit granulaire sont couramment utilisées : la filtration lente et rapide sur sable. La filtration lente sur sable est un processus à la fois mécanique et microbiologique. La filtration rapide sur sable, quant à elle, est un processus exclusivement mécanique, également basé sur le tamisage mais surtout sur le principe de l'adsorption.

## **Filtration lente sur sable**

La combinaison entre la filtration mécanique du lit de sable granulaire et la membrane biologique (appelée "Schmutzdecke") qui se formera au-dessus après un certain temps peut enlever les kystes, les œufs d'helminthes, une grande partie des bactéries et même certains virus de l'eau. Ce processus donne aussi de bons résultats pour la clarification de l'eau brute, tant qu'elle ne contient pas trop de particules en suspension. La filtration lente sur sable ne convient pas pour les turbidités supérieures à 30 NTU. En cas de turbidité plus élevée, l'eau brute doit passer par des filtres de dégrossissage, qui assurent une sédimentation naturelle. Une post-chloration de l'eau quittant les filtres à sable lents est toujours recommandée pour obtenir un effet de rémanence.

Si simple que paraisse le processus, il comporte certaines limites. Comme la vitesse est peu élevée (0,1 - 0,3 m/h), les pertes de charge demeurent faibles, et la filtration peut donc s'effectuer par gravité. D'un autre côté, il faut de gros filtres pour produire suffisamment d'eau pour une grande population (à titre d'exemple, une surface de 20 m<sup>2</sup> donnera un débit de 2 à 6 m<sup>3</sup>/h). Le système doit fonctionner 24 heures sur 24 pour garantir la qualité de l'eau. Une fois l'entretien effectué, il faudra plusieurs jours pour que le Schmutzdecke se reforme, et les agents pathogènes ne seront pas enlevés durant cette période. Pour remédier à ce problème, il convient d'installer deux filtres à sable lents en parallèle et de les entretenir en alternance. Une autre option consiste à construire un grand réservoir qui ne pourra être rempli que si la production quotidienne du filtre à sable lent est (nettement) supérieure à la demande quotidienne.

Comme sa capacité de production est relativement faible, la filtration lente sur sable n'est pas souvent utilisée en situation d'urgence. Contactez votre technicien de référence avant d'y recourir.

## **Filtration rapide sur sable**

Un filtre à sable rapide se fonde sur deux principes : un peu d'épuration mécanique et surtout une adsorption physique à la surface des grains de sable. Un système de filtration rapide sur sable peut être installé après un processus de sédimentation assistée afin d'enlever les floccs (y compris les bactéries et virus qu'ils contiennent), kystes et œufs d'helminthes qui, autrement, persisteraient dans l'eau. Le filtre à sable rapide pourra également enlever les résidus de la coagulation (fer ou aluminium, p.ex.). Ce système donne de l'eau de bonne qualité mais requiert trois étapes différentes incluant la post-chloration.

Une filtration rapide sur sable directe et assistée est également possible. Un coagulant sera alors ajouté et les floccs seront directement filtrés sans passer préalablement par une sédimentation dans un réservoir. Ce processus enlèvera les résidus de coagulants jusqu'à l'obtention de concentrations acceptables (peut-être même moins de 0,2 mg/l, ce qui représente la norme maximale), réduira très efficacement la turbidité de l'eau brute (< 5 NTU) et retiendra la plupart des œufs d'helminthes et kystes. Cela dit, la turbidité de l'eau brute ne devrait pas dépasser 300 NTU, sinon les périodes de filtration deviendront trop courtes et les rétrolavages seront trop souvent nécessaires. Dans pareilles situations, il est recommandé d'intégrer une sédimentation assistée (par lots / ("batch") ou en continu) avant la filtration.

Selon l'application, la filtration rapide sur sable atteindra des vitesses de 4 à 50 m/h, de sorte qu'une production d'eau (relativement) élevée est possible avec de petits filtres. Plusieurs filtres à lits filtrants de différentes granulométries peuvent être placés en série afin d'optimiser la réduction de la turbidité sur des périodes de filtration plus longues. Les rétrolavages des filtres sont effectués à l'aide d'eau préfiltrée ou totalement traitée, mais l'air comprimé, tel qu'utilisé dans les grosses stations de traitement de l'eau, est souvent abandonné pour les petites unités de traitement de terrain en raison de la complexité et des dépenses supplémentaires propres à ce processus.

Comme le temps de contact entre l'eau et le sable est court, il est impossible d'obtenir l'action biologique observée durant la filtration lente sur sable. Ainsi, les bactéries et virus libres qui ne sont pas emprisonnés dans les floccs ne seront pas éliminés par la filtration rapide sur sable et une post-chloration devient obligatoire.

La filtration rapide sur sable directe est une méthode fréquemment utilisée pour les kits de traitement d'eau de terrain. Cela s'explique par :

- la production potentielle d'une quantité importante d'eau de haute qualité (en combinaison avec une post-chloration et éventuellement une pré-sédimentation) ;
- un prix d'achat relativement bas ;
- de faibles coûts d'exploitation et d'entretien.

## F.T. 2.18 Filtres à bougies céramiques

L'eau traverse des parois céramiques microporeuses dont les pores mesurent environ  $0,45 \mu\text{m}$  de diamètre (selon la qualité du filtre), retenant toutes les particules de dimensions supérieures à la surface du filtre à bougies. Les filtres à bougies céramiques peuvent donc enlever presque toute matière en suspension dans l'eau, y compris les protozoaires, les œufs d'helminthes, la plupart des bactéries et divers virus. Cette technique est néanmoins inefficace pour les substances dissoutes telles que les sels et polluants chimiques. Certains types de filtres à bougies céramiques contiennent des sels d'argent, qui sont bactéricides et empêcheront la formation d'un biofilm à l'intérieur des bougies. En fonction des modèles, les bougies peuvent aussi inclure du charbon actif pour l'adsorption de certaines substances dissoutes, réduisant ainsi le risque d'altération du goût, de l'odeur et de la couleur de l'eau.

### Principe

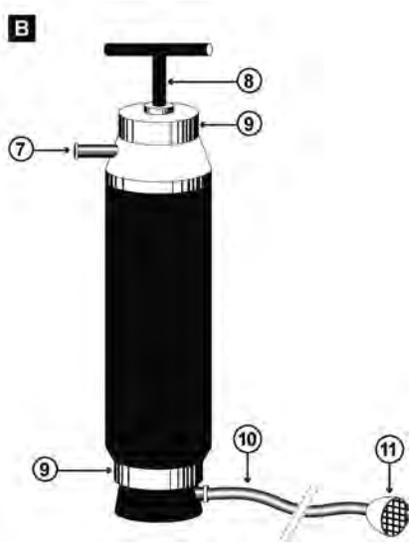
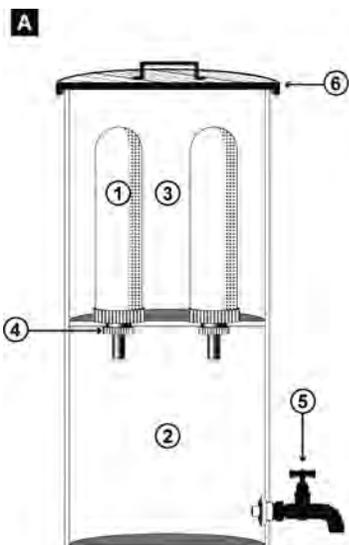
- **Filtre gravitaire** : un récipient contenant plusieurs bougies est placé au-dessus d'un autre collectant l'eau traitée. En remplissant le récipient supérieur, l'eau traverse les bougies au goutte à goutte (à condition qu'elles ne soient pas encrassées) pour parvenir au récipient inférieur. L'eau filtrée peut être prélevée immédiatement via le robinet du récipient inférieur.
- **Filtre à pompe** : dans ce cas, l'eau est acheminée sous pression au travers du filtre à l'aide d'une petite pompe à main intégrée, qui accroît le débit. La crépine de son tuyau d'aspiration en plastique doit être placée dans l'eau brute avant la mise en route du pompage.

### Procédure et entretien

- Assemblez correctement les bougies du filtre gravitaire avec leurs rondelles en caoutchouc entre la bougie et la base interne du récipient supérieur, et leurs écrous bien serrés pour que l'eau ne puisse pas passer sans être filtrée.
- Maintenez fermé le récipient où l'eau filtrée est collectée et conservée. Il convient de le nettoyer au moins une fois par semaine à l'aide d'une solution chlorée à 0,05% (F.T. 2.20) puis de le rincer à l'eau filtrée, sans toucher l'intérieur du récipient.
- Brossez les bougies sous l'eau courante propre lorsque leur débit devient trop faible, rincez-les et remontez le filtre (voir les instructions du fabricant). Une brosse spécifique ou une éponge rugueuse devrait être incluse dans le kit, sinon vous pouvez utiliser une brosse semi-dure non métallique réservée à cet usage. Les bougies sont fragiles, maniez-les avec soin.
- Nettoyez complètement et séchez à l'air les filtres s'ils ne doivent pas être utilisés durant une longue période (de quelques semaines à quelques mois, par exemple). Cette opération évitera la prolifération de champignons et bactéries, qui pourraient provoquer des maladies lors de la remise en service des filtres.

### Remarques

- Les équipes sur le terrain devraient toujours boire de l'eau filtrée car elles ne peuvent jamais être certaines de la qualité des ressources en eau locales. Les filtres à bougies peuvent aussi s'avérer utiles dans les (petits) centres de santé, surtout durant la phase de mise en route. Moyennant une promotion adéquate, ces filtres peuvent aussi être envisagés comme méthode de traitement domestique pour les populations.
- Il est recommandé d'acheter des filtres à bougies céramiques de marques réputées afin d'être certain d'obtenir une eau de bonne qualité.
- Suivez toujours attentivement les instructions d'installation, d'utilisation et d'entretien incluses dans l'emballage.
- Ne consommez jamais l'eau filtrée immédiatement après la mise en opération du système, car elle pourrait contenir des particules de céramique et/ou une concentration élevée d'argent colloïdal.
- Évitez tout contact entre l'eau bouillante et les bougies vu le risque de (petites) fissurations dans le matériau céramique, compromettant dès lors l'efficacité de la filtration.
- Lors du nettoyage des bougies, veillez à empêcher toute pénétration d'eau via leur sortie. Cela contaminerait l'intérieur du filtre et le rendrait inutile.
- Dans le cadre d'une utilisation continue, les bougies doivent idéalement être remplacées tous les 6 mois, et certainement après un an. Il est donc important de noter, de préférence sur le filtre, la date d'installation des bougies. Certains fabricants (surtout de filtres à pompes) fournissent un gabarit permettant de vérifier le diamètre de la bougie. Cette dernière doit être remplacée dès que le gabarit peut passer librement autour d'elle (suivre les instructions du fabricant).



**Légende**

**Apport**

- A. Filtre gravitaire
- B. Filtre à pompe

- 1. Bougies céramiques
- 2. Récipient collectant l'eau filtrée
- 3. Récipient d'eau à filtrer
- 4. Fixation de bougie avec rondelle en caoutchouc
- 5. Robinet
- 6. Couvercle
- 7. Sortie pour l'eau filtrée
- 8. Mécanisme de la pompe à main
- 9. Colliers de fixation
- 10. Flexible (pour l'eau brute)
- 11. Crépine (pour préfiltrer l'eau brute)

- Filtre gravitaire : incluant
- 2 récipients (en métal ou plastique)
  - Couvercle
  - bougies céramiques (2 à 4) avec rondelles en caoutchouc et écrous (papillons)
  - robinet

- Filtre à pompe : incluant
- 1 filtre à pompe avec flexible connecté
  - 1 brosse / éponge rugueuse pour nettoyer la bougie céramique
  - 1 gabarit pour vérifier le diamètre de la bougie (indiquant l'épaisseur du matériau céramique)

## F.T. 2.19 Produits générateurs de chlore

Le chlore est un agent chimique dont les fortes propriétés oxydantes sont appliquées à la désinfection et à la décontamination. Hormis sa forme gazeuse naturelle, difficile à utiliser et transporter, le chlore est disponible sous la forme de "produits générateurs de chlore" caractérisés par leur teneur en chlore (ingrédient actif).

### Produits générateurs de chlore

#### Teneur en chlore

La teneur en chlore doit toujours être étiquetée sur l'emballage du produit et exprimée en :

- % de chlore actif
- degrés chlorométriques (°chl)
- parts par million (ppm) ou mg de chlore actif par litre.

(1°chl = environ 0,3% de chlore actif ; 1 ppm = 1 mg/l = 0,0001% de chlore actif)

Produit	Teneur en chlore*
Solution d'hypochlorite de sodium (eau de javel) à 12° chl	environ 4% de chlore actif
Solution d'hypochlorite de sodium (eau de javel) à 15° chl	environ 5% de chlore actif
Solution concentrée d'hypochlorite de sodium à 48° chl	environ 15% de chlore actif
Chlorure de chaux (poudre de blanchiment)	environ 30% de chlore actif
Hypochlorite de calcium / HTH® ("High Test Hypochlorite") généralement disponible sous la forme de granulés (existe également en poudre ou pastilles)	65 à 70% de chlore actif
Dichloro isocyanurate de sodium ou DCCNa / "NaDCC" :	
• pastilles	environ 60% de chlore actif
• granulés	environ 55% de chlore actif

\* Pour les produits récemment fabriqués

### Stockage

- Stockez les produits générateurs de chlore dans leurs emballages d'origine, qui devraient être des récipients étanches, non métalliques ou correctement peints / émaillés. Abritez ces produits de la chaleur, de la lumière et de l'humidité, et entreposez-les dans une zone à l'accès restreint (le chlore est dangereux, surtout pour les enfants). Ne stockez jamais de produits générateurs de chlore avec des matières organiques, ni avec des combustibles en raison du risque important d'incendie ou d'explosion. Pour les quantités supérieures à 10 kg, cherchez un lieu d'entreposage séparé, loin de tout équipement susceptible d'être endommagé par la corrosion.
- Tous les produits générateurs de chlore voient leur teneur en chlore diminuer au fil du temps. Ils génèrent du chlore gazeux toxique, corrosif et plus lourd que l'air. Les lieux de stockage destinés aux produits générateurs de chlore doivent donc être équipés d'une ventilation au niveau du sol. Ne stockez jamais des produits générateurs de chlore dans des caves.
- Tous les produits générateurs de chlore sont très sensibles aux conditions de stockage :
  - Le chlorure de chaux et toutes les formes d'hypochlorite de sodium sont particulièrement instables. N'utilisez pas de solutions d'hypochlorite de sodium stockées pendant plus de 3 mois après leur production.
  - L'hypochlorite de calcium se stocke mieux, avec une perte d'ingrédient actif d'environ 2 - 5% par an moyennant des conditions de stockage appropriées. Mais dans des conditions tropicales, les pertes sont généralement bien plus élevées et la durée de conservation recommandée est limitée à 2 ans.
  - Le DCCNa / "NaDCC" est de loin le produit le plus stable. Les fabricants garantissent une teneur en chlore stable (date de péremption) de 2 ans pour les granulés, 3 ans pour les pastilles dans des pots non ouverts, et 5 ans pour les blisters, moyennant des conditions de stockage appropriées.

## Sécurité, soins et manipulation

- Tout produit générateur de chlore peut être fatal en cas d'inhalation ou d'ingestion. Il est nocif s'il est absorbé à travers la peau car il cause de graves irritations. Les concentrations de chlore élevées sont extrêmement destructrices pour les muqueuses, les voies respiratoires supérieures, les yeux et la peau. En cas de contact avec les yeux, rincez immédiatement et abondamment à l'eau courante claire et faites appel à un médecin.
- Lors de la manipulation de produits chlorés ou générateurs de chlore (ouverture de fûts, préparation et/ou manipulation de solutions, etc.), utilisez un endroit abrité mais bien ventilé et portez des équipements de protection adéquats tels que des gants en caoutchouc, un tablier en plastique et une protection oculaire/faciale.
- Ne mélangez jamais d'hypochlorite de calcium avec autre chose que de l'eau.
- Ne mélangez jamais d'hypochlorite de calcium avec du DCCNa / "NaDCC" car la réaction pourrait générer du trichloramine, un gaz toxique et explosif.
- En cas d'achat local et en grandes quantités, l'hypochlorite de calcium est souvent fourni en fûts de 40 - 50 kg. Tous les conteneurs doivent toujours être stockés en position verticale. Ne jamais les faire tomber, rouler ou traîner en raison du risque d'incendie et d'explosion.
- Pour mesurer des granulés d'hypochlorite de calcium ou de DCCNa / "NaDCC", n'utilisez qu'un instrument en plastique, en verre ou émaillé totalement propre, sec et exempt de toute matière étrangère, en raison des risques d'incendie et d'explosion.
- Les produits générateurs de chlore ne doivent pas entrer en contact avec des acides, du vinaigre, des nettoyeurs pour toilettes ou tout autre agent nettoyant (détergents, p.ex.) vu le risque de dégagement de vapeurs toxiques de chlore. Évitez également tout contact avec des boissons ou tout matériau combustible y compris le papier, les chiffons, le tabac, les produits à base de pétrole et toute forme de chaleur telle que des allumettes, des flammes et des cigarettes allumées en raison du risque d'incendie et d'explosion.
- Si des produits générateurs de chlore sont renversés, lavez-les soigneusement à l'eau et ne les laissez pas en contact avec des matières organiques ou combustibles telles que des tissus, du papier ou de l'huile.

## Remarques

- En cas d'achat local de produits générateurs de chlore, il est important de demander un certificat attestant de leur composition car tous les produits ne conviennent pas pour l'eau potable. Vérifiez également le code de transport ONU, qui peut donner des informations sur le type de produit générateur de chlore acheté (l'hypochlorite de calcium convenant pour l'eau potable est associé au code UN 1748 ou UN 2880). Il est également important d'acheter ces produits dans des récipients fermés et scellés à des fournisseurs ou fabricants fiables.
- L'hypochlorite de calcium (HTH®) et le Dichloro isocyanurate de sodium (DCCNa / "NaDCC") sont recommandés en tant que produits générateurs de chlore en raison de leur bonne stabilité et de leur teneur élevée en chlore.
- Le DCCNa / "NaDCC" se dissout (assez) rapidement et entièrement dans une solution claire (car il peut être effervescent), tandis que le calcaire insoluble de l'hypochlorite de calcium donne une solution trouble et laisse un dépôt qui peut entraîner une incrustation. Le calcium peut en outre donner mauvais goût à l'eau traitée.
- Plus corrosif que le DCCNa / "NaDCC", l'hypochlorite de calcium entraîne aussi un risque d'incendie plus important (des incendies spontanés ont déjà été rapportés). Comme l'hypochlorite de calcium est moins sûr que le DCCNa / "NaDCC", ses règles de transport (aérien) international sont plus strictes.
- S'il faut traiter d'importantes quantités d'eau potable au moyen de DCCNa / "NaDCC", il est recommandé d'utiliser la forme granulaire (F.T. 2.20 et 2.21). Pour un traitement individuel ou domestique, des pastilles de DCCNa / "NaDCC" peuvent être utilisées en formats convenant à différentes quantités d'eau (ex. : 1 / 2 / 5 / 10 / 20 - 25 l). Comme ces pastilles contiennent une quantité fixe de chlore actif pour traiter des eaux à demande variable en chlore, il est important de vérifier la concentration en chlore résiduel libre avant la distribution / consommation (F.T. 2.21) et d'adapter le dosage en conséquence.
- Il existe un kit d'analyse de terrain pour estimer correctement la teneur en chlore actuelle de (vieux) produits générateurs de chlore. Consultez votre technicien de référence pour de plus amples informations.

## F.T. 2.20 Préparation et utilisation de solutions chlorées à des fins de désinfection

Les produits générateurs de chlore sous forme de granulés ou de pastilles doivent souvent être dissous dans de l'eau claire pour donner une solution d'une concentration donnée. Les solutions d'hypochlorite de sodium requièrent une dilution car leur concentration en chlore est généralement trop élevée. Une fois dissous ou dilués correctement, les différents produits générateurs de chlore donneront des solutions chlorées aux propriétés de désinfection similaires, bien que leur efficacité puisse quelque peu varier. Les différents concentrations de chlore souvent utilisées par les organisations humanitaires ont toutes leurs applications respectives.

### Préparation

**À partir d'un produit en poudre ou granulés** : HTH®, DCCNa / "NaDCC", chlorure de chaux

- Vérifiez la concentration du produit générateur de chlore (% de chlore actif).
- Déterminez le poids de produit générateur de chlore nécessaire pour réaliser 1 l de solution, via la formule suivante :

$$X = Y \times N \times (100/C)$$

Où X = grammes de produit à ajouter par litre d'eau pour atteindre la concentration souhaitée (g/l)  
Y = concentration souhaitée (%) de la solution  
N = 10 g/l, soit la quantité de chlore pur (ingrédient actif à 100%) nécessaire pour réaliser 1 litre de solution mère à 1%  
(calcul : 1 l d'eau pèse 1.000 g ; 1% de 1.000 g = 10 g, donc une solution à 1% = 10 g/l)  
C = concentration de chlore actif dans le produit, comme mentionné sur l'emballage (%)

- Versez le poids de produit générateur de chlore nécessaire dans la quantité d'eau claire déterminée. L'inverse (eau sur chlore) n'est pas autorisé car cela peut entraîner de violentes réactions chimiques.

#### Exemple 1 :

Préparez 1 litre de solution mère à 1% avec de l'hypochlorite de calcium (HTH®) contenant 65% de chlore actif.  
→  $X = 1 \times 10 \times (100/65) = 15,4 \text{ g/l}$   
→ soit environ 15 grammes de HTH® par litre d'eau ou 1 mesurette remplie à ras/l (ou 1 cuiller à soupe/l).

#### Exemple 2 :

Préparez 1 litre de solution mère à 1% avec des granulés de dichloro isocyanurate de sodium (DCCNa / "NaDCC") contenant 55% de chlore actif.  
→  $X = 1 \times 10 \times (100/55) = 18,2 \text{ g/l}$   
→ soit environ 18 grammes de DCCNa / "NaDCC" par litre d'eau.

**À partir de composés liquides dégageant du chlore** : hypochlorite de sodium (eau de javel) contenant 4 ou 5% de chlore actif, concentré d'hypochlorite de sodium contenant 15% de chlore actif.

- Vérifiez la concentration de l'hypochlorite de sodium (% de chlore actif).
- Déterminez le nombre total de parts d'eau requises pour la dilution de l'hypochlorite de sodium, selon la formule suivante :

$$PT = (M/N) - 1$$

Où PT = parts totales d'eau requises  
M = concentration de chlore actif dans l'hypochlorite de sodium, comme mentionné sur l'emballage (%).  
N = concentration requise pour la solution (%)

- Ajoutez une part d'hypochlorite de sodium à la quantité d'eau requise.

#### Exemple 3 :

Préparez 1 litre de solution mère à 1% avec de l'hypochlorite de sodium (eau de javel) contenant 5% de chlore actif.  
→  $PT = (5/1) - 1 = 5 - 1 = 4$   
→ Prenez une part d'hypochlorite de sodium (5%) et ajoutez-la dans 4 parts d'eau. Dans ce cas, ajoutez 0,2 l de solution concentrée à 0,8 l d'eau (1 l de solution/5 parts = 0,2 l d'eau de javel ; donc 0,2 l d'eau de javel x 4 parts d'eau = 0,8 l d'eau).

#### Exemple 4 :

Préparez 1 litre de solution à 0,2% avec un concentré d'hypochlorite de sodium contenant 15% de chlore actif.

$$\rightarrow PT = (15/0,2) - 1 = 75 - 1 = 74$$

→Prenez une part de solution concentrée et ajoutez-la dans 74 parts d'eau. Dans ce cas, ajoutez 13 ml de solution concentrée à 987 ml d'eau (1.000 ml de solution/75 parts = 13,3333 ml de concentré ; donc 13,3333 ml de concentré x 74 parts d'eau = 987 ml d'eau).

### Utilisation

#### Désinfection de l'eau

Pour chlorer de l'eau potable, il faut d'abord préparer une solution chlorée mère à 1%, quel que soit le produit générateur de chlore utilisé. Les tableaux ci-après présentent les procédures requises pour préparer une solution mère à 1% à partir de différents produits générateurs de chlore. La quantité de solution mère à 1% qu'il faut ajouter pour désinfecter un volume d'eau déterminé est ensuite calculée via le test Horrocks modifié (F.T. 2.21).

#### Avec les produits générateurs de chlore recommandés :

Produit de départ	Préparation	Remarques
Hypochlorite de calcium (HTH®) avec 65 - 70% de chlore actif	15 g par l d'eau ou 1 mesurette remplie à ras/l (1 cuiller à soupe/l)	Laissez le calcium se déposer et n'utilisez que le surnageant
Dichloro isocyanurate de sodium (DCCNa / "NaDCC") avec 1 g de chlore actif par pastille	10 pastilles par l d'eau	Assurez-vous que les excipients des pastilles ne sont pas toxiques
Granulés de dichloro isocyanurate de sodium (DCCNa / "NaDCC") avec 55% de chlore actif	18 g per l of water	Assurez-vous que les excipients des granulés ne sont pas toxiques

#### Si aucun des produits générateurs de chlore susmentionnés n'est disponible :

Chlorure de chaux avec 30% de chlore actif	33 g par l d'eau ou 2 cuillers à soupe rases/l	Laissez la chaux se déposer et n'utilisez que le surnageant
Hypochlorite de sodium (eau de javel) avec 5% de chlore actif	200 ml par l de solution ou 1 volume d'eau de javel pour 4 volumes d'eau	Uniquement si la préparation est très récente (< 3 mois) et stockée dans des conditions adéquates
Hypochlorite de sodium (eau de javel) avec 4% de chlore actif	250 ml par l de solution ou 1 volume d'eau de javel pour 3 volumes d'eau	
Concentré d'hypochlorite de sodium avec 15% de chlore actif	67 ml par l de solution ou 1 volume de concentré pour 14 volumes d'eau	

## Désinfection dans une structure de santé

Les structures de santé utilisent différentes solutions avec différentes concentrations de chlore, qui dépendent de l'usage de la solution désinfectante. Ces solutions sont essentielles pour maintenir un environnement hygiénique et sûr dans une structure de santé, surtout lors d'épidémies de maladies infectieuses telles que le choléra, la shigellose, l'Ébola ou le Marburg. Vous trouverez une description approfondie de la façon correcte d'utiliser ces solutions pour ces maladies hautement infectieuses dans les guides respectifs (section 8.5 Bibliographie recommandée).

Les 6 principales solutions chlorées sont les suivantes : 2%, 1%, 0,5%, 0,2%, 0,1%, 0,05%. Elles peuvent être préparées via les formules spécifiées plus haut. Dans le contexte de ce guide :

2%	<ul style="list-style-type: none"><li>• Désinfection de cadavres en cas d'épidémie de choléra</li><li>• Désinfection de matières fécales et de vomi en cas d'épidémie de choléra</li></ul>	F.T. 8.01
1%	Utilisation en tant que solution mère à diluer pour : <ul style="list-style-type: none"><li>• désinfecter l'eau potable</li><li>• d'autres applications comme le nettoyage et la désinfection d'un :<ul style="list-style-type: none"><li>- puits</li><li>- réservoir souple</li></ul></li></ul>	F.T. 2.21 ; F.T. 2.23 F.T. 2.03 F.T. 2.37
0,5%	<ul style="list-style-type: none"><li>• Désinfection de cadavres en cas d'épidémies de fièvres hémorragiques virales (ex. Ebola, Marburg) ou de SRAS / "SARS"</li><li>• Désinfection de matières fécales, de vomi, d'urine, de fluides corporels et de mains gantées en cas d'épidémies de fièvres hémorragiques virales</li></ul>	F.T. 8.01
0,2%	<ul style="list-style-type: none"><li>• Désinfection de sols, murs, surfaces, lits, objets et latrines en cas d'épidémie de choléra</li><li>• Désinfection et nettoyage de :<ul style="list-style-type: none"><li>- sols en cas de maladies associées à des rongeurs ou en cas d'épidémie de maladies liées à des poux</li></ul></li></ul>	F.T. 1.08
0,1%	<ul style="list-style-type: none"><li>• Désinfection et nettoyage de :<ul style="list-style-type: none"><li>- réservoirs, tuyaux, pompes</li><li>- douches</li><li>- installations de lavage</li><li>- poubelles collectives et orifices de drainage</li><li>- conteneurs réutilisables pour objets piquants / tranchants / coupants PTC, "sharps")</li><li>- tuyau de remplissage, dalle et abords d'une fosse à objets piquants / tranchants / coupants (PTC, "sharps")</li><li>- poubelles à déchets brûlables</li><li>- poubelles à déchets organiques et dalle de fosse à déchets organiques</li></ul></li></ul>	F.T. 2.34 F.T. 4.01 F.T. 4.02 F.T. 5.01 F.T. 6.01 F.T. 6.02 ; F.T. 6.03 F.T. 6.05 ; F.T. 6.06 F.T. 6.08
0,05%	<ul style="list-style-type: none"><li>• Brossage des parois d'un puits</li><li>• Désinfection et nettoyage de :<ul style="list-style-type: none"><li>- récipients de filtres à bougies céramiques</li><li>- réservoirs ouverts</li><li>- camions / chariots (transport des déchets)</li></ul></li><li>• Désinfection des mains, de la peau, des vêtements, de la literie, de la vaisselle en cas d'épidémie de choléra</li><li>• Désinfection des gants ménagers, des tabliers, des lunettes de sécurité des vêtements, de la literie</li></ul>	F.T. 2.03 F.T. 2.18 F.T. 2.37 F.T. 5.03

## Remarques

- Le chlore réagit avec les métaux en entraînant une importante consommation de chlore et une forte oxydation des métaux. Ainsi, ne préparez jamais de solutions chlorées dans des récipients métalliques (sauf s'ils sont correctement émaillés).
- Le chlore doit toujours être versé dans l'eau, mais l'inverse (eau sur le chlore) est interdit vu le risque de violentes réactions exothermiques pouvant occasionner de graves blessures.
- L'utilisation de chlorure de chaux, d'hypochlorite de sodium contenant 4 - 5% de chlore actif ou de concentré d'hypochlorite de sodium contenant 15% de chlore actif n'est recommandée qu'en cas d'indisponibilité de DCCNa / "NaDCC" et de HTH®.
- Une solution chlorée à 2% ne devrait être utilisée qu'à des fins limitées et ne peut jamais être vaporisée dans des lieux fermés en raison de sa forte concentration et des risques associés au dégagement de chlore gazeux toxique dans l'air ou au contact de matières organiques.
- Les solutions chlorées ne doivent pas être versées dans une toilette ou une latrine car elles interrompent la décomposition naturelle au sein de la fosse (septique), qui se remplira alors plus rapidement et dégagera des odeurs très désagréables. Dans des unités d'isolement lors d'épidémies de choléra, de shigellose, d'Ébola ou de Marburg, il est néanmoins recommandé d'utiliser des solutions chlorées pour désinfecter les excréta de tous les patients (section 8.5 Bibliographie recommandée).
- L'hypochlorite de calcium (HTH®) et le chlorure de chaux laissent un dépôt, de sorte qu'il faudrait utiliser le surnageant uniquement et évacuer le dépôt dans une fosse peu profonde.
- Il existe des produits moins corrosifs pour désinfecter les équipements médicaux ou les surfaces dans les structures de santé à long terme.

## F.T. 2.21 Chloration de l'eau potable par lots / ("batch")

La chloration est l'une des meilleures méthodes pour désinfecter l'eau potable car elle est relativement simple, efficace et facile à contrôler. Par l'effet de rémanence, elle offre en outre une protection résiduelle. Ce guide ne décrit que la chloration d'un volume d'eau connu dans un réservoir, appelée "chloration par lots" / ("batch"). Son principe consiste à ajouter suffisamment de chlore pour éliminer les agents pathogènes contenus dans l'eau (essentiellement des bactéries et des virus sensibles au chlore), en laissant une petite fraction de chlore disponible en cas de recontamination éventuelle. La chloration requiert un personnel formé aux techniques de dosage et à son contrôle.

### Procédure

Pour déterminer la quantité de solution chlorée mère à 1% qu'il faut ajouter à un volume d'eau mesuré, procédez au test Horrocks modifié :

- Préparez 1 litre de solution chlorée mère à 1% (F.T. 2.20).
- Mesurez le pH de l'eau à traiter afin de déterminer le temps de contact requis (F.T. 2.22).
- Prenez au moins 4 récipients non métalliques d'un volume connu (de préférence des seaux ou jerrycans en plastique de 20 l), tous pourvus d'un couvercle.
- Nettoyez les récipients et leur couvercle 3 fois avec l'eau à traiter. La première fois, la saleté éventuellement présente dans les récipients peut être enlevée au moyen d'une brosse propre (ou de mains propres si elles peuvent rentrer à l'intérieur) et d'eau. Les fois suivantes, rincez uniquement à l'eau.
- Remplissez tous les récipients de la même quantité d'eau à traiter (20 l, p.ex.), placez leur couvercle et étiquetez-les (1 à 4).
- Ajoutez à chaque seau une dose de plus en plus grande de solution chlorée mère à 1% à l'aide d'une seringue stérile graduée :
  - Récipient 1 : 1,0 ml
  - Récipient 2 : 1,5 ml
  - Récipient 3 : 2,0 ml
  - Récipient 4 : 2,5 ml
- Remplacez les couvercles et laissez le chlore réagir pendant le temps de contact minimal requis :
  - Pour un pH < 8, 30 minutes minimum
  - Pour un pH > 8 et/ou une température d'eau < 10°C, 60 minutes minimum (F.T. 2.22).
- Mesurez la concentration en chlore résiduel libre (CRL) dans chaque récipient (F.T. 2.22).
  - Si le pH < 8, prenez comme référence le récipient où la concentration de chlore résiduel libre se situe entre 0,2 et 0,5 mg par litre. Si deux récipients successifs ont une concentration en CRL située entre 0,2 et 0,5 mg/l, optez pour celui contenant la concentration la plus élevée.
  - Si le pH > 8, prenez comme référence le récipient où la concentration en CRL se situe entre 0,4 et 1,0 mg par litre. Si deux récipients successifs présentent une concentration en CRL entre 0,4 et 1,0 mg/l, optez pour celui contenant la concentration la plus élevée.
- Répétez le test Horrocks modifié avec des doses plus importantes de solution mère à 1% si aucune des mesures de la concentration en CRL ne se situe entre 0,2 et 0,5 mg/l (0,4 -1,0 mg/l ; selon le pH).
- Extrapolez la dose requise de solution mère à 1% en fonction du volume du réservoir d'eau qui sera utilisé.
- Versez la solution dans le réservoir, idéalement en même temps que son remplissage afin d'obtenir une répartition homogène de la solution dans l'eau et mélangez bien (si cela s'avère encore nécessaire).
- Attendez le temps de contact requis (selon le pH et la température de l'eau).
- Contrôlez la concentration en CRL au niveau des robinets avant de distribuer l'eau aux bénéficiaires. Ajustez légèrement le dosage de solution mère dans le réservoir si nécessaire.

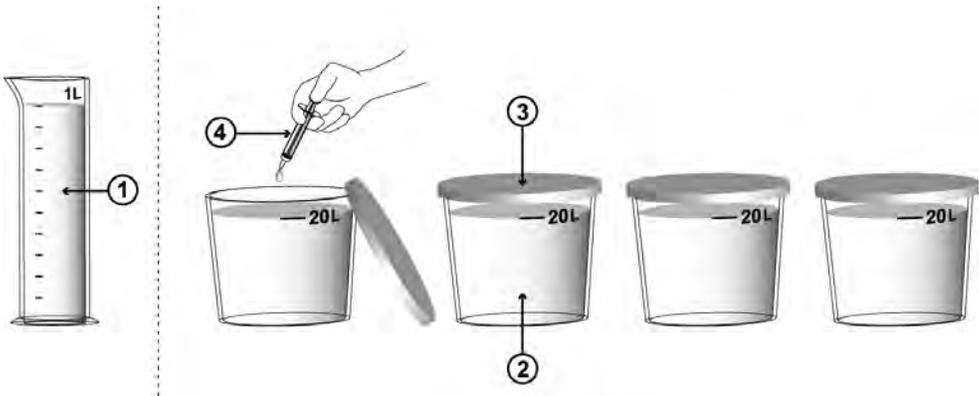
## Exemple

### Chloration d'un réservoir d'eau de 2.000 l

- Suivez les étapes du test Horrocks modifié comme expliqué ci-dessus pour les récipients de 20 l.
- Le pH mesuré est de 7,2 et la température de l'eau s'élève à 20°C. Les niveaux de CRL dans l'eau des récipients sont mesurés après les 30 minutes de contact requises, et se déclinent comme suit :

Récipient	Solution mère à 1% ajoutée	Concentration mesurée en CRL
1	1,0 ml	0,0 mg/l
2	1,5 ml	0,1 mg/l
3	2,0 ml	0,4 mg/l
4	2,5 ml	1,0 mg/l

- La dose de référence choisie sera donc celle du récipient numéro 3, car la concentration de 0,4 mg/l de CRL qui y a été obtenue se situe entre 0,2 et 0,5 mg/l.
- S'il faut 2 ml de solution chlorée à 1% pour chlorer 20 l d'eau selon le dosage adéquat, 100 fois plus de solution mère à 1% sera nécessaire pour chlorer 2.000 l d'eau de même qualité, donc  $100 \times 2 \text{ ml} = 200 \text{ ml}$  de solution mère à 1%.
- Les doses de solution mère à 1% mentionnées dans cet exemple sont purement indicatives. La quantité de chlore requise pour traiter l'eau sur le terrain peut être très différente de cet exemple.



#### Légende

1. Bécher contenant une solution chlorée mère à 1%
2. Récipients avec l'eau à traiter
3. Couverture des récipients
4. Seringue contenant une solution chlorée mère à 1%

#### Apport

- Plusieurs récipients du même volume connu, avec couvercle
- Seringue (5 - 10 ml)
- Solution chlorée mère à 1%
- "Pool tester" avec couvercle
- Pastilles de DPD 1, (de DPD 3) et de rouge de phénol ("Phenol Red")
- Montre (pour mesurer le temps de contact)
- Equipements de protection (gants, tablier, lunettes de sécurité / masque de protection faciale)
- (Tube de turbidité)

## Remarques

- La chloration est efficace contre la plupart des bactéries entériques et de nombreux virus mais pas tous (Hépatite E, p.ex.). Aux doses standard pour le traitement de l'eau potable, le chlore n'est pas vraiment efficace contre les kystes protozoaires et les œufs d'helminthes.
- La façon la plus pratique de maximiser l'efficacité du chlore consiste à contrôler le pH, la turbidité et la concentration en CRL après le temps de contact optimal. Notez que la demande en chlore peut varier au fil du temps avec les changements (inattendus) dans la quantité de matières organiques présentes dans l'eau. Il est donc important de vérifier régulièrement la concentration en CRL, le pH et la turbidité afin de pouvoir ajuster le traitement de l'eau en conséquence.
- Les particules en suspension (turbidité) peuvent protéger certains micro-organismes de la désinfection au chlore. Même avec une concentration adéquate en chlore résiduel libre, de nombreux micro-organismes nocifs peuvent survivre. L'eau à chlorer doit contenir le moins possible de matières en suspension visibles et en cas de mesure (par exemple à l'aide d'un tube de turbidité ; F.T. 2.13), la valeur obtenue doit être inférieure à 5 (N)TU (et à 20 (N)TU en cas d'urgence aiguë). Si la turbidité dépasse les valeurs recommandées, un prétraitement tel qu'une sédimentation (naturelle ou assistée ; F.T. 2.14 ; 2.15 ; 2.16) ou une filtration (F.T. 2.17) doit être effectué avant le processus de chloration.
- La chloration sera moins efficace si le pH de l'eau est supérieur à 8 (F.T. 2.22), de sorte qu'il faudra doubler le temps de contact (60 minutes) et la concentration en CRL (0,4 - 1,0 mg/l). Si la température est inférieure à 10°C, le temps de contact devra aussi être doublé (60 minutes), mais la concentration en chlore résiduel libre devra demeurer entre 0,2 et 0,5 mg/l si le pH est inférieur à 8.
- En cas d'utilisation de récipients dotés d'un robinet, ne vous servez pas du robinet pour remplir le "pool tester", car il pourrait être contaminé et fausser les résultats.
- Le goût ou l'odeur du chlore dans l'eau ne prouve pas la présence de chlore résiduel libre (CRL). Ils pourraient être dus à la présence de chlore résiduel combiné (CRC), qui désinfecte moins efficacement et ne peut être mesuré à l'aide de pastilles DPD 1. La concentration en CRC peut être déterminée comme suit :
  - Ajoutez une pastille de DPD 3 dans le compartiment où une pastille de DPD 1 a déjà été dissoute afin de déterminer la concentration en CRL.
  - Mesurez la concentration en chlore résiduel total (CRT) dès que la pastille de DPD 3 s'est dissoute.
  - Déterminez le CRC en soustrayant le CRL du CRT.
- Il est recommandé de vérifier de temps à autre la concentration en CRT et en CRC, surtout en cas d'utilisation de DCCNa / "NaDCC" en tant que produit générateur de chlore (F.T. 2.19).

## F.T. 2.22 Vérification de la chloration

La façon la plus simple de vérifier l'efficacité de la chloration consiste à mesurer la concentration en chlore résiduel libre (CRL) dans l'eau potable. La présence de CRL dans l'eau traitée (après 30 ou 60 minutes de contact, selon son pH et sa température) indique qu'une quantité de chlore suffisante a été ajoutée pour satisfaire la demande en chlore et créer du chlore résiduel combiné (CRC), tout en laissant un excédent de chlore libre. Ce reste de CRL sera disponible pour traiter une éventuelle recontamination dans le système de distribution ou lors d'une manipulation.

### Procédure

La méthode la plus simple pour mesurer la concentration en chlore résiduel libre (CRL) et le pH consiste à utiliser un comparateur, généralement appelé "pool tester".

- Enlevez le couvercle du "pool tester".
- Rincez l'intérieur du "pool tester", y compris son couvercle, 3 fois avec l'eau à tester. Ceci afin de vous assurer que tous les résidus des tests précédents ont été enlevés.
- Remplissez les 3 compartiments à ras-bord avec l'eau à tester, sans mettre les mains ni plonger le "pool tester" dans le récipient.
- Ouvrez le blister et placez une pastille de rouge de phénol dans le petit compartiment de gauche sans y toucher. Cette opération permet de mesurer le pH.
- Ouvrez le blister et placez une pastille de DPD 1 dans le petit compartiment de droite sans y toucher. Cette opération permet de mesurer le chlore résiduel libre.
- Refermez correctement le couvercle, avec les flèches orientées vers l'échelle de références colorées. Il est normal qu'un peu de liquide soit chassé du "pool tester".
- Remuez doucement le testeur jusqu'à ce que les pastilles soient totalement dissoutes. Cela peut prendre environ 20 secondes, selon la température de l'eau.
- Lisez immédiatement les résultats à la lumière naturelle du jour, en comparant les couleurs des compartiments externes (contenant les échantillons d'eau avec les pastilles dissoutes) avec l'échelle de couleurs du compartiment central (référence).
- Videz le "pool tester" et rincez-le à nouveau avec de l'eau propre désinfectée afin d'enlever les résidus de l'analyse, et donc d'éviter toute imprécision lors de la prochaine mesure.

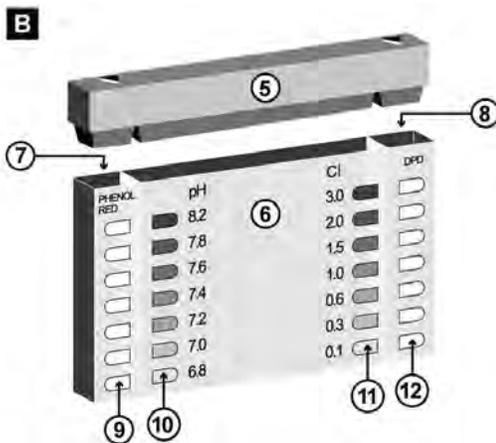
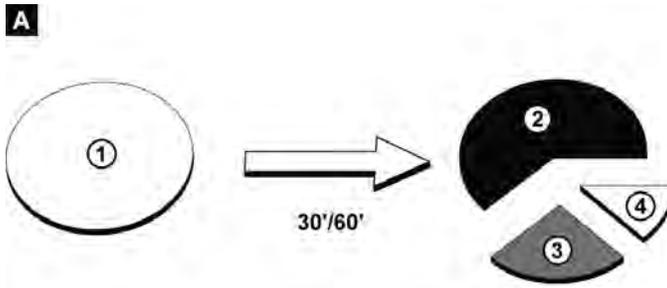
### Résultats

- La mesure du pH est nécessaire pour interpréter correctement la concentration en CRL.
- La mesure d'une certaine concentration en chlore résiduel libre après le temps de contact requis est un bon indicateur de l'achèvement de la chloration :
  - Le chlore ajouté a réagi avec la matière organique présente dans l'eau, y compris les micro-organismes (bactéries, p.ex.) et a donc été partiellement consommé (demande en chlore).
  - Une partie du chlore ajouté s'est combinée avec certains éléments de l'eau (essentiellement l'azote) pour former du chlore résiduel combiné (CRC), qui est inefficace pour une réaction rapide en cas de post-contamination.
  - Le chlore résiduel restant est libre dans l'eau (CRL) et réagira immédiatement en cas de post-contamination (effet de rémanence). Résultats à obtenir dans les pays à faibles revenus :

Caractéristiques de l'eau	Temps de contact	CRL
pH < 8	30 minutes	0,2 - 0,5 mg/l
pH > 8	60 minutes	0,4 - 1,0 mg/l
Température < 10°C (pH < 8)	60 minutes	0,2 - 0,5 mg/l

Le temps de contact spécifié est nécessaire au processus de désinfection. La concentration en CRL ne doit pas être trop basse afin d'assurer une bonne protection contre une post-contamination. Elle ne doit pas non plus être trop élevée car cela pourrait entraîner un refus de consommer l'eau (odeur ou goût désagréable de l'eau chlorée, bien qu'ils puissent également être dus au CRC).

**ATTENTION** : une concentration en chlore résiduel libre supérieure à 10 mg/l peut provoquer un blanchissement de la couleur DPD (aucune couleur perceptible), indiquant à tort l'absence de chlore résiduel.



### Légende

### Apport

A. Décomposition du chlore dans l'eau  
 B. "Pool tester"

1. Chlore ajouté
2. Chlore consommé
3. Chlore Résiduel Combiné (CRC)
4. Chlore Résiduel Libre (CRL)
5. Couvercle
6. Compartiment central
7. Compartiment pH (pastille de rouge de phénol)
8. Compartiment CRL (pastille de DPD 1)
9. Echelle de lecture du pH
10. Echelle de référence du pH
11. Echelle de référence du CRL
12. Echelle de lecture du CRL

- 1 "pool tester" avec couvercle
- Pastilles de rouge de phénol (la mention "Rouge de phénol" ou "Phenol Red" en anglais doit figurer en vert sur l'emballage)
- Pastilles de DPD 1 (la mention "DPD 1" doit figurer en vert sur l'emballage)
- Pastilles de DPD 3 optionnelles (la mention "DPD 3" doit en vert sur l'emballage)
- Eau à tester

## Remarques

- Le “pool tester” peut être utilisé aussi bien pour effectuer le test Horrocks modifié (F.T. 2.21) que pour contrôler la concentration en chlore résiduel libre (CRL) d’un système d’approvisionnement en eau opérationnel.
- La concentration en CRL d’un système d’approvisionnement en eau doit être contrôlée régulièrement (au moins chaque jour). Il est recommandé de laisser l’eau couler quelques instants (30 secondes, par exemple) avant de la prélever depuis un robinet. Si ce contrôle indique une disparité constante entre les résultats effectifs et la plage prévue, il faut effectuer un autre test Horrocks modifié.
- Il est important que la qualité de l’eau à tester ne change pas lors des étapes de rinçage et de remplissage du test Horrocks modifié (F.T. 2.21), car cela pourrait fausser les mesures.
  - L’eau peut être prélevée du récipient et introduite dans le “pool tester” par le biais d’une seringue stérile (50 ml, p.ex.). Le chlore résiduel libre réagirait immédiatement avec une seringue contaminée, indiquant alors une concentration en CRL inférieure à celle effectivement présente dans l’eau traitée. Il est donc essentiel de ne pas toucher l’extérieur de la seringue entrant en contact avec l’eau traitée, et de ne pas la poser sur une surface contaminée (remplacez-la soigneusement dans son emballage).
  - Une alternative à la seringue stérile consiste à verser l’eau du récipient directement dans le “pool tester”. C’est une méthode rapide mais beaucoup d’eau sera renversée, de sorte qu’il faudra répéter toute la procédure, y compris le rinçage et le remplissage des conteneurs si le premier cycle du test Horrocks modifié ne donne pas des résultats acceptables.
  - Ne plongez jamais le “pool tester” dans le récipient d’eau vu que son extérieur est contaminé.
  - Si les récipients sont dotés d’un robinet, ne vous servez pas du robinet pour remplir le “pool tester”, car il pourrait être contaminé et fausser les résultats.
- Pour la même raison, il convient de ne jamais toucher les pastilles, l’intérieur du “pool tester” ou l’intérieur de son couvercle. N’utilisez jamais de pastilles tombées au sol.
- La mention “DPD 1” / “Rouge de phénol” (“Phenol Red”) sur les emballages en aluminium doit être en vert, couleur indiquant que les pastilles se dissolvent rapidement. Ne jamais utiliser les pastilles des blisters dont les imprimés sont noirs avec le “pool tester” standard utilisé sur le terrain pour le contrôle de la chloration.
- Les pastilles ont normalement une durée de conservation minimale de 5 ans. La date d’expiration doit être spécifiée sur leur emballage (en carton) externe et, pour certaines marques, sur les blisters. D’autres marques mentionnent la date de fabrication sur les blisters via un code : “A” est l’année 2003, “B” est 2004. Les deux chiffres après la majuscule indiquent le mois de fabrication.
- N’utilisez que des pastilles entières. N’utilisez pas de pastilles brisées (que cela soit dû au stockage ou à l’ouverture de l’emballage).
- N’utilisez pas de pastilles qui se désagrègent à l’ouverture ou ont perdu leur couleur (gris / brun mat au lieu du blanc brillant pour le DPD 1, et brun mat au lieu de l’orange vif pour le rouge de phénol).
- Les pastilles périmées ou détériorées peuvent être évacuées avec les déchets ordinaires.
- Lisez les résultats dans les 60 secondes suivant la dissolution des pastilles pour être sûr d’avoir une mesure fiable. Les résultats ne sont pas garantis au-delà de cette période limitée.
- Lisez les résultats dans de bonnes conditions d’éclairage, c’est-à-dire à la lumière naturelle du jour. Ne pas porter de lunettes de soleil. Idéalement, la lecture doit s’effectuer sur une surface blanche (paroi de tente, p.ex.), mais vous pouvez aussi orienter le “pool tester” vers le ciel, le soleil dans le dos.
- Le pH doit être systématiquement mesuré avant le début de la chloration, car un  $\text{pH} > 8$  requiert un temps de contact plus long et une concentration plus élevée en CRL (voir plus haut). Le pH de l’eau (de surface) peut varier de manière significative au fil du temps, d’où la nécessité d’un contrôle fréquent.
- Commentaires relatifs au pH de l’eau :
  - $\text{pH} = 7$  : neutre ;  $\text{pH} < 7$  : acide ;  $\text{pH} > 7$  : alcalin (ou basique).
  - Les valeurs de pH inférieures à 6,8 entraîneront toujours une coloration jaune, tandis que celles supérieures à 8,2 causeront une coloration rouge via la méthode “rouge de phénol” du “pool tester” standard utilisé sur le terrain.
- Le goût ou l’odeur du chlore dans l’eau ne prouve pas la présence de chlore résiduel libre (CRL). Ils pourraient être dus à la présence de chlore résiduel combiné (CRC), qui désinfecte moins efficacement et ne peut être mesuré à l’aide de pastilles de DPD 1. La concentration en CRC peut être déterminée comme suit :
  - Ajoutez une pastille de DPD 3 dans le compartiment où une pastille de DPD 1 a déjà été dissoute afin de déterminer la concentration en CRL.
  - Mesurez la concentration en chlore résiduel total (CRT) dès que la pastille de DPD 3 s’est dissoute.
  - Déterminez le CRC en soustrayant le CRL du CRT.
- Il est recommandé de vérifier de temps à autre la concentration en CRT et en CRC, surtout en cas d’utilisation de DCCNa / “NaDCC” en tant que produit générateur de chlore (F.T. 2.19).
- Les personnes daltoniennes peuvent éprouver des difficultés à lire les résultats pour le CRL, le CRT et/ou le pH avec le “pool tester”.

## F.T. 2.23 Chloration en seau

Dans ce contexte, l'eau collectée par des individus à partir d'une ressource non protégée et/ou contaminée (puits ouvert, lac, rivière, forage inondé) est désinfectée directement dans leur propre récipient. C'est une méthode efficace tant que l'eau n'est pas trop turbide. Elle est toutefois fastidieuse et devrait donc être limitée à une utilisation d'urgence à court terme. Dans les milieux fermés, la chloration en seau doit être rapidement remplacée par un système de chloration par lots / ("batch") dans des réservoirs raccordés à des rampes de distribution, tandis que dans les zones ouvertes (rurales), il convient de privilégier les ressources en eau protégées.

### Préparation

- Organisez le système de chloration en seau en formant plusieurs chlorateurs et leurs superviseurs. En règle générale, un superviseur peut gérer 30 chlorateurs maximum, mais ce nombre variera en fonction de la situation. Dans la pratique, un chlorateur devrait pouvoir traiter au moins 2 seaux d'eau par minute.

#### Tâches du chlorateur

- Préparation de la solution chlorée à 1%.
- Evaluation du volume du récipient de l'individu.
- Ajout du volume correspondant de solution chlorée à 1% dans le récipient.
- Enregistrement des détails du dosage.
- Fourniture d'informations de base sur la chloration aux bénéficiaires ; par exemple la nécessité d'attendre 30 minutes avant d'utiliser l'eau (si pH < 8).

#### Tâches du superviseur

- Responsable des équipes de chloration et de l'équipe de promotion (promotion du système de chloration auprès des bénéficiaires).
  - Exécution des tests de turbidité, des tests de pH et des tests Horrocks modifiés.
  - Contrôle des activités des chlorateurs ; vérification des notes des chlorateurs et vérification ponctuelle (aléatoire) de l'eau chlorée dans les récipients des utilisateurs via la mesure de la concentration en chlore résiduel libre.
  - Contrôle de la ressource en eau afin de détecter tout changement de la turbidité, du pH ou de la demande en chlore.
- Placez les chlorateurs à proximité des aires réservées à la collecte d'eau potable. Dans les endroits où il y a beaucoup de points d'eau, collaborez avec la communauté afin d'établir un nombre plus restreint de points d'eau essentiels accessibles pour tous et susceptibles de satisfaire la demande.
  - Lancez, au sein de la communauté, une campagne d'information destinée à promouvoir cette méthode de chloration.

### Procédure

- Mesurez la turbidité (F.T. 2.13) et le pH de chaque ressource en eau individuelle (F.T. 2.22) afin de déterminer la pertinence d'une chloration et le temps de contact approprié. Si la turbidité de l'eau à traiter est élevée, la chloration sera inefficace. La turbidité recommandée pour une chloration efficace est de 5 (N)TU, bien qu'une valeur maximale de 20 (N)TU soit acceptable durant la phase aiguë d'une urgence. Si ces valeurs sont dépassées, il faut réduire la quantité de particules en suspension dans l'eau par le biais d'une sédimentation naturelle ou assistée (F.T. 2.16) et/ou d'une filtration (F.T. 2.17).
- Préparez une solution chlorée à 1% (F.T. 2.20), de préférence sur une base quotidienne vu l'absence probable de conditions de stockage adéquates. Utilisez des récipients non métalliques car le métal consomme du chlore et sera vite corrodé.
- Effectuez le test Horrocks modifié (F.T. 2.21) pour chaque ressource en eau individuelle.
- Déterminez le volume des différents récipients des bénéficiaires. Si l'estimation s'avère difficile, vous pouvez utiliser une balance (1 kg = 1 litre d'eau).
- Injectez à l'aide d'une seringue la quantité adéquate de solution mère à 1% en fonction du volume de chaque récipient et des résultats du test Horrocks modifié.
- Effectuez des tests aléatoires sur plusieurs conteneurs afin de vérifier si une concentration correcte en chlore résiduel libre (CRL) a été atteinte :
  - si pH < 8, CRL de 0,2 - 0,5 mg/l après un temps de contact minimal de 30 minutes.
  - si pH > 8, CRL de 0,4 - 1,0 mg/l après un temps de contact minimal de 60 minutes car la chloration est moins efficace si le pH est supérieur à 8.

L'observation de concentrations insuffisantes en CRL dans l'eau collectée peut être due à des récipients sales, entraînant une consommation de chlore accrue (demande supérieure en chlore ; F.T. 2.22).

## Légende

1. Solution chlorée à 1%
2. Seringue contenant une solution chlorée à 1%
3. Récipient d'un bénéficiaire



## Apport

- Produit générateur de chlore
- Equipements de protection : gants, tabliers, lunettes de sécurité ou masque de protection faciale et bottes
- Récipient gradué de 1 l
- Jerrycans de 20 l pour le stockage de la solution à 1%
- Seaux de 20 l pour le test Horrocks modifié ("jar test")
- "Pool testers" avec des pastilles de DPD 1 et de rouge de phénol
- Diverses seringues (5 et 10 ml, p.ex.)
- Tube de turbidité

## Remarques

- Stockez les produits générateurs de chlore dans leurs emballages d'origine, qui devraient être des récipients étanches, non métalliques ou correctement peints / émaillés. Abritez ces produits de la chaleur, de la lumière et de l'humidité, et entreposez-les dans une zone à l'accès restreint (le chlore est un produit dangereux). Ne stockez jamais de produits générateurs de chlore avec des matières organiques (aliments, p.ex.), ni avec des combustibles en raison du risque important d'incendie ou d'explosion. Pour les quantités supérieures à 10 kg, cherchez un lieu d'entreposage séparé, loin de tout équipement susceptible d'être endommagé par une corrosion (le chlore est fortement oxydant).
- Il est recommandé de fournir à chaque chlorateur un tableau indiquant la quantité de solution chlorée à 1% devant être injectée par volume de récipient (d'après les résultats du test Horrocks modifié) ; ex. : 2 ml de solution à 1% pour un récipient de 8 litres, 2,5 ml pour 10 l, 3 ml pour 12 l, 4 ml pour 16 l, 5 ml pour 20 l.
- Les seringues destinées au dosage du chlore sont sujettes à l'usure. Il faut donc en stocker des réserves suffisantes.
- Le transport entre le point d'eau et l'habitation d'une personne peut s'avérer suffisant pour le mélange et le temps de contact requis. Dans le cas contraire, il faudra élaborer une stratégie permettant d'assurer le temps de contact adéquat.
- Une distribution de récipients propres en matière plastique, comme des jerrycans, peut s'avérer nécessaire pour que la population dispose de moyens de transport et de stockage adéquats. La chloration sera en outre plus aisée car les récipients auront tous la même capacité. S'il est impossible de fournir des récipients propres, le nettoyage des récipients des bénéficiaires doit être envisagé.
- Dans les situations où l'eau est vendue, il peut être pertinent d'impliquer les vendeurs dans le processus de chloration, afin d'être certain que l'eau vendue est désinfectée.
- Des utilisateurs-clés peuvent être habilités à donner un feed-back sur la qualité de l'eau, s'ils sont équipés d'un "pool tester" (F.T. 2.22) et formés au contrôle de la concentration en CRL.
- Plusieurs produits combinant un coagulant, quelques floculants éventuels et un désinfectant sont disponibles sous forme de pastilles ou de sachets. Destinés au traitement de l'eau pour des ménages individuels ou de petites communautés, ces produits demandent une certaine vigilance car ils impliquent l'ajout de substances chimiques en doses fixes à une certaine quantité d'eau brute - qui peut être de n'importe quelle qualité - sans "jar test" (F.T. 2.15) ni test Horrocks modifié (F.T. 2.21). La concentration en chlore résiduel libre (F.T. 2.22) dans l'eau traitée doit être au moins analysée. Il en ira de même, de préférence, pour la concentration d'aluminium ou de fer résiduel (selon le type de coagulant utilisé dans le produit). Si l'une ou l'autre des valeurs mesurées s'écarte des normes habituelles (indicateurs), mieux vaut demander conseil à votre technicien de référence. Outre les difficultés techniques potentielles, il convient d'accorder une grande attention à la procédure de distribution de ces produits. Il importe également de vérifier si les bénéficiaires utilisent correctement le produit. La mise en place d'une campagne de promotion et de formation sera dès lors essentielle.

## F.T. 2.24 Étude topographique de base

Pour concevoir un système d'approvisionnement en eau, il faut réaliser une étude afin d'identifier la topographie de l'itinéraire proposé. Cela permettra de calculer les caractéristiques d'une canalisation alimentée par gravité ou mise sous pression à l'aide d'une pompe. La longueur sera de préférence déterminée par le biais d'un long mètre ruban, tandis que le dénivelé peut être calculé d'après la longueur et l'angle vertical entre les deux extrémités du système d'approvisionnement en eau. Les études topographiques décrites ci-après sont destinées à des systèmes d'approvisionnement simples et relativement courts.

### Procédure

#### A. Calcul du dénivelé sur une colline ayant une pente unique et relativement constante

- Mesurez la hauteur de vue de l'enquêteur.
- Déterminez, à l'aide d'un long mètre ruban (50 m, p.ex.), la distance entre les deux extrémités du système d'approvisionnement en eau - à savoir la ressource en eau et le point d'utilisation. Si nécessaire, assurez-vous que le tracé proposé est compatible avec les excavations requises pour une éventuelle installation souterraine de la canalisation.
- Placez-vous à l'extrémité inférieure du système d'approvisionnement en eau (rivière, par exemple), tenez le niveau Abney devant votre œil et visez l'autre extrémité du système (réservoir, p.ex.) en centrant la mire par rapport à la cible.
- Ajustez le levier de repérage jusqu'à ce que la bulle (visible dans la moitié du champ de vision) soit centrée par rapport à la mire et bloquez le levier avec sa vis de fixation.
- Lisez l'angle vertical  $\alpha$  sur l'arc en degrés
- Calculez le dénivelé entre les extrémités du système d'approvisionnement en eau via la formule suivante :

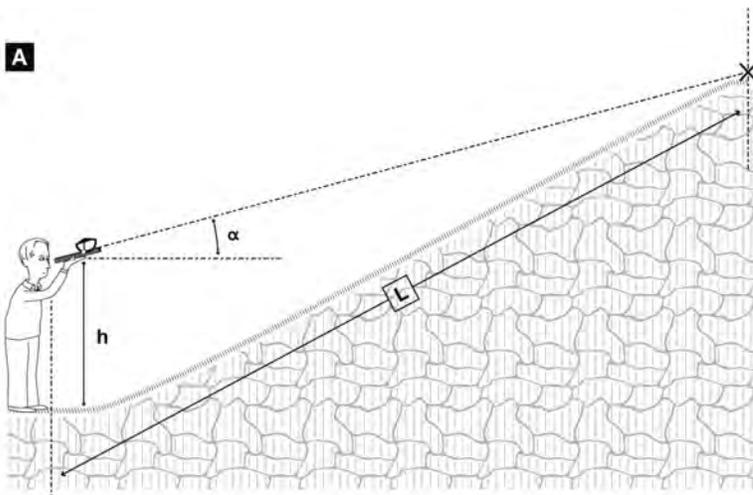
$$H = L \times \sin(\alpha) + h$$

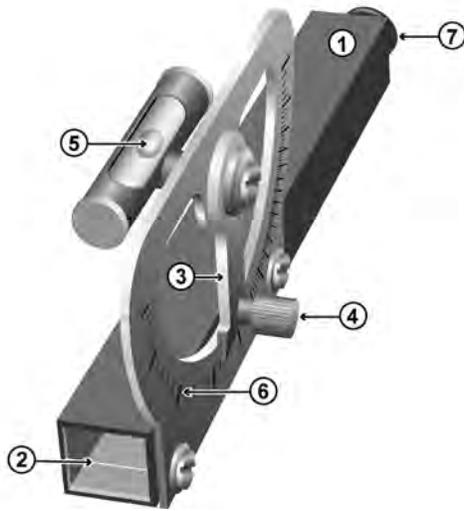
Où  $H$  = dénivelé entre les extrémités du système d'approvisionnement en eau  
 $L$  = distance entre les deux extrémités du système d'approvisionnement en eau  
 $\alpha$  = angle entre le niveau horizontal (mesuré à la hauteur de regard de l'enquêteur situé à l'extrémité inférieure) et l'extrémité supérieure du système d'approvisionnement en eau  
 $h$  = hauteur de vue de l'enquêteur.

#### Exemple :

$L$  = distance mesurée entre la rivière et le réservoir en haut de la colline = 300 m  
 $\alpha$  = angle mesuré entre la rivière et la sortie du réservoir en haut de la colline =  $5^\circ$   
 $h$  = hauteur de vue de l'enquêteur = 1,71 m

$$H = 300 \text{ m} \times \sin(5^\circ) + 1.71 \text{ m} = 27.86 \text{ m}$$





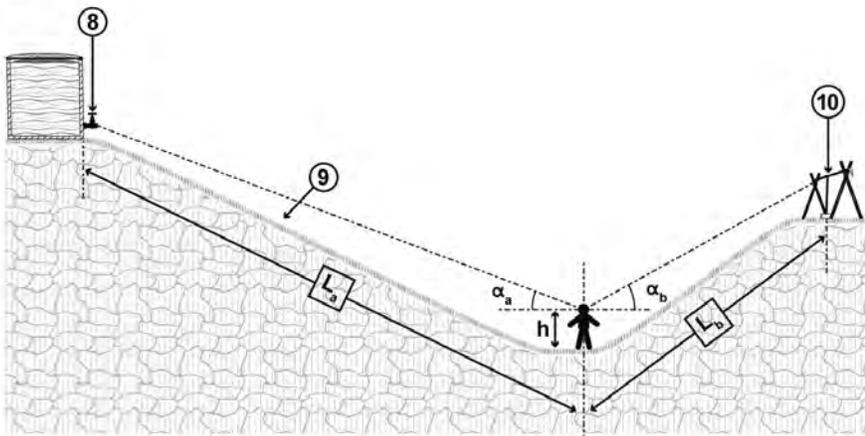
### Légende

1. Niveau Abney
2. Mire
3. Levier de repérage
4. Vis de fixation
5. Bulle d'air centrée par rapport à la mire
6. Arc
7. Oculaire
8. Sortie du réservoir
9. Topographie de la zone
10. Rampe de distribution

### Apport

- Niveau Abney
- Long mètre ruban (50 m p.ex.)
- Carnet de notes et de quoi écrire
- Calculatrice

**B**



## B. Calcul du dénivelé lorsqu'un système d'approvisionnement en eau de faible longueur passe par une "petite" vallée

- Dans ce cas, les mesures doivent être effectuées depuis le bas de la vallée, d'abord dans la direction d'une extrémité (a) du système d'approvisionnement en eau puis dans la direction de l'autre extrémité. La procédure décrite au point A doit être suivie deux fois. Le dénivelé entre les deux extrémités sera alors représenté par la différence ( $\Delta H$ ) entre  $H_{(a)}$  et  $H_{(b)}$ .

### Exemple :

- $L_{(a)}$  = distance entre le bas de la vallée et l'extrémité (a) (sortie d'un réservoir, par exemple) = 250 m
- $\alpha_{(a)}$  = angle mesuré entre le fond de la vallée et l'extrémité (a) =  $7,2^\circ$
- $L_{(b)}$  = distance entre le bas de la vallée et l'extrémité (b) (rampe de distribution, par exemple) = 150 m
- $\alpha_{(b)}$  = angle mesuré entre le fond de la vallée et l'extrémité (b) =  $7,8^\circ$
- $h$  = hauteur de vue de l'enquêteur = 1,71 m

$$H_{(a)} = 250 \text{ m} \times \sin(7,2^\circ) + 1,71 \text{ m} = 33 \text{ m}$$

$$H_{(b)} = 150 \text{ m} \times \sin(7,8^\circ) + 1,71 \text{ m} = 22 \text{ m}$$

$$\Delta H = 33 \text{ m} - 22 \text{ m} = 11 \text{ m}$$

## C. Calcul de la hauteur d'un château d'eau

- Mesurez la hauteur de vue de l'enquêteur.
- Choisissez un point de référence sur une surface plane à proximité du château d'eau, d'où les mesures seront effectuées.
- Déterminez la distance horizontale entre le point de référence et le château d'eau à l'aide d'un mètre ruban
- Placez-vous au point de référence, portez le niveau Abney à votre œil et visez le point le plus élevé du château d'eau en centrant la mire par rapport à la cible.
- Ajustez le levier de repérage jusqu'à ce que la bulle (visible dans la moitié du champ de vision) soit centrée par rapport à la mire et bloquez le levier avec sa vis de fixation.
- Lisez l'angle vertical  $\alpha$  sur l'arc en degrés
- Calculez la hauteur du château d'eau via la formule suivante :

$$H = L \times \text{tangente}(\alpha) + h$$

Où  $H$  = hauteur du château d'eau

$L$  = distance horizontale entre le point de référence et le château d'eau

$\alpha$  = angle entre le niveau horizontal (mesuré à la hauteur de regard de l'enquêteur au point de référence) et le point supérieur du château d'eau

$h$  = hauteur de vue de l'enquêteur.

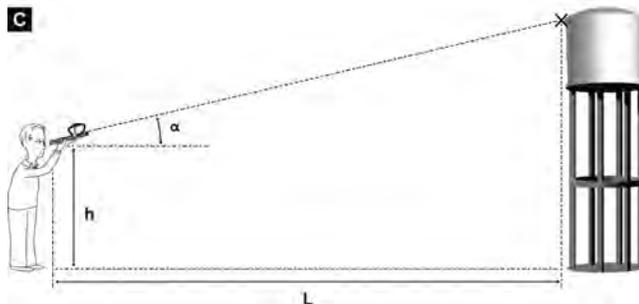
### Exemple :

$L$  = distance horizontale entre le point de référence et le château d'eau = 40 m

$\alpha$  = angle mesuré entre le point de référence et le château d'eau =  $24,5^\circ$

$h$  = hauteur de vue de l'enquêteur = 1,71 m

$$H = 40 \text{ m} \times \tan(24,5^\circ) + 1,71 \text{ m} = 20 \text{ m}$$



## Remarques

- Les systèmes d'approvisionnement en eau longs et complexes traversant plusieurs collines sortent du champ d'application de ce guide (section 2.5 Bibliographie recommandée).
- Toutes les formules doivent être appliquées avec une calculatrice en mode "degrés". Si la calculatrice est en mode "radians", l'angle doit aussi être converti en radians : degrés  $\times \pi/180^\circ = \text{radians}$  ( $\pi = 3,14$ ). À titre d'exemple :  $H = 300 \text{ m} \times \sin(5^\circ \times \pi/180^\circ) + 1,71 \text{ m} = 27,86 \text{ m}$
- En cas d'étude topographique sur une pente unique pour un système alimenté par gravité, le dénivelé disponible (pression) pour compenser les pertes de charge linéaires et locales (F.T. 2.31) devrait être mesuré entre la hauteur du robinet et la sortie du réservoir. Cela signifie qu'il faut se positionner à l'emplacement du robinet et viser la sortie du réservoir avec le niveau Abney. La hauteur du robinet doit être déduite de la hauteur calculée sur la base de la mesure obtenue via le niveau Abney (comme décrit plus haut).
- Pour déterminer la pression maximale dans une canalisation alimentée par gravité, il convient de mesurer le dénivelé maximal entre le point le plus bas du système et le niveau d'eau maximal (dans le réservoir). Ce dénivelé maximal est important pour vérifier la pression à laquelle le tuyau doit résister lorsque tous les robinets sont fermés. Si le niveau d'eau maximal dans le réservoir ne peut être déterminé, sa hauteur maximale peut être utilisée à titre de référence.
- Pour pouvoir déterminer la pression qu'une pompe doit développer lorsqu'elle pompe de l'eau vers le haut de la colline, il convient de mesurer la différence de hauteur entre le niveau d'eau (dynamique) de la ressource et le niveau maximal de l'eau dans le système (ex. : réservoir complètement rempli, point le plus haut dans la canalisation). À cette pression liée au dénivelé, il convient d'ajouter la pression requise pour compenser les pertes de charge (linéaires et locales) afin de déterminer la capacité de pompe requise.
- S'il faut déterminer la hauteur totale d'un château d'eau, visez la partie supérieure du réservoir à l'aide du niveau Abney. Il faudra néanmoins viser la partie inférieure (sortie) du réservoir pour connaître la pression minimale que le château d'eau pourra fournir.
- La distance et le dénivelé peuvent aussi être mesurés à l'aide d'un GPS, mais n'oubliez pas que la majorité de ces instruments n'offrent qu'une précision horizontale de 10 m et une précision verticale encore plus basse. Les systèmes GPS ordinaires ne conviennent donc pas pour les études topographiques.
- Le clinomètre est un appareil similaire au niveau Abney. Il repose sur un concept plus simple et coûte moins cher mais comme la visée est plus difficile à effectuer, le résultat est moins précis qu'avec un niveau Abney.
- L'altimètre fonctionne en mesurant les différences de pression barométrique à diverses altitudes (pression atmosphérique plus basse à une altitude plus élevée). Comme les variations météorologiques peuvent également modifier la pression barométrique, les mesures doivent être effectuées durant une brève période. Une alternative consiste à travailler avec un altimètre mobile et à placer un ou deux altimètres fixes aux extrémités de la zone topographique en cours d'étude. La mesure des différences de pression au niveau des altimètres fixes à intervalles réguliers permettra d'ajouter un facteur de correction aux mesures de l'altimètre mobile. La précision de 1 à 5 m des altimètres est souvent insuffisante.
- Le théodolite et le laser sont des instruments de haute précision coûteux qui peuvent requérir une formation spécifique. Leur précision (de l'ordre de quelques centimètres) n'est généralement pas nécessaire pour les études topographiques.

## F.T. 2.25 Pompes centrifuges

La plupart des pompes à eau motorisées (moteur à combustion ou électrique) utilisées par des organisations humanitaires sont de type centrifuge. Le principe d'une pompe centrifuge est que sa roue à aubes (rotor) chasse l'eau vers l'extérieur et que l'espace vide créé au centre de son rotor est rempli, via le "tuyau d'aspiration", par de l'eau poussée par la pression atmosphérique. Cette nouvelle eau sera à son tour chassée vers l'extérieur par la roue à aubes, créant un nouvel espace vide en son centre et ainsi de suite jusqu'à l'arrêt de la pompe. La vitesse de propulsion de l'eau par le rotor est partiellement transformée en pression dans la volute de la pompe (stator en forme d'escargot), permettant l'acheminement de l'eau sur une certaine hauteur avec un débit donné.

### Principaux types de pompes centrifuges utilisés par les organisations humanitaires

#### Pompes de surface

Généralement installées en surface, elles "aspirent" l'eau pour l'acheminer vers un point plus élevé. Quel que soit le type ou la puissance du moteur qui actionne la pompe, sa hauteur d'aspiration maximale est d'environ 7 m au niveau de la mer et diminue à mesure que l'altitude augmente.

- Les *motopompes à faible pression* (pression maximale d'environ 300 kPa ou 3 bars, par exemple), actionnées par un moteur à essence ou diesel, sont souvent utilisées en cas d'urgence. Comme les motopompes sont conçues pour fonctionner sur des sites de construction, elles peuvent traiter de l'eau très turbide contenant de petites particules solides.
- La plupart des *pompes à pression élevée* (ex. : > 600 kPa ou 6 bars) ne sont pas conçues pour pomper l'eau turbide.
- Les *pompes à résidus* (F.T. 3.13) sont à même de pomper de l'eau turbide contenant des solides jusqu'à 20 - 30 mm (petits débris, matières fécales, etc.) sans s'obstruer. Les aubes de leur rotor sont souvent pourvues de bords tranchants pour déchaîner les particules molles.

#### Pompes immergées

Ces pompes doivent être entièrement immergées dans l'eau, sinon elles s'arrêteront ou tomberont même en panne après une brève période d'utilisation. Comme elles sont entièrement immergées, ces pompes "n'aspirent" pas l'eau ; elles doivent simplement la refouler. Elles sont particulièrement intéressantes pour les forages dont le niveau d'eau est (nettement) plus profond que 7 m sous la surface. Le débit et la pression pouvant être fournis dépendent du format de la pompe et de la puissance de son moteur électrique (généralement combinés en un seul élément). Les pompes immergées sont conçues pour acheminer de l'eau non turbide, de sorte que les particules solides en suspension endommageront leurs roues à aubes et corps de pompe.

#### Pompes vide-cave

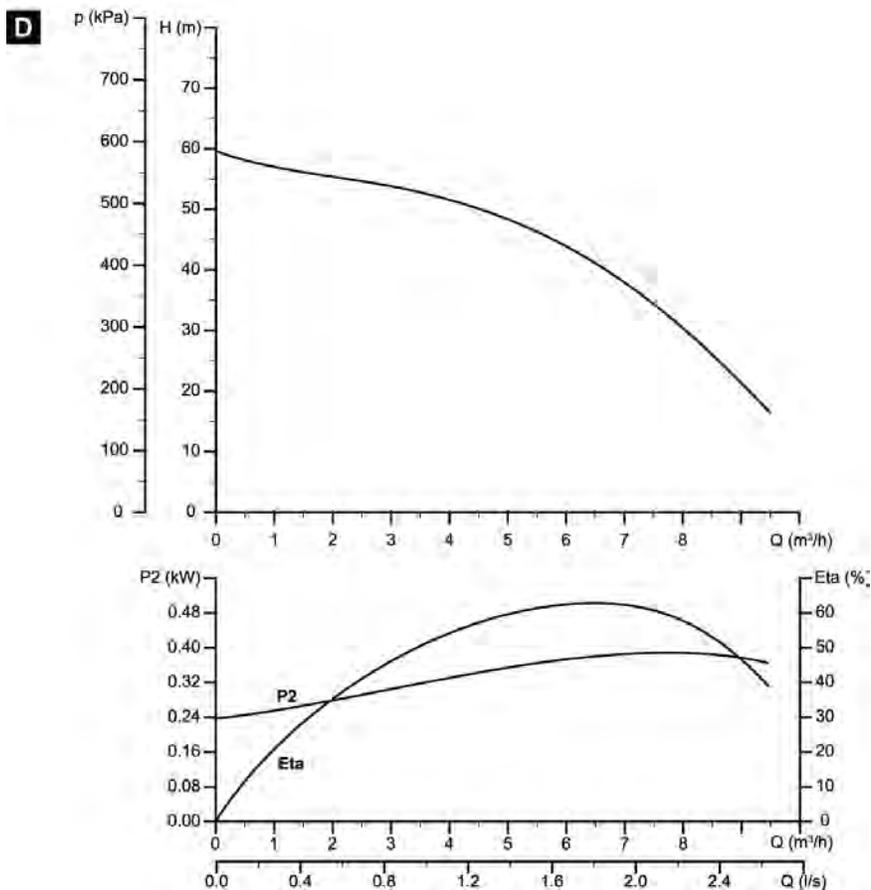
Ces appareils combinent dans une certaine mesure les fonctions des motopompes couramment utilisées et des pompes immergées. Les pompes vide-cave à moteur électrique peuvent être complètement submergées ou presque totalement hors de l'eau (tant que le rotor reste submergé). Il existe des modèles haute qualité dont le moteur électrique est refroidi par l'eau pompée, de sorte que le bloc-moteur peut rester hors de l'eau durant des périodes prolongées. Comme leur entrée doit se situer sous le niveau de l'eau, les pompes vide-cave peuvent uniquement refouler l'eau, mais à des débits (relativement) élevés. Elles sont également conçues pour de l'eau (très) sale et présentent donc une hauteur de refoulement plutôt limitée (certainement en comparaison avec des pompes immergées dans la même plage de puissance électrique). Les organisations humanitaires les utilisent surtout pour assécher rapidement des puits creusés à la main, avant que les travaux puissent commencer à l'intérieur. Elles peuvent aussi servir lors du nettoyage d'un puits (F.T. 2.03) ou pour enlever la boue de réservoirs de sédimentation assistée (F.T. 2.16). Elles permettent également de fournir de l'eau potable à partir de puits creusés à la main ayant plus de 7 m de profondeur.

### Caractéristiques des pompes

#### Plaque d'identification

Chaque pompe centrifuge doit avoir une plaque d'identification indiquant au moins deux points de fonctionnement :

- La hauteur manométrique totale, HMT maximale qu'elle peut atteindre (au débit zéro) ; exprimée en kPa, bars, mètres de colonne d'eau (mCE).
- Le débit maximal qu'elle peut atteindre (point de fonctionnement théorique à la HMT zéro) ; exprimé en l/s, l/min, m<sup>3</sup>/h.



### Légende

A. Motopompe  
B. Pompe immergée

C. Pompe vide-cave  
D. Courbes de caractéristiques (pompes centrifuges)

## **Courbes de caractéristiques (graphiques)**

- *pQ (partie supérieure du graphique)* : la courbe pQ d'une pompe centrifuge présente la relation entre la pression (p) et le débit (Q) qu'elle produit (pour une motopompe à la vitesse régulée maximale du moteur à combustion). Cette courbe indique la capacité de la pompe sur sa plage de fonctionnement. Notez qu'à la pression maximale, le débit est égal à zéro. La partie de la courbe imprimée en gras correspond à la plage de haute efficacité. Le point de fonctionnement effectif (pression et débit spécifiques auxquels la pompe fonctionnera) est déterminé par le dénivelé et les pertes de charge que la pompe doit surmonter dans les canalisations (F.T. 2.31 ; 2.32).
- *Rendement et puissances requises de la pompe (partie inférieure du graphique)* : certains fabricants de pompes centrifuges (électriques) fournissent aussi des courbes indiquant le rendement (Eta) et les besoins en puissance (P2) d'une pompe spécifique. Le rendement est la relation entre la puissance transmise à l'eau et celle développée par le moteur. Chaque pompe a sa propre courbe de rendement, qui variera en fonction du débit. Le rendement maximal est celui où la puissance du moteur est presque intégralement transférée à l'eau comme illustré sur la courbe. La courbe de puissance montre aussi que les besoins en puissance d'une pompe centrifuge sont les plus bas lorsque le débit est nul. Autrement dit, si un générateur a des difficultés à fournir le courant de démarrage d'une pompe centrifuge électrique, il est recommandé de la mettre en route avec sa vanne à glissière (guillotine) fermée (Q = 0, p = max.), car cette configuration requiert le moins de puissance, et donc le moins de courant de démarrage.

### **Remarques**

- Lisez toujours le mode d'emploi avant d'utiliser une pompe.
- Les motopompes et générateurs ne devraient jamais être descendus dans un puits ou placés juste à côté afin d'éviter l'accumulation de gaz d'échappement toxiques.
- Les pompes vide-cave doivent être arrêtées et débranchées de leur source électrique avant que des individus n'accèdent au puits.
- Si un générateur est utilisé pour alimenter une pompe électrique, assurez-vous qu'il est raccordé à la terre.
- Toutes les pompes centrifuges de surface ne sont pas auto-amorçantes ; il faut donc s'assurer que leur corps de pompe mais aussi leur tuyau d'aspiration soient totalement remplis d'eau avant de les mettre en route. En cas de doute quant à la capacité d'auto-amorçage d'une pompe, remplissez toujours son tuyau d'aspiration d'eau.
- Certaines pompes de surface à haute capacité ne peuvent "aspirer" l'eau et doivent avoir le niveau d'eau à la même hauteur que l'axe de la pompe, voire au-dessus (consultez le mode d'emploi).
- Toutes les pompes centrifuges ne sont pas capables de pomper de l'eau turbide. La présence potentielle de grandes quantités de sable ou d'autres particules solides dans l'eau peut endommager les pièces mobiles de la pompe.
- L'installation d'une crépine est obligatoire, même pour les pompes spécifiquement conçues pour pomper l'eau contenant des particules solides.
- La présence d'eau salée ou saumâtre peut entraîner une corrosion rapide de la pompe.
- Certaines pompes électriques ont des fonctionnalités électroniques qui assurent un démarrage lent du moteur et requièrent donc un courant de démarrage moins élevé (ainsi qu'une puissance de démarrage plus faible). Il n'est, par conséquent, pas nécessaire de démarrer ce type de pompe avec la vanne à glissière (guillotine) fermée.
- Tenez compte du fait qu'une colonne d'eau de 10 m (10 mCE) équivaut approximativement à 100 kPa ou 1 bar (le bar et le mCE étant les unités les plus couramment utilisées par les techniciens).

## F.T. 2.26 Informations requises pour choisir une pompe centrifuge

Il est très important de déterminer la pompe adéquate pour chaque situation. En cas d'urgence, le choix sera souvent restreint par la variété limitée des kits de pompes. Il conviendra alors d'opter pour celle dont les caractéristiques se rapprochent le plus des besoins effectifs. Pour les urgences chroniques et les situations stabilisées, il peut s'avérer nécessaire de sélectionner une pompe spécifique en dehors de l'éventail de kits, sur la base du dimensionnement du système d'approvisionnement en eau.

### Procédure

- Déterminez la demande en eau pour une population et/ou une structure de santé.
- Calculez le débit de pompage (l/s, m<sup>3</sup>/h) et le nombre de démarrages requis, d'après :
  - la demande quotidienne en eau,
  - la capacité de stockage des réservoirs,
  - et le temps disponible pour remplir les réservoirs, qui dépend du moment de la journée où la population collecte l'eau (surtout en matinée et en début de soirée) et/ou de la période pendant laquelle le réseau électrique ou un éventuel générateur fonctionne (pour les pompes électriques).
- Rassemblez des informations physiques sur le site : vérifiez le diamètre et la profondeur du puits creusé à la main ou du forage, faites un schéma reprenant les dimensions de la berge de la rivière, du bord du lac ou du canal (afin de déterminer l'espace disponible pour l'installation d'une station de pompage), vérifiez l'altitude (hauteur au-dessus du niveau de la mer).
- Déterminez si le débit de la ressource en eau est compatible avec le débit souhaité. Si aucune information n'est disponible concernant le débit maximal d'un puits (tubé), il convient d'effectuer un test de pompage (F.T. 2.27).
- Collectez des informations sur les caractéristiques de l'eau : pH, turbidité, salinité.
- Spécifiez l'affectation de la pompe : utilisation pour le traitement d'eau à l'aide de substances chimiques telles que le sulfate d'aluminium ou le chlorure ferrique, par exemple.
- Déterminez la source d'énergie associée au pompage : diesel, essence, électricité, énergie solaire.
- Informez-vous sur les connaissances locales pour l'entretien et la réparation de pompes.
- Déterminez les emplacements exacts de la ressource en eau, de la station de pompage et des réservoirs. Établissez ensuite un plan topographique qui :
  - indique la distance verticale en mètres entre le niveau le plus bas et le plus élevé vers lequel l'eau doit être pompée, autrement dit la **Hauteur Géométrique Totale**, HGT (F.T. 2.24). Notez que le point le plus élevé ne correspond pas nécessairement au réservoir de stockage. Tenez également compte des éventuelles variations saisonnières des niveaux des ressources en eau.
  - spécifie la longueur totale du tuyau afin de calculer les **Pertes de Charge Totales**, PCT. Les pertes de charge incluent les pertes linéaires (friction de l'eau traversant le tuyau) et locales (friction de l'eau traversant les vannes, les coudes, la crépine, etc.) (F.T. 2.31).
- Calculez la **Hauteur Manométrique Totale**, HMT (voir ci-après).

Hauteur Manométrique Totale, HMT :

pression totale que la pompe doit fournir (exprimée en mCE, kPa ou bars)

**Hauteur Manométrique Totale (HMT) =**

**Hauteur Géométrique Totale (HGT) + Pertes de Charges Totales (PCT)**

**Hauteur Géométrique Totale (HGT) =**

**Hauteur Géométrique d'Aspiration (HGA) + Hauteur Géométrique de Refoulement (HGR)**

Hauteur Géométrique d'Aspiration (HGA) : du niveau de la ressource en eau jusqu'au centre (axe) / jusqu'à l'entrée de la pompe.

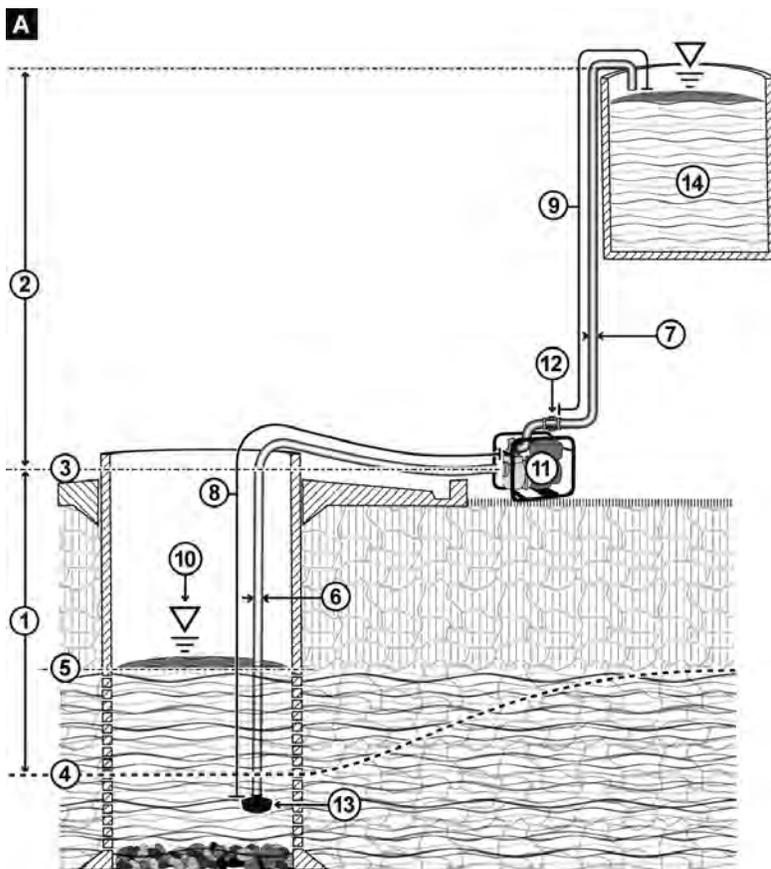
**Remarque** : pour les puits (tubés), il convient d'utiliser le niveau d'eau dynamique au débit souhaité.

Hauteur Géométrique de Refoulement (HGR) : de l'axe / de la roue à aubes (rotor) de la pompe jusqu'au point le plus élevé du système de refoulement.

**Remarque** : une fois l'eau pompée vers le point le plus haut du système de refoulement, un siphonage peut être effectué si la sortie effective se situe à un niveau moins élevé, ce qui réduira la hauteur géométrique de refoulement. Il est toutefois recommandé d'utiliser la HGR initiale pour déterminer la pompe adéquate afin d'être certain que le système fonctionnera (et que la pompe est capable d'acheminer l'eau au-delà du point le plus élevé). Au final, le débit obtenu ne peut être qu'un peu plus élevé que le résultat initialement prévu.

**Pertes de Charge Totales (PCT) =**

**Pertes de Charge à l'Aspiration (PCA) + Pertes de Charge au Refoulement (PCR)**



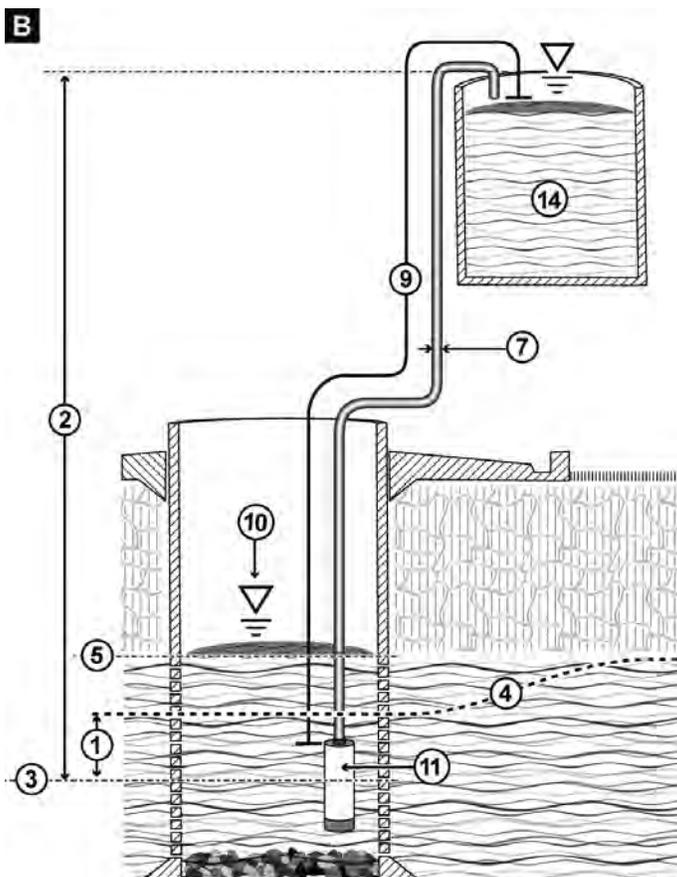
### Légende

### Apport

- A. Pompe de surface  
 B. Pompe immergée / pompe vide-cave

1. Hauteur géométrique d'aspiration
2. Hauteur géométrique de refoulement
3. Niveau de la roue à aubes (rotor) de pompe (axe)
4. Niveau d'eau le plus bas de la ressource (dynamique)
5. Niveau d'eau le plus élevé (statique)
6. Diamètre interne du tuyau d'aspiration
7. Diamètre interne du tuyau de refoulement
8. Longueur du tuyau d'aspiration
9. Longueur du tuyau de refoulement
10. Pression atmosphérique
11. Pompe
12. Clapet anti-retour (optionnel)
13. Crépine d'aspiration avec clapet anti-retour
14. Réservoir de stockage

- Equipement de mesure (mètre ruban, niveau, etc.)
- Schéma et description du site
- Informations techniques relatives à la pompe (caractéristiques), type de tuyaux (ex. Heliflex®, PE, acier galvanisé ("GI"), diamètre du tuyau
- raccords, vannes, coudes, etc.



### Remarques

- La simplicité d'entretien et la robustesse de la pompe ; le nombre d'heures de fonctionnement ou de démarrages par heure ; la disponibilité de carburant (quel type ?) ou d'électricité ; la disponibilité d'outils, de pièces de rechange et de compétences d'entretien ; les frais d'achat, d'exploitation, de maintenance et de réparation : autant de facteurs à ne pas sous-estimer pour le choix d'une pompe (surtout dans le cadre d'une utilisation à long terme).
- Les moteurs électriques ont besoin d'un courant plus important (donc d'une puissance plus élevée) pour le démarrage que pour le fonctionnement normal. Ce facteur doit être pris en considération lors du choix d'un générateur. Le courant de démarrage requis pour une pompe centrifuge peut être réduit via son démarrage avec une vanne à glissière (guillotine) fermée du côté refoulement. Cette vanne devra néanmoins être ouverte dès que la pompe aura atteint son régime normal (quelques secondes à peine). Certaines pompes électriques ont des fonctionnalités électroniques qui assurent un démarrage lent du moteur et requièrent donc un courant de démarrage moins élevé (ainsi qu'une puissance de démarrage plus faible). Il n'est, par conséquent, pas nécessaire de démarrer ce type de pompe avec une vanne à glissière (guillotine) fermée.

- Le coup de bélier est un phénomène qui survient lorsque l'eau circulant dans une canalisation est brutalement arrêtée (par exemple via la fermeture subite d'une vanne quart de tour ou d'une vanne papillon), ce qui entraîne une accumulation rapide de la pression et un renvoi de l'eau dans la direction opposée. Il s'ensuit plusieurs pointes (importantes) de pression (coup de bélier), qui peuvent endommager le système d'approvisionnement en eau. N'utilisez que des vannes à glissière (guillotines) dans les systèmes de pompage car ils se ferment lentement, ce qui réduit considérablement le risque de coups de bélier (il est déconseillé d'utiliser des vannes quart de tour et des vannes papillons).
- La capacité d'aspiration d'une pompe de surface est limitée à 7 m maximum au niveau de la mer, quelle que soit la puissance de son moteur. La hauteur d'aspiration (charge hydraulique) devrait dès lors être la plus faible possible et la longueur du tuyau d'aspiration, la plus courte possible. La capacité d'aspiration diminue à mesure que l'altitude augmente (voir le tableau ci-dessous).

Altitude (m)	Perte de hauteur d'aspiration (m)
0	0
500	0,60
1000	1,20
1500	1,70
2000	2,20
2500	2,70
3000	3,20
3500	3,60

Les motopompes ne doivent jamais être descendues à l'intérieur ou placées directement à côté d'un puits pour réduire la longueur du tuyau d'aspiration.

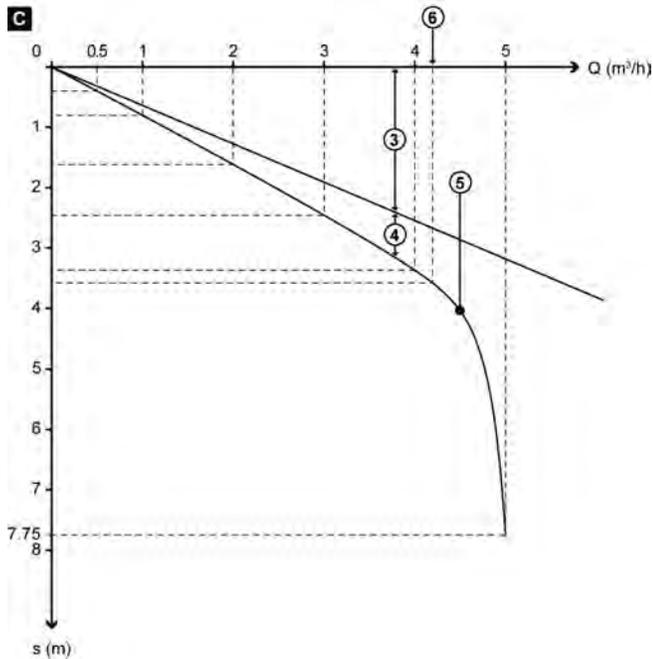
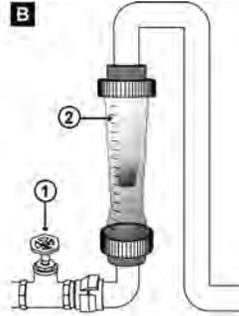
- Toutes les pompes centrifuges de surface ne sont pas auto-amorçantes ; il faut donc s'assurer que leur corps de pompe mais aussi leur tuyau d'aspiration soient totalement remplis d'eau avant de les mettre en route. En cas de doute quant à la présence d'un système d'auto-amorçage dans une pompe, remplissez toujours son tuyau d'aspiration d'eau.
- Certaines pompes de surface à haute capacité ne peuvent "aspirer" l'eau et doivent avoir le niveau d'eau à la même hauteur que l'axe de la pompe, voire au-dessus (consultez le mode d'emploi). Elles ne peuvent fournir de l'eau que jusqu'à une certaine hauteur avec un certain débit, qui dépend de la puissance et de la vitesse de rotation du moteur.
- Toutes les pompes centrifuges ne sont pas capables de pomper de l'eau turbide. La présence potentielle de grandes quantités de sable ou d'autres particules solides dans l'eau peut endommager les pièces mobiles de la pompe.
- La présence d'eau salée ou saumâtre peut requérir une pompe spéciale moins vulnérable à la corrosion.
- La hauteur de la colonne d'eau dans un puits crée une pression à l'entrée de la pompe immergée, de sorte que la hauteur géométrique d'aspiration (HGA) est négative et doit être déduite de la hauteur géométrique de refoulement. Pour les pompes immergées et les pompes vide-cave, cela signifie en pratique que la hauteur géométrique totale peut être comptée du niveau dynamique de l'eau au point le plus haut dans le système de canalisations. N'oubliez toutefois pas que certaines pompes ont un niveau de pression maximal (profondeur) à ne pas dépasser. Tenez également compte du fait que plus la pompe descend profondément dans un puits, plus le tuyau de refoulement devra être long et donc plus les pertes de charge au refoulement seront élevées.
- Les pertes de charge à l'aspiration pour les pompes immergées et vide-cave sont très faibles car aucun tuyau d'aspiration ne cause de frictions. Il ne faut toutefois pas négliger la friction de l'eau avec le massif filtrant et la crépine d'un forage (F.T. 2.27).
- Tenez compte du fait qu'une colonne d'eau de 10 m (10 mCE) équivaut approximativement à 100 kPa ou 1 bar (le bar et le mCE étant les unités les plus couramment utilisées par les techniciens).

## F.T. 2.27 Détermination du débit de pompage maximal d'un puits

Pour vérifier si un puits creusé à la main ou tubé (forage) peut satisfaire la demande en eau, il est important de déterminer son débit de pompage maximal via un pompage d'essai. Le débit de pompage maximal est également important pour identifier une pompe adéquate pour le puits. Le pompage d'essai consiste à enregistrer l'évolution du rabattement de l'eau dans le puits à des débits croissants. Le niveau d'eau dynamique associé au débit de pompage maximal et la profondeur à laquelle débute la crépine du forage déterminent également la profondeur d'installation de la pompe.

### Procédure

- Vérifiez les informations suivantes dans le rapport de forage / du puits : profondeur totale, niveau d'eau statique, niveau d'eau dynamique au débit de pompage maximal, et profondeur de début de la zone crépinée du forage. Si le rapport n'est pas disponible, toutes les données susmentionnées doivent être déterminées avant qu'une pompe puisse être choisie et/ou installée. Les informations relatives aux puits voisins peuvent donner une estimation de la profondeur de puits et du niveau d'eau statique dans la zone concernée.
- Déterminez la profondeur totale du puits. Pour ce faire, vous pouvez introduire un poids lourd désinfecté (une pierre par exemple) attaché à une longue corde dans le puits. Lorsque le poids ne peut plus être ressenti, le fond est atteint. La longueur de la corde insérée, depuis la surface du sol (c'est-à-dire le point le plus haut de la margelle / du tubage en surface) jusqu'au fond, peut être mesurée et indiquera dès lors la profondeur totale du puits.
- Déterminez le niveau d'eau statique du puits à l'aide d'une sonde piézométrique. Une sonde piézométrique est une sonde reliée à un long mètre ruban, qui émet une lumière et/ou un signal sonore lorsqu'elle entre en contact avec de l'eau. Pour obtenir des données correctes, il ne faut mesurer le niveau d'eau statique qu'après au moins 24 heures d'inutilisation du puits.
- Estimez dans le cas d'un forage la profondeur de début de la crépine sur la base de sa profondeur totale et du niveau d'eau statique. Un forage correctement conçu a souvent 1 à 3 longueurs de crépine de 4 à 6 m chacune, selon l'épaisseur de l'aquifère souterrain. Il est important de tenir compte du fait qu'un forage bien conçu ne peut jamais avoir un niveau d'eau statique plus bas que la zone crépinée du tubage.
- Installez une pompe centrifuge motorisée (F.T. 2.25). Pour les puits peu profonds (niveau d'eau statique à moins de 6 m de profondeur au niveau de la mer), une motopompe peut être utilisée. Pour les puits creusés à la main ayant un niveau d'eau statique plus profond, il faudra utiliser une pompe vide-cave ou immergée. Les forages profonds requerront l'installation d'une pompe immergée, au moins 1 m au-dessus de la crépine (F.T. 2.29). Il conviendrait de prévoir une vanne à glissière (guillotine) sur le tuyau de refoulement pour réguler le débit de la pompe avec précision.
- Démarrez la pompe avec la vanne à glissière (guillotine) fermée, ouvrez-la lentement et réglez le débit "Q" à 0,5 m<sup>3</sup>/h à l'aide de la vanne. Le débit peut être déterminé via la mesure du temps requis pour remplir un récipient d'un volume connu (20 - 30 l, par exemple) ou, bien plus aisément, à l'aide d'un débitmètre instantané.
- Mesurez le rabattement "s" (en mètres) à l'aide de la sonde piézométrique, et assurez son suivi jusqu'à ce que le niveau d'eau dynamique se soit stabilisé (rabattement < 1 cm/minute) à ce débit spécifique. Il faut souvent 2 heures pour la stabilisation mais on peut tenter de réduire cette période en cas d'urgence aiguë.
- Placez les chiffres relevés sur un graphique débit (abscisse) / rabattement (ordonnée) afin d'indiquer le point de fonctionnement. Une ligne droite peut aussi être tracée depuis le point zéro du graphique (débit = 0, rabattement = 0) en passant par le premier point de fonctionnement débit (Q = 0,5 m<sup>3</sup>/h) / rabattement (s), pour une représentation approximative des pertes de charge linéaires au sein de l'aquifère (vu que les pertes de charge non linéaires seront généralement peu élevées pour un débit aussi bas).
- Mesurez également la turbidité de l'eau du puits à l'aide d'un tube de turbidité (F.T. 2.13). La turbidité sera de préférence inférieure à 5 (N)TU, et certainement pas supérieure à 20 (N)TU.
- Augmentez le débit à 1 m<sup>3</sup>/h en ouvrant un peu plus la vanne à glissière (guillotine) puis, tout en contrôlant la turbidité, suivez le rabattement durant la même période que pour le débit de 0,5 m<sup>3</sup>/h.
- Tracez le nouveau point de fonctionnement sur le graphique. Reliez ensuite les différents points de fonctionnement afin de former la courbe du puits représentant les pertes de charge linéaires et non linéaires durant le pompage (voir la figure C).
- Continuez d'augmenter le débit par pas de 1 m<sup>3</sup>/h tout en mesurant le rabattement, et tracez les résultats successifs sur le graphique, jusqu'à ce que les pertes de charge non linéaires soient devenues équivalentes aux pertes de charge linéaires, ou jusqu'à ce que la courbe du puits s'écarte nettement de la ligne des pertes de charge linéaires. Ces phénomènes indiquent que le débit critique a été atteint. Le débit critique est également atteint lorsque la turbidité de l'eau pompée commence à augmenter considérablement. Si ces phénomènes ne se produisent pas, le débit peut être augmenté jusqu'à ce que le rabattement maximal possible ait été atteint, ce qui signifie que le niveau dynamique de l'eau est toujours au moins 1 m au-dessus de la pompe (ou de la crépine en cas d'utilisation d'une pompe de surface).



### Légende

### Apport

- A. Sonde piézométrique  
 B. Débitmètre instantané avec vanne à glissière (guillotine)  
 C. Graphique débit (Q) – rabattement(s)

1. Vanne à glissière (guillotine)
2. Débitmètre instantané (Rotamètre)
3. Pertes de charge linéaires
4. Pertes de charge non linéaires (turbulence)
5. Débit critique
6. Débit de pompage maximal

- Rapport de forage / du puits
- Corde et poids désinfecté (clé à écrous, p.ex.)
- Sonde piézométrique
- Récipient et montre ou débitmètre instantané
- Vanne à glissière (guillotine)
- Kit de pompe (motopompe, vide-cave ou immergée)
- Tube de turbidité
- Papier quadrillé / millimétré, règle et de quoi écrire

## Interprétation des résultats

- Si un puits est surpompe au-delà de son débit critique, sa courbe peut s'éloigner considérablement de la ligne des pertes de charge linéaires. Ce résultat est dû à :
  - d'importantes turbulences et donc de grosses pertes de charge non linéaires dans le massif filtrant et la crépine d'un forage, ou
  - le dénoyage d'un aquifère particulièrement productif.Dans tous les cas, il convient d'éviter le surpompage. Cela signifie que le débit de pompage maximal doit être inférieur au débit critique. Dans la pratique, et par souci de sécurité, le débit de pompage de la dernière étape avant d'atteindre le débit critique peut être considéré comme le débit de pompage maximum évalué.
- Une forte augmentation de la turbidité indique aussi un pompage excessif dans le puits (tubé). Le débit de pompage maximal doit alors être réglé au débit fournissant de l'eau d'une turbidité inférieure à 5 (N)TU (maximum 20 (N)TU en cas d'urgence aiguë).
- Si le débit critique n'est pas atteint, et que la turbidité n'a pas augmenté, le débit de pompage maximal doit être fixé au débit pour lequel le niveau d'eau dynamique dans le puits est au moins 1 m au-dessus de la pompe / crépine.
- Un rapport avec toutes les informations disponibles devra être établi sur la base des résultats obtenus puis archivé en vue d'un usage ultérieur.

## Remarques

- Ce pompage d'essai simplifié permet d'estimer rapidement les paramètres cruciaux requis pour exploiter un puits existant en toute sécurité. Cette approximation ne garantit toutefois aucun résultat à long terme pour le puits testé. Il existe d'autres méthodes, plus sophistiquées (Porchet, par exemple), décrites dans des ouvrages spécialisés (section 2.5 Bibliographie recommandée).
- Les facteurs suivants jouent un rôle important dans l'exploitation d'un puits :
  - Profondeur totale : en pratique, la profondeur depuis le bord de la margelle ou depuis le tubage en surface jusqu'au fond du puits.
  - Niveau d'eau statique : niveau de l'eau avant le début du pompage (aucun pompage effectué depuis au moins 24 heures).
  - Niveau d'eau dynamique : niveau de l'eau à un certain débit de pompage, de préférence au débit de pompage maximal du puits (mais certainement pas au-delà).
  - Débit de pompage maximal : débit d'eau maximal que le puits peut fournir sans pertes de charge non linéaires importantes, turbidité excessive ou dénoyage.
  - Profondeur de début de la zone crépinée du tubage : partie où l'eau pénètre dans le forage.
- Même si le rapport de forage / du puits est disponible, il peut s'avérer intéressant de vérifier toutes ses données, du moins si les délais prévus le permettent.
- Au moment de déterminer la profondeur totale du puits (tubé), assurez-vous qu'aucun obstacle (pompe, par exemple) n'entrave le passage du poids et de la corde.
- Une pompe immergée adaptée doit être installée avec sa base au moins 1 m au-dessus de la crépine du forage, afin d'éviter :
  - l'érosion du sol au niveau de l'entrée de la pompe, et
  - un refroidissement insuffisant du moteur de la pompe (F.T. 2.29).
- Une pompe vide-cave ou la crépine du tuyau d'aspiration d'une motopompe ne doit jamais se trouver à moins de 0,5 m du fond d'un puits creusé à la main. Ceci pour éviter le pompage de sédiments, ce qui augmenterait considérablement la turbidité dès le début.
- Une turbidité élevée de l'eau du puits avant la mise en route du pompage d'essai peut indiquer que le puits n'a pas été conçu correctement (pas de revêtement interne pour un puits creusé à la main, par exemple) et/ou développé de façon adéquate (pas de pompage lent durant de longues périodes). Une autre possibilité est que le puits a fait l'objet d'un pompage excessif au préalable.
- Si l'eau est rare, évitez le gaspillage durant le pompage d'essai en collectant l'eau dans un réservoir.
- La distance entre la courbe du puits et la ligne des pertes de charge linéaires indique les pertes de charges non linéaires générées par les turbulences au sein du massif filtrant et de la crépine du forage.
- Si vous disposez de temps, il est préférable d'accroître le débit par pas de 0,5 m<sup>3</sup>/h au lieu de 1 m<sup>3</sup>/h.
- Il est également possible d'effectuer un pompage d'essai avec un débit situé entre les deux valeurs pour lesquelles le débit critique a été atteint, afin de déterminer le débit de pompage maximal avec une précision accrue. Cette opération est recommandée si le débit de pompage "initialement obtenu" est trop faible par rapport au débit souhaité (et ne couvre donc pas la demande en eau).
- Une fois le débit de pompage maximal déterminé, il est recommandé de pomper à ce débit pendant 24 heures, afin de vérifier la capacité et la stabilité du puits.

## F.T. 2.28 Installation du kit de motopompe

Les kits de motopompes à essence et diesel sont conçus pour fournir de l'eau dans des situations d'urgence. Ils permettent de pomper l'eau depuis une ressource en eau (puits peu profond, rivière,...), et depuis ou vers un camion-citerne ou un réservoir. Ces kits peuvent aussi être affectés à la distribution directe d'eau.

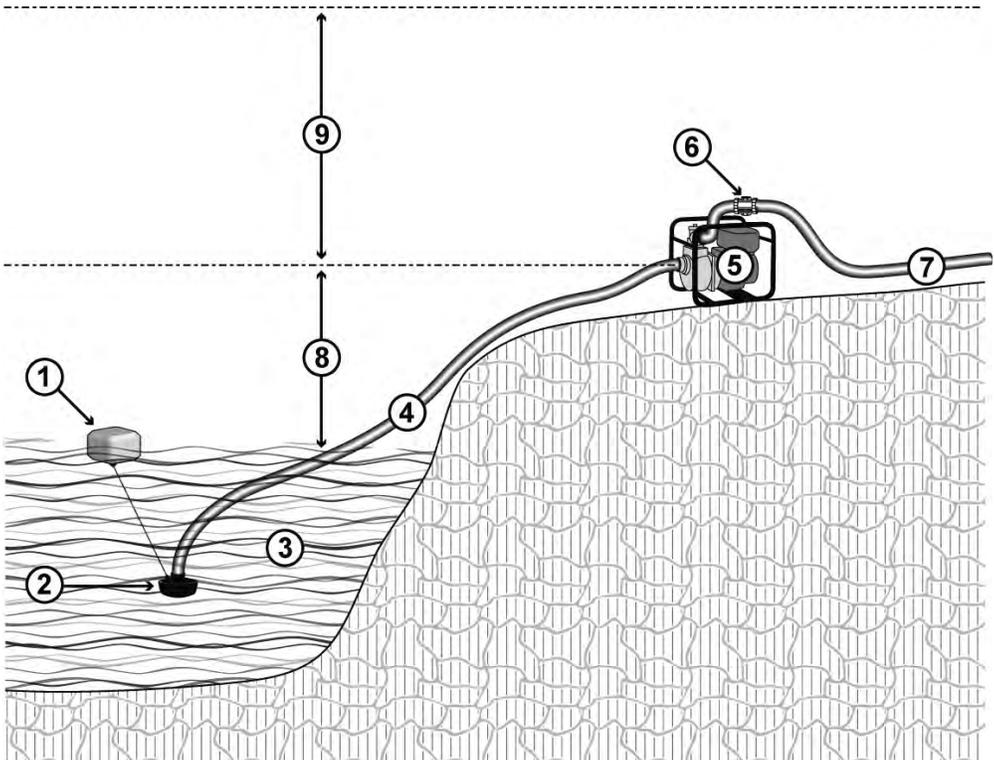
### Procédures d'installation et d'exploitation

- Choisissez le site de pompage : il doit être aisément accessible en toute saison et préservé d'éventuelles inondations, surtout si la pompe est destinée au remplissage de camions-citernes à eau.
- Préparez le site de manière à pouvoir installer la pompe le plus près possible de la ressource, afin de réduire la hauteur d'aspiration, mais compte tenu du fait que les niveaux d'eau peuvent changer subitement. Les motopompes ne devraient jamais être descendues dans un puits ou placées juste à côté afin d'éviter l'accumulation de leurs gaz d'échappement toxiques.
- Installez la crépine avec le clapet anti-retour à la partie inférieure du tuyau d'aspiration. Fixez un flotteur afin de maintenir la crépine environ 0,3 m en dessous de la surface de l'eau - pour éviter de créer des tourbillons et donc d'aspirer de l'air et/ou des végétaux flottants - et de préférence 0,5 m (au moins 0,3 m) au-dessus du fond pour ne pas aspirer de la boue.
- Posez le tuyau d'aspiration sur une pente ascendante (évituez les creux si possible), en vous assurant que tous les raccords sont bien serrés. Une fuite d'air au travers des raccords ou un trou dans le tuyau d'aspiration peut causer un désamorçage de la pompe. La hauteur d'aspiration totale devrait être limitée à 7 m (au niveau de la mer). Si possible, n'utilisez qu'un seul tuyau d'aspiration car cela limite le risque de fuites d'air et réduit la hauteur d'aspiration liée aux pertes de charge par frottement.
- Posez le tuyau de refoulement sur la pente remontant vers le point de remplissage du réservoir ou camion-citerne et procédez aux raccordements.
- Vérifiez toujours le niveau d'huile du moteur de la pompe avant de démarrer. N'oubliez pas que les motopompes neuves sont souvent livrées sans huile dans le moteur.
- Faites le plein de carburant. Pour des raisons de sécurité, attendez que le moteur soit froid.
- Vérifiez régulièrement l'état général de la motopompe (filtre à air, bougie d'allumage, etc.), conformément aux instructions du fabricant.
- Remplissez d'eau le corps de pompe. La plupart des motopompes livrées en kit sont auto-amorçantes, de sorte que le remplissage du tuyau d'aspiration pour faciliter l'amorçage n'est pas indispensable. Néanmoins, pour certaines pompes (à haute pression) et anciennes pompes auto-amorçantes, et/ou si la hauteur d'aspiration est importante (presque 7 m au niveau de la mer, par exemple), il faudra également remplir le tuyau d'aspiration avec de l'eau. En cas de doute, il vaut toujours mieux remplir ce tuyau.
- Démarrez la pompe conformément aux instructions de son guide d'utilisation. Assurez-vous de savoir comment arrêter la pompe avant de la démarrer, pour être prêt en cas de problème.
- Notez les périodes de pompage dans le carnet d'entretien afin de comptabiliser les heures de fonctionnement de la pompe et de planifier les entretiens du moteur.

### Remarques

- Les petites motopompes à essence sont légères et conviennent donc aussi pour un usage mobile (sur un "pick-up" ou un camion-citerne à eau, par exemple). Elles sont généralement destinées à des temps de pompage limités. Ces modèles compacts sont montés dans un châssis et peuvent être portés par une ou deux personnes. Sur certains d'entre eux, le moteur 4 temps est pourvu d'un système de sécurité en cas de faible niveau d'huile.
- Les motopompes diesel sont essentiellement destinées à des installations fixes car elles sont plus lourdes et leur transport requiert au moins deux personnes. Elles conviennent davantage aux longues périodes de pompage.
- Le risque inhérent au transport d'essence, surtout dans des zones de conflits, et la disponibilité (généralement) supérieure du diesel doivent aussi être pris en considération s'il faut choisir entre une motopompe à essence ou diesel.
- Certaines pompes de surface à haute capacité ne peuvent "aspirer" l'eau et doivent avoir le niveau d'eau à la même hauteur que l'axe de la pompe, voire au-dessus (consultez le guide d'utilisation).
- La plupart des kits de motopompes sont fournis avec quelques longueurs de tuyaux Helfiflex®, une crépine dotée d'un clapet anti-retour, un jerrycan de 20 l pour le carburant, de l'huile moteur, un entonnoir, un kit d'outillage avec des pièces détachées pour les entretiens standard, un guide de l'utilisateur et un carnet de maintenance. Les composants de ce kit ne doivent pas être séparés. Le kit complet doit être réemballé dans sa boîte d'origine s'il faut l'entreposer ou l'expédier ailleurs.

- Si la motopompe doit être utilisée en position fixe durant de longues périodes, abritez-la des intempéries.
- Une crépine avec clapet anti-retour doit être installée afin d'empêcher le passage de grosses impuretés et de maintenir le tuyau d'aspiration rempli d'eau lorsque la pompe est arrêtée.
- N'utilisez pas de tuyaux plats pour l'aspiration.
- Un clapet anti-retour peut être installé à la sortie de la pompe pour la préserver des coups de bélier.
- Les instructions d'exploitation et de maintenance (heures de pompage, fréquence des vidanges d'huile, etc.) doivent être suivies afin d'éviter les pannes susceptibles d'interrompre un approvisionnement en eau dans une situation d'urgence.



### Légende

1. Flotteur
2. Crépine avec clapet anti-retour
3. Ressource en eau (rivière, puits, etc.)
4. Tuyau d'aspiration Heliflex®
5. Motopompe à essence ou diesel
6. Clapet anti-retour (optionnel)
7. Tuyau de refoulement (Heliflex® ou tuyau plat)
8. Hauteur géométrique d'aspiration
9. Hauteur géométrique de refoulement

### Apport

- Pelles et pioches pour préparer le site
- Carburant (essence ou diesel)
- Kit de motopompe complet
- Flotteur et corde
- Réservoirs ou camions-citernes d'eau à remplir

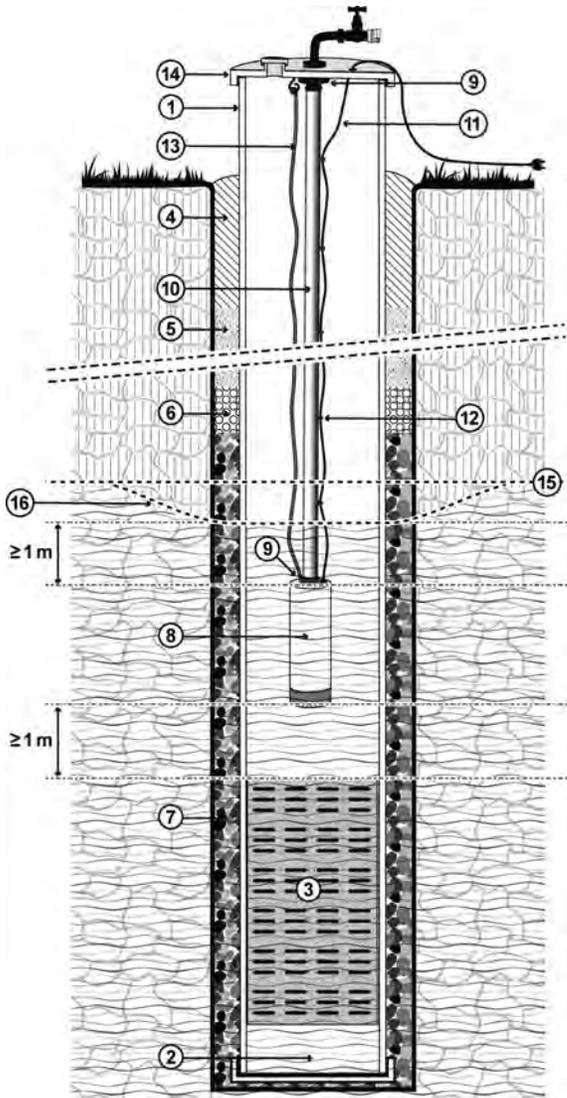
## F.T. 2.29 Installation d'une pompe immergée

Les pompes immergées sont essentiellement conçues pour fournir de l'eau à partir de puits tubés (forages). Elles peuvent aussi être utilisées dans des puits creusés à la main moyennant quelques modifications mineures. Bien que les pompes immergées offrent cette possibilité, il existe des options plus efficaces et moins coûteuses pour pomper l'eau de rivières et de réservoirs. Il vaut mieux ne pas utiliser des pompes immergées pour les eaux contenant une grande quantité de particules en suspension (< 50 g/m<sup>3</sup>).

### Installation

- Vérifiez le niveau d'eau statique du forage, le niveau du début de la zone crépinée, son débit de pompage maximal et le niveau d'eau dynamique correspondant. Pour ce faire, vous pouvez consulter le rapport de forage et/ou effectuer un pompage d'essai (F.T. 2.27).
- Déterminez la demande / consommation en eau.
- Choisissez une pompe immergée compatible avec la demande en eau, la période de fonctionnement requise, l'alimentation électrique et la hauteur de refoulement de l'eau, compte tenu du débit de pompage maximal du forage (F.T. 2.26).
- Désinfectez le forage à l'aide d'une solution chlorée mère à 1% (F.T. 2.03).
- Vérifiez si la tête de puits est complète avec un coude, une vanne à glissière (guillotine) et un raccord (rapide) à l'extérieur, ainsi qu'un crochet pour la corde de sécurité à l'intérieur. Elle doit également disposer d'une ouverture fermable pour l'introduction d'une sonde piézométrique (F.T. 2.27), et d'une ouverture étanche pour le câble d'alimentation électrique.
- Posez la pompe immergée sur une bâche en plastique à côté du forage existant et déroulez son câble d'alimentation électrique en ligne droite.
- Déployez la conduite de refoulement à côté du câble d'alimentation électrique, en commençant côté pompe. Cette conduite peut être constituée d'un tuyau plat spécial ou d'un tuyau PE, pour autant qu'il ait le diamètre adéquat.
- Coupez la conduite de refoulement à la longueur correcte. La pompe doit se situer au moins 1 m sous le niveau d'eau dynamique au débit de pompage maximal, et au moins 1 m au-dessus de la zone crépinée du tubage. Au moment de déterminer la longueur de la conduite de refoulement, tenez compte du fait que le niveau de l'eau peut varier en fonction des saisons. Comme la pompe doit être fixée directement au tuyau, n'oubliez pas non plus que la conduite de refoulement peut s'étirer de 3% lorsqu'elle est remplie d'eau.
- Placez les raccords appropriés aux deux extrémités de la conduite de refoulement et serrez-les fermement.
- Reliez solidement les raccords de la conduite de refoulement - avec du Téflon en rouleau - à la pompe immergée d'un côté et à la tête de puits de l'autre côté.
- Entourez le câble d'alimentation électrique de longues courtes de tuyau en PVC ou PE au niveau des raccords afin d'éviter qu'il ne soit endommagé par la friction.
- Fixez le câble d'alimentation électrique à la conduite de refoulement (ou à ses boucles) à l'aide des attaches fournies (ou de ruban en PVC), en laissant un peu de mou (5% en faisant serpenter le câble). Le câble d'alimentation électrique doit être fixé à la conduite de refoulement par intervalles de 1 m.
- Faites passer le câble d'alimentation par le trou prévu à cet effet dans la tête de puits avant d'installer la fiche électrique.
- Déployez une corde à côté de la conduite de refoulement et du câble d'alimentation électrique. Pour les forages, il est recommandé d'utiliser une corde en polypropylène (PP) d'un diamètre minimal de 5 mm car ce matériau ne pourrira pas dans l'environnement humide.
- Coupez la corde à la longueur adéquate. Comme cette corde ne servira pas à suspendre la pompe (elle est uniquement présente à des fins de sécurité dans l'éventualité d'un problème), elle doit être au moins 3% plus longue que la conduite de refoulement afin que celle-ci ne se plie pas, ce qui provoquerait de sérieuses pertes de charge singulières (locales). À titre d'exemple, pour 50 m de tuyau, la corde devrait mesurer au moins 51,5 m.
- Fixez les extrémités de la corde à la pompe et à la tête de puits.
- Assurez-vous que la bordure de tubage en surface est coupée horizontalement car elle servira de support à la tête de puits.
- Descendez la pompe avec sa conduite de refoulement, son câble et sa corde dans le tubage tout en les nettoyant avec de l'eau et un chiffon imbibé d'une solution chlorée à 0,05%. Veillez à ne pas les endommager. Tenez compte du fait que le poids s'accumulera à mesure que la pompe et son câble d'alimentation électrique ainsi que la conduite de refoulement (0,5 kg/m, p.ex.) descendront dans le tubage.
- Positionnez la tête de puits au sommet du tubage.

- Raccordez la sortie d'eau de la tête de puits au réservoir.
- Branchez la fiche électrique à une prise d'alimentation et la pompe immergée sera opérationnelle.
- Vérifiez le rabattement lors du premier pompage afin d'éviter le dénoyage de la pompe, et contrôlez la turbidité (F.T. 2.13) de l'eau pompée (une turbidité plus élevée pourrait indiquer un pompage excessif du forage). Ajustez le débit de la pompe avec la vanne à glissière (guillotine) de la tête de puits si nécessaire.



### Légende

- 1 Tubage fermé
- 2 Tubage fermé avec bouchon au fond
- 3 Crépine
- 4 Remblai
- 5 Lait de ciment
- 6 Billes d'argile (bentonite)
- 7 Massif filtrant
- 8 Pompe immergée
- 9 Raccords
- 10 Conduite de refoulement (tuyau)
- 11 Câble d'alimentation électrique
- 12 Attaches de câbles
- 13 Corde (optionnelle)
- 14 Tête de puits avec accessoires
- 15 Niveau d'eau statique
- 16 Niveau d'eau dynamique (cône)

### Apport

- Pompe immergée avec câble électrique
- Ensemble de tête de puits
- Conduite de refoulement (tuyau plat spécial ou tuyau en PE)
- 2 raccords spéciaux.
- Attaches de câbles / ruban en PVC
- Longueurs courtes de tuyau en PE ou PVC
- Gants haute résistance
- Téflon en rouleau
- Couteau ou scie à métaux
- Petit tournevis
- Chiffon et solution chlorée à 0,05%
- Eau propre

### Optionnels

- 2 jeux de serre-tubes\*
- Trépied ou tambour rotatif (avec une voiture)\*

\* Éléments également utiles pour la récupération de la pompe.

## Remarques

- Les procédures d'installation relativement aisées décrites dans ce guide ne sont valables que pour des pompes immergées dont tous les dispositifs de protection (dénoyage, sur- et sous-tension, surcharge, etc.) sont intégrés dans la pompe même et ne requièrent donc pas de panneau de commande externe.
- Il est préférable de commander les pompes immergées avec le câble d'alimentation préinstallé, car une installation mal effectuée (fuites dans l'isolation électrique, par exemple) peut entraîner de graves dommages ainsi qu'une électrocution en cas d'utilisation d'une conduite de refoulement en métal.
- Certaines organisations humanitaires fournissent des pompes immergées avec tous les accessoires nécessaires sous la forme de kits afin d'équiper rapidement des forages existants lors d'urgences aiguës. Ces pompes peuvent être alimentées au moyen de générateurs portables. Malgré la volonté de couvrir un large éventail de débits, la variété de pompes immergées dans ces kits d'urgence est limitée. Pour les urgences chroniques et les situations stabilisées, il est donc vivement recommandé d'acheter des pompes immergées avec accessoires (conduite de refoulement, tête de puits, corde, etc.), parfaitement adaptées à la hauteur de refoulement, au débit souhaité et aux pertes de charge correspondantes. N'oubliez pas que le débit souhaité ne doit pas dépasser le débit de pompage maximal du forage.
- Il est possible d'installer manuellement une petite pompe immergée avec une conduite de refoulement flexible de longueur limitée, mais le poids accumulé à mesure que le système descend dans le forage ne doit pas être sous-estimé. En tous les cas, deux personnes minimum doivent se placer directement au niveau du forage afin d'abaisser la pompe dans le tubage, sans que la conduite de refoulement, le câble d'alimentation électrique et la corde nettoyés et désinfectés ne frottent sa bordure. Une troisième personne au moins doit rapprocher la tête de puits du forage à mesure que la pompe, la conduite de refoulement, le câble électrique et la corde sont descendus. Une autre option consiste à descendre la pompe immergée et ses accessoires par le biais d'un tambour rotatif (et d'une voiture), ou d'un trépied.
- La pompe doit être abaissée ou hissée par le tube, et la corde et le câble électrique doivent être guidés. Ne jamais tirer sur le câble d'alimentation électrique.
- Bien que souvent utilisés en tant que conduites de refoulement, les tuyaux métalliques sont lourds et rigides, et donc plus difficiles à transporter, installer et extraire. Pour l'installation et l'extraction d'un tel système de pompage (à des fins d'entretien ou de réparation, par exemple), il faudra un trépied avec un palan. Ces tuyaux sont également vulnérables à la corrosion (au niveau de leurs raccords), même s'ils sont en acier galvanisé ou en acier revêtu d'époxy. Néanmoins, leur disponibilité sur place peut s'avérer supérieure à celle d'autres matériaux, et ils permettent la construction de systèmes très solides.
- Une fois la pompe immergée installée dans le forage, il est recommandé de vérifier si elle fonctionne correctement et si son débit ne dépasse pas le débit de pompage maximal du puits tubé. Cette opération peut être effectuée via un pompage d'essai (F.T. 2 27), avec l'aide d'un débitmètre instantané et d'un dispositif spécial pour mesurer le niveau de l'eau, souvent appelé sonde piézométrique. Si le débit de pompage maximal est dépassé, le débit de la pompe peut être réduit en fermant un peu la vanne à glissière (guillotine) au sommet de la tête de puits.
- Pour une installation dans un puits creusé à la main, il faut souvent positionner la pompe immergée horizontalement, de sorte qu'elle reste à 1 m sous la surface de l'eau (niveau d'eau dynamique) et à 0,5 m minimum au-dessus du fond du puits. Ces distances doivent être respectées afin d'éviter que la pompe immergée ne déclenche trop souvent la protection contre le dénoyage ou n'aspire des particules sédimentées. Pour éviter que des particules en suspension se déposent sur la pompe positionnée horizontalement et altèrent alors son refroidissement, il convient de l'installer dans une jupe de refroidissement suspendue à des cordes ou posée sur de longs pieds.
- Des pompes vide-cave électriques peuvent aussi être utilisées à l'intérieur de puits creusés à la main pour collecter de l'eau potable. Il suffit de les suspendre à 0,5 m minimum au-dessus du fond du puits (voir la figure B de la F.T. 2.03). Veillez néanmoins à ne pas surpomper le puits car les pompes vide-cave peuvent avoir un débit important.
- Durant la première étape du nettoyage d'un puits creusé à la main, une pompe vide-cave peut être placée au fond du puits afin d'enlever un maximum de boue (ces pompes sont à même d'évacuer des quantités raisonnables d'eau turbide). Ensuite, il convient de suspendre la pompe à 0,5 m minimum au-dessus du fond du puits pour enlever l'eau hyperchlorée du processus de désinfection (F.T. 2.03). Lors d'activités humaines à l'intérieur du puits, la pompe vide-cave doit être arrêtée et débranchée de l'alimentation électrique afin d'éviter une électrocution.

## F.T. 2.30 Tuyaux pour l'approvisionnement en eau potable

Il existe divers types de tuyaux sur le marché, tous avec leurs avantages et inconvénients. Les tuyaux plats (de pompiers) et les tuyaux spiralés (Heliflex®) sont souvent utilisés par les organisations humanitaires parce qu'ils font partie des kits d'urgence. Les autres types de tuyaux courants sont en polyéthylène, PVC et acier galvanisé.

### Classification des tuyaux

#### Tuyaux plats

Les tuyaux plats (tuyaux de pompiers) sont généralement disponibles dans des kits d'urgence en rouleaux pouvant atteindre 50 m, pour un diamètre de 2 ou 3" (diamètre nominal DN 50 ou DN 80). Comme ils sont repliables en cas d'inutilisation, ces tuyaux peuvent être enroulés en volumes relativement compacts, qui facilitent leur transport. Les tuyaux plats ne peuvent toutefois pas s'utiliser du côté aspiration d'une pompe, ni être enfouis tels quels dans le sol, de plus ils tendent à se plier lors de changements de direction, générant de nombreuses pertes de charge singulières (locales) (F.T. 2.31). Ils sont souvent reliés à des pompes, des réservoirs ou entre eux par le biais de raccords rapides. Ces tuyaux ont généralement une résistance à la pression égale ou supérieure à celle des tuyaux spiralés.

#### Tuyaux spiralés

Les tuyaux spiralés (tuyaux Heliflex®) peuvent être utilisés sur les côtés aspiration et refoulement d'une pompe. Les tuyaux spiralés habituellement fournis dans les kits d'urgence ont un diamètre de 2 ou 3" (DN 50 ou DN 80). Leur résistance à la pression peut généralement atteindre 6 bars. Vu leur flexibilité, plusieurs longueurs de tuyaux spiralés sont souvent enroulées et fournies avec les réservoirs d'eau et kits de pompe d'urgence, permettant l'installation rapide de canalisations courtes. Étant donné le type de raccord utilisé et les importantes pertes de charge singulières (locales) qui en découlent, les tuyaux Heliflex® sont souvent installés sur de courtes distances uniquement. Leurs renforts spiralés permettent aussi leur enfouissement.

#### Tuyau en polyéthylène (PE)

Les tuyaux PE sont flexibles, principalement ceux de petit diamètre. Jusqu'à 75 mm de diamètre, ils sont souvent vendus en rouleaux de plusieurs dizaines de mètres. Leur installation facile et rapide explique leur usage de plus en plus fréquent en cas d'urgence. La méthode d'assemblage standard consiste à les souder, mais on utilise souvent des raccords mécaniques pour les tuyaux de petit diamètre. Il existe plusieurs techniques de soudage commerciales, dont les plus fréquentes sont probablement la fusion bout à bout et le soudage par filament chauffant. Ces deux techniques requièrent un générateur. La technique de fusion bout à bout utilise une soudeuse qui fait fondre les deux extrémités des tuyaux, généralement via une plaque chauffante. Elles sont ensuite pressées l'une contre l'autre pour former un joint étanche. La technique du soudage par filament chauffant est peut-être plus facile à appliquer, surtout pour les réparations. Elle implique un manchon dans lequel on fait glisser les deux extrémités des tuyaux qui fusionnent une fois le raccord connecté au générateur. Les raccords intègrent généralement des indicateurs de fusion qui ressortent lorsqu'une pression de fusion suffisante est générée. L'acquisition d'une soudeuse ne se justifie que s'il faut installer plusieurs kilomètres de tuyaux PE. Bien qu'il soit vivement recommandé d'enfouir les tuyaux PE, ils ont déjà été installés en surface pour des périodes relativement longues durant des urgences.

#### Tuyaux en polychlorure de vinyle (PVC)

Les tuyaux en PVC sont beaucoup moins flexibles que ceux en PE. Ils sont généralement disponibles en longueurs de 4 à 6 m avec des raccords d'insertion (colliers) ou des raccords requérant de l'adhésif à solvant (colle pour PVC). Après avoir dégraissé les extrémités des deux tuyaux, vous pouvez appliquer de la colle pour PVC longitudinalement sur les deux raccords pour former un joint étanche lorsque les tuyaux seront emboîtés. La colle et le dégraissant sont réglementés par l'IATA et ne peuvent être transportés sans autorisations et précautions spécifiques. Notez que les colles pour PVC ne peuvent pas toutes résister aux pressions élevées qui sont parfois atteintes dans les systèmes d'approvisionnement en eau potable. Cette propriété doit être prise en considération en cas d'achat local. Les tuyaux en PVC doivent toujours être abrités de la lumière directe du soleil.

#### Tuyaux en acier galvanisé ("GI")

Les tuyaux en acier galvanisé sont généralement disponibles en longueurs de 4 à 6 m, avec un diamètre de 4" (100 mm) maximum. Il est recommandé de n'utiliser des tuyaux en acier galvanisé ("GI") que pour des occasions particulières car ils sont lourds et souvent coûteux. Ces tuyaux peuvent être utilisés dans les zones où la canalisation :

- ne peut être enfouie,
- est exposée à des risques d'endommagement (zones rocailleuses ou rampes de distribution, par exemple),
- traverse des sections soumises à des pressions très élevées (> 16 bars),
- traverse un cours d'eau ou une route, ou est installée à l'intérieur de bâtiments.

Les tuyaux galvanisés ("GI") sont assemblés par vissage via un embout ou des raccords. En cas d'utilisation d'embouts, il faut rendre l'assemblage étanche via l'enroulement de ruban PTFE (Téflon) ou de chanvre avec de la pâte autour du filetage dans le sens des aiguilles d'une montre avant d'assembler le tuyau. Dans la plupart des pays, des jeux de filetage pour tuyaux peuvent être obtenus sur le marché local (possibilité de filetage manuel jusqu'à un diamètre de 1,5").

### Remarques

- Pour choisir le type de tuyau adéquat, il faut tenir compte de plusieurs facteurs tels que le contexte (urgence ou situation stabilisée), le volume à des fins de stockage et de transport, la disponibilité locale, la qualité, les frais d'achat et de transport, la composition de la terre, les conditions environnementales, la pression nominale potentielle dans les tuyaux, la simplicité d'installation et de démontage, les pertes de charge (F.T. 2.31) et les diamètres disponibles. Pour les systèmes à long terme, il peut s'avérer utile de tester la qualité des tuyaux en plastique (PE et PVC). Contactez votre technicien de référence si vous souhaitez qu'un test soit effectué en Europe pour vérifier si le tuyau en plastique est conforme aux normes de qualité alimentaire, de résistance à la pression et de vieillissement.
- Tous les tuyaux ont une capacité de pression maximale, souvent désignée par l'appellation "PN" (Pression Nominale). La pression nominale doit normalement être mentionnée sur les tuyaux en plastique. Une capacité PN 6 signifie que le tuyau peut résister à une pression nominale de 6 bars maximum et ne doit pas être exposé à des pressions plus élevées au risque d'éclater (certainement au fil du temps). Il faudra calculer les pressions pour choisir le type de tuyau approprié (F.T. 2.31; 2.32).
- Les formats des tuyaux PE et PVC sont spécifiés d'après leur diamètre extérieur (DE) nominal et non leur diamètre intérieur. Le diamètre intérieur des tuyaux en plastique dépend de la pression nominale qu'ils peuvent supporter : plus la pression sera élevée, plus la paroi du tuyau sera épaisse, et plus le diamètre intérieur sera petit. Les capacités de pression maximales typiques des tuyaux en plastique sont PN 4, PN 6, PN 10 et PN 16. Si des pressions supérieures à 16 bars peuvent se manifester dans le tuyau, il faudra d'autres matériaux tels que l'acier galvanisé ("GI").
- Pour couvrir des distances plus longues en cas d'urgence (aiguë), des tuyaux plats ou, parfois, des tuyaux en PE sont installés en surface car ils sont disponibles en rouleaux de plusieurs dizaines de mètres, ce qui accélère considérablement la mise en place. Dans un stade ultérieur, avec une installation souterraine adéquate (F.T. 2.33), le PE est privilégié par rapport au PVC, malgré un prix souvent plus élevé. Les tuyaux en PE s'installent plus vite et plus aisément, et les éventuelles ruptures resteront localisées tandis qu'un tuyau en PVC peut éclater sur toute sa longueur.
- Pour préserver les tuyaux des dommages ou déformations, il est important de les stocker, manipuler et transporter avec soin.
  - Ne jamais stocker les tuyaux en piles de plus de 1,5 m, afin d'éviter les accidents et/ou dégradations du matériel.
  - Les tuyaux en PVC avec des raccords d'insertion (colliers) emboîtables doivent être empilés en alternance afin de ne pas se déformer. Ils doivent également être stockés sur une surface plane.
  - Si les tuyaux sont exposés à la lumière du soleil, ils doivent être totalement couverts. À la longue, le plastique devient cassant même s'il a été traité pour résister aux UV.
  - À basse température, les tuyaux en plastique se fragilisent et se brisent donc plus aisément. Leur manutention et leur transport exigent donc des précautions spécifiques.
  - Tout contact avec des surfaces dures (pierre, béton ou métal, par exemple) peut endommager le plastique et même les filets d'un tuyau galvanisé ("GI"). Il est donc également important de porter les tuyaux et de ne pas les traîner ni les laisser tomber.
- Outre les tuyaux en PVC destinés à l'approvisionnement en eau potable, il existe également des tuyaux en PVC pour le drainage de l'eau de pluie et des eaux usées. Les tuyaux de drainage ne peuvent résister aux pressions souvent atteintes dans les systèmes d'approvisionnement en eau potable. Ils ne devraient donc jamais être utilisés à cette fin. Leur plastique est en outre rarement compatible avec les normes de qualité alimentaire.
- Une alternative aux soudeuses consiste à assembler les tuyaux PE par soudage manuel. Selon cette méthode, une plaque métallique est chauffée via un chalumeau à gaz ou à kérosène. Elle est ensuite utilisée pour faire fondre les deux extrémités des tuyaux PE, qui sont appuyées manuellement l'une contre l'autre. La température de soudage adéquate de la plaque métallique peut être vérifiée à l'aide de crayons thermosensibles.
- Si un tuyau plat est placé horizontalement le long d'une inclinaison, il peut lorsqu'il est rempli rouler vers le bas de la pente. Ce phénomène peut être évité via l'insertion du tuyau dans une tranchée (ouverte) peu profonde. Si un tuyau plat est placé verticalement sur une pente, il peut lorsqu'il est rempli serpenter en zigzag.
- Il existe des tuyaux plats spéciaux destinés à l'installation de pompes immergées dans des forages (F.T. 2.29). Leur résistance à la rupture en traction extrêmement élevée et leurs raccords spécifiques leur permettent de résister au poids élevé de la colonne d'eau et de la pompe en suspension directe sur le tuyau. Ne jamais réaliser une telle installation avec les tuyaux de pompes ordinaires que l'on peut trouver dans les kits d'urgence.

## F.T. 2.31 Pertes de charge

Lorsque de l'eau circule dans un tuyau, elle rencontre une certaine résistance due à la friction entre les molécules d'eau et avec la paroi du tuyau. Si un tuyau, posé sur une pente unique et fermé à son extrémité inférieure, est totalement rempli d'eau, on pourra mesurer une pression croissante vers le bas. En revanche, si l'eau peut s'écouler, la pression au sein du tuyau diminuera progressivement vers sa partie inférieure. Ces pertes de pression, dues au cumul des pertes par frottement, sont appelées "pertes de charge". Pour des canalisations simples et relativement rectilignes (raccord court à partir d'un captage de source, rampe de distribution reliée à un réservoir, etc.), les pertes de charge peuvent être déterminées à l'aide d'un nomogramme ou d'un tableau des débits.

### Principe

Dans une canalisation, on peut observer deux types de pertes de charge :

- Les pertes de charge linéaires, dues à la friction de l'eau circulant dans le tuyau.
- Les pertes de charge singulières (locales), engendrées par la friction de l'eau traversant des éléments tels que les vannes (même complètement ouvertes), coudes, raccords en "T" et connections (raccords).

Les pertes de charge sont généralement exprimées en mètres de colonne d'eau mCE ("meter Water Column", mWC) pour 100 m de tuyau ou en pourcentage. Ainsi, une perte de charge de 1% correspond à 1 mCE (0,1 bar) pour 100 m de tuyau.

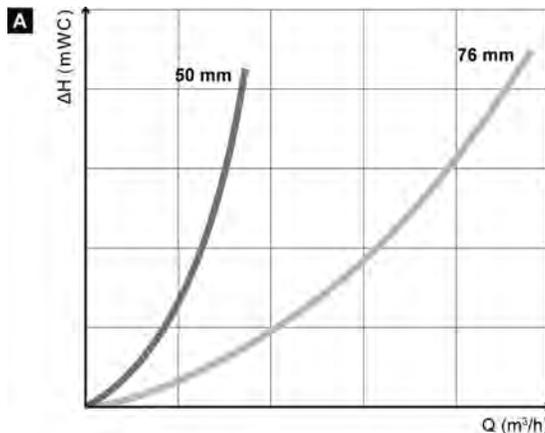
### Pertes de charge linéaires

Les pertes de charge linéaires ( $\Delta H$ ) dépendent de plusieurs facteurs (représentés sur le nomogramme), qui sont tous reliés entre eux :

- Le diamètre interne ( $d$ ) du tuyau (mm).
- Le débit ( $Q$ ) dans le tuyau (l/s).
- La vitesse ( $v$ ) de l'eau dans le tuyau (m/s) : elle dépend du débit et du diamètre interne du tuyau.
- La rugosité du tuyau : elle dépend du matériau ; PE, PVC, acier galvanisé ("GI"), etc.
- La longueur du tuyau.

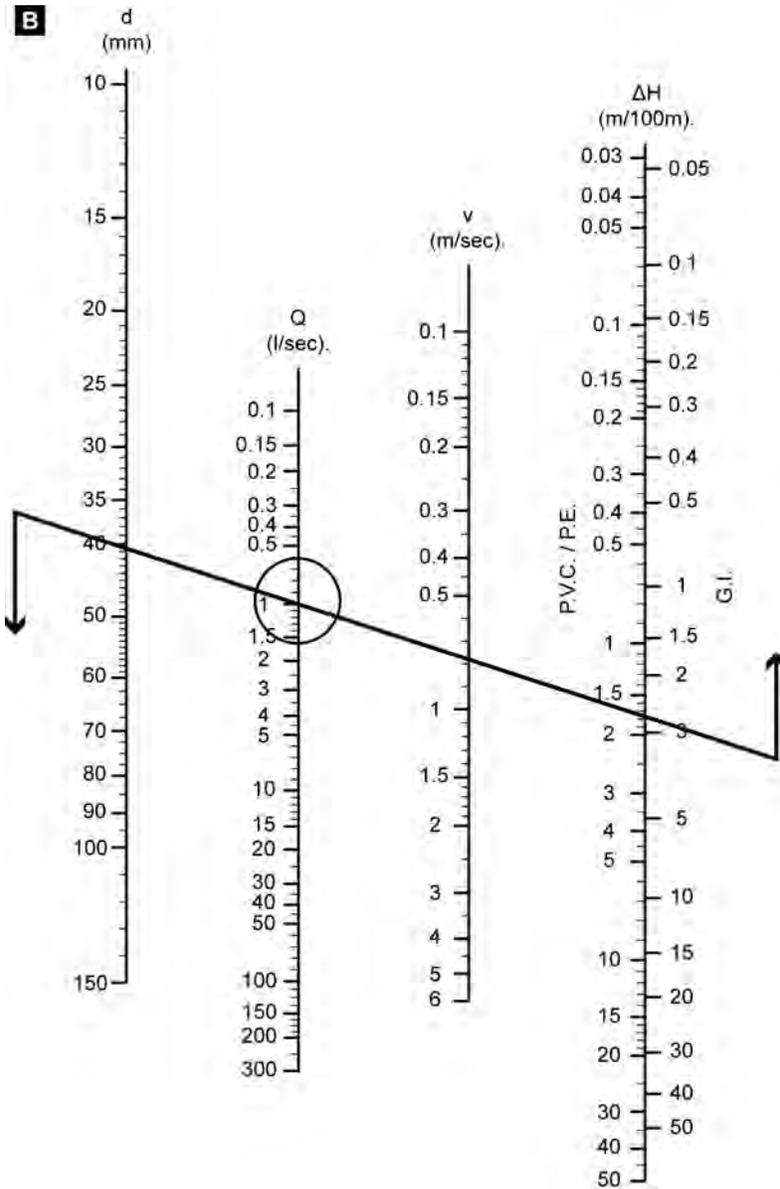
Les corrélations se présentent comme suit :

- Pour un débit constant ainsi qu'une longueur et une rugosité de tuyau identiques, plus le diamètre sera petit, plus la vitesse sera élevée dans le tuyau et donc plus les pertes de charge seront élevées (voir la figure A).
- Pour un diamètre, une longueur et une rugosité de tuyau identiques, plus le débit augmentera, plus la vitesse sera élevée dans le tuyau et donc plus les pertes de charge seront élevées (voir la figure A).
- Pour un débit constant ainsi qu'un diamètre et une longueur identiques, plus le tuyau sera rugueux, plus les pertes de charge seront élevées.
- Pour un débit constant ainsi qu'un diamètre et une rugosité identiques, plus le tuyau sera long, plus les pertes de charge cumulées seront élevées.



## Légende

- A. Graphique débit (Q) – perte de charge ( $\Delta H$ )  
B. Nomogramme (adapté à partir de T.D. Jordan)



## Utilisation du nomogramme

Lorsque les données de deux facteurs sont connues, leurs chiffres peuvent être notés dans leurs colonnes respectives sur le nomogramme. En reliant ces chiffres par une ligne droite sur toute la largeur du nomogramme, vous pourrez lire directement les autres facteurs ou les calculer aisément.

### Quelques exemples

- Si le diamètre interne du tuyau et le débit souhaité sont connus, la vitesse de l'eau dans le tuyau et les pertes de charge linéaires pour 100 m de tuyau (selon le matériau) pourront être lues directement. Pour connaître la perte de charge linéaire réelle, il suffit de multiplier sa valeur par la longueur du tuyau (compte tenu du coefficient de multiplication 100).
- Si les pertes de charge linéaires maximales ont été calculées (selon le dénivelé disponible ; F.T. 2.24) et que le diamètre interne du tuyau est connu, il est possible de lire le débit maximal potentiel du tuyau (compte tenu de la longueur totale du tuyau).
- Si le débit souhaité est connu et que les pertes linéaires maximales ont été calculées, il est possible de lire immédiatement le diamètre interne minimal requis.

### Pertes de charge singulières (locales)

Pour calculer les pertes de charge singulières (locales), il existe des tableaux indiquant le facteur de perte de charge par frottement à intégrer dans les calculs liés à tous types d'accessoires. Cependant, pour des canalisations simples d'une longueur raisonnable (quelques centaines de mètres, p.ex.) avec quelques accessoires, les pertes de charge singulières (locales) sont souvent estimées à 15% des pertes de charge linéaires. Cette estimation n'est évidemment pas valable pour les canalisations et réseaux (relativement) complexes - par exemple à l'intérieur d'immeubles avec de nombreux coudes, vannes et raccords en "T". En cas de doute, veuillez contacter votre technicien de référence pour de plus amples informations.

### Pertes de charge totales

**= pertes de charge linéaires + toutes les pertes de charge singulières (locales) (mCE)**

Souvent simplifié comme suit : **pertes de charge totales = pertes de charge linéaires x 1,15 (mCE)**

### Remarques

- Les facteurs influant sur les pertes de charge linéaires seront eux-mêmes déterminés par d'autres aspects :
  - Diamètre interne du tuyau : choix restreint par la disponibilité limitée de différents diamètres.
  - Débit : dépend de la demande en eau et du temps requis / disponible pour l'acheminer aux bénéficiaires.
  - Rugosité : dépend du matériau des tuyaux disponibles.
  - Longueur de tuyau : dépend de la topographie locale.
- Le diamètre mentionné sur le nomogramme est le diamètre interne. Il convient particulièrement d'en tenir compte pour les tuyaux en plastique car leur diamètre externe est normalisé, tandis que leur résistance à la pression dépend de l'épaisseur de leur paroi, et exerce donc une influence sur leur diamètre interne. À titre d'exemple, le diamètre interne d'un tuyau PN 16 est inférieur à celui d'un tuyau PN 6 ayant le même diamètre externe (F.T. 2.30).
- La vitesse de l'eau est importante :
  - Une vitesse inférieure à 0,7 m/s peut entraîner le dépôt de particules à l'intérieur du tuyau, et entraîner à terme une obstruction.
  - Une vitesse supérieure à 3,0 m/s pourrait entraîner une érosion du tuyau par des particules, et augmenter le risque de coups de bélier conséquents (F.T. 2.26).
- Les pertes de charge linéaires des tuyaux PVC et PE sont similaires.
- Pour un système gravitaire, les pertes de charge totales, exprimées en mCE, ne peuvent jamais dépasser le dénivelé entre la ressource en eau et la sortie.
- Des pertes de charge similaires s'observent lorsque l'eau est remontée par pompage. S'il faut choisir une pompe (F.T. 2.25 ; 2.26 ; 2.28), ces pertes de charge exprimées en mCE doivent être ajoutées au dénivelé réel que la pompe doit surmonter (initialement la hauteur entre la surface de l'eau et le point le plus élevé dans le circuit d'eau).
- Il est très difficile, si pas impossible, d'estimer les pertes de charge pour les tuyaux Heliflex® et les tuyaux plats. Certains tuyaux Heliflex® ont une "rugosité" élevée due à la spirale également présente à l'intérieur. Si plusieurs tuyaux Heliflex® sont interconnectés, leurs doubles raccords rapides, placés tous les x mètres (6 - 8 m, par exemple), créent également de nombreuses pertes de charge singulières (locales). Les tuyaux plats peuvent aussi avoir un intérieur très rugueux, et ils se plient très aisément (dès le plus petit changement de direction), créant ainsi de nombreuses pertes de charge singulières (locales) imprévisibles.

## F.T. 2.32 Calcul d'une canalisation simple

Le calcul d'imposants systèmes d'approvisionnement en eau peut s'avérer très complexe et doit être confié à des spécialistes, qui utilisent souvent des logiciels spécifiques. Il est toutefois possible de calculer des installations simples et relativement courtes (quelques kilomètres maximum) avec des moyens rudimentaires. Ce type de calcul requiert une étude topographique adéquate, des connaissances dans le domaine des pertes de charge et l'usage d'un nomogramme. Il est toujours recommandé de faire vérifier les résultats obtenus par un collègue (spécialisé).

### Procédure

- Effectuez une étude topographique de base (F.T. 2.24).
  - Déterminez la longueur totale de la (future) canalisation.
  - Déterminez le dénivelé entre la sortie de la source / du réservoir et le robinet (la rampe de distribution) / la vanne final(e) (H2 dans la figure).
  - Déterminez la pression maximale potentielle dans les tuyaux. Cette pression maximale s'exerce au point le plus bas du système gravitaire lorsque l'eau est immobile (tous les robinets / vannes fermé(e)s). Gardez à l'esprit que le point le plus bas du système ne correspond pas nécessairement au robinet / à la vanne final(e). La pression maximale du système dépend donc du dénivelé entre la sortie de la source ou le niveau d'eau le plus élevé dans le réservoir et le point le plus bas de la canalisation (H1 dans la figure). Elle s'exprime en mètres de colonne d'eau, mCE ("meter Water Column", "mWC"), ou en bars (valeur divisée par 10).
- Présélectionnez, parmi tous les tuyaux disponibles, les types capables de résister à la pression maximale (PE, PVC, acier galvanisé ("GI"), etc. ; F.T. 2.31).
- Choisissez un tuyau spécifique dans cette présélection, et mesurez son diamètre interne (mm). Votre choix doit être fondé sur des aspects tels que les coûts, la disponibilité, les problèmes de transport, la rugosité et la qualité alimentaire.
- Déterminez le débit qui doit traverser la canalisation (converti en l/s), selon la quantité d'eau (demande en eau) à acheminer durant le laps de temps souhaité ou disponible.
- Indiquez le diamètre interne et les chiffres du débit sur le nomogramme (F.T. 2.30). Il est recommandé d'effectuer cette opération sur une copie du nomogramme.
- Reliez les deux points avec une règle et tracez la ligne sur toute la largeur du nomogramme.
- Lisez la vitesse de l'eau. Elle devrait se situer, de préférence, entre 0,7 et 3 m/s.
- Lisez la perte de charge en mCE pour 100 m de tuyau, selon le matériau du tuyau (valeur liée à la rugosité du PVC / PE ou de l'acier galvanisé ("GI")).
- Calculez les pertes de charge linéaires totales d'après la longueur totale du tuyau et ajoutez les 15% de pertes de charge singulières (locales) estimées pour obtenir les pertes de charge totales en mCE.
- Comparez les pertes de charge totales en mCE avec la pression totale disponible à la sortie (dénivelé H<sub>2</sub> entre la sortie d'eau de la source / du réservoir et le robinet / la vanne). Une fois les pertes de charge totales déduites de la pression totale disponible, il doit rester une pression positive pour compenser les pertes de charge singulières (locales) du robinet / de la vanne (minimum 1,2 m et jusqu'à 7 m pour certains modèles).
- Refaites l'exercice avec un débit moins élevé et/ou un diamètre de tuyau plus important au cas où la pression positive susmentionnée ne serait pas atteinte (ou serait même négative). L'exercice relatif à la détermination des pertes de charge devra être réitéré jusqu'à l'obtention d'un résultat acceptable.

### Exemple

La structure de ce système gravitaire simple d'approvisionnement en eau comporte un réservoir centralisé à proximité de la ressource, mais la distribution a lieu à une certaine distance. La distance la plus courte entre les deux passe par une petite vallée. La demande en eau peut être satisfaite via une seule rampe de distribution.

- L'étude topographique a été effectuée et a donné les résultats suivants :
  - Distance entre la ressource et les robinets, le long de la vallée (longueur totale de canalisation) : L = 400 m.
  - Dénivelé entre le niveau d'eau le plus élevé dans le réservoir et le point le plus bas de la vallée : H<sub>1</sub> = 35 m.
  - Dénivelé entre la sortie du réservoir et les robinets : H<sub>2</sub> = 6 m (pression disponible de 6 mCE).
- Données techniques sur le matériau disponible :
  - Tuyau PE disponible : PN 6.
  - Diamètre interne du tuyau PE de PN 6 : 50 mm.
  - La perte de charge dans les robinets de la rampe de distribution disponible s'élève à 1,6 m pour un débit idéal de 0,225 l/s par robinet.

■ Résultats du calcul :

Un tuyau PN 6 (pression max. de 6 bars ou 60 m) résistera à la pression maximale (35 m de hauteur ou 3,5 bars) au point le plus bas du réseau lorsque tous les robinets seront fermés. Il peut donc être utilisé. Débit idéal souhaité : 0,225 l/s par robinet. Pour la rampe de distribution disponible avec six robinets :

**0,225 x 6 = 1,35 l/s si tous les robinets sont ouverts en même temps.**

→ Le nomogramme indique une perte de charge d'environ 1 mCE pour 100 m de tuyau, et la vitesse se situe juste à la limite afin d'éviter une sédimentation dans le tuyau (0,7 m/s).

→ Pour la longueur de tuyau totale de 400 m, la perte de charge linéaire totale équivaut à 4 m (1 mCE/100 m x 400 m).

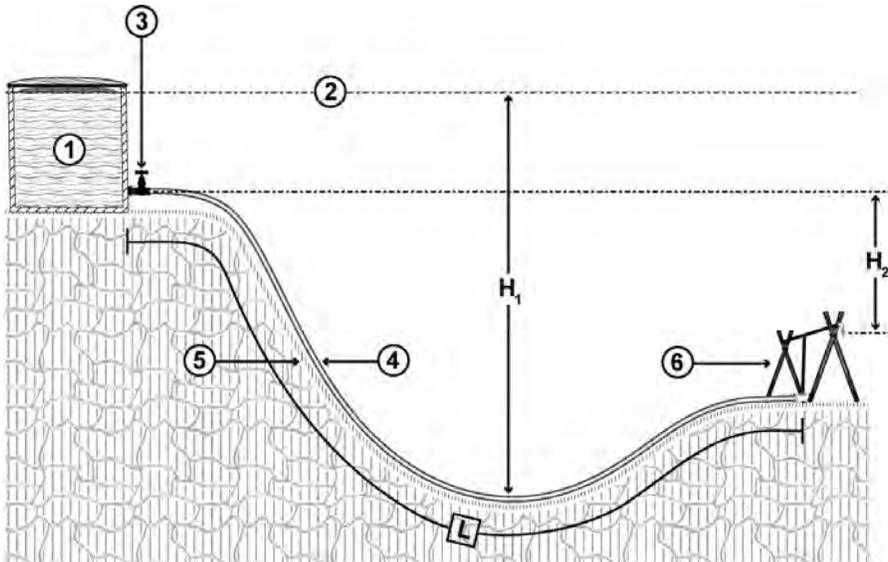
**Pertes de charge totales = 4 m + 15% de pertes de charge singulières (locales) = 4,6 m.**

→ 6 m de pression disponible - 4,6 m de pertes de charge = 1,4 m de pression restante pour compenser les pertes de charge au niveau des robinets.

**1,4 m de pression restante - 1,6 m de pression utilisée pour compenser les pertes de charge au niveau des robinets pour ce débit = -0,2 m ;**

La charge hydraulique résiduelle à la sortie des robinets ne peut en aucun cas être inférieure à 0 m.

- Conclusion : le réseau fonctionnera mais à un débit légèrement inférieur à la valeur prévue (environ 10 l/min. par robinet). La vitesse dans le tuyau retombera aussi en dessous de 0,7 m/s, de sorte qu'il y a un risque de sédimentation dans le tuyau. Si le débit souhaité de 1,35 l/s est essentiel, la solution la plus simple consisterait à abaisser la rampe de distribution de 0,2 m minimum (pour autant que les récipients des bénéficiaires puissent encore être placés en dessous).



**Légende**

- 1. Réservoir
- 2. Niveau d'eau le plus élevé dans le réservoir
- 3. Sortie du réservoir
- 4. Canalisation
- 5. Topographie de la zone
- 6. Rampe de distribution

**Apport**

- Etude topographique
- Nomogramme
- Calculatrice
- Règle
- De quoi écrire

$H_1$  : dénivelé entre le niveau le plus élevé dans le réservoir et le point le plus bas de la vallée

$H_2$  : dénivelé entre la sortie du réservoir et les robinets

L : longueur totale de la canalisation

## Remarques

- La pression maximale dans le tuyau mentionnée plus haut ne tient pas compte des éventuels coups de bélier (F.T. 2.26) générés si le flux d'eau est arrêté subitement par la fermeture d'une vanne quart de tour, par exemple, ou par une obstruction accidentelle et instantanée du tuyau. Les coups de bélier, qui sont d'énormes chocs de pression, peuvent gravement endommager le réseau et même provoquer des blessures. Il est donc important de tout mettre en œuvre pour les éviter.
- Pour les tuyaux en plastique, la pression nominale maximale admissible est souvent mentionnée sur le tuyau même. À titre d'exemple, l'indication "PN 6" signifie qu'il peut résister à une pression nominale maximale de 6 bars (F.T. 2.30).
- Le choix des diamètres de tuyaux est souvent déterminé par leur disponibilité sur le marché.
- Le diamètre mentionné sur le nomogramme est le diamètre interne. Il convient particulièrement d'en tenir compte pour les tuyaux en plastique car leur diamètre externe est normalisé, tandis que l'épaisseur de leur paroi dépend de leur résistance à la pression, et exerce donc une influence sur leur diamètre interne. À titre d'exemple, le diamètre interne d'un tuyau PN 16 est inférieur à celui d'un tuyau PN 6 ayant le même diamètre externe (F.T. 2.30).
- La vitesse de l'eau est importante :
  - Une vitesse inférieure à 0,7 m/s peut entraîner le dépôt de particules à l'intérieur du tuyau, et entraîner à terme une obstruction.
  - Une vitesse supérieure à 3,0 m/s pourrait entraîner une érosion du tuyau par des particules, et augmente le risque de coups de bélier conséquents.
- Le dénivelé H2 permettant de calculer la pression disponible au niveau du robinet final devrait normalement être mesuré entre le niveau d'eau de la source / du réservoir et le robinet. Comme le niveau d'un réservoir peut varier avec le temps (vidage, remplissage), il est plus prudent d'utiliser la sortie du réservoir en guise de référence car sa hauteur ne change pas (vraiment) et reflète donc la pression minimale disponible.
- Pour les systèmes gravitaires, les pertes de charge totales en mCE ne peuvent jamais dépasser le dénivelé H2 entre la ressource en eau et la sortie finale (robinet, par exemple). Si les pertes de charge totales calculées (en mCE) dépassent le dénivelé disponible (en m), le système d'approvisionnement en eau régulera automatiquement sa vitesse et le débit sera donc inférieur à la valeur prévue.
- Des pertes de charge similaires s'observent lorsque l'eau est remontée par pompage. S'il faut choisir une pompe (F.T. 2.25 ; 2.26 ; 2.28), ces pertes de charge exprimées en mCE doivent être ajoutées au dénivelé réel que la pompe doit surmonter (initialement la hauteur entre la surface de l'eau et le point le plus élevé dans le circuit d'eau).
- La résistance à la pression maximale des tuyaux de systèmes à pompes motorisées doit être supérieure à la pression maximale que la pompe peut développer (ainsi, les tuyaux ne pourront pas éclater même si le réseau de canalisations est fermé / obstrué et que la pompe fournit la pression maximale).

## F.T. 2.33 Installation des tuyaux

L'eau est souvent acheminée d'un lieu à un autre par le biais de tuyaux. En cas d'urgence aiguë, certains types de tuyaux peuvent être installés en surface pour gagner du temps. Ils doivent néanmoins être enfouis le plus vite possible pour être préservés de l'environnement, du climat et des dégradations.

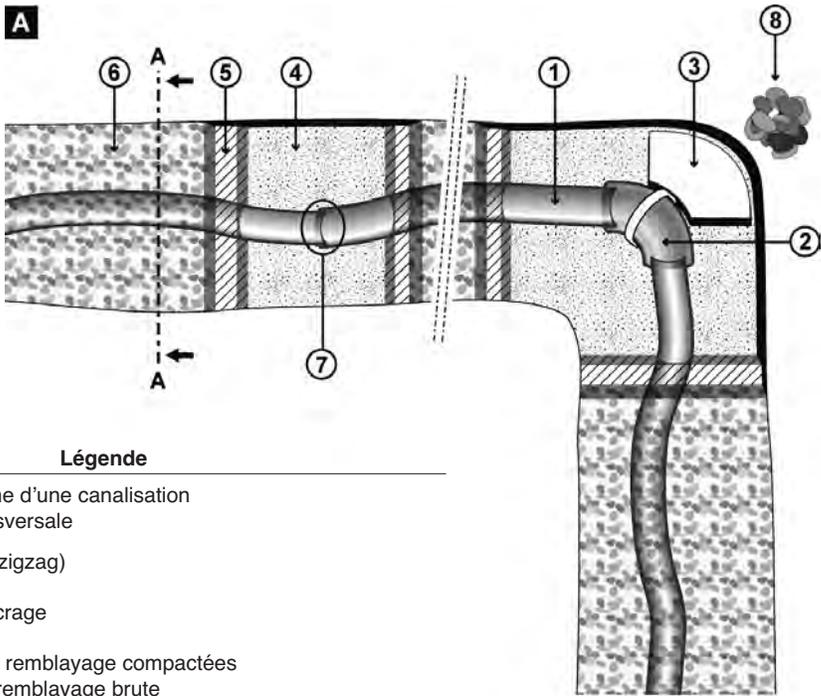
### Pose des tuyaux

- Balisez clairement le futur tracé de la canalisation à l'aide de piquets (et de ficelles) pour être certain d'avoir des lignes droites. Pour les canalisations de grande longueur, cette opération devrait normalement avoir été effectuée pendant ou juste après l'étude topographique (F.T. 2.24). La canalisation doit être maintenue le plus loin possible des lieux exposés à l'érosion, comme les zones de glissement de terrain, les ravines et les berges de rivières.
- Creusez la tranchée avec des parois légèrement inclinées car les parois verticales tendent à s'effondrer plus aisément. L'angle dépendra du type de terre. La terre excavée doit être déposée à l'écart de la tranchée afin de ne pas y retomber. La largeur au fond de la tranchée doit permettre une installation aisée de la canalisation. Il conviendrait idéalement de prévoir une distance de 0,3 m de chaque côté du tuyau. La profondeur d'enfouissement minimale d'un tuyau est de 0,5 m, bien que l'idéal soit souvent situé aux environs de 0,8 m. Dans la pratique, il faut choisir la profondeur de la tranchée de manière à pouvoir protéger la canalisation contre :
  - le soc d'une charrue dans les terrains agricoles : vérifiez la profondeur qu'il peut atteindre.
  - les sabots tranchants et le poids des animaux lourds qui marchent au-dessus.
  - le poids de véhicules à des croisements routiers : la tranchée devrait avoir une profondeur de 1,5 m ou être protégée d'une autre manière.
  - les températures extrêmes : les tuyaux peuvent être préservés du gel ou de la chaleur via un enfouissement plus profond dans le sol.
  - l'érosion : au fil des ans, la terre végétale peut s'éroder et exposer les tuyaux.Ne creusez pas la tranchée trop longtemps à l'avance car elle peut être dégradée par l'érosion et collecter de l'eau de pluie.
- Enlevez toutes les roches et pierres des parois inclinées et du fond de la tranchée, surtout si des tuyaux en plastique doivent être installés car ils pourraient être endommagés par ces corps étrangers.
- Réalisez de préférence un lit de sable de 0,05 m à 0,1 m d'épaisseur (valeur recommandée) au fond de la tranchée, afin de pouvoir y poser la canalisation sans contraintes. Si la tranchée est située dans une zone particulièrement humide, le lit de support peut être réalisé à partir de galets arrondis (diamètre de 5 à 30 mm) au lieu de sable fin, afin de drainer les eaux souterraines sous la canalisation.
- Posez les tuyaux en léger zigzag à l'intérieur de la tranchée, avec leurs raccords et accessoires (coudes, vannes, etc.), et assemblez-les de la façon la plus appropriée (F.T. 2.30).
- Ne laissez pas une extrémité de tuyau ouverte ou exposée afin d'éviter que de la saleté ou des animaux tels que des serpents ne s'introduisent à l'intérieur. S'il n'y a pas de meilleure solution disponible, de simples bouchons constitués de branches d'arbre peuvent être utilisés.
- Ancrez tous les tuyaux à des blocs en béton (massif d'ancrage) au niveau des coudes, des points de ramification, des vannes et des pentes abruptes, afin d'éviter que les assemblages se détachent sous l'action des forces latérales aux points où le flux d'eau change de direction.

### Remblayage

- Remblayez la tranchée dès que possible afin de préserver le tuyau du soleil et du vandalisme. Le remblai ne devrait pas comporter de matières organiques (comme des petites branches et buissons). Idéalement, il sera légèrement compacté à chaque couche de 0,1 m d'épaisseur.
- Évitez le déversement de roches et de pierres sur les tuyaux. Les roches et pierres ne pourront être utilisées pour le remblayage que si le tuyau a été recouvert d'environ 0,5 m de terre.
- Ne recouvrez pas les raccords de terre tant que le tuyau n'a pas été utilisé à pleine pression et que les raccords n'ont pas fait l'objet d'une inspection relative aux fuites. Si les raccords sont exposés à la lumière directe du soleil avant de pouvoir être inspectés, la bonne pratique consistera à les recouvrir temporairement (au moyen d'une bâche en plastique, par exemple). Une fois l'inspection terminée, les raccords doivent être recouverts.
- Placez des repères (tas de pierres cimentées ensemble, par exemple) à intervalles réguliers le long de la canalisation ainsi qu'à tous les points importants (points de variation du diamètre des tuyaux, changements de direction, points de ramification, etc.). Identifiez les repères à l'aide de codes ou de numéros. Si possible, faites un schéma du système, reprenant toutes les informations disponibles.

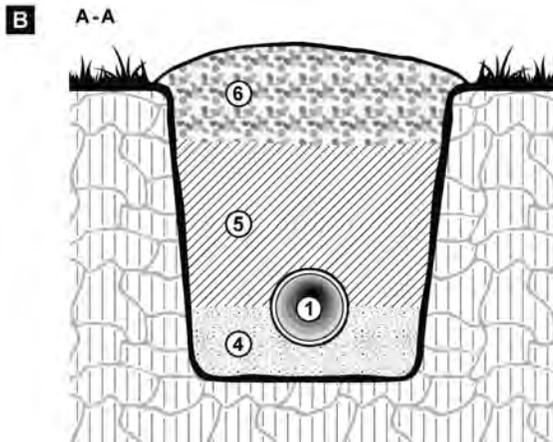
- Plantez de la végétation à racines courtes (herbe, p.ex.) sur la tranchée remblayée afin de stabiliser la terre et de la préserver de l'érosion.



### Légende

- A. Vue aérienne d'une canalisation  
 B. Coupe transversale

1. Tuyaux (en zigzag)
2. Coude
3. Massif d'ancrage
4. Lit de sable
5. Couches de remblayage compactées
6. Couche de remblayage brute
7. Raccord (pas encore recouvert)
8. Repère (tas de pierres cimentées ensemble, par exemple)



## Remarques

- Avant de creuser des tranchées et d'installer des tuyaux, il importe de connaître et résoudre les éventuels problèmes liés à la propriété des terrains et/ou de l'eau (F.T. 1.04).
- Une installation de stockage plane et nivelée doit être préparée à proximité de l'aire de construction avant que les tuyaux n'arrivent sur place. Cette installation doit être suffisamment spacieuse pour que les piles de tuyaux ne dépassent pas 1,5 m de hauteur. Quand les tuyaux arrivent sur place, ils doivent être préservés de la lumière directe du soleil. Si l'installation de stockage n'est pas intégrée dans un abri fermé, les tuyaux doivent être recouverts. Les tuyaux en PVC avec des raccords d'insertion (colliers) emboîtables doivent être empilés en alternance afin de ne pas se déformer. Ils doivent également être stockés sur une surface plane. Ne laissez pas les tuyaux trop longtemps sur place avant de les mettre en place. Les extrémités des tuyaux doivent être bouchées afin d'éviter l'entrée de saletés ou d'animaux. Les bouchons seront enlevés juste avant l'installation des tuyaux.
- Veillez à ne pas endommager les tuyaux lors de la manutention, du transport et du stockage sur place. Tout contact avec des surfaces dures (pierre, béton ou métal, par exemple) peut endommager le plastique et même le filetage d'un tuyau galvanisé ("GI"). Il est donc également important de porter les tuyaux et de ne pas les traîner ni les laisser tomber.
- À basse température, les tuyaux en plastique se fragilisent et se brisent plus aisément. Leur manutention et leur transport exigent des précautions spécifiques.
- Si le tracé de la canalisation suit une pente, il vaut mieux commencer en bas et progresser en montant afin que les eaux de ruissellement puissent s'évacuer librement et que la tranchée ne soit pas inondée.
- Dans certaines zones, il sera impossible d'enfouir les tuyaux à cause du sous-sol rocheux. Il est alors préférable d'installer des tuyaux capables de supporter les chocs et les climats rudes, comme des tuyaux galvanisés ("GI"). Tous les tuyaux de surface doivent être protégés aux zones de passage d'animaux lourds ainsi qu'aux points de croisement de véhicules.
- Si la tranchée fait moins de 1 - 1,5 m de profondeur aux croisements routiers, le tuyau sans raccords doit être bien enrobé et recouvert de 0,2 m de sable. Il faudra ensuite couler une dalle en béton armé d'environ 0,1 m d'épaisseur sur cette couche de sable. Enfin, la tranchée pourra être remblayée normalement au-dessus de la dalle.
- Dans certaines circonstances (croisement de routes ou de rivières), il conviendra d'installer les tuyaux en plastique à l'intérieur de tuyaux métalliques (acier galvanisé ("GI"), par exemple) d'un diamètre plus important. Si une fuite survient dans les tuyaux en PVC, elle sera néanmoins difficile à localiser. Il faut aussi éviter que de la saleté, des pierres ou de petits animaux s'introduisent dans les ouvertures entre les tuyaux interne et externe. Pour ce faire, vous pouvez les envelopper dans une bâche en plastique.
- Les tuyaux exposés au soleil, même s'ils ont déjà été installés, vont chauffer et se dilater, mais ils se rétracteront à nouveau lorsqu'ils seront enfouis ou traversés par de l'eau froide. Pour éviter que la rétraction ne sorte les tuyaux en plastique de leurs embouts ou raccords, il faut les installer en zigzag. Les rayonnements UV du soleil rendent également les tuyaux en plastique cassants au fil du temps.
- Des ancrages et massifs d'ancrage peuvent être réalisés à partir de simples blocs de ciment. Les tuyaux et accessoires (coudes, par exemple) peuvent être ancrés aux blocs par le biais de fers à béton.
- Si la longueur du tracé est importante, creusez la tranchée sur 500 m, installez les tuyaux et remblayez la tranchée avant de faire de même sur les 500 m suivants. L'exécution de toutes les procédures sur toute la longueur en une fois pourrait générer plusieurs problèmes : effondrement de tranchées, dégradation des tuyaux non recouverts, vol, etc.
- Pour les canalisations de plusieurs kilomètres de longueur, il est important d'installer des purgeurs de boue et d'air. Les purgeurs de boue devront être ouverts de temps à autre afin d'éviter les obstructions dues à l'accumulation de particules de saleté / boue. Les purgeurs d'air peuvent prouver leur utilité dès le début en supprimant les poches d'air lors du remplissage initial de la canalisation. Une poche d'air est une bulle d'air piégée dans la canalisation, et dont la taille est telle qu'elle interfère avec l'écoulement de l'eau dans cette section. Elles se forment au moment de la construction de la canalisation ou lors d'un drainage ultérieur à des fins d'entretien. Quoi qu'il en soit, la conception et l'installation de canalisations aussi longues devraient être confiées à des spécialistes.
- Avant sa mise en service, une canalisation doit être rincée et désinfectée :
  - Faites couler de l'eau potable dans le système jusqu'à ce que vous ne puissiez plus voir de saleté sortir, et effectuez un drainage intégral.
  - Préparez 10 l de solution chlorée mère à 1% par m<sup>3</sup> de canalisation (sur toute sa longueur).
  - Versez toute la solution chlorée à 1% dans un réservoir contenant une quantité d'eau propre équivalente au volume de la canalisation, et mélangez bien afin d'obtenir de l'eau hyperchlorée.
  - Remplissez complètement la canalisation avec cette eau hyperchlorée. La procédure doit être effectuée lentement pour que l'air puisse s'échapper, et avec les robinets d'arrêt fermés.
  - Drainez totalement la canalisation une fois le temps de contact de 24 heures minimum écoulé, et rincez-la à l'eau potable.
- Durant une urgence, les petites fuites d'air du côté aspiration d'une pompe ou d'autres fuites mineures au niveau des tuyaux de distribution peuvent être réparées provisoirement à l'aide d'une chambre à air de 1 mètre de long (x 25 mm) bien serré autour de la fuite. Le tuyau ou raccord fuyant devra être réparé correctement ou remplacé dès que possible.

## F.T. 2.34 Approvisionnement en eau par camions

Dans de nombreuses situations d'urgence, un approvisionnement en eau par camions est établi à titre provisoire afin de fournir de l'eau aux bénéficiaires. L'installation de solutions plus durables peut prendre beaucoup de temps, et un besoin urgent en eau requiert souvent l'utilisation de camions dans un stade initial. L'approvisionnement en eau par camions est néanmoins coûteux, souvent difficile à organiser et entretenir, et devrait donc être évité si possible ou remplacé au plus vite. Dans la plupart des cas, la mise en place d'un système alternatif d'approvisionnement en eau sera moins onéreuse à long terme.

### Procédure

#### Besoins en eau

- Déterminez le volume d'eau à fournir (voir l'exemple ci-dessous) et ajoutez de préférence 10-20% pour compenser les pertes et les nouveaux arrivants. Les pertes varieront d'après différents facteurs tels que la qualité de l'équipement (fuites de robinets / camions-citernes, p.ex.), le mode de collecte de l'eau (jerrycans avec bouchons, seaux ouverts sans couvercle, ...), et le type de point de distribution.
- Synchronisez, dans la mesure du possible, la distribution d'eau avec les pointes de demande (début de matinée et de soirée, p.ex.).

#### Ressource en eau

- Sélectionnez une ressource en eau compte tenu de son débit, de sa proximité vis-à-vis du point de distribution, de son accessibilité pour les camions et de la qualité de son eau. Le site de remplissage des camions doit être suffisamment spacieux afin de faciliter les manœuvres des camions et, si nécessaire, l'installation d'un système de traitement (sédimentation assistée, p.ex. ; F.T. 2.16) ou d'une infrastructure de stockage (pour une ressource à faible débit, p.ex.).

#### Moyens de transport

- Sélectionnez le format et le type de véhicule compte tenu des conditions routières (force portante maximale de la surface routière, surfaces glissantes, pentes abruptes, virages serrés, voies étroites). Les réservoirs souples installés sur des camions à plate-forme ou montés sur des remorques tirées par des tracteurs offrent une bonne alternative aux camions-citernes. Il est également possible d'utiliser des réservoirs en plastique solides, mais soyez attentif au fait qu'ils modifieront considérablement le centre de gravité du camion. D'une manière générale, plus grande sera la capacité des camions, plus efficace sera le processus, pour autant que les conditions routières permettent l'usage de gros véhicules.
- Calculez l'ampleur de la flotte requise en suivant les étapes de l'exemple ci-dessous. Si la flotte de transport n'est pas des plus fiables, intégrez un facteur de sécurité dans le concept, comme un véhicule d'appoint ou une capacité de stockage supplémentaire au point de distribution.
- Inspectez, nettoyez et désinfectez avec une solution chlorée à 0,1% (F.T. 2.20) tous les camions-citernes ainsi que les tuyaux et pompes qui y sont associés avant usage. Rincez-les correctement à l'eau potable claire et désinfectée afin d'enlever les résidus de chlore. Évitez les camions-citernes précédemment utilisés pour transporter du pétrole, du carburant, ou des produits chimiques, et optez pour des camions-citernes de type "brasserie" ou "laiterie".

#### Location de camions / chauffeurs

- Louez des camions pour la distribution d'eau sur la base d'une période donnée (par mois, p.ex.), ou de la quantité d'eau fournie (ex. : par trajet d'un camion-citerne au volume connu). La location d'après la quantité d'eau fournie demande un contrôle plus étroit mais incite le contractant à atteindre les objectifs convenus.
- Établissez et signez des contrats (avant le début du travail) spécifiant clairement les responsabilités des deux parties en termes d'assurance (en cas d'accident), d'entretien du véhicule, de frais de carburant et de lubrifiant, et de main-d'œuvre (chauffeur et son assistant). Sur le plan de la gestion, il est recommandé que le contractant assume toutes ces responsabilités moyennant une prime raisonnable.
- Assurez-vous que les chauffeurs respectent les règles organisationnelles et que les véhicules répondent aux réglementations du pays concerné.

#### Budget

- Veillez à disposer d'un financement suffisant pour la période spécifiée sur la base d'un budget détaillé, car les frais d'exploitation des opérations liées aux camions sont souvent élevés.
- Incluez également les coûts moins apparents tels que l'entretien des points de remplissage et de distribution, les frais d'installation et d'exploitation des structures de stockage et de traitement, ainsi que les salaires des gardiens, gestionnaires de flottes et chlorateurs.

#### Suivi

- Surveillez les quantités fournies ainsi que leurs points d'eau. Un système de suivi centralisé sera nécessaire pour les opérations de grande envergure, surtout dans les situations impliquant différents partenaires.

## Exemple de planning pour camions-citernes

### Faits

Population	12.000
Quantité d'eau min. requise	15 l/personne et par jour

### Calcul des besoins quotidiens

Population x quantité par personne et par jour	$12.000 \times 15 = 180.000$ l/jour
Gasillage estimé 10%	+18.000 l/jour
<b>Total</b>	<b>198.000 l/jour</b>

### Calcul du délai d'exécution

Temps pour remplir le camion-citerne (5 m <sup>3</sup> à 20.000 l/h)	15 min
Temps de déplacement du point de remplissage au point de distribution (17,5 km à 30 km/h en moyenne)	35 min
Temps pour vider le camion (5 m <sup>3</sup> à 25.000 l/h)*	12 min
Temps pour le trajet de retour (17,5 km à 30 km/h)	35 min
	97 min

Ajoutez 20% pour les imprévus (pauses, p.ex.)

**Temps d'une rotation 116 min = environ 2 heures**

### Le nombre de camions-citernes peut à présent être déterminé

Nombre d'approvisionnements =  $\frac{\text{heures de travail par jour}}{\text{temps d'une rotation}} = \frac{12}{2} = 6$  rotations par camion-citerne par jour

Nombre total d'approvisionnements/jour =  $\frac{\text{eau transportée par jour}}{\text{volume par camion-citerne}} = \frac{198.000}{5.000} = 39,6$   
 → environ 40 approvisionnements/jour  
 → 7 camions-citernes

**Nombre de camions-citernes = 40/6 = 6,6**

**Résumé :** il faudra 7 camions d'une capacité de 5.000 litres chacun pour effectuer 6 trajets par jour afin de fournir 15 l par personne et par jour à 12.000 personnes. La sélection de 8 camions-citernes, au lieu de 7, ajoute un degré de sécurité en cas de panne d'un des autres camions.

\* L'utilisation d'une pompe pour décharger l'eau du camion-citerne au point de distribution réduit le temps de rotation.

### Remarques

- Une chloration à l'intérieur du camion-citerne peut faire gagner beaucoup de temps car le temps de contact requis pour le désinfectant (F.T. 2.21) peut déjà démarrer pendant le transport.
- Si la chloration de l'eau doit être effectuée dans les camions, il faut préparer une solution chlorée mère à 1% (F.T. 2.20) (ajoutez uniquement le surnageant, pas les éventuels dépôts de calcium). La quantité de chlore à ajouter par camion doit être évaluée via un test Horrocks modifié (F.T. 2.21). Si les camions-citernes sont métalliques, la concentration de chlore résiduel libre (CRL) doit être vérifiée à la destination et la concentration de chlore adaptée en conséquence si nécessaire.
- Les points de distribution d'eau doivent être sélectionnés compte tenu du fait que la distribution s'effectuera par le biais de camions-citernes : la facilité d'accès pour le véhicule sera le principal critère. Évitez les procédures de déchargement fastidieuses comme le pompage d'eau d'un camion-citerne vers un réservoir de stockage sur de longues distances.
- Le déchargement doit être effectué du camion vers les réservoirs et non directement aux bénéficiaires car cette dernière option fait perdre trop de temps. Il vaut mieux que le camion-citerne puisse partir le plus vite possible pour aller chercher un autre lot d'eau.
- L'efficacité est souvent un point faible de l'approvisionnement en eau par camions. Il convient de veiller à réduire le temps de rotation, les pertes d'eau et d'éviter les routes encombrées. À titre d'exemple, des pompes peuvent être utilisées pour accélérer le déchargement de camions-citernes. Le fait de disposer d'une pompe et de moyens de télécommunication dans chaque camion peut donc être considéré comme un avantage.
- Si la sécurité le permet, la distribution d'eau par camions devrait débiter et s'arrêter bien au-delà des moments où les gens collectent l'eau, afin de pouvoir répondre aux pointes de la demande (donc prévoyez éventuellement deux périodes de transport par camion de l'eau d'environ 6 heures chacune, aux environs des périodes de pointe).
- Vu les coûts élevés de l'approvisionnement en eau par camions sur une longue période, il importe de s'engager fermement à développer des solutions d'approvisionnement en eau plus efficaces pour le moyen et le long terme. Cela peut inclure la mise en place de nouvelles ressources en eau et/ou de nouveaux moyens de transport (installation d'une canalisation, par exemple), ou leur amélioration.

## F.T. 2.35 Réservoirs d'urgence

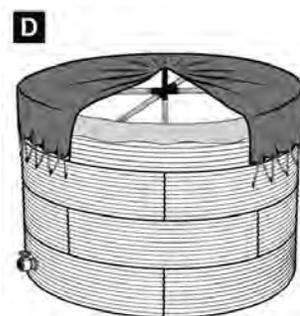
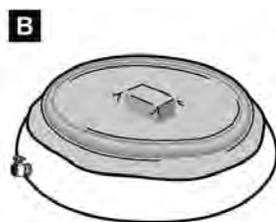
Lors d'urgences aiguës et chroniques, plusieurs types de réservoirs peuvent être utilisés. Certains peuvent aussi être affectés à d'autres fins que le stockage, comme le transport ou le traitement de l'eau (sédimentation assistée, par exemple). Avant de commander un type de réservoir spécifique, il faut réfléchir à l'usage le plus probable, à la taille requise, ainsi qu'au temps et à la facilité d'installation.

### Réservoirs les plus couramment utilisés en cas d'urgence

Type	Capacité en m <sup>3</sup>	Installation	Utilisation	Remarques
<b>Réservoir souple</b> Réservoir fermé	0,85 2 5	- Installation très facile et rapide - Possibilité de montage sur un camion à plate-forme	- Stockage - Chloration - Transport	- Statique ou mobile - Difficile à nettoyer
<b>Réservoir souple</b> Réservoir fermé	15	- Installation très facile et rapide	- Stockage - Chloration	- Statique - Difficile à nettoyer
<b>Réservoir de type oignon</b> Réservoir autoportant ouvert avec toit	30	- Installation très facile et rapide	- Stockage - Chloration - Sédimentation (assistée)	- Statique - Relativement difficile à nettoyer
<b>Réservoir à revêtement intérieur soutenu par un châssis métallique</b> Ouvert avec toit	10 30 60	- Installation facile et relativement rapide	- Stockage - Chloration - Sédimentation (assistée)	- Statique - Facile à nettoyer après montage
<b>Réservoir en tôles de fer ondulées avec un revêtement séparé</b> Ouvert avec toit	11 45 70 95	- Le moins facile à installer - Transport volumineux en raison des tôles ondulées	- Stockage - Chloration - Sédimentation (assistée)	- Statique - Facile à nettoyer après montage - Convient moins pour les urgences aiguës - Durée de vie plus longue

### Remarques

- Le volume d'eau permanent à stocker pour éviter les pénuries dépend de la situation :
  - Pour un centre de santé, une capacité de stockage de 2 jours d'approvisionnement en eau est considérée comme un minimum.
  - Pour un camp de réfugiés ou de personnes déplacées, une capacité de stockage globale de 5 l/personne est recommandée en tant que strict minimum.
- Outre les facteurs susmentionnés, le choix du type de réservoir peut également dépendre d'autres facteurs. Exemples :
  - usage prévu et conditions locales (climat, sécurité, etc.).
  - prix d'achat.
- Les réservoirs de stockage doivent être placés sur une fondation saine. Une fois remplis, ils exercent une pression considérable sur le sol. Si la construction n'a pas été conçue correctement et/ou que la terre au niveau de la base du réservoir est saturée d'eau, il y a un risque d'effondrement.
- Pour une distribution gravitaire de l'eau, les réservoirs devront être plus hauts que les robinets. Ce dénivelé peut être obtenu via l'utilisation d'une pente naturelle ou la construction de plates-formes. Si aucune pente naturelle n'est disponible ou s'il n'y a pas suffisamment de temps ou de matériaux pour construire rapidement une plate-forme, une pompe à main ou motopompe peut être raccordée au réservoir afin d'assurer la distribution d'eau (F.T. 2.36).
- La zone autour des réservoirs de stockage doit être clôturée et devra éventuellement être gardée pour empêcher les abus et actes de vandalisme.



### Légende

- A. Réservoir souple
- B. Réservoir de type oignon avec toit
- C. Réservoir à revêtement intérieur en plastique soutenu par un châssis métallique avec toit
- D. Réservoir en tôles de fer ondulées avec un revêtement séparé et un toit

## F.T. 2.36 Installation de réservoirs flexibles

Des kits de réservoirs flexibles ont été conçus pour fournir de l'eau rapidement en cas d'urgence. Une fois la base préparée (plate-forme surélevée, par exemple), le réservoir peut être très vite opérationnel : de quelques minutes pour un réservoir souple ou de type oignon à quelques heures pour un réservoir avec châssis.

### Installation

- Choisissez un site d'installation en veillant à ce que le réservoir soit accessible en toutes circonstances et à tout moment pour être rempli (à l'aide de camions-citernes, par exemple). Un réservoir rempli d'eau est lourd (environ 15 tonnes pour un réservoir souple de 15 m<sup>3</sup> plein, p.ex.) et doit être installé à un endroit sûr où il ne peut causer d'accidents (réservoir rempli dévalant une pente, réservoir souple sur un toit plat non consolidé, etc.). Il faut aussi dialoguer avec les différentes parties prenantes lors du choix du site.
- Préparez une base d'installation pour le réservoir en :
  - utilisant la pente naturelle du terrain ou une construction existante sûre. Cette méthode permet une installation relativement rapide du réservoir. La pente ne doit toutefois pas être trop raide. Il faudra peut-être l'excaver pour obtenir une base plane. D'un autre côté, la construction existante doit être suffisamment résistante pour ne pas s'effondrer sous le poids conséquent du réservoir rempli.
  - construisant une plate-forme suffisamment résistante pour supporter le poids élevé du réservoir rempli. Toutes sortes de matériaux peuvent être utilisés pour construire cette plate-forme : terre compactée avec talus en pente, fûts d'huile (ceux du périmètre étant remplis de pierres ou de terre pour plus de stabilité), sacs de sable, poutres et planches en bois, rochers (cimentés), gabions, etc. Si ces matériaux ne sont disponibles qu'en quantités limitées ou s'avèrent trop coûteux, il est possible de les utiliser uniquement pour l'enveloppe externe de la plate-forme et de remplir l'intérieur de pierres et/ou de terre.
  - plaçant le réservoir bien droit sur le sol sans dénivelé et en approvisionnant les rampes de distribution en eau à l'aide d'une pompe à main ou d'une motopompe. Ce système présente l'avantage de pouvoir être installé très rapidement avec un minimum de préparation. En cas d'utilisation d'une motopompe, le système de distribution peut être aisément étendu mais consomme du carburant.
- La base du réservoir doit être plane et avoir une surface supérieure à celle du réservoir vide (prévoir un espace libre minimal de 0,3 m tout autour du réservoir). La base doit être débarrassée de tout objet susceptible de perforer le réservoir (pierres, bâtons, clous) et, si possible, recouverte d'une couche de sable.
- Déployez le tapis de sol sur la base.
- Placez le réservoir (le revêtement intérieur et l'éventuel châssis) sur le tapis de sol, compte tenu du sens de sa ou ses sorties. Dans le cas d'un châssis, assemblez-le et fixez-y le revêtement intérieur flexible conformément aux instructions du fabricant.
- Vérifiez si les vannes de sortie du réservoir sont bien serrées et ajustez-les si nécessaire (les fabricants ne les serrent pas toujours très bien, ou n'en installent pas du tout). Du Téflon (en rouleau) peut être utilisé pour éviter les fuites à ce niveau.
- Organisez le(s) point(s) de distribution en installant les rampes de distribution (F.T. 2.39). Une alternative pour la distribution à très court terme consiste à utiliser les vannes quart de tour fournis dans certains kits.
- Branchez le(s) tuyau(x) entre le réservoir et le(s) point(s) de distribution, éventuellement via une pompe.
- Installez un système de drainage autour de la base du réservoir et autour du ou des points de distribution afin d'éviter une détérioration rapide des sites.
- Installez un filet d'ombrage ou un toit constitué de végétation locale (feuilles de bananier, par exemple) ou une bâche en plastique au-dessus du réservoir pour l'abriter de la lumière directe du soleil, et éviter que l'eau ne chauffe dans le réservoir. Cette structure préservera également le revêtement en plastique du rayonnement UV, qui rend le matériau cassant à long terme. Pour les conditions climatiques très rudes (gel, par exemple), des mesures protectrices spéciales s'imposent. Contactez alors votre technicien de référence.
- Installez une clôture afin d'empêcher les enfants de jouer avec ou sur le réservoir (flexible). Il est aussi vivement recommandé d'affecter une personne au réservoir pour la sécurité, l'utilisation et l'entretien.

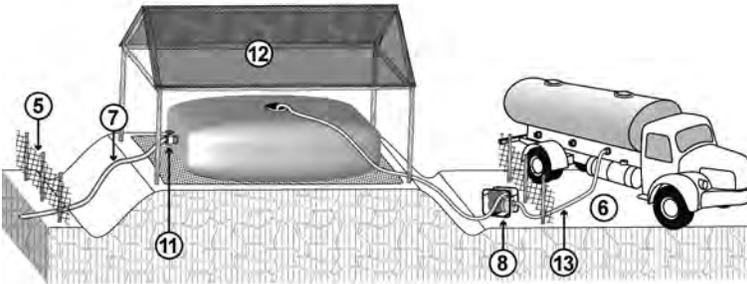
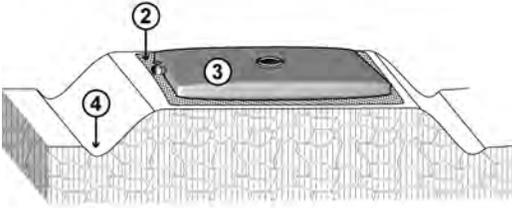
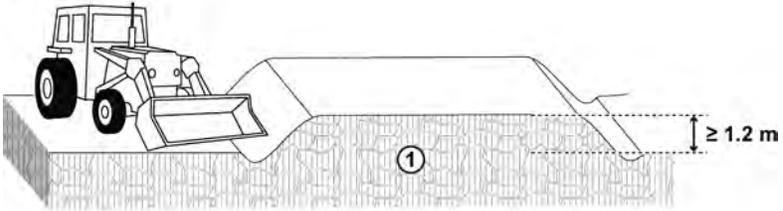
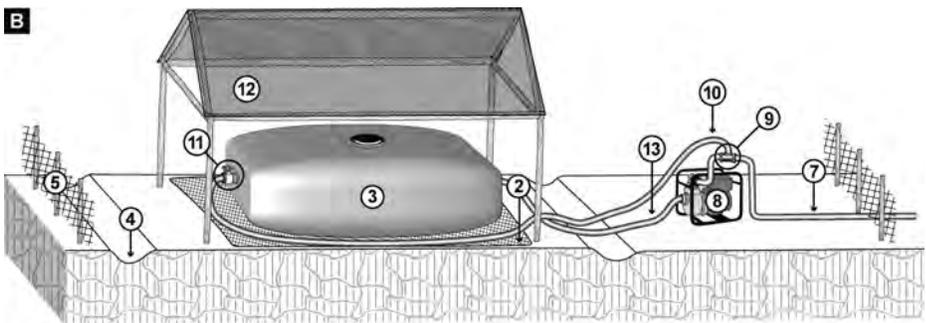
A. Installation sur une plate-forme surélevée

B. Réservoir sur le sol avec approvisionnement via une motopompe

- |   |  |
|---|--|
| 1. Plate-forme (terre, fûts, madriers, pente naturelle) | - Équipement d'excavation  |
| 2. Tapis de sol   | - Matériau pour réaliser la plate-forme                            |
| 3. Réservoir  | - Matériaux pour la clôture  |
| 4. Canal de drainage                                    | - Kit de réservoir avec accessoires                                |
| 5. Clôture  | - Kit de motopompe (approvisionnement en eau)                      |
| 6. Accès (surélevé) pour les camions                    | - Pompe à main pour l'approvisionnement des rampes de distribution |
| 7. Canalisation vers les rampes de distribution         | - Kit de rampes de distribution                                    |
| 8. Motopompe  | - (Camion-citerne pour remplir le réservoir)                       |
| 9. Raccord en "T"                                       |  |
| 10. Tuyau de recirculation vers le réservoir            |  |
| 11. Vanne à glissière (guillotine)                      |  |
| 12. Toit (filet d'ombrage, par exemple)                 |  |
| 13. Tuyau d'aspiration                                  |  |

### Remarques

- Pour éviter tout abus du réservoir (flexible), il est recommandé de ne pas l'installer trop près du ou des points de distribution. Néanmoins, plus grande sera la distance, plus conséquentes seront les pertes de charge dans le ou les tuyaux de refoulement et plus faible sera le débit (F.T. 2.31). Ces facteurs sont assurément importants s'il faut construire une plate-forme car plus les pertes de charge sont élevées, plus le réservoir doit être haut. De même, la distance devrait être restreinte si l'eau est fournie du réservoir vers la rampe de distribution à l'aide d'une pompe à main.
- Les réservoirs souples peuvent être remplis via leur ouverture centrale ou l'un des raccords latéraux. Dans ce dernier cas, le bouchon de l'ouverture centrale doit être dévissé et rester desserré au sommet afin que l'air présent dans le réservoir puisse s'échapper mais que la saleté ne puisse pas entrer. Ne remplissez pas exagérément le réservoir : lorsque l'eau déborde de l'ouverture centrale, il est plein.
- Si l'eau est pompée du réservoir vers une rampe de distribution par le biais d'une motopompe, un système de recirculation directe de la pompe vers le réservoir doit être installé (voir la figure B). Ceci afin d'éviter que la pompe et l'eau qu'elle contient ne chauffent lorsque tous les robinets sont fermés. L'absence de système de recirculation peut entraîner des blessures personnelles (brûlures) et finira par détériorer la pompe. Par temps froid, ce système de recirculation réduit également le risque que l'eau gèle dans le réservoir et les tuyaux.
- Ne perdez pas les clés tricoises. Le cas échéant, il y en a quelques-unes dans le kit d'outils.
- Lors du rationnement de l'eau, la ou les vannes à glissière (guillotine) du réservoir peuvent être fermées et le volant de réglage enlevé. Veillez à ne pas perdre le volant de réglage.
- Après usage, il est essentiel de nettoyer, désinfecter et sécher entièrement le réservoir avant de le réemballer (F.T. 2.37). Ne repliez pas le réservoir tant qu'il n'est pas totalement sec (au moins 2 - 3 jours de séchage).
- Pour réparer le réservoir, utilisez le module de réparation inclus dans le kit et suivez attentivement les instructions.
- Vous pouvez utiliser un échafaudage de construction métallique pour réaliser un château d'eau, ce qui permet l'installation assez rapide de réservoirs sur des hauteurs relativement élevées (3 m, p.ex.). N'installez qu'un échafaudage professionnel sur une base solide (de préférence une fondation en béton) afin d'éviter le risque d'effondrement une fois le réservoir rempli. Cette solution peut s'avérer particulièrement intéressante dans les cas nécessitant un système d'approvisionnement centralisé (au sein d'une structure de santé, par exemple).

**A****B**

## F.T. 2.37 Nettoyage de réservoirs flexibles

Les réservoirs doivent être nettoyés régulièrement afin d'enlever la couche bactérienne (biofilm) et/ou les particules qui se sont accumulées à l'intérieur. Ces deux facteurs accroîtront la demande en chlore et entraîneront une diminution plus rapide de la concentration en chlore résiduel libre (CRL). De même, si les réservoirs flexibles ne sont plus nécessaires suite à la réduction des activités ou à leur remplacement par des réservoirs plus solides, il est vivement recommandé de les récupérer en vue d'un usage ultérieur. Bien entendu, les réservoirs flexibles doivent être vérifiés, nettoyés, désinfectés et séchés avant d'être stockés dans l'entrepôt.

### Procédure

#### **Nettoyage externe de tous types de réservoirs flexibles**

- Vérifiez l'absence de fuites ou d'autres dommages (raccords défectueux, par exemple) au niveau du réservoir. Réparez-les si nécessaire et possible. La méthode la plus simple pour vérifier l'absence de fuites consiste à remplir totalement le réservoir d'eau. Réparez les trous éventuels à l'aide du matériau de réparation inclus dans le kit, conformément aux instructions du fabricant.
- Placez le tapis de sol du réservoir sur une surface étendue, propre, plane et légèrement inclinée (tarmac, béton, etc.). Assurez-vous qu'un système de drainage se trouve au bas de la pente.
- Mouillez le tapis de sol à l'eau propre et non salée, nettoyez-la des deux côtés avec de l'eau, du savon liquide et une brosse douce, et rincez-la pour enlever les résidus de saletés et de savon. Il se peut que vous deviez forcer un peu pour enlever toute la saleté.
- Placez le (revêtement du) réservoir sur le tapis de sol nettoyé.
- Drainez toute l'eau restante du réservoir.
- Mouillez le réservoir à l'eau propre et non salée, nettoyez ses faces externes avec de l'eau, du savon liquide et une brosse douce, et rincez-les pour enlever les résidus de saletés et de savon. Avant de renverser le réservoir pour nettoyer le fond de façon similaire, il est recommandé de rincer à nouveau le tapis de sol afin d'éviter le transfert de saletés provenant du fond du réservoir sur les faces nettoyées.
- Rincez une fois encore soigneusement le réservoir complet et le tapis de sol à l'aide d'eau propre non salée.

#### **Nettoyage intérieur de réservoirs souples**

- Déplacez le réservoir souple et son tapis de sol vers une surface étendue, propre et totalement plane (tarmac, béton, etc.).
- Versez, une fois qu'il est installé et son ou ses ouvertures latérales fermées, un peu d'eau propre et non salée dans le réservoir, afin d'obtenir une couche de 2 - 3 cm d'épaisseur.
- Frottez la partie supérieure du réservoir souple contre la partie inférieure afin de détacher toute la saleté à l'intérieur. Accordez une attention particulière aux coins du réservoir.
- Videz le réservoir souple via une ouverture latérale en le soulevant de l'autre côté.
- Répétez ces opérations jusqu'à ce que vous n'obteniez plus d'eau sale du réservoir. Si l'intérieur du réservoir souple reste sale (importante présence d'algues ou biofilm, par exemple), une certaine quantité de solution chlorée mère à 1% peut être ajoutée (ex. : 20 l pour un réservoir souple de 2 m<sup>3</sup>, 40 l pour un réservoir souple de 5 m<sup>3</sup> et 100 l pour un réservoir souple de 15 m<sup>3</sup> ; F.T. 2.20) avec une nouvelle couche fine d'eau propre non salée. La forte concentration en chlore devrait contribuer à la suppression des matières organiques.
- Ajoutez un peu de solution chlorée mère à 1% dans le réservoir souple (10 l pour un modèle de 2 m<sup>3</sup>, 20 l pour un modèle de 5 m<sup>3</sup> et 50 l pour un modèle de 15 m<sup>3</sup>) au moment de verser une nouvelle couche fine d'eau propre non salée, afin de désinfecter le réservoir. La solution pourra être drainée du réservoir après 30 minutes minimum.
- Rincez une dernière fois l'intérieur et l'extérieur du réservoir ainsi que son tapis de sol avec de l'eau propre, non salée et désinfectée.

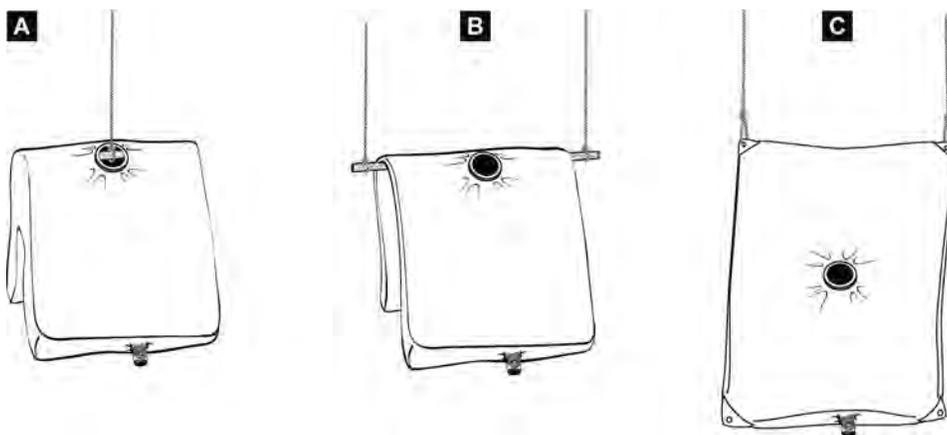
#### **Nettoyage interne de réservoirs ouverts**

- Retournez l'intérieur du (revêtement du) réservoir sur le tapis de sol propre. Pour un réservoir doté d'un châssis (en tôles ondulées), il est souvent plus aisé de nettoyer et désinfecter l'intérieur du revêtement lorsqu'il est encore monté.
- Mouillez l'intérieur du réservoir à l'eau propre et non salée, et nettoyez-le avec de l'eau, du savon liquide et une brosse douce.

- Rincez soigneusement le réservoir à l'eau propre et non salée jusqu'à ce que tous les résidus de saletés et de savon aient été éliminés.
- Désinfectez l'intérieur des réservoirs ouverts nettoyés à l'aide d'un chiffon ou d'une éponge propre imbibé d'une solution chlorée à 0,05% (F.T. 2.20). Si un pulvérisateur est disponible, il peut s'avérer une alternative pratique.
- Rincez le tapis de sol et le réservoir (à l'intérieur et à l'extérieur) une dernière fois à l'eau propre, non salée et désinfectée.

### Reconditionnement des réservoirs

- Séchez correctement le réservoir, de préférence dans un environnement non humide (à l'intérieur d'un bâtiment pour l'abriter de la pluie, par exemple). Le séchage peut être effectué par suspension du réservoir sans qu'il touche le sol, tandis que les différentes surfaces du revêtement en plastique (parois inférieure et supérieure d'un réservoir souple, parois inférieure et verticales d'un réservoir ouvert) doivent rester bien séparées les unes des autres. Dans la mesure du possible, maintenez toutes les ouvertures ouvertes et orientées vers le bas afin que l'eau puisse s'égoutter aisément. Si un compresseur est disponible, soufflez de l'air comprimé dans le réservoir (souple) pour le sécher.
- Saupoudrez un peu de talc dans et sur le réservoir afin d'absorber les dernières traces d'humidité, une fois que le réservoir semble tout à fait sec.
- Repliez correctement le réservoir et stockez-le dans une caisse solide, avec tous ses accessoires. La caisse sera de préférence en métal afin d'empêcher les rats de ronger son revêtement. Assurez-vous que les éléments solides du réservoir ne puissent endommager son revêtement plastique. À titre d'exemple, les raccords devraient être recouverts de carton ou de l'enveloppe plastique parfois fournie par le fabricant.



#### Légende

- Séchage d'un réservoir flexible via sa suspension :
- A. à un tube métallique introduit par l'ouverture centrale
  - B. sur un tube métallique externe
  - C. aux renforts des coins

#### Apport

- Grande surface en béton / tarmac
- Beaucoup d'eau propre, non salée
- Savon liquide
- Brosses douces (à manches longs)
- Chlore (kit de chloration)
- Seaux / jerrycans gradués
- Équipement de protection (gants, bottes, salopette, lunettes de sécurité ou masque de protection faciale)

## Remarques

- Assurez-vous que les nettoyeurs portent les équipements de protection appropriés (salopette, bottes en caoutchouc, gants en caoutchouc, lunettes de sécurité ou masque de protection faciale), surtout s'ils travaillent avec du chlore (car les éclaboussures de chlore peuvent causer des lésions).
- Ne pas utiliser d'eau salée car elle risquerait de corroder les vannes et de laisser des résidus de sel sur le réservoir et le tapis de sol.
- Assurez-vous que toutes les ouvertures du réservoir souple sont bien fermées lors de son nettoyage externe afin d'éviter la pénétration de savon. S'il subsiste des résidus de savon dans le réservoir souple, ils peuvent donner un mauvais goût à l'eau lorsque le réservoir sera remis en service.
- Le nettoyage interne du réservoir souple de 15 m<sup>3</sup> peut être entamé via le pompage d'eau propre et non salée au travers du réservoir. L'eau doit entrer via une ouverture latérale et sortir par l'ouverture opposée. Le débit de la pompe doit être adapté au débit d'évacuation du côté opposé (le réservoir ne doit pas commencer à gonfler). L'eau pompée enlèvera les premières particules de saletés du réservoir. La période de pompage ne doit pas durer trop longtemps et peut être arrêtée après l'évacuation de la première vague d'eau très sale. Le même principe peut être réitéré dans l'autre sens. Le reste du nettoyage interne doit être effectué comme décrit plus haut.
- Une brosse douce sur un bâton peut s'avérer utile pour nettoyer l'intérieur des réservoirs souples plus petits. Cette méthode requiert néanmoins une surface très plane.
- La façon la plus simple de nettoyer un réservoir de type oignon consiste à nettoyer d'abord la paroi externe, le renverser et nettoyer le bas, puis le tourner à l'envers (intérieur à l'extérieur) et répéter la même procédure (d'abord la paroi interne qui se trouve désormais à l'extérieur et ensuite le fond). Bien rincer le réservoir et le tapis de sol après chaque étape. Cette procédure permet de n'oublier aucune zone du réservoir. Elle peut aussi être appliquée aux réservoirs flexibles dotés d'un châssis de support au cas où ils ne seraient plus installés.
- Ce type de nettoyage n'est pas nécessaire après chaque cycle de sédimentation assistée par lots / ("batch") (F.T. 2.16).
- Certaines marques intègrent des éléments spécifiques pour faciliter la suspension du réservoir (renforts spéciaux aux coins des réservoirs souples (voir figure C), gros anneau central interne sur certains réservoirs de type oignon, etc.). Les réservoirs souples dépourvus de ces éléments peuvent être suspendus à une longue barre de métal lisse ou à un long bâton de bambou lisse et levés du sol à l'aide de cordes (voir la figure B). Une meilleure alternative consiste à utiliser un tuyau métallique lisse (+/- 1 m de long) introduit dans le réservoir via son ouverture centrale puis levé du sol (voir la figure A). L'avantage de ce système réside dans le fait que les côtés supérieur et inférieur du réservoir peuvent être séparés pour un séchage plus efficace. Les extrémités du tuyau doivent être protégées au moyen d'un chiffon afin de ne pas percer le revêtement.
- Assurez-vous que tous les accessoires du kit sont présents avant de commencer à réemballer (tuyaux flexibles, vannes, tous les écrous et boulons des réservoirs à châssis,...). Les pièces manquantes doivent être remplacées.
- Avant de réutiliser les réservoirs nettoyés, rincez leur intérieur avec un peu d'eau propre et non salée afin d'enlever la totalité du talc.

## F.T. 2.38 Réservoir en ferrociment

La construction d'un réservoir d'eau en ferrociment peut être envisagée si vous planifiez la réalisation d'un système de stockage à long terme, par exemple destiné à la collecte d'eau de pluie. Son étanchéité à l'eau et sa résistance seront directement liées à la qualité des matériaux utilisés et au soin accordé à sa construction. La forme arrondie du réservoir en ferrociment est obtenue à l'aide d'un moule amovible auquel est fixé un treillis métallique qui sera ensuite recouvert d'une couche de ciment. Il est également possible de construire un cadre en fers à béton qui éviteront le recours à un moule. Ces barres sont incorporées dans le revêtement en ciment et renforcent donc la structure.

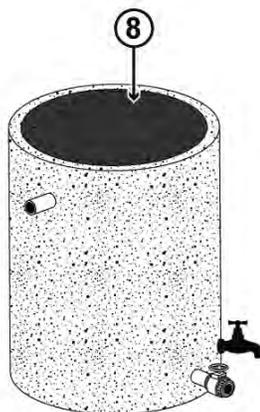
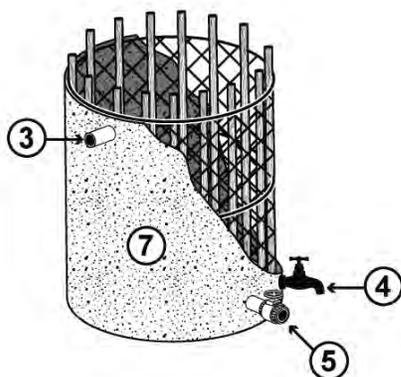
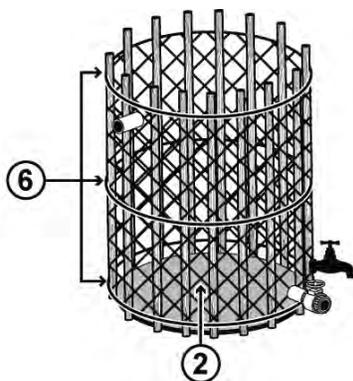
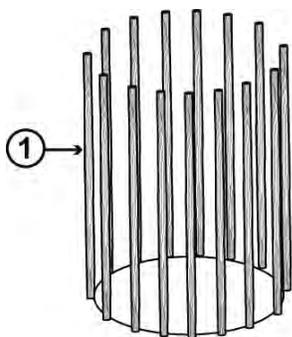
### Construction

#### Technique utilisant des pieux en bois (pour un réservoir de 1.500 l)

- Insérez des pieux verticalement dans le sol sur un cercle de 1,2 m de diamètre, en espaçant les centres des pieux d'environ 0,2 m. Laissez au moins 1,5 m de longueur en surface.
- Enroulez trois épaisseurs de treillis métallique autour du cercle de pieux. Étirez et aplatissez bien les couches de treillis les unes contre les autres et fixez-les aux pieux ainsi qu'ensemble à l'aide d'un fin fil.
- Renforcez la structure en l'entourant de trois tours de fil épais : en haut, au milieu et en bas.
- Poussez une longueur de tuyau en fer galvanisé doté d'une vanne au travers du treillis près du fond (pour le drainage), et une autre en diagonale au-dessus avec une vanne ou un robinet pour la sortie. Si l'eau est prélevée directement à partir du réservoir, il doit y avoir un espace suffisamment haut entre la surface du sol et le robinet pour placer des récipients en dessous. Un troisième tuyau pour les débordements sera fixé près du sommet du réservoir.
- Appliquez une première couche d'enduit de ciment de 10 mm d'épaisseur (F.T.05) sur l'extérieur. Une personne doit rester à l'intérieur pour retenir le mortier à l'aide d'une liseuse à mesure qu'il est appliqué. Laissez-le durcir 12 à 24 heures, en maintenant son humidité.
- Coupez les fils qui relient le treillis aux pieux.
- Retirez les pieux et coupez les fils qui ressortent du treillis.
- Appliquez une couche de 10 mm d'enduit de ciment à l'intérieur, de manière à recouvrir entièrement le treillis. Laissez-le durcir 12 à 24 heures, en maintenant son humidité.
- Appliquez une couche de finition (enduit de ciment lisse ; F.T. 2.05) sur l'intérieur et l'extérieur puis lissez soigneusement.
- Recouvrez le bas du réservoir de treillis métallique et incurvez-le aux coins où les parois rejoignent le fond.
- Appliquez une couche d'enduit de ciment de 10 mm sur le fond, en formant une pente vers le tuyau de drainage.
- Appliquez une seconde couche d'enduit de ciment de 10 mm lorsque la première est sèche, et lissez soigneusement.

### Remarques

- La composition de l'enduit de ciment est décrite à la F.T. 2.05. Pour simplifier, il peut être constitué d'1 part de ciment pour 2 parts de sable propre tamisé.
- L'épaisseur finale des parois du réservoir devrait être de 30 à 40 mm.
- Une fois les couches appliquées, il est important de recouvrir le réservoir de toile de jute humide ou d'une bâche plastique pendant au moins une semaine afin d'optimiser la cure du ciment. Cela permet au ciment de développer une résistance très élevée et évite le risque de fissuration (F.T. 2.05).
- Une traverse métallique devrait être soudée aux tuyaux afin de les ancrer dans le treillis avant l'application de l'enduit.
- Le tuyau de trop-plein doit être pourvu d'un grillage ou d'un siphon afin d'empêcher l'accès des vecteurs.
- Pour éviter la contamination de l'eau stockée, le réservoir doit être doté d'un couvercle :
  - Pour réaliser un couvercle ajusté au réservoir, il est possible d'inclure des fers à béton dans le treillis mural de manière à former un dôme recouvert de treillis et d'un enduit de ciment. Une trappe d'inspection avec couvercle devrait être ménagée dans le couvercle du réservoir.
  - Parmi les alternatives au couvercle en "ferrociment" figurent une dalle en béton armé (attention au poids) avec trappe d'inspection, un revêtement plastique ou un couvercle solide en métal, plastique ou fibre de verre.
- Prévoyez un système d'évacuation correct pour le trop-plein et les gaspillages d'eau si la collecte s'effectue directement au réservoir. Il convient d'éviter que le linge ou la vaisselle soient lavés directement au robinet du réservoir.
- Une bâche en plastique installée à l'intérieur d'un cadre de pieux en bois verticaux entremêlés de baguettes en bois horizontales peut devenir un réservoir de 1 m<sup>3</sup> pour les urgences aiguës.



### Légende

1. Pieux en bois
2. Treillis métallique
3. Tuyau de trop-plein avec grillage et/ou siphon
4. Tuyau de sortie avec robinet / vanne
5. Tuyau de drainage avec vanne
6. Fil d'acier galvanisé, 2 - 2,5 mm de diamètre
7. Couche extérieure de mortier de ciment
8. Couche intérieure de mortier de ciment

### Apport

- Pieux en bois affûtés (50 mm x 50 mm x 1.750 mm)
- Masse
- Fin treillis métallique (fil de 1,5 mm, maille de 12 mm)
- Bobines de fil fin (0,5 mm) et épais (2 - 2,5 mm)
- Ciment, sable de construction et eau propre, non salée
- Traverses métalliques pour l'ancrage des tuyaux galvanisés
- Tuyaux en fer galvanisé (0,3 m de long, 3/4" pour la sortie si pourvu d'un robinet, sinon 1" ou mieux 1,5" pour le tuyau de drainage avec vanne à glissière (guillotine), 1" ou 1,5" pour le tuyau de trop-plein, avec grillage)
- Outils de maçonnerie
- Toile de jute ou bâche en plastique

## F.T. 2.39 Rampes de distribution

Les rampes de distribution sont préassemblées pour une installation aisée, permettant la mise en place rapide de points de distribution d'eau en situation d'urgence. Elles sont solides en vue d'un usage continu. Il existe divers modèles de rampes de distribution, mais la plupart comportent 6 robinets à arrêt automatique. Avec un maximum de 200 - 250 personnes par robinet, une rampe de distribution peut fournir de l'eau à 1.200 - 1.500 personnes. Même avec les robinets à arrêt automatique, les gaspillages sont inévitables. Un drainage adéquat est donc essentiel dès le début de l'installation.

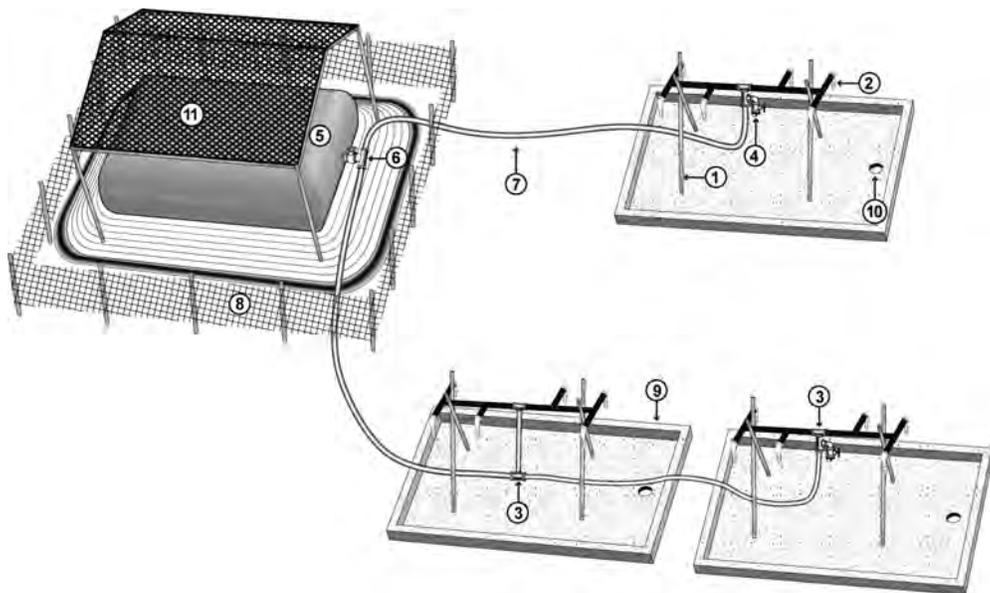
### Installation

- Choisissez le site d'installation de la ou des rampes de distribution. Ce site doit permettre un bon drainage pour la pluie et les gaspillages, et être aisément accessible pour les utilisateurs, plus particulièrement les groupes vulnérables.
- Construisez un tablier avec bordure protectrice sur le site choisi pour la rampe de distribution. Il sera constitué de pierres et recouvert d'enduit de ciment (F.T. 2.05) ou, de préférence, de béton maigre (voir la F.T. 4.02). Ce tablier doit drainer les gaspillages d'eau et donc éviter la présence de boue et d'eau stagnante à proximité du point d'eau. Les gaspillages doivent être évacués via un puits perdu (F.T. 4.06), une tranchée d'infiltration (F.T. 4.07) ou une aire d'évapotranspiration (F.T. 4.08). Si l'eau des gaspillages n'est pas mélangée avec des eaux grises (eau provenant du lavage de linge ou de vaisselle sur le tablier), elle ne devra pas transiter par un bac dégraisseur, et elle pourrait aussi être utilisée pour irriguer un potager.
- Assemblez la rampe de distribution de telle manière que la distance entre les becs des robinets et le tablier soit légèrement supérieure à la hauteur du plus grand récipient utilisé par les bénéficiaires (il suffit souvent d'un espace libre de 0,5 m). Cette distance limitée réduira la quantité d'eau tombant à côté du récipient, surtout dans les zones venteuses. Pour les personnes (enfants, par exemple) qui viennent souvent chercher de l'eau avec de petits jerrycans (5 litres, p.ex.), un petit support peut être installé sous un ou deux robinets.
- Raccordez la rampe de distribution au réservoir. Assurez une pression et un débit corrects au niveau des robinets en créant le dénivelé adéquat entre la rampe de distribution et le réservoir et/ou en choisissant le type et le diamètre de tuyau adéquats (F.T. 2.36).
  - Une pression trop élevée peut rendre l'ouverture des robinets à arrêt automatique difficile (pour des enfants), et engendrer des "coups de bélier".
  - Une pression trop basse peut se traduire par un débit inférieur à la valeur souhaitée, et augmenter les fuites de certains robinets à arrêt automatique.

Une alternative consiste à fournir une pression et un débit artificiels par le biais d'une pompe à main ou d'une motopompe (F.T. 2.36).

### Remarques

- Assurez-vous que l'eau est librement accessible pour tous les bénéficiaires, surtout les groupes vulnérables.
- Un kit de rampes de distribution peut inclure deux rampes.
- Si la rampe de distribution est raccordée au réservoir par un tuyau non compressible (Heliflex®, p.ex.), il est vivement recommandé de l'enfouir, même en cas d'urgence aiguë.
- S'il faut installer plusieurs rampes de distribution au même endroit, séparez-les suffisamment pour éviter les bousculades aux heures de pointe. Les grands réservoirs possèdent deux sorties, ce qui permet d'installer une rampe de distribution à chaque extrémité et d'avoir deux points de distribution séparés. Un superviseur peut également être affecté à la rampe de distribution pour éviter les problèmes.
- Pour raccorder deux rampes de distribution en série, enlevez le bouchon du raccord en "T" de la première rampe de distribution et raccordez-la à l'entrée de la seconde à l'aide d'une section de tuyau (Heliflex®). Pour avoir un bon débit à tous les robinets, ne placez pas plus de 2 rampes de distribution en série.
- Pour assurer un débit minimal d'environ 10 l/min à chaque robinet à arrêt automatique, il convient d'installer un réservoir proche au moins 1,2 - 1,5 m au-dessus de la rampe de distribution.
- La hauteur de certaines rampes de distribution peut être déterminée via l'angle et la position de leurs pieds.
- Si le débit est trop élevé au niveau de la rampe de distribution (risque de gaspillages importants), il peut être réduit artificiellement via l'installation d'une vanne à glissière (guillotine) partiellement fermée à son entrée.
- Vérifiez de temps à autre si les robinets se ferment correctement. Des particules solides dans l'eau ou des objets insérés par les utilisateurs peuvent empêcher une fermeture correcte et accroîtront dès lors les pertes d'eau.
- Si un puits perdu est la solution retenue pour évacuer les eaux usées, prévoyez une distance minimale de 3 m à partir de la rampe de distribution.
- Lors des premiers jours d'une urgence aiguë, l'évacuation des gaspillages d'eau peut être effectuée via un pierrier pendant la construction d'un tablier adéquat.



### Légende

1. Rampe de distribution
2. Robinets à arrêt automatique
3. Double raccord (différents modèles)
4. Bouchon et chaîne
5. Réservoir
6. Sortie du réservoir et raccord en "T"
7. Tuyau de refoulement vers la rampe de distribution
8. Clôture
9. Tablier avec bordure protectrice
10. Drainage vers le système d'infiltration / jardin
11. Toit

### Apport

- Réservoir pour l'approvisionnement en eau
- Kit(s) de rampes de distribution
- Tuyaux de refoulement
- Matériaux pour réaliser un tablier (F.T. 2.04)
- Matériaux pour réaliser un toit (feuilles, filet d'ombrage, bâche en plastique, pieux, madriers, corde, outils)
- Clé pour fixer les pieds de la rampe de distribution
- Clés tricoises

# Élimination correcte des excréta

Narratif

Fiches techniques

- F.T. 3.01 Aires de défécation
- F.T. 3.02 Feuillées
- F.T. 3.03 Feuillées améliorées
- F.T. 3.04 Latrines à fosse simple
- F.T. 3.05 Dalle de latrine
- F.T. 3.06 Latrines à fosse pour enfants
- F.T. 3.07 Latrines ventilées améliorées (V.I.P.)
- F.T. 3.08 Dalle de latrine V.I.P.
- F.T. 3.09 Latrine à double fosse
- F.T. 3.10 Latrines à siphon d'eau
- F.T. 3.11 Fosse septique
- F.T. 3.12 Latrines à fosse surélevée dans les terres problématiques
- F.T. 3.13 Vidange de latrines et/ou de fosses septiques

## Chapitre 3



### 3.1 Pourquoi faut-il éliminer correctement les excréta ?

Les excréta humains transmettent de nombreuses maladies infectieuses. Les agents pathogènes quittent le corps de la personne infectée via les excréta, d'où ils peuvent ensuite être transmis à des individus sains. Ce problème est particulièrement aigu dans les structures de santé en raison du grand nombre de malades présents et du degré infectieux élevé de leurs excréta.

On peut identifier cinq types de maladies ou voies de transmission liées aux excréta :

- **La transmission féco-orale (bactérienne et non bactérienne)**  
Les agents pathogènes sont transmis par contact direct (mains) et contamination domestique (eau, aliments et objets contaminés par des excréta). Il peut s'agir de virus, de bactéries, de protozoaires et de certains helminthes. La liste des maladies à transmission féco-orale inclut notamment la dysenterie amibienne, le choléra, la giardiase, l'hépatite A et la fièvre typhoïde.
- **Les helminthes (vers) transmis par le sol**  
Les œufs d'helminthes ont une période de latence entre le moment où ils sont excrétés et celui où ils deviennent potentiellement infectieux. La transmission de ces "géo-helminthes" s'effectue via une contamination du sol et/ou des récoltes. Cela concerne essentiellement l'ankylostome, l'ascaris et les strongyloïdes. L'infection par ces helminthes est très fréquente et leur prévalence peut dépasser 90% chez certaines populations.
- **Le tænia du bœuf et du porc**  
Les bœufs et les porcs constituent des hôtes intermédiaires pour le tænia. Le cycle de transmission implique la contamination du sol et du fourrage par des excréta humains, puis l'ingestion de viande mal cuite par des humains.
- **Les helminthes résidant dans l'eau**  
Les œufs excrétés de ces helminthes passent une partie de leur cycle de vie dans un ou plusieurs hôtes aquatiques intermédiaires (escargots, crustacés, poissons), avant de devenir infectieux pour les humains. Par exemple, le cycle de transmission de la schistosomiase implique la contamination d'eau de surface par des excréta humains, le développement dans un mollusque hôte, et enfin la pénétration de la peau d'un nouvel hôte humain lorsqu'il entre dans l'eau.
- **Maladies liées aux excréta et transmises par des insectes vecteurs**  
Cette catégorie englobe toutes les maladies susceptibles d'être transmises par des "insectes" tels que les mouches et moustiques, qui prolifèrent dans des environnements contenant des excréta (ex. : moustique *Culex pipiens* qui transmet la filariose).

### 3.2 Que signifie "élimination correcte des excréta" ?

Le terme "excréta" inclut l'urine et les matières fécales. L'urine est moins dangereuse que les matières fécales, sauf dans le cas de la typhoïde, de la paratyphoïde, de la leptospirose et d'un type de schistosomiase (*Schistosoma haematobium*). Le principal objectif de l'élimination sûre des excréta est de réduire la transmission de maladies due à la contamination environnementale par des matières fécales ou à la prolifération de vecteurs. Cet objectif est essentiellement réalisable via le confinement des excréta.

L'impact sur la santé des activités d'élimination des excréta est toutefois difficile à évaluer. Il est généralement convenu que la santé ne subira un impact que si ces activités sont liées à une amélioration de l'approvisionnement en eau ainsi que de l'hygiène individuelle et collective. Il peut aussi s'avérer nécessaire de combiner l'élimination des excréta avec des méthodes de lutte anti-vectorielle (pulvérisation, par exemple).

Les mesures de contrôle suivantes peuvent être proposées respectivement pour chacun des cinq types de maladies liées aux excréta (voir le tableau ci-après) :

Mesures de contrôle	Transmission féco-orale	Helminthes transmis par le sol	Tœnia du bœuf et du porc	Helminthes résidant dans l'eau	Insectes vecteurs
Élimination sûre des excréta (avec latrines/toilettes)	X	X	X	X	X en combinaison avec la lutte anti-vectorielle
Amélioration de la quantité et de la qualité de l'eau (faire bouillir l'eau p.ex.)	X	-	-	-	-
Amélioration des conditions liées aux abris	X	-	-	-	-
Amélioration des pratiques en matière d'hygiène (lavage des mains, recouvrement des aliments, etc.)	X	-	-	-	X
Promotion de la santé	X	X	X	X	X
Traitement des excréta avant leur utilisation pour fertiliser les récoltes	X	X	X	-	-
Inspection et cuisson à cœur (approfondie) de la viande	-	-	X	-	-
Inspection et cuisson à cœur (approfondie) des poissons et végétaux aquatiques	X	-	-	-	-
Contrôle des hôtes intermédiaires (mollusques dans les canaux d'irrigation, p.ex.)	-	-	-	X	-
Réduction des contacts avec de l'eau potentiellement contaminée	-	-	-	X	-

### 3.3 Où / Quand et par qui l'élimination correcte des excréta peut-elle être gérée ?

Il convient d'établir une distinction entre :

- Les urgences aiguës.
- Les urgences chroniques et situations stabilisées.

Durant la première phase d'une urgence impliquant une importante concentration de personnes (camps de réfugiés, centres collectifs, etc.) ou la destruction des structures sanitaires normales suite à une catastrophe (naturelle), il est vital de fournir immédiatement des installations rudimentaires pour la défécation. Ces installations sont provisoires et devront être améliorées ou remplacées progressivement par des structures plus adéquates au fur et à mesure que la situation évoluera vers une situation d'urgence chronique. Que ce soit lors de situations d'urgence chroniques ou lors de situations stabilisées, ce sont les facteurs tels que les pratiques locales et les problématiques socioculturelles qui doivent dicter les techniques retenues.

Durant la première phase d'une urgence, l'organisation humanitaire devra souvent gérer et entretenir (nettoyer et réparer) les infrastructures. En cas d'urgence chronique et certainement lorsque la situation est stabilisée, la participation de la communauté sera essentielle pour une gestion correcte de l'élimination des excréta. Les utilisateurs devront alors être inclus autant que possible dans le choix, la mise en œuvre et l'entretien des installations d'élimination des excréta. Les autorités peuvent aussi influencer sur le choix de la méthode d'élimination des excréta, parce que des installations standardisées sont requises, par exemple.

Il convient de vérifier si les utilisateurs disposent de leur propre nécessaire pour l'hygiène anale. Sinon, les organisations humanitaires devront peut-être fournir un matériel approprié qui ne remplisse pas trop vite les fosses des latrines.

L'amélioration progressive des systèmes d'élimination des excréta s'applique aussi aux structures de santé, même si ces installations doivent dès le début être conformes aux besoins essentiels (F.T. 1.08) (par exemple, passage de feuillées améliorées à des latrines à fosse simple). Un matériel adéquat pour l'hygiène anale doit être disponible.

La présence d'installations sanitaires adéquates est extrêmement importante pour les adolescentes et les femmes, surtout en période de menstruations. Il peut donc s'avérer important d'intégrer des éviers et des fils de séchage dans les blocs sanitaires destinés aux femmes, afin qu'elles puissent laver leurs serviettes hygiéniques réutilisables. La présence d'une poubelle à proximité des installations sanitaires est essentielle pour l'élimination des serviettes hygiéniques (à usage unique).

### 3.4 Comment gérer l'élimination correcte des excréta ?

#### 3.4.1 Planification et organisation

Pour planifier et organiser correctement l'élimination des excréta, il est indispensable de suivre toutes les étapes décrites au chapitre 1. Certains points spécifiques de la phase d'évaluation directement liés à l'élimination des excréta sont repris ci-dessous.

Etant donné que la première phase d'une urgence n'impliquera que des solutions rudimentaires et temporaires pour l'élimination des excréta, les informations requises avant la mise en œuvre sont limitées et peuvent être obtenues au cours de l'évaluation initiale. Quelques données de base sur la nature physique du site, la démographie, les habitudes de la population en matière d'hygiène anale et le matériel disponible suffisent pour déterminer la stratégie de la première phase.

Dans le cadre d'urgences chroniques et de situations stabilisées, une évaluation approfondie avec la participation des utilisateurs sera nécessaire pour élaborer une stratégie d'élimination sûre des excréta. Pour que les installations soient parfaitement fonctionnelles, il faut collecter et analyser beaucoup d'informations. En général, le choix d'une technique d'élimination des excréta dépend :

- De facteurs sociopolitiques :
  - Autorité interdisant ou imposant une méthode spécifique pour l'élimination des excréta.
- Des caractéristiques démographiques de la population ciblée (nombre de bénéficiaires).
- De facteurs socioculturels et religieux : plus particulièrement les attitudes et pratiques traditionnelles et locales concernant l'élimination des excréta :
  - Séparation des sexes.
  - Besoin d'intimité.
  - Position (assise ou accroupie).
  - Méthode pratiquée pour l'hygiène anale (essuyage ou lavage), matériel utilisé et son élimination.
  - Menstruations (matériel utilisé, son élimination ou son nettoyage et sa réutilisation).
  - Orientation particulière des latrines.
  - Lieux et/ou pratiques tabous (p.ex. déféquer sur les excréta d'autrui).
  - Acceptabilité de la vidange d'une fosse de latrine.
- De la nature physique du site :
  - Espace disponible : latrines publiques, collectives ("cluster") ou familiales ; vidange ou remplacement lorsqu'elles sont pleines.
  - Sol : type, profondeur disponible et facilité d'excavation, taux d'infiltration ; stabilité ; résistance au poids (superstructure lourde).
  - Eau : disponibilité en quantités suffisantes (en cas d'hygiène anale à l'eau et de latrines à siphon d'eau), diverses ressources et leur proximité (risque de pollution) ; niveau de la nappe phréatique et ses variations saisonnières (risque de pollution) ; drainage naturel des eaux de ruissellement ; risque d'inondation.

- Du climat :
  - Pluviosité (saison des pluies, par exemple).
  - Température (important pour les vecteurs).
  - Principale direction du vent (odeurs).
- Des ressources disponibles :
  - Finances (les frais de matériel et de main-d'œuvre influent sur le type et le nombre des latrines).
  - Matériaux et outils (une éventuelle disponibilité locale influera sur le temps et les coûts de construction, mais aussi sur l'environnement).
  - Ressources humaines (compétences et expérience pour construire les installations).
- Du temps :
  - Contraintes (délais serrés pour construire des installations dans des situations d'urgence).
  - Durée de vie (adaptée à chaque situation mais il faut en tenir compte dès le début).
- De l'exploitation et de l'entretien (pris en charge par les utilisateurs ou l'organisation humanitaire).

Le système doit être choisi compte tenu de ces informations, tout en restant simple, bon marché et surtout facile à installer et entretenir (par la population / les bénéficiaires).

Il existe de nombreuses techniques d'élimination des excréta. Dans chaque situation, la technique choisie doit être adaptée au contexte, aux conditions du site et aux utilisateurs (leur culture et leurs habitudes). Si ces facteurs sont ignorés, les installations seront probablement inutilisées et/ou endommagées après un certain temps. Les structures sanitaires peuvent même créer un risque pour la santé.

### 3.4.2 Processus technique

En général, une technique d'élimination des excréta peut être considérée comme acceptable lorsque :

- Elle ne nuit pas à la santé publique :
  - Elle confine les excréta à un seul endroit.
  - Elle n'attire pas d'insectes ou d'autres animaux.
  - Elle n'est pas source de pollution pour les points d'eau et leurs environs.
- Elle offre un certain confort aux utilisateurs :
  - Elle est adaptée aux habitudes locales.
  - Elle est accessible aux utilisateurs (sentiers, par exemple).
  - Elle n'occasionne pas de nuisances en termes d'odeur ou visuelles.
- Elle offre un minimum d'intimité :
  - Le sexe doit être pris en considération (il peut s'avérer nécessaire de construire des installations distinctes pour les hommes et les femmes, surtout dans les bâtiments publics tels que les écoles et les structures de santé).
  - Il faudra peut-être envisager des installations spécifiques pour les femmes et adolescentes en période de menstruations (lieux de lavage discrets pour les serviettes hygiéniques, par exemple).
  - Il devrait toujours y avoir une séparation entre les installations sanitaires destinées au personnel et celles destinées aux patients / visiteurs dans les structures de santé.
- Elle est sûre :
  - Construction solide.
  - Pas trop sombre à l'intérieur.
  - Située à un endroit propice à la prévention de la violence sexuelle (suffisamment proche de bâtiments / d'habitations, éclairages disponibles pendant la nuit).
- Elle est adaptée à des groupes de population spécifiques :
  - Les personnes handicapées et à mobilité réduite peuvent avoir besoin d'installations sanitaires spécifiquement adaptées en termes de distance, d'espace disponible et d'équipement (mains courantes, sièges, etc.). Ces structures seront généralement conçues au cas par cas.
  - La distance pouvant être couverte par les personnes infectées (VIH / SIDA, p.ex.) est limitée, de sorte que les installations sanitaires devraient se situer à proximité.
  - Les enfants doivent disposer de latrines adaptées à leur taille / physiologie.

- Elle respecte les critères culturels ; outre la position de défécation, la superstructure même peut influencer sur l'utilisation ou non d'une installation :
  - Certaines cultures veulent qu'elle soit ouverte mais la plupart préfèrent avoir de l'intimité et donc une superstructure, avec ou sans toit (également en fonction du type de latrine et de la pluviosité).
  - Les portes ne sont pas toujours disponibles ou d'un prix abordable. Il convient donc de vérifier si une superstructure spiralée sans porte est acceptable.
  - Les matériaux locaux doivent être privilégiés autant que possible, dans la mesure où ils n'exercent pas un impact trop négatif sur l'environnement (déforestation, p.ex.).

Pour rendre les systèmes d'élimination des excréta plus efficaces et accroître leurs avantages pour la santé publique, il faut les entretenir régulièrement et mettre des installations à disposition pour le lavage des mains (y compris du savon ou des cendres et de l'eau).

### 3.4.3 Premiers stades de l'urgence (phase aiguë)

Pour que l'évacuation sûre des excréta ait un impact optimal, il est important de réhabiliter les anciennes **zones utilisées pour la défécation sauvage** dès que des installations plus adéquates sont disponibles.

Des **aires de défécation** (F.T. 3.01) peuvent offrir une solution d'urgence à très court terme, surtout sous des climats chauds et secs où il y a suffisamment d'espace.

Les **feuillées** (F.T. 3.02) peuvent également constituer une solution adéquate pour les situations d'urgence aiguë. Par rapport à une aire de défécation, elles présentent l'avantage de mieux contenir les matières fécales et de permettre leur recouvrement de terre (située le long de la feuillée) par l'utilisateur. La réduction de l'espace requis est un autre avantage.

Les **feuillées améliorées** (F.T. 3.03) sont faciles et rapides à construire, surtout si des dalles préfabriquées (en plastique) sont disponibles. Elles peuvent donc être mises en place durant la première phase d'une urgence. Les dalles réduisent le risque de chute de personnes dans la tranchée et limite l'accès aux mouches, du moins si le couvercle est replacé sur la dalle. Comme leur superstructure est divisée en plusieurs compartiments, ces feuillées offrent plus ou moins la même intimité que les latrines à fosse simple. Combinant certaines caractéristiques des feuillées (facilité et rapidité de construction) et des latrines à fosse simple (intimité, sécurité déjà améliorée), les feuillées améliorées constituent une solution intermédiaire intéressante. Elles représentent également l'option minimale pour les structures de santé lors d'urgences aiguës.

Si une tarière ou un autre équipement de forage (manuel) est disponible, une **latrine forcée** recouverte d'une simple dalle peut être installée rapidement. Considérez néanmoins que les matières fécales collent souvent sur les côtés de la partie supérieure du forage, accroissant le risque d'attirer des mouches et la probabilité d'obstructions. Les latrines forcées ne sont en outre réalisables que dans des zones où la nappe phréatique est très basse (même durant la saison des pluies).

Dans certaines régions du monde, la défécation dans des **sacs en plastique** est une pratique courante (par exemple dans les bidonvilles où l'on ne dispose pas de latrines). Dans certaines situations (manque d'espace dans des zones inondées, difficultés pour creuser dans les débris après un tremblement de terre,...), et si elle est acceptable sur le plan socio-culturel, cette pratique peut s'avérer la seule solution réalisable durant la première phase d'une urgence. Les sachets doivent être biodégradables et, de préférence, spécialement conçus à cette fin (forme et volume adaptés, intégration d'un produit spécifique accélérant la biodégradation et/ou absorbant les liquides, etc.). Les sachets doivent évidemment être collectés, transportés et éliminés (enterrés) d'une manière sûre. Comme les sacs doivent être fermés avec un nœud après usage, les risques pour la santé sont moindres qu'avec l'utilisation des **seaux de toilettes**, qui est une autre pratique courante mais peu sûre dans certains endroits.

Quelle que soit la solution d'urgence choisie, il est important de s'assurer que les infrastructures fonctionnent correctement, soient bien entretenues et utilisées par leurs bénéficiaires. Les campagnes de promotion et le soutien des responsables locaux sont donc essentiels. Ne pas oublier la mise en place d'équipements pour le lavage des mains à proximité des installations destinées à l'élimination des excréta, même en cas d'urgence aiguë.

### 3.4.4 Situations d'urgence chroniques et situations stabilisées

Si des moyens rudimentaires sont utilisés durant les premiers stades d'une urgence, différentes techniques d'élimination des excréta peuvent être mises en œuvre lors des phases ultérieures d'une urgence ainsi que dans des situations stabilisées. Il n'existe pas de solution adaptée à toutes les circonstances. Mais sur la base des informations décrites plus haut, il devrait être possible de choisir la solution la plus appropriée demeurant simple, peu coûteuse et surtout facile à installer, à utiliser et à entretenir (éventuellement par la population / les bénéficiaires).

Les **latrines à fosse simple** (F.T. 3.04) sont les systèmes d'élimination d'excréta les plus courants dans les lieux habités car elles sont assez rapides et faciles à réaliser. Comme ces structures sont construites pour durer plus longtemps, il faudrait accorder davantage d'attention à la fosse et à ses parois, à la dalle (F.T. 3.05) ainsi qu'à la superstructure. Souvent, les petits enfants ne peuvent pas utiliser une latrine à fosse simple standard en raison de la taille du trou de défécation et de la position des repose-pieds. Ils ont aussi souvent peur d'être enfermés dans la superstructure. Il est donc important d'installer également des **latrines à fosse pour enfants** (F.T. 3.06), surtout dans les structures de santé accueillant de nombreux enfants (Centres Nutritionnels, service de pédiatrie, etc.).

Les **latrines ventilées améliorées (VIP)** (F.T. 3.07; 3.08) sont surtout intéressantes pour les structures durables, comme les bâtiments publics tels que les écoles et les structures de santé. Leur tuyau de ventilation avec piège à mouches offre un avantage considérable car il réduit nettement les odeurs ainsi que les nuisances dues aux mouches. En cas d'urgence chronique, les latrines VIP constituent rarement l'option idéale dans les lieux habités car elles sont relativement difficiles et onéreuses à construire, surtout par les familles sans assistance. Les enfants peuvent aussi avoir peur d'utiliser une latrine VIP à cause de l'environnement semi-obscur qui doit être maintenu dans la superstructure pour assurer un fonctionnement correct.

Les **latrines à double fosse** (F.T. 3.09) consistent en deux latrines (VIP) totalement séparées, dont une seule est opérationnelle à la fois. Lorsque la première latrine (VIP) est remplie, la deuxième peut être mise en service. Si elle a été correctement conçue, la fosse pleine peut être vidée à la main, après une période minimale de deux ans d'inutilisation. Cette période minimale est nécessaire pour que les excréta deviennent totalement inoffensifs. L'avantage est que les latrines à double fosse peuvent être réutilisées à l'infini sans le moindre risque pour la santé. Cela peut s'avérer extrêmement intéressant pour les structures de santé dans les situations stabilisées. De nombreuses cultures ont néanmoins des tabous liés à la manipulation de résidus d'excréments. Il faut aussi une certaine connaissance ou formation pour les utiliser correctement. L'investissement initial est considérable, de sorte que les latrines à double fosse sont rarement utilisées au niveau familial. Les latrines de ce type peuvent être exploitées en tant que / transformées en installations d'assainissement écologique.

L'**assainissement par déshydratation** (séparation de l'urine et des matières fécales) et les **latrines à compostage aérobique** (ajout de déchets organiques domestiques et aération) sont deux systèmes d'**assainissement écologiques** ("Eco-San") susceptibles de raccourcir la période d'attente avant que des excréments puissent être manipulés en toute sécurité. Ils ne peuvent toutefois être mis en œuvre que dans des zones où ils sont déjà connus et utilisés, ou si un projet complet de latrines à long terme a démarré en combinaison avec une sérieuse campagne de promotion. Ils ne conviennent généralement pas pour les situations d'urgence.

Les **latrines à fosse surélevée** (F.T. 3.12) par rapport au niveau du sol sont l'une des options possibles pour fournir des installations sanitaires adéquates dans des circonstances difficiles (niveau de la nappe phréatique élevé, inondation, soubassement rocheux,...). Néanmoins, une fosse surélevée s'avère souvent plus difficile à construire et plus coûteuse. Les latrines à fosse simple, les latrines VIP et les latrines à double fosse peuvent toutes être surélevées.

Les **latrines à siphon d'eau** (F.T. 3.10) peuvent se révéler très intéressantes pour les populations utilisant de l'eau à des fins d'hygiène anale, d'autant plus que le siphon forme un bouchon qui réduit les odeurs et les nuisances dues aux mouches. Si elles sont bien conçues, leur chasse utilise très peu d'eau. Il faut néanmoins suffisamment d'eau disponible à proximité directe pour envisager cette option, surtout dans les sites abritant de nombreuses personnes. Il est également recommandé de n'utiliser ce système que si la population est familiarisée avec cette technologie, ou si l'on dispose de suffisamment de temps et de ressources pour promouvoir leur utilisation et leur entretien corrects. Il faut absolument éviter les latrines à siphon d'eau si les gens utilisent des matières solides (épis de maïs, pierres, feuilles) pour l'hygiène anale car elles obstruent rapidement le siphon.

Les **fosses septiques** (F.T. 3.11) raccordées à des latrines à siphon d'eau ou à des toilettes à chasse d'eau seront conçues de façon à séparer les solides (matières fécales) des liquides (essentiellement de

l'eau). Les matières fécales subiront une décomposition anaérobie au sein de la fosse septique, tandis que les liquides devront être évacués. Comme ces liquides contiendront encore beaucoup d'agents pathogènes, il faudra un système d'infiltration adéquat ou un égout fermé pour éviter les risques en matière de santé. Certaines fosses septiques incluent à la sortie un préfiltre qui traite les liquides dans une certaine mesure, réduisant la quantité d'agents pathogènes avant évacuation.

**Les systèmes de traitement secondaire** des eaux usées ainsi que **les réseaux complets d'égouts** sortent du champ d'application de ce guide.

La maintenance est un élément-clé pour l'utilisation des systèmes d'élimination des excréta. Une latrine sale ne sera certainement pas utilisée. Il est essentiel d'installer des structures pour le lavage des mains avec du savon (ou des cendres) à proximité des latrines afin de réduire le risque de maladies à transmission féco-orale.

### 3.4.5 Comparaison entre installations publiques et familiales

Durant la première phase d'une urgence, les **installations publiques** sont généralement la seule option viable pour une élimination "correcte" des excréta car elles doivent rapidement offrir un minimum tant en quantité qu'en qualité. Même en cas d'urgences chroniques, ce niveau minimal ne peut être obtenu que si des installations publiques sont construites par des organisations humanitaires. Selon la nature spécifique du site (espace disponible limité, niveau de la nappe phréatique élevé, sol rocheux,...), il peut s'avérer (techniquement) impossible aux gens de construire leur propre latrine. Les situations non précises peuvent également requérir des installations publiques. Exemples :

- Structures de santé : dispensaires, hôpitaux, Centres Nutritionnels.
- Lieux publics : marchés, écoles.

Lorsqu'une installation publique est adoptée pour une population ou un service central (hôpital, par exemple), il est néanmoins indispensable de désigner une équipe responsable de l'entretien. Cette équipe devra probablement être rémunérée pour ce service. Le principal avantage des **latrines familiales** réside dans le fait qu'elles entraînent habituellement moins de problèmes de maintenance. Les gens prennent généralement davantage soin de leurs propres latrines et ont moins de problèmes à nettoyer la saleté des membres de leur famille que celle d'autrui.

Comme les latrines familiales sont généralement plus proches des habitations, elles sont plus susceptibles d'être utilisées, surtout si les gens les ont construites eux-mêmes. La distance réduite accroît également la sécurité, plus particulièrement pour les femmes et adolescentes qui pourraient être victimes de violences sexuelles lorsqu'elles se rendent aux latrines (pendant la nuit). Il peut s'avérer plus simple de persuader les gens de creuser leurs propres latrines familiales si une bonne campagne de promotion est menée et que des matériaux de construction sont (mis) à disposition.

Si la mise en place de latrines familiales n'est pas possible à cause de la densité de population ou d'un manque de ressources, une alternative consiste à construire une latrine par lot de trois ou quatre habitations (ou d'environ 20 personnes), c'est-à-dire une **latrine collective** ("**cluster**"). Ce système présente deux avantages : les distances demeurent réduites et la latrine est utilisée par des personnes qui se connaissent et peuvent donc s'organiser pour l'entretien. Une autre alternative pour une haute densité de population consiste à construire des unités centralisées en périphérie d'un quartier d'habitation ou d'une section de camp, où chaque famille ou groupe de familles a accès à sa propre latrine (de préférence fermée à l'aide d'un cadenas), mais ce type de solution accroît la distance entre les installations et les habitations.

La surface affectée aux latrines doit aussi être suffisamment importante pour creuser de nouvelles fosses lorsque les premières sont pleines. Une autre possibilité consiste à vider les latrines pleines. Cette opération requiert néanmoins des équipements spéciaux (F.T. 3.13). De même, la décharge destinée aux excréta doit être bien choisie afin d'éviter les risques pour la santé et l'environnement, et les nuisances.

### 3.4.6 Calcul du volume effectif et total d'une fosse de latrine

La latrine à fosse est le système de collecte d'excréta le plus commun au monde. Pour calculer le volume effectif d'une fosse, procédez comme suit :

$$V_{\text{eff}} = (N \times S \times Y)$$

où :  $V_{\text{eff}}$  = volume effectif de la fosse en  $m^3$ ,

N = nombre d'utilisateurs

S = taux d'accumulation de solides en  $m^3$  par personne et par année

Y = durée de vie de la latrine en années

Utilisez un taux d'accumulation de solides de :

- 0,04 m<sup>3</sup> par personne et par an pour les excréments contenus dans l'eau ; par exemple les latrines humides (non recommandées).
- 0,06 m<sup>3</sup> par personne et par an pour les applications sèches ; par exemple les latrines sèches.

N'oubliez pas que ces chiffres ne sont fournis qu'à titre indicatif et peuvent varier considérablement :

- Le volume effectif de la fosse peut être accru de 30 à 50% en cas d'utilisation de matériel volumineux (pierres, épis de maïs, etc.) pour l'hygiène anale.
- Pour les fosses à utilisation intensive et durée de vie d'un an maximum, le taux d'accumulation de solides doit être doublé.
- Les sols à faible perméabilité auront un taux d'infiltration peu élevé et se rempliront donc beaucoup plus vite que prévu au départ, surtout si l'hygiène anale s'effectue avec de l'eau.

Le volume effectif correspond à l'espace disponible pour le stockage des excréta mais lors du calcul du volume de fosse total requis, il faudra ajouter au volume effectif un espace libre d'une profondeur de 0,5 m. Cet espace libre au sommet d'une latrine pleine vise à éviter :

- les visions désagréables en cours d'usage
- les éclaboussures d'excréta à l'extérieur de la fosse en cours d'usage,
- les odeurs et problèmes de mouches après remblaiement.

Le volume total est donc représenté par la formule suivante :

$$V = (N \times S \times Y) + 0,5A$$

où : V = volume total requis

A = surface à la base de la fosse

Le fond de la fosse doit se situer à au moins 1,5 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique, car cela réduit quasi à zéro le risque de contamination microbologique des eaux souterraines dans les sols homogènes. La distance verticale requise pour les sols hétérogènes est toutefois difficile à prédire.

La durée de vie minimale suggérée pour une latrine familiale à fosse simple qui ne peut être vidée est de 5 ans. Les latrines publiques pour 20 utilisateurs doivent avoir une durée de vie d'au moins 2 ans avant d'être pleines. Les latrines à double fosse ordinaires doivent avoir une capacité d'au moins 2 ans par compartiment pour rendre les excréta totalement inoffensifs avant leur vidange. Les systèmes d'assainissement écologique peuvent généralement rendre les excréta totalement inoffensifs en moins de temps s'ils sont correctement exploités et entretenus.

Les fosses rectangulaires peuvent s'effondrer assez aisément, tandis que les trous circulaires ont une résistance plus naturelle aux effondrements grâce à l'effet de voûte. Les fosses profondes creusées dans des sables et graviers meubles, des terres non consolidées, des terrains comblés (ou remblayés), de l'argilite comprimée et de l'argile schisteuse doivent toujours être pourvues de parois intérieures. Les sols ayant une teneur significative en argile ou contenant beaucoup d'oxydes de fer (latérite, p.ex.), ou les roches sédimentaires consolidées présentent moins de risques d'effondrement. Néanmoins, des parois intérieures sont toujours recommandables (en cas d'urgences chroniques et de situations stabilisées) pour des raisons de sécurité et pour prolonger la durée de vie d'une latrine.

Les fonds rocheux difficiles à creuser, les zones sujettes aux inondations ou les lieux caractérisés par un niveau de la nappe phréatique élevé peuvent requérir des latrines surélevées (F.T. 3.12). Il faudra toutefois prévoir une infiltration des liquides dans la partie souterraine de ces structures. Parfois, le niveau de la nappe phréatique est si élevé que la contamination des eaux souterraines ne peut être évitée. La contamination microbologique des eaux souterraines n'est pas un problème en soi, tant qu'elles ne sont pas utilisées à des fins domestiques ou liées à la santé, et/ou en tant qu'eau potable. En cas d'urgence, il est également plus simple de fournir de l'eau potable que d'évacuer des excréta sur une base quotidienne (sauf peut-être si les matières fécales sont stockées dans des sachets en plastique).

Il est également important de drainer les eaux de ruissellement des latrines afin d'éviter l'érosion de la fosse et de ses abords.

### 3.5 Bibliographie recommandée

**S. Cairncross, R. Feachem**

*Environmental Health Engineering in the Tropics*  
Willey, 1993.

**J. Davis, R. Lambert**

*Engineering in Emergencies: a Practical Guide for Relief Workers*  
Intermediate Technology, RedR, 2002.

**S. Esrey, J. Gough, D. Rapaport, R. Sawyer, M. Simpson-Hébert, J. Vargas, U. Winblad**

*Assainissement Ecologique*  
Swedish International Development Corporation Agency (SIDA), 1998.

**D. Fokwa, D. Embogo**

*Le Guide du Tacheron*  
Cimencam, 1993

**P. Harvey, S. Baghri, B. Reed**

*Emergency Sanitation*  
Water, Engineering & Development Centre (WEDC), 2002.

**P. Harvey**

*Excreta Disposal in Emergencies: A field manual*  
*An inter-agency publication*  
Water, Engineering & Development Centre (WEDC), 2007.

**H. Jones, B. Reed**

*L'alimentation en Eau et Les Installations Sanitaires pour les Personnes Handicapées et Autres Groupes Vulnérables*  
Water, Engineering & Development Centre (WEDC), 2005.



## F.T. 3.01 Aires de défécation

Les aires de défécation offrent une méthode d'élimination basique pour éviter de répandre des excréta dans tout le camp. Elles ne sont justifiées qu'aux tout premiers stades de situations d'urgence, surtout dans les climats chauds et secs, lorsqu'il y a suffisamment d'espace pour leur aménagement et qu'elles sont acceptables pour les bénéficiaires. Des solutions plus sûres et plus permanentes doivent être rapidement mises en œuvre.

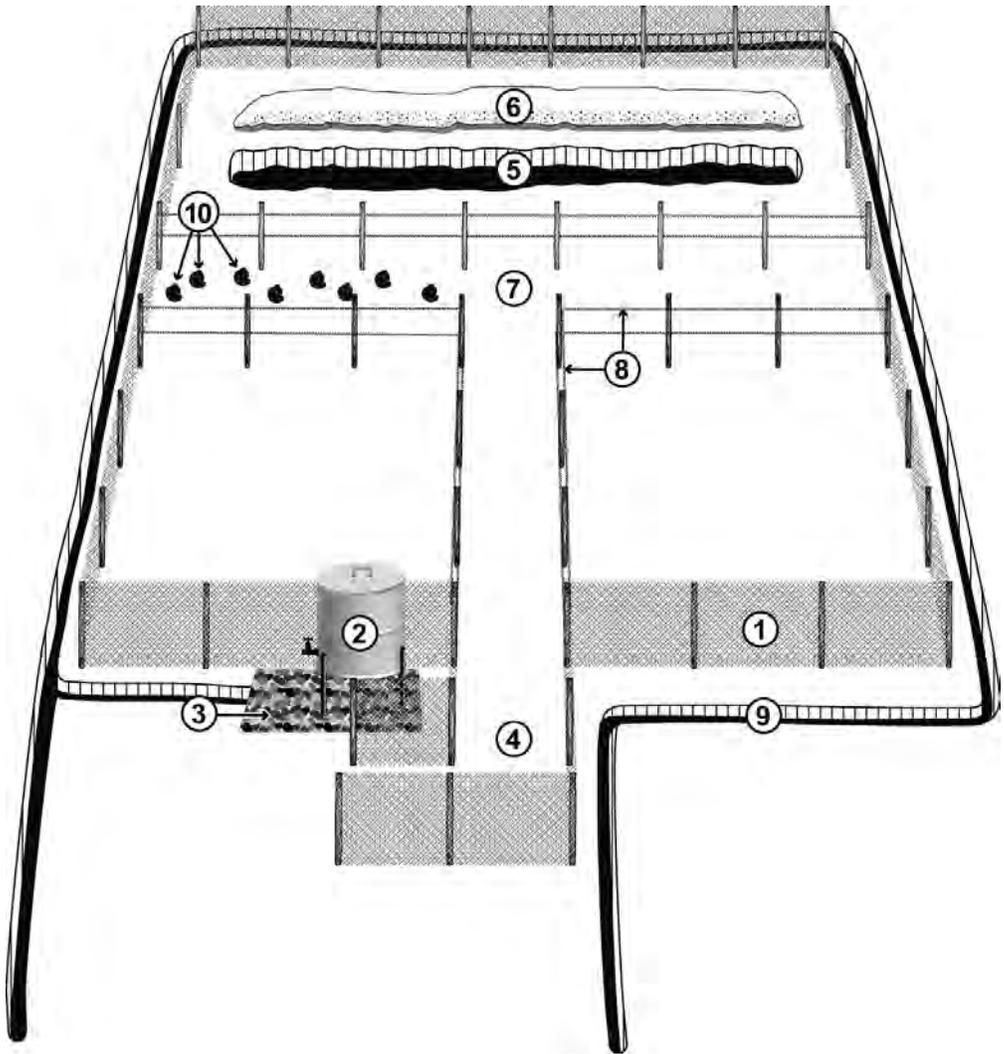
### Installation

- Choisissez un site éloigné de terrains abritant des cultures destinées à la consommation humaine. Il doit être sous le vent et éloigné par rapport aux zones d'habitation (au moins 30 m), éviter les cours d'eau et se situer à une distance raisonnable (minimum 50 m) et de préférence en aval de toutes les ressources en eau ainsi que des aires de stockage et de traitement de l'eau.
- Préparez le site : enlevez tous les débris, déterminez la profondeur de la nappe phréatique et acheminez les matériaux et l'équipement requis.
- Clôturez la zone (par exemple au moyen d'une bâche en plastique), et installez une entrée en zigzag afin de limiter le risque d'animaux errants et de maintenir un maximum d'intimité (au minimum une séparation stricte des sexes). Des écrans amovibles supplémentaires peuvent être placés à l'intérieur de la zone afin d'améliorer l'intimité et d'indiquer où déféquer.
- Creusez des canaux de drainage autour de la clôture de l'aire de défécation afin d'empêcher l'entrée des eaux de ruissellement éventuelles.
- Installez un conteneur d'eau avec un robinet et du savon (ou des cendres s'il n'y a pas de savon disponible) à un endroit visible (près de la sortie) pour permettre le lavage des mains après la défécation. Assurez-vous qu'un système d'infiltration - au moins un perrier ou de préférence un puits perdu (F.T. 4.06) - a été prévu.
- Fournissez le nécessaire pour l'hygiène anale si besoin, ainsi qu'une poubelle pour les serviettes hygiéniques dans la section féminine.
- Désignez deux gardiens dûment formés (en tenant compte du sexe) pour veiller à l'utilisation correcte de l'aire de défécation.

### Légende

### Apport

1. Clôture (bâche en plastique, p.ex.)	- Piquets et cordages (pour clôture et zone de défécation)
2. Conteneur à eau fermé avec robinet / savon ou cendres	- Masse
3. Système d'infiltration pour les eaux usées (perrier, p.ex.)	- Bâche en plastique non transparente (ou matériau local)
4. Entrée en zigzag	- Marteau et clous
5. Tranchée (optionnelle)	- Pelles, houes, pioches pour creuser le drainage de ruissellement / le perrier / la tranchée
6. Terre pour l'enfouissement des excréta (optionnelle)	- Pierres / gravier
7. Zone de l'aire de défécation en service	- Conteneur d'eau (par exemple un fût d'au moins 200 l ou mieux, un réservoir souple de 2.000 l) avec robinet
8. Cordes et piquets indiquant la zone de l'aire de défécation en service	- Savon ou cendres
9. Drainage des eaux de ruissellement	- Nécessaire pour l'hygiène anale (si besoin)
10. Excréta	- Poubelle pour les serviettes hygiéniques (si nécessaire)



## Remarques

- Les aires de défécation n'offrent pas une solution idéale durant la saison des pluies car les eaux de ruissellement risquent de répandre les excréta, et donc la contamination, sur une surface étendue. Ces aires doivent également être préservées des inondations.
- L'objectif doit être de remplacer les aires de défécation au plus vite par un système plus hygiénique ; par exemple des feuillées améliorées (F.T. 3.03), ou des latrines à fosse simple (F.T. 3.04).
- Les aires de défécation doivent être clairement délimitées et dotées d'un espace suffisant ; environ 0,5 m par personne et par jour (sentiers non inclus).
- Il est obligatoire de construire des aires de défécation séparées pour les deux sexes. Une simple division des sections masculine et féminine au moyen d'une bâche plastique ainsi que l'aménagement de deux entrées distinctes peuvent s'avérer insuffisants pour les utilisateurs.
- L'installation d'un éclairage dans l'aire de défécation est vivement recommandée pour des raisons de sûreté et de sécurité.
- Il est fortement recommandé d'utiliser l'aire de défécation de façon organisée afin d'exploiter l'espace disponible avec un maximum d'efficacité. Quelques piquets et cordages, à repositionner au bout d'un certain temps, indiqueront la zone de l'aire de défécation en usage (chaque rangée mesurant 20 m de long maximum et environ 1,5 m de large). Pour encourager l'utilisation intégrale d'une zone de défécation, les gardiens peuvent déplacer, depuis le bord externe de la zone jusqu'à l'allée centrale, un écran offrant un peu plus d'intimité le long de la rangée au fur et à mesure qu'elle se remplit d'excréta. Le fait d'utiliser l'entrée d'une rangée également en tant que sortie évite aux gens de devoir traverser une zone déjà couverte d'excréta.
- Si un bulldozer est disponible, il peut être utilisé pour racler la surface du sol en fin de journée, afin de pouvoir réutiliser l'aire de défécation. Les excréta peuvent être poussés dans une tranchée au bord de l'aire et recouverts de terre excavée afin de réduire l'attraction de mouches. Dans les sols homogènes, le fond de la tranchée potentielle doit se situer au moins à 1,5 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique. La distance verticale requise pour les sols hétérogènes est toutefois difficile à prédire. La profondeur de la nappe phréatique peut être estimée via la vérification du niveau de l'eau dans les puits proches. Une autre option consiste à introduire une barre métallique telle qu'un fer à béton ou un ou plusieurs tuyaux galvanisés de ½" dans le sol, à 1,5 m sous la profondeur de tranchée requise. Lors de leur extraction, le fer à béton ou le tuyau avec la terre qu'il contient doivent être secs. Sinon, la profondeur de tranchée doit être adaptée en conséquence. Les sols saturés d'eau après de fortes pluies peuvent donner une fausse idée du niveau réel de la nappe phréatique.
- Il est recommandé d'ajouter quotidiennement des cendres de bois aux excréta (dans la tranchée éventuelle). Cela réduira sensiblement les odeurs. La chaux (vive) réduira aussi les odeurs, mais peut ralentir la décomposition des excréta.
- Si un système d'infiltration simple en pierres et gravier est placé sous le conteneur d'eau destiné au lavage des mains, vérifiez soigneusement s'il n'est pas trop vite saturé de terre et de résidu graisseux de savon. Si tel est le cas, il faudra ajouter un bac dégraisseur d'urgence (F.T. 4.04).
- Il se peut également que les gens défèquent sur un petit tas de sable puis doivent ramasser leurs excréments à la pelle pour les évacuer dans un fût ou une tranchée. Cette technique requiert moins d'espace mais davantage de supervision.

## F.T. 3.02 Feuillées

Les feuillées offrent une solution facile et rapide à mettre en place pour l'élimination des excréta. Elles ne sont justifiées qu'en cas d'urgence aiguë, en attendant la réalisation d'installations plus permanentes. L'évaluation de solutions plus permanentes devrait démarrer dès l'aménagement des feuillées.

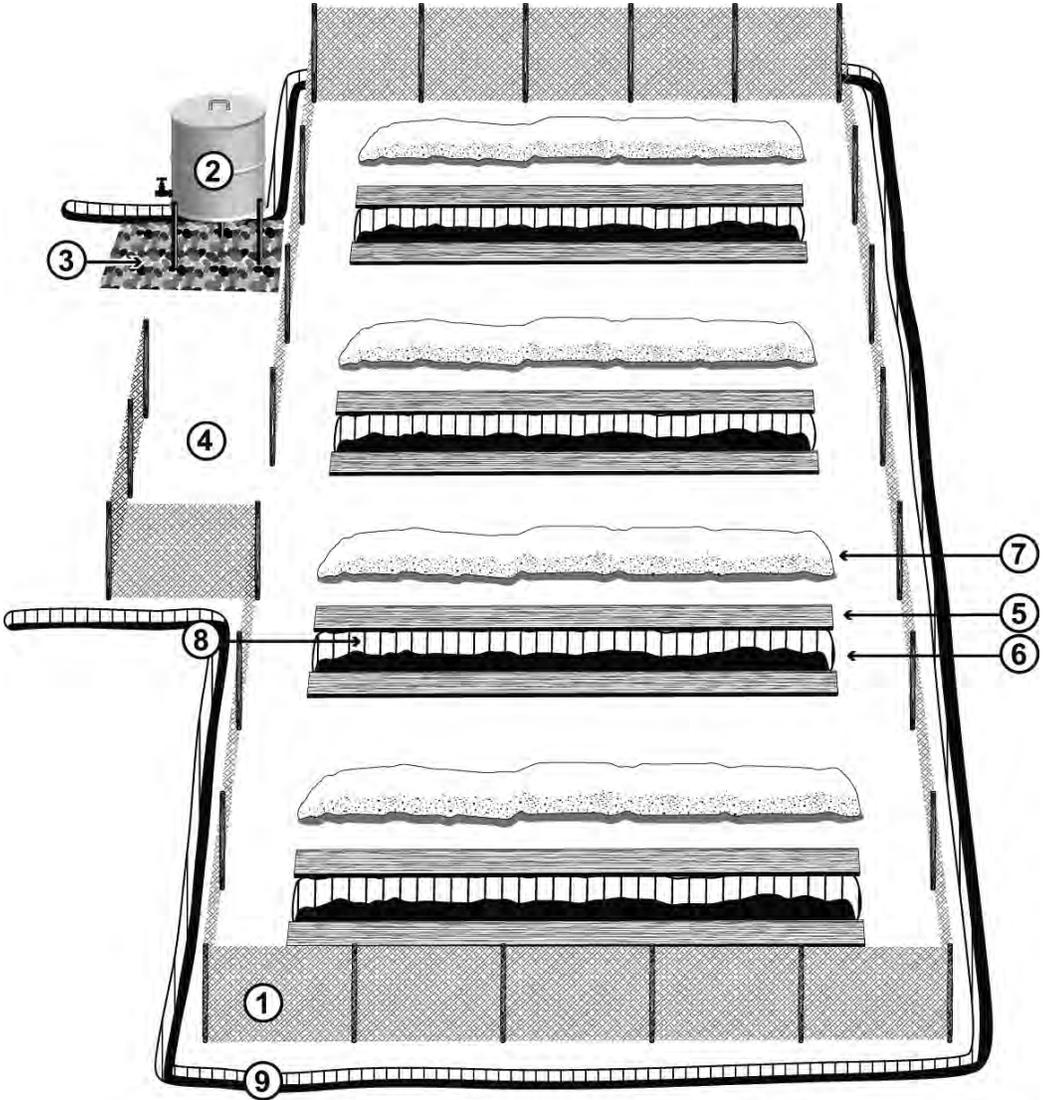
### Installation

- Choisissez un site au sol stable, sous le vent par rapport aux zones d'habitation. Il doit se situer à 30 m minimum (plus pour les sous-sols fissurés et le calcaire) et en aval de toutes les ressources en eau ainsi que des aires de stockage et de traitement d'eau.
- Préparez le site : enlevez tous les débris, testez la texture du sol (F.T. 4.05), déterminez la profondeur de la nappe phréatique et acheminez tous les matériaux et l'équipement requis.
- Clôturez la zone (par exemple au moyen d'une bâche en plastique), et installez une entrée en zigzag afin de limiter le risque d'animaux errants et de maintenir un maximum d'intimité (au minimum une séparation stricte des sexes).
- Utilisez des cordeaux pour délimiter les tranchées. Elles doivent mesurer 0,3 m de large (moins pour les enfants) et être éloignées d'au moins 1,5 m les unes des autres. Prévoyez environ 3,5 m de longueur pour 100 utilisateurs.
- Creusez des tranchées d'environ 0,9 m de profondeur (1,5 m de profondeur si une excavatrice mécanique est disponible). Dans des sols instables, il peut s'avérer nécessaire de creuser des tranchées d'une profondeur inférieure à 0,9 m (mais elles seront plus vite remplies). Placez les terres excavées près du bord de chaque tranchée pour que les utilisateurs puissent recouvrir leurs excréta après chaque utilisation, afin de réduire les odeurs et l'attraction des mouches. Assurez-vous qu'il y a suffisamment d'espace entre la tranchée et les terres excavées.
- Disposez des planches de part et d'autre de la tranchée afin d'assurer un support stable pour les pieds et de limiter l'érosion des bords. Pour des raisons de sécurité, reliez les planches opposées au moyen de poutres et ancrez-les afin d'éviter qu'elles ne glissent.
- Creusez des canaux de drainage autour de la clôture des feuillées afin d'empêcher l'entrée des eaux de ruissellement.
- Installez un conteneur d'eau avec un robinet et du savon (ou des cendres s'il n'y a pas de savon disponible) à un endroit visible (près de la sortie) pour permettre le lavage des mains après la défécation. Assurez-vous qu'un système d'infiltration - au moins un prierrier ou de préférence un puits perdu - a été prévu.
- Fournissez le nécessaire pour l'hygiène anale si nécessaire, ainsi qu'une poubelle pour les serviettes hygiéniques dans la section féminine.
- Désignez deux gardiens dûment formés (en tenant compte du sexe) pour veiller à l'utilisation correcte des feuillées.

### Légende

### Apport

1. Clôture (bâche en plastique, p.ex.)	- Piquets, corde et masse (pour la clôture)
2. Conteneur à eau fermé avec robinet / savon ou cendres	- Bâche en plastique non transparente (ou matériau local)
3. Système d'infiltration pour les eaux usées (prierrier, p.ex.)	- Marteau et clous
4. Entrée en zigzag	- Mètre ruban, cordeaux, piquets
5. Planches	- Pioches, houes, pelles (également pour recouvrir les excréta)
6. Tranchées (0,3 m de largeur)	- Planches (ou pieux en bois)
7. Terre pour enfouir les excréta	- Pierres / gravier
8. Bâche en plastique (optionnelle), partiellement posée sous les planches et suspendue dans la tranchée (utile pour l'entretien des tranchées et la lutte contre l'érosion)	- Boîtes vides (pour manipuler la terre destinée à recouvrir les excréta)
9. Drainage des eaux de ruissellement	- Conteneur d'eau (par exemple un fût d'au moins 200 l ou mieux, un réservoir souple de 2.000 l) avec robinet
	- Savon ou cendres
	- Nécessaire pour l'hygiène anale (si besoin)
	- Poubelle pour les serviettes hygiéniques (si nécessaire)



## Remarques

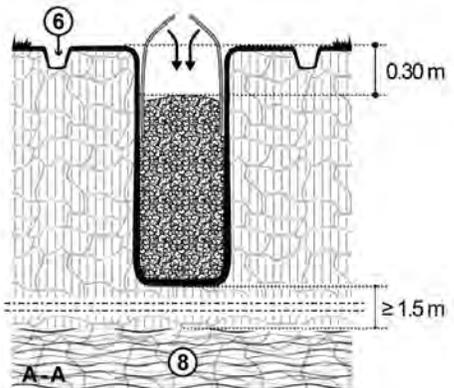
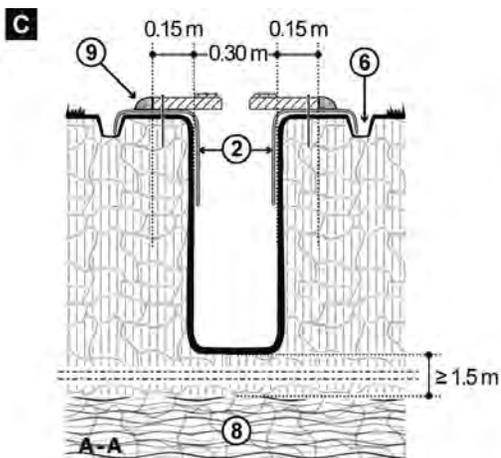
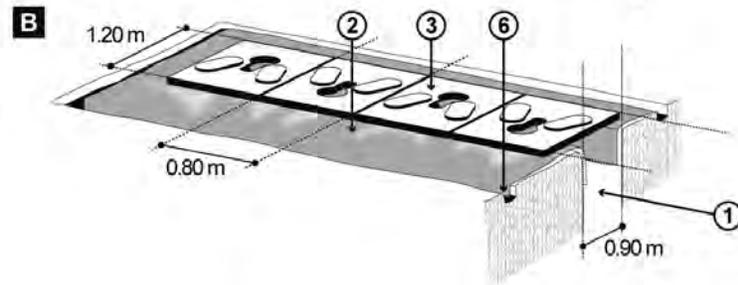
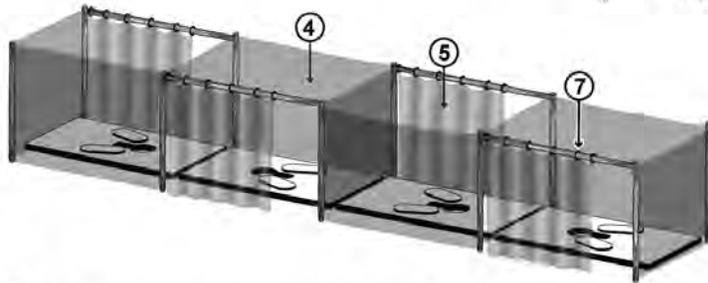
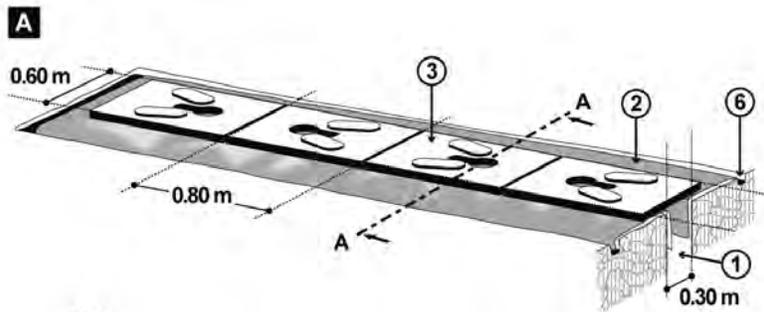
- Les feuillées doivent être clairement délimitées et protégées contre les inondations.
- Dans les sols homogènes, le fond des tranchées doit se situer au moins à 1,5 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique. La distance verticale requise pour les sols hétérogènes est toutefois difficile à prédire. La profondeur de la nappe phréatique peut être estimée via la vérification du niveau de l'eau dans les puits proches. Une autre option consiste à introduire une barre métallique telle qu'un fer à béton ou un ou plusieurs tuyaux galvanisés de ½" dans le sol, à 1,5 m sous la profondeur de tranchée requise. Lors de leur extraction, le fer à béton ou le tuyau avec la terre qu'il contient doivent être secs. Sinon, la profondeur de tranchée doit être adaptée en conséquence. Les sols saturés d'eau après de fortes pluies peuvent donner une fausse idée du niveau réel de la nappe phréatique.
- Les planches peuvent être remplacées par des pieux en bois. Enfouissez légèrement les pieux pour éviter qu'ils ne roulent.
- Il est obligatoire de construire des feuillées avec une séparation des sexes. Une simple division des sections masculine et féminine au moyen d'une bâche plastique ainsi que l'aménagement de deux entrées distinctes peuvent s'avérer insuffisants pour les utilisateurs.
- Il convient de réaliser des latrines spéciales avec des équipements tels qu'un siège et des mains courantes pour les personnes à mobilité réduite, car les feuillées ne peuvent être utilisées par certaines d'entre elles (impossibilité de s'accroupir). Les petits pots sont une alternative envisageable pour les enfants.
- L'éclairage des feuillées pendant la nuit est vivement recommandé pour des raisons de sûreté et de sécurité.
- Pour encourager l'utilisation intégrale des tranchées, des cordes ou écrans fournissant un peu d'intimité peuvent indiquer celles en usage.
- Veillez à ce que les utilisateurs recouvrent leurs excréta d'une couche de terre, située à proximité de la tranchée.
- Si possible, ajoutez de la cendre de bois aux tranchées au moins une fois par jour. Cela réduira sensiblement les odeurs. La chaux (vive) réduira aussi les odeurs, mais peut ralentir la décomposition des excréta.
- Si un système d'infiltration simple en pierres et gravier est placé sous le conteneur d'eau destiné au lavage des mains, vérifiez soigneusement s'il n'est pas trop vite saturé de terre et de résidus grasieux de savon. Si tel est le cas, il faudra installer un bac dégraisseur d'urgence (F.T. 4.04).
- Une fois les tranchées quasi remplies (à environ 0,3 m de la surface), démontez-les et remblayez-les. Ne recréez pas à cet endroit avant deux ans minimum, mais plantez des arbres absorbant l'eau (manguiers, p.ex.) afin de stabiliser les terres.
- L'objectif doit être de remplacer les feuillées au plus vite par un système plus sûr et hygiénique ; par exemple des feuillées améliorées (F.T. 3.03) ou des latrines à fosse simple (F.T. 3.04).
- Si les gens veulent immédiatement construire leurs propres installations, une tranchée familiale peu profonde peut être envisageable. Hormis le format (0,5 m x 0,3 m x 0,5 m de profondeur, p.ex.), le principe est identique à celui des feuillées ordinaires.

## F.T. 3.03 Feuillées améliorées

Les feuillées améliorées combinent les caractéristiques des feuillées ordinaires (faciles et rapides à mettre en place) et des latrines à fosse simple (intimité et sécurité d'ores et déjà améliorée). Bien qu'elles ne soient justifiées qu'en cas d'urgence, elles offrent une solution intéressante entre les feuillées ordinaires et les latrines (familiales) à fosse simple. Elles représentent également l'option minimale pour les structures de santé lors d'urgences aiguës.

### Construction

- Choisissez un site avec un sol stable, situé à 30 m minimum (plus pour les sous-sols fissurés et le calcaire) et en aval de toutes les ressources en eau ainsi que des aires de stockage et de traitement d'eau. Les installations doivent avoir un accès aisé, à 5 m minimum et 50 m maximum des habitations (< 30 m des bâtiments de structures de santé).
- Préparez le site pour la construction : enlevez tous les débris, dressez une clôture provisoire, testez la texture du sol (F.T. 4.05), déterminez la profondeur de la nappe phréatique et acheminez tous les matériaux et l'équipement requis.
- Délimitez les tranchées à l'aide de cordeaux. Prévoyez, par tranchée, environ 3 m de longueur (4 dalles) pour 80 - 100 utilisateurs. Leur largeur dépend de la taille des dalles préfabriquées :
  - Pour les petites dalles (en plastique) de 0,8 m x 0,6 m, prévoyez une tranchée de 0,3 m de largeur,
  - Pour les grandes dalles (en plastique) de 1,2 m x 0,8 m, prévoyez une tranchée de 0,9 m de largeur.
- Creusez des tranchées sur une profondeur de 0,9 m minimum et 1,5 m maximum.
- Creusez un canal de drainage autour des feuillées améliorées afin d'éloigner les eaux de ruissellement de la tranchée.
- Placez une bâche en plastique d'au moins 1 m de large le long des bords de la tranchée. La moitié de sa largeur doit être à plat sur le sol (de préférence jusqu'au canal de drainage afin de réduire le risque d'érosion), tandis que l'autre moitié sera repliée de manière à pendre dans la tranchée. Cette bâche en plastique facilitera l'entretien quotidien et le remblaiement des feuillées améliorées lorsqu'elles seront remplies.
- Posez les dalles préfabriquées (en plastique) en alternant la direction des trous de défécation - décalage de 180°, c'est-à-dire dos à dos pour les petites dalles et côte à côte pour les grandes dalles (voir les figures) - puis fixez-les (à l'aide de chevilles métalliques, par exemple).
- Placez de l'argile (ou de la terre compactée) autour des dalles afin d'éviter une infiltration directe des eaux de ruissellement, qui rendraient les bords de la tranchée instables.
- Plantez des pieux verticaux aux coins des dalles. L'ajout de quelques bâtons horizontaux en haut et de pieux en diagonale sur les côtés permettra d'obtenir une structure plus solide. Pour offrir un espace suffisant à l'intérieur de la superstructure, les pieux verticaux doivent se trouver à environ 0,15 m des coins des petites dalles.
- Enroulez une longue bâche en plastique d'environ 2 m de largeur (hauteur) autour d'un piquet de coin externe et fixez-la (à l'aide de clous, par exemple). La partie restante de la bâche sera enroulée en zigzag autour des autres pieux verticaux (voir la figure), afin d'alterner les entrées. Ce principe permet la construction rapide d'une superstructure.
- Fixez des bandes de bâche en plastique aux bâtons horizontaux de la structure afin de réaliser les rideaux des latrines. Dotez chaque rideau de bâtons horizontaux (en bas et au milieu), afin que le vent ne les ouvre pas sans cesse. Il conviendra aussi de prévoir un toit constitué d'une bâche en plastique, surtout dans les régions où il pleut beaucoup.
- Placez un conteneur d'eau doté d'un robinet à proximité des feuillées améliorées afin de permettre le lavage des mains après la défécation. Assurez-vous qu'un système d'infiltration (F.T. 4.06 ; 4.07 ; 4.08), de préférence avec un bac dégraisseur (F.T. 4.04), a été prévu.



## Procédure et entretien

- Prévoyez de l'eau et du savon (ou des cendres), ainsi que le nécessaire pour l'hygiène anale si besoin (surtout dans les structures de santé).
- Veillez à ce que le couvercle soit toujours replacé sur le trou de défécation afin de réduire la prolifération des mouches et les mauvaises odeurs à l'intérieur et autour de la superstructure des feuillées améliorées.
- Tâchez de faire nettoyer / désinfecter quotidiennement les dalles et leurs abords. Ne jamais verser de désinfectants (produits chlorés, p.ex.) ou d'autres substances chimiques dans la tranchée car ils peuvent inhiber la décomposition naturelle des matières fécales. Uniquement en cas d'épidémie de maladies hautement infectieuses (choléra, fièvres hémorragiques virales, etc.), il est permis de verser des désinfectants ou des excréments mélangés à une solution (fortement) chlorée dans une fosse de latrine.
- Essayez de répandre quotidiennement des cendres de bois dans les tranchées. Cela réduit sensiblement les odeurs et peut accélérer l'élimination des agents pathogènes. La chaux (vive) réduira aussi les odeurs, mais peut ralentir la décomposition des excréta.
- Vérifiez soigneusement si les installations pour la gestion des eaux usées fonctionnent correctement et procédez aux entretiens requis sur le bac dégraisseur (F.T. 4.04).

### Légende

### Apport

- A. Positionnement de petites dalles (0,8 m x 0,6 m)
- B. Positionnement de grandes dalles (1,2 m x 0,8 m)
- C. Coupe transversale de la tranchée (pendant et après usage)

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>1. Tranchée</li><li>2. Bande de bâche en plastique</li><li>3. Dalles préfabriquées avec couvercle (ce dernier non représenté)</li><li>4. Bâche en plastique en zigzag autour des pieux</li><li>5. Rideaux constitués d'une bâche plastique</li><li>6. Drainage des eaux de ruissellement</li><li>7. Fixation du rideau</li><li>8. Aquifère (nappe phréatique)</li><li>9. Couche imperméable (argile, par exemple)</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Matériaux pour clôtures provisoires</li><li>- Mètre ruban, cordeau, piquets</li><li>- Pelles, houes, pioches, barre à mine</li><li>- Argile / terre compactée (éventuellement un peu de béton)</li><li>- Dalles préfabriquées avec couvercle et chevilles</li><li>- Pieux et cordes (pour la superstructure)</li><li>- Bâche en plastique non transparente</li><li>- Clous et marteau</li><li>- Approvisionnement en eau avec robinet et système d'évacuation (au moins un fût de 200 l pour 4 compartiments ou mieux)</li><li>- Savon ou cendres</li><li>- Nécessaire pour l'hygiène anale (si besoin)</li><li>- Poubelle pour les serviettes hygiéniques (si nécessaire)</li></ul> |
|---|--|

## Remarques

- Lors de la sélection du site, assurez-vous que les bâtiments (structures de santé, par exemple) et les zones d'habitation ne sont pas sous le vent par rapport aux feuillées améliorées.
- Avant de pouvoir excaver les tranchées, il faut déterminer le niveau d'eau souterraine. Dans les sols homogènes, le fond de la tranchée doit se situer au moins à 1,5 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique. La distance verticale requise pour les sols hétérogènes est toutefois difficile à prédire. La profondeur de la nappe phréatique peut être estimée via la vérification du niveau de l'eau dans les puits proches. Une autre option consiste à introduire une barre métallique telle qu'un fer à béton ou un ou plusieurs tuyaux galvanisés de ½" dans le sol, à 1,5 m sous la profondeur de tranchée requise. Lors de leur extraction, le fer à béton ou le tuyau avec la terre qu'il contient doivent être secs. Sinon, la profondeur de tranchée doit être adaptée en conséquence. Les sols saturés d'eau après de fortes pluies peuvent donner une fausse idée du niveau réel de la nappe phréatique.
- Dans les sols moins stables, la tranchée devra être revêtue de planches verticales (bois, tôles ondulées en fer) maintenues en place à l'aide d'étais horizontaux. Des sacs de sable remplis de terre stabilisée peuvent aussi offrir une alternative.
- Si un niveau d'eau élevé ou un sol rocheux ou sablonneux empêchent l'excavation et l'utilisation de tranchées, des plates-formes surélevées peuvent être construites. Il est également possible d'utiliser des fûts de 200 litres, (partiellement) enfouis dans le sol avec un trou de défécation au sommet, ou d'utiliser des dalles pouvant être placées au-dessus des fûts ouverts.
- Il peut s'avérer nécessaire de construire des feuillées améliorées séparées pour les hommes et les femmes. Prévoyez des installations réservées au personnel dans les structures de santé.
- La mise en place d'une poubelle à proximité des feuillées améliorées est recommandée pour l'élimination des serviettes hygiéniques.
- Si les serviettes hygiéniques des femmes et adolescentes en période de menstruation sont lavées et réutilisées, l'aménagement d'une zone de lavage discrète avec des fils de séchage à proximité des feuillées améliorées pour dames sera certainement apprécié.
- Des dalles dont les dimensions du trou de défécation et des repose-pieds ont été adaptées aux jeunes enfants devront éventuellement être installées, surtout dans les structures de santé (pédiatrie, Centre Nutritionnel, département Consultations externes ("OPD"), etc.). Une alternative est d'utiliser des petits pots, qui seront vidés dans les feuillées améliorées.
- Si la population inclut des personnes à mobilité réduite, assurez-vous de doter certaines feuillées améliorées d'éléments spécifiques, comme un siège (amovible) et des mains courantes, car certaines d'entre elles seront incapables de s'accroupir (section 3.5 Bibliographie recommandée). Nettoyez et désinfectez régulièrement ces éléments.
- L'éclairage des feuillées améliorées pendant la nuit est vivement recommandé pour des raisons de sûreté et de sécurité.
- La pulvérisation d'insecticides à effet rémanent (F.T. 7.15) sur les superstructures dotées d'une bâche en plastique peut exercer un impact important sur la population de mouches.
- Lorsque les tranchées sont presque pleines (environ 0,3 m sous les dalles), elles doivent être démantelées et remblayées. Enlevez la superstructure et les dalles, puis désinfectez-les. Si la bâche de la superstructure est toujours en bon état, elle peut rester fixée aux pieux et être réinstallée autour d'une nouvelle tranchée dont les dalles préfabriquées sont déjà en place. Des arbres absorbant l'eau (manguiers, par exemple) peuvent être plantés à l'intérieur de l'ancienne tranchée afin de stabiliser le sous-sol. Avant le remblaiement, la partie de la bande de bâche positionnée sur le sol peut être pliée vers l'intérieur de la tranchée, au-dessus des excréta. Abstenez-vous de recréuser au même endroit pendant au moins deux ans.
- Si les gens veulent immédiatement construire leurs propres installations, une tranchée améliorée familiale peu profonde peut être envisagée. Hormis le format de la tranchée (p.ex. 0,5 m x 0,3 m x 0,5 m de profondeur ou 0,9 m x 0,5 m x 1,0 m de profondeur, selon la taille de la dalle) et la réduction du nombre à une seule dalle, le principe est identique à celui des feuillées améliorées ordinaires.

## F.T. 3.04 Latrines à fosse simple

À long terme, la latrine à fosse simple est l'une des solutions les plus simples et rapides pour éliminer des excréments. Si elle est correctement conçue et construite, implantée sur un site adéquat et bien entretenue, elle apportera une contribution significative à la prévention des maladies féco-orales. Sur le plan de la santé publique, les latrines familiales sont normalement privilégiées par rapport aux latrines publiques car elles sont souvent mieux entretenues par leurs propriétaires.

### Construction

- Choisissez un site situé à 30 m minimum (plus pour les sous-sols fissurés et le calcaire) et en aval de toutes les ressources en eau ainsi que des aires de stockage et de traitement d'eau. La (batterie de) latrine(s) doit avoir un accès aisé, à 5 m minimum et 50 m maximum des habitations (< 30 m des bâtiments de structures de santé).
- Préparez le site pour la construction : enlevez tous les débris, aplanissez la surface, dressez une clôture provisoire, testez la texture et la perméabilité du sol (F.T. 4.05), déterminez la profondeur de la nappe phréatique et acheminez les matériaux et l'équipement requis.
- Délimitez à l'aide de cordons la surface de la base (fondation) de la batterie de latrines comme illustré à la figure B.
- Excavez la plate-forme de la base et la tranchée comme illustré à la figure B. Maintenez les bords de la tranchée aussi droits que possible afin d'obtenir des surfaces en béton relativement lisses par la suite.
- Préparez les fers à béton nécessaires et installez-les dans l'excavation de la base comme illustré à la figure C. Assurez-vous que ces fers à béton demeurent à 30 mm minimum des bords (utilisez des éléments séparateurs pour les fers à béton inférieurs). Des fers à béton verticaux peuvent être insérés tous les 2 m afin de maintenir en place les fers à béton centraux et supérieurs durant le coulage du béton.
- Préparez et versez le béton (300 kg/m<sup>3</sup> ; F.T. 2.05) à l'intérieur de l'excavation de la base, et faites-le vibrer afin d'en chasser tout l'air (remuez-le vigoureusement avec un fer à béton, par exemple). Maintenez le béton humide pendant une semaine à l'aide d'une bâche en plastique ou d'une toile de jute à humidifier deux fois par jour.
- Commencez à creuser la fosse de la latrine au sein de la base, après avoir laissé la cure agir pendant au moins 3 jours. Ne creusez pas sous la base en béton. Dans les sols homogènes en terreau ou argile (F.T. 4.05), la profondeur maximale de la fosse est limitée à 2,5 m, et son fond doit être au moins 1,5 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique.
- Installez verticalement des tôles métalliques ondulées perforées dans la fosse, avec un léger chevauchement, enfoncées de 0,2 m dans le sol et fixées à la base en béton (comme illustré à la figure A). Les perforations peuvent être réalisées via le perçage de petits trous ou à l'aide d'un marteau et d'un pointeau.
- Installez les dalles préfabriquées avec leur couvercle sur la base en béton dès que la fosse est terminée. Pour assurer une mise en place bien stable, les dalles doivent être fixées à la base (chevauchements d'au moins 0,1 m) avec une couche de mortier de 10 mm d'épaisseur (F.T. 2.05). Un ancrage supplémentaire au moyen de chevilles métalliques est recommandé pour les dalles en plastique.
- Construisez, autour de la dalle, une superstructure adaptée aux préférences locales. Elle peut être réalisée en maçonnerie, bois, tôles ondulées ou bâche plastique non transparente, mais de préférence en matériaux locaux (branches et boue, par exemple) pour autant que ce choix n'exerce pas un impact trop négatif sur l'environnement (déforestation, p.ex.). Si les coutumes locales l'exigent, la superstructure doit être équipée d'une porte. Une superstructure en spirale sans porte peut aussi être utilisée pour une latrine simple ou double.
- Dotez la superstructure d'un toit avec une pente acheminant les eaux de pluie vers l'arrière des latrines.
- Creusez un canal de drainage à l'arrière et sur les côtés des latrines afin d'éloigner les eaux de ruissellement et ainsi de protéger les parois de la fosse contre l'érosion.
- Prévoyez des installations de lavage des mains à proximité des latrines, ainsi qu'un bac dégraisseur (F.T. 4.04) et un système d'infiltration (F.T. 4.06 ; 4.07 ; 4.08).

## Procédure et entretien

- Prévoyez de l'eau et du savon (ou des cendres), ainsi que le nécessaire pour l'hygiène anale si besoin (surtout dans les structures de santé).
- Veillez à ce que le couvercle soit toujours replacé sur le trou de défécation afin de réduire la prolifération des mouches et les mauvaises odeurs à l'intérieur et autour de la superstructure de la latrine.
- Tâchez de faire nettoyer / désinfecter quotidiennement les dalles et leurs abords. Ne jamais verser de désinfectants (produits chlorés, p.ex.) ou d'autres substances chimiques dans la fosse car ils peuvent inhiber la décomposition naturelle des matières fécales. Uniquement en cas d'épidémie de maladies hautement infectieuses (choléra, fièvres hémorragiques virales, etc.), il est permis de verser des désinfectants ou des excréments mélangés à une solution (fortement) chlorée dans une fosse de latrine.
- Ajoutez des cendres de bois à la fosse, si possible quotidiennement. Cela réduit sensiblement les odeurs et peut accélérer l'élimination des agents pathogènes. La chaux (vive) réduit aussi les odeurs mais peut ralentir le processus de décomposition.
- Vérifiez soigneusement si les installations pour la gestion des eaux usées fonctionnent correctement et procédez aux entretiens requis sur le bac dégraisseur (F.T. 4.04).

### Légende

### Apport

- A. Coupe verticale de la latrine à fosse simple  
 B. Excavation pour la base en béton  
 C. Détail des fers à béton de la base

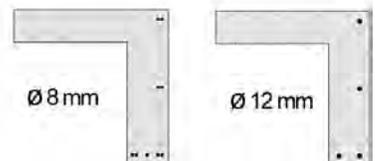
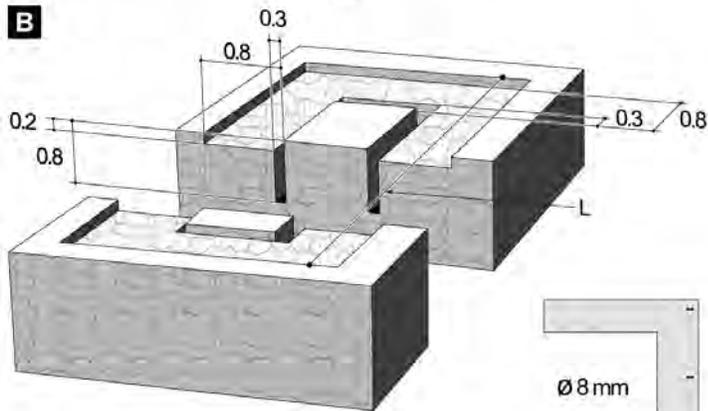
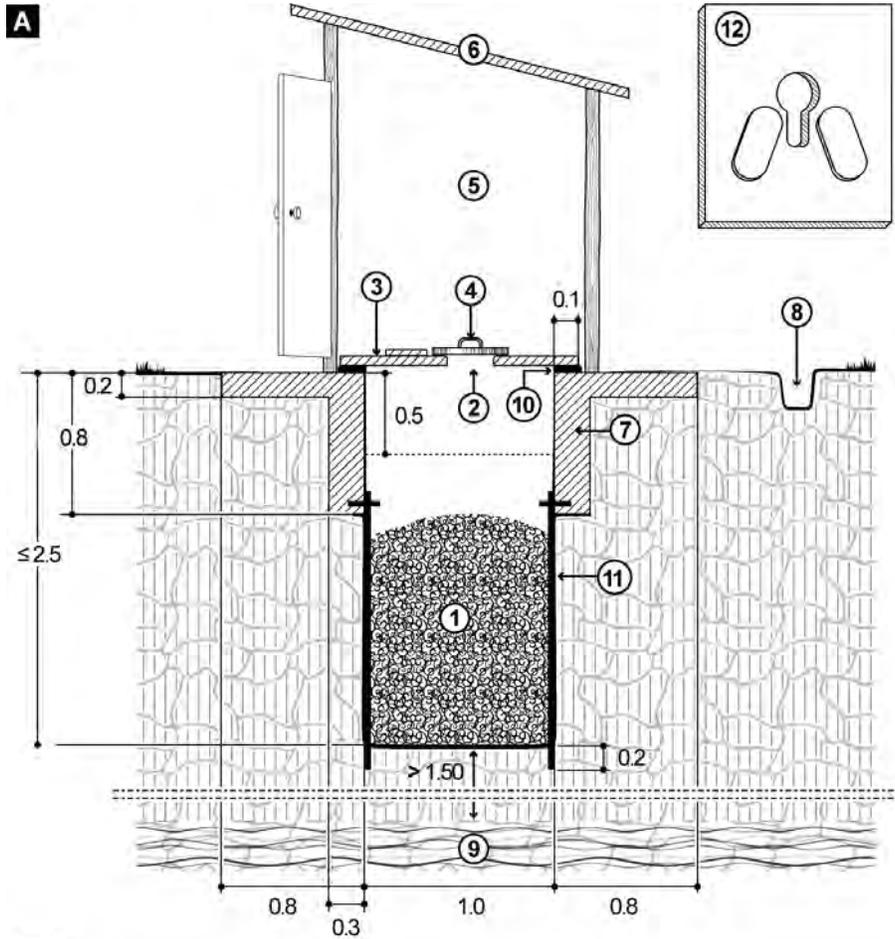
$$L = (n \times b) + 1,4 \text{ m}$$

Où L = longueur totale de la base  
 n = nombre de dalles de latrine (maximum 6)  
 b = largeur d'une dalle de latrine (maximum 1 m)

1. Fosse (partiellement remplie d'excréta)
2. Trou de défécation
3. Dalle avec repose-pieds
4. Couvercle
5. Superstructure
6. Toit
7. Base en béton (excavation du coffrage et tranchée interne)
8. Canal de drainage (sur les côtés et à l'arrière de la latrine)
9. Aquifère (nappe phréatique)
10. Couche de mortier (au moins 10 mm d'épaisseur)
11. Tôles ondulées en fer (consolidation de la fosse)
12. Exemple de dalle : béton, plastique, (bois)

- Matériaux pour clôture provisoire
- Cordeau, piquets et mètre ruban
- Pelle, pioche, barre à mine
- Béton à 300 kg/m<sup>3</sup> :
  - +/- 1,3 m<sup>3</sup> par compartiment externe de 1 m<sup>2</sup>
  - + +/- 0,7 m<sup>3</sup> par compartiment interne supplémentaire (batterie de latrines)
- Fers à béton
- Outils pour préparer et verser le béton
- Toile de jute ou bâche en plastique
- Tôles ondulées en fer pour consolider la fosse
- Dalle préfabriquée avec couvercle
- Matériaux et outils pour la superstructure et la porte
- Approvisionnement en eau avec robinet et système d'évacuation
- Savon ou cendres, nécessaire pour l'hygiène anale (si besoin)
- Poubelle pour les serviettes hygiéniques (si nécessaire)

Les dimensions sont indiquées en m.



## Remarques

- Lors de la sélection du site, assurez-vous que les bâtiments (structures de santé, par exemple) et les zones d'habitation ne sont pas sous le vent par rapport aux latrines.
- Il est déjà arrivé que des latrines excavées dans des sols (instables) s'effondrent, causant parfois de graves accidents. La méthode de construction décrite plus haut concerne une batterie de latrines intégrant six dalles maximum. C'est une méthode sûre pour tous types de sols en terreau ou argileux (F.T. 4.05) afin de prévenir l'affaissement des (longues) fosses rectangulaires. Même si le sol venait à s'effondrer dans la fosse, la base et les dalles resteront en place, évitant les blessures corporelles. Cette structure permet aussi éventuellement de recréer une fosse déjà utilisée après au moins deux ans de fermeture. Tenez néanmoins compte du fait que la méthode ci-avant ne convient pas pour les sols constitués de sable ou de sable limoneux en raison du risque d'effondrement.
- Une alternative pour tous les types de sols réside dans la construction d'une fosse circulaire individuelle, qui est souvent plus difficile à excaver mais moins susceptible de s'effondrer grâce à l'effet de voûte naturel. Si nécessaire (et certainement pour les sols constitués de sable limoneux et de sable), la fosse circulaire peut être consolidée à l'aide d'une ou plusieurs buses en béton (F.T. 2.06). Une autre alternative consiste à maçonner intégralement la fosse rectangulaire (F.T. 3.07). Pour les latrines à fosse simple, il n'est toutefois pas nécessaire d'installer un mur de séparation entre chaque compartiment. Il existe encore d'autres méthodes et matériaux de construction valables, mais ils sortent du champ d'application de ce guide. Contactez votre technicien de référence pour de plus amples informations.
- Avant de pouvoir creuser la fosse, il faut déterminer la profondeur de la nappe phréatique. Dans les sols homogènes, le fond de la fosse doit se situer au moins à 1,5 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique. La distance verticale requise pour les sols hétérogènes est toutefois difficile à prédire.
- La profondeur de la nappe phréatique peut être estimée via la vérification du niveau de l'eau dans les puits proches. Une autre option consiste à introduire une barre métallique telle qu'un fer à béton ou un ou plusieurs tuyaux galvanisés de ½" dans le sol, à 1,5 m sous la profondeur de fosse maximale (2,5 m). Lors de leur extraction, le fer à béton ou le tuyau avec la terre qu'il contient doivent être secs. Sinon, la profondeur de la fosse doit être adaptée en conséquence. Les sols saturés d'eau après de fortes pluies peuvent donner une fausse idée du niveau réel de la nappe phréatique.
- Prévoyez une profondeur libre de 0,5 m dans le calcul des dimensions de la fosse afin d'éviter les visions désagréables et les éclaboussures d'excréta. Cela permettra également de recouvrir les excréta de manière sûre quand la latrine (ou la batterie de latrines) sera mise hors service, sans causer de nuisances dues aux mouches et aux odeurs. Cet espace libre ne fait pas partie du volume effectif de la fosse. Une batterie de latrines à fosse construite selon la méthode ci-dessus (avec une profondeur max. de 2,5 m, et donc une profondeur effective de 2,0 m seulement) durera environ 1,5 à idéalement 2 ans, si elle est utilisée normalement par 20 personnes et par compartiment (taux d'accumulation de 0,06 m<sup>3</sup>/personne). De même, une latrine à fosse simple durera environ 5 à 6 ans pour une famille de 5 personnes.
- Il est possible de creuser des latrines dans des sols imperméables (argile, par exemple) mais vu leur faible taux d'infiltration, elles devront faire l'objet d'une vidange sûre et fréquente (F.T. 3.13).
- Si le sous-sol est très rocheux, la zone sujette aux inondations ou le niveau de la nappe phréatique élevé, il faudra construire une partie de la fosse dans le sol (au moins à 0,5 m de profondeur) et la partie restante hors-sol dans une butte de terre très bien compactée. D'où l'application d'une technique de construction spécifique comme décrit à la F.T. 3.12.
- S'il pleut beaucoup dans la région concernée, la base en béton peut être légèrement surélevée en surface, afin que la fosse soit moins exposée aux inondations. Un moule supplémentaire sera requis pour rehausser la base (fondation) d'au moins 0,1 m. Tenez compte du fait qu'un rehaussement de la base demandera une quantité de béton considérable.
- Le durcissement de la base en béton dépend de la température ambiante. Le délai proposé de 3 jours avant l'excavation de la fosse dans la base en béton (tout en maintenant son humidité) concerne des températures d'au moins 20°C. Pour les températures plus basses, il faudra attendre plus longtemps.

- Il est recommandé d'utiliser des dalles en béton (F.T. 3.05) ou en plastique, certainement pour les structures de santé. Évitez de préférence les dalles en bois en raison des problèmes de vieillissement et de termites. En cas d'utilisation, la qualité du bois et son imprégnation (à l'huile de vidange contre les termites, par exemple) sont importantes. Les planches en bois doivent être protégées au moyen d'une bâche en plastique afin de faciliter leur entretien. Les dalles en rondins doivent être recouvertes de terre compactée et d'une bâche plastique. Le contrôle régulier des dalles en bois et leur remplacement si nécessaire sont des mesures de sécurité essentielles.
- Si la superstructure n'est pas réalisée en maçonnerie, quelques pieux verticaux peuvent être installés avant le coulage de la base en béton ; ils serviront d'ancrages pour la bâche plastique, les tôles ondulées ou le matériau local.
- Des latrines séparées peuvent s'avérer nécessaires pour les deux sexes. Le personnel de la structure de santé doit toujours disposer de ses propres latrines, séparées des installations destinées aux patients et visiteurs. Les petits enfants peuvent aussi avoir besoin de latrines adaptées (F.T. 3.06).
- S'il y a des personnes à mobilité réduite dans la population, il faudra peut-être redimensionner la superstructure de certaines latrines. Assurez-vous également d'équiper ces latrines adaptées avec des éléments spécifiques, tels que des mains courantes et un siège (amovible), car certaines de ces personnes seront incapables de s'accroupir (section 3.5 Bibliographie recommandée). N'oubliez pas de nettoyer et désinfecter régulièrement ces éléments spécifiques.
- Un mur ou un écran non transparent supplémentaire face à l'entrée de la latrine (ou de la batterie de latrines) renforcera l'intimité et permettra un usage plus fréquent de l'installation.
- Veillez à prévoir à proximité directe des latrines des installations correctes pour le lavage des mains avec de l'eau et du savon (ou des cendres). Les latrines pour les personnes handicapées (fauteuil roulant) devraient inclure, à l'intérieur de la superstructure, des installations pour le lavage des mains. Assurez-vous que les installations pour la gestion des eaux usées soient correctement entretenues.
- La mise en place d'une poubelle à proximité des latrines est recommandée pour l'élimination des serviettes hygiéniques.
- Dans certains contextes, il peut s'avérer intéressant d'intégrer les latrines dans des blocs sanitaires, avec des installations destinées à l'hygiène personnelle telles que des douches (à seau) (F.T. 4.01). Si les femmes utilisent des serviettes hygiéniques réutilisables, des éviers spéciaux et des fils de séchage pourraient être prévus dans les blocs féminins.
- L'éclairage à l'intérieur et aux abords des latrines pendant la nuit est vivement recommandé pour des raisons de sûreté et de sécurité.
- La pulvérisation d'insecticides à effet rémanent (F.T. 7.15) sur les parois internes des superstructures (bâche plastique incluse) peut exercer un impact important sur la population de mouches.
- Lorsque les latrines sont quasi remplies (0,5 m en dessous de la dalle), désinfectez la superstructure et les dalles, et déplacez-les (si possible et si elles sont encore en bon état) vers un endroit proche. L'ancienne fosse peut être remplie d'un mélange de terre sèche et de cendres de bois. Si la base en béton est encore en bon état, elle peut être réutilisée après avoir recréusé la fosse au moins 2 ans après la fermeture de la latrine (ou de la batterie de latrines). Il faudra néanmoins remplacer les tôles ondulées en fer lorsqu'elles seront (partiellement) corrodées. Si les latrines sont démolies, des arbres absorbant l'eau (manguiers, par exemple) peuvent être plantés dans la fosse remblayée afin de stabiliser le sous-sol.
- Il est également possible d'opter pour des latrines ventilées améliorées (VIP, F.T. 3.07) et des latrines à double fosse (FT. 3.09), mais elles conviennent davantage aux situations stabilisées et sont certainement recommandées pour les structures de santé.
- Durant la première phase du projet de latrines, le ratio recommandé de 1 latrine pour 20 personnes pourrait s'avérer irréalisable dans l'immédiat, en raison du temps nécessaire pour les construire.

## F.T. 3.05 Dalle de latrine

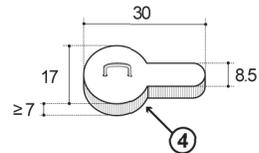
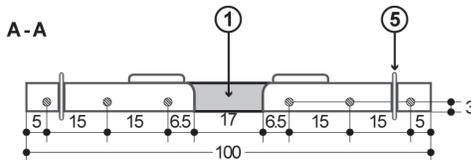
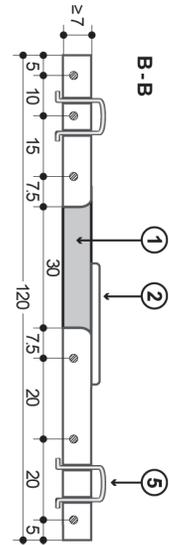
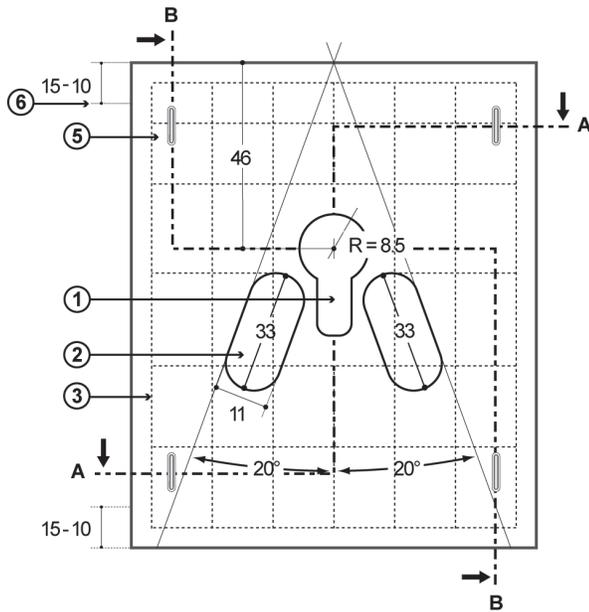
Une dalle appropriée est une composante essentielle d'une latrine du point de vue de la sécurité, de la facilité d'utilisation et de l'entretien. Les dalles en béton armé peuvent répondre à ces critères. Elles sont en outre faciles à réaliser pour un coût relativement faible.

### Construction

- Réalisez un moule en bois ou métal avec des dimensions internes adaptées à la taille de la dalle, et un gabarit en bois ou métal pour le trou de défécation.
- Placez le moule sur une surface plane recouverte d'une couche de sable, d'une bâche en plastique ou de papier.
- Découpez les fers à béton à la longueur requise à l'aide d'une scie à métaux ou d'une pince coupante, puis assemblez-les au moyen de fils métalliques (voir la figure). Réalisez 4 poignées ; pour chaque poignée, pliez un fer à béton en forme de U intégrant 2 tuyaux guides.
- Enduisez l'intérieur du moule et la surface de contact du gabarit au moyen d'un produit huileux tel que de l'huile de vidange afin d'éviter que le béton n'y adhère.
- Placez les fers à béton sur des éléments séparateurs d'environ 2,5 - 3 cm de haut à l'intérieur du moule. Installez également les 4 poignées aux coins de la dalle, en veillant à ce que leurs tuyaux guides soient bien incorporés dans le béton.
- Placez le gabarit dans le moule, à la position correcte (voir figure).
- Préparez du béton à 300 kg/m<sup>3</sup> (F.T. 2.05).
- Versez le béton et faites-le vibrer en tapant avec un marteau sur les côtés du moule.
- Positionnez immédiatement les repose-pieds (réalisés en briques, par exemple) comme illustré.
- Répandez un peu de ciment directement sur le béton humide et polissez la surface. Finalisez la dalle en réalisant des courbes en pente autour du trou de défécation et des repose-pieds (utiles lors du nettoyage de la dalle).
- Recouvrez la dalle d'une bâche en plastique ou d'une toile de jute et arrosez-la d'eau deux fois par jour afin de la maintenir humide pendant la période de cure.
- Enlevez le moule et le gabarit après 24 heures, recouvrez la dalle avec la bâche en plastique ou la toile de jute et maintenez son humidité.
- Laissez la cure s'effectuer pendant 7 jours à l'ombre pour que le béton se renforce avant d'installer la dalle sur la fosse.
- Préparez un couvercle (en bois, plastique ou béton, par exemple) avec une poignée pour recouvrir le trou de défécation.

### Remarques

- Si vous entamez un programme de construction de latrines, cela vaut la peine de créer un atelier pour une production continue de dalles. Cet atelier doit disposer d'un point d'eau, d'un lieu d'entreposage pour les outils et d'une zone couverte pour le coulage et la cure des dalles.
- La taille de la dalle doit être adaptée à celle de la fosse. Pour des raisons sécuritaires et pratiques (poids de la dalle), il est néanmoins fortement recommandé d'utiliser les dimensions de dalle proposées dans la figure et d'adapter la taille de la fosse à celle de la dalle (F.T. 3.04). Durant la construction de la fosse, tenez compte du fait que la dalle en béton doit s'étendre au moins 10 cm au-delà de chaque côté du support de latrine afin d'assurer un positionnement sécurisé.
- S'il faut produire un petit nombre de dalles, le moule peut aussi être remplacé par une excavation peu profonde dans le sol, recouverte d'une bâche en plastique. Les dimensions demeurent identiques.
- Le gabarit du trou de défécation doit être conique pour faciliter son retrait du béton.
- N'oubliez pas les poignées car sans elles il est très difficile de déplacer la dalle. Les figures suggèrent des poignées qui s'enfoncent dans la dalle après l'installation. Cela réduit les risques de chutes et facilite la construction de la superstructure. Assurez-vous que les poignées s'intègrent dans les lignes indiquant le chevauchement avec les parois de la fosse. De simples poignées incorporées dans le béton peuvent également convenir.
- Les repose-pieds sont importants pour que l'utilisateur puisse se positionner correctement au-dessus du trou de défécation (surtout pendant la nuit).
- Les dimensions du trou de défécation et des repose-pieds doivent être adaptées aux petits enfants (F.T. 3.06).
- Si possible, réalisez une pente douce et lisse sur toute la surface de la dalle en direction du trou de défécation ; cela évitera la stagnation de liquides et facilitera son nettoyage.
- Veillez à la cure (7 jours à l'ombre, maintien de l'humidité) : elle influe considérablement sur la résistance de la dalle.



### Légende

### Apport

1. Trou de défécation
2. Repose-pieds
3. Fers à béton de 8 mm
4. Gabarit conique pour le trou de défécation
5. Poignées pour faciliter le transport de la dalle
6. Lignes indiquant le chevauchement avec le support de latrine / les parois (au moins 10 cm)

- Ciment : 1/2 sac de 50 kg
- Sable : environ 35 l
- Gravier : environ 70 l
- Eau potable (propre, non salée)
- Bois de coffrage, hauteur min. 70 mm : environ 5 m
- Scie, marteau et clous
- Fers à béton, diamètre min. de 6 mm : 14 m
- Scie à métaux ou pince coupante pour fers à béton et tenailles
- Fil pour l'assemblage des fers en béton
- Mètre ruban
- Pelle et seau
- Bac ou plaque pour le mélange du béton
- Truelle, lisseuse
- Briques pour les repose-pieds
- Sections de tuyaux (en plastique)
- Gabarit

Les dimensions sont en cm.

## F.T. 3.06 Latrines à fosse pour enfants

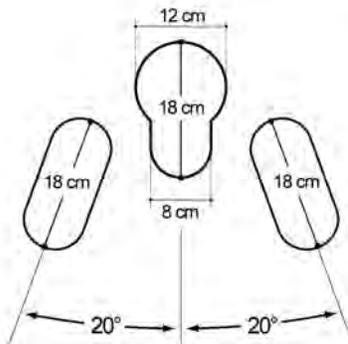
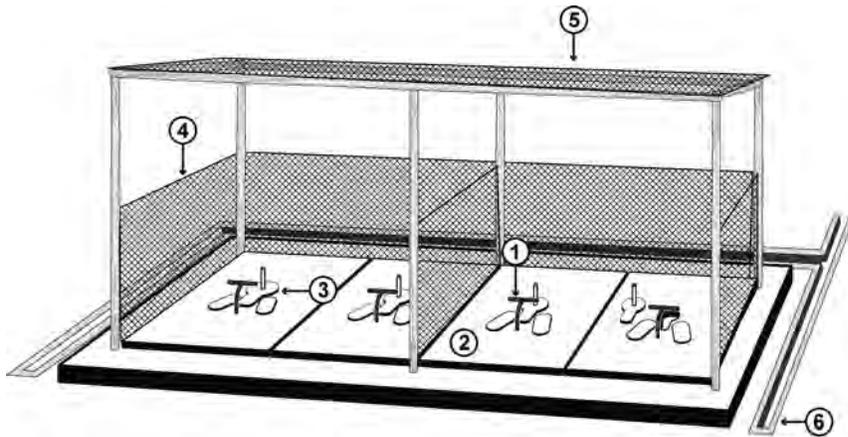
Les petits enfants peuvent avoir des difficultés à utiliser les latrines à fosse ordinaires en raison de la grande taille du trou de défécation et de la position des repose-pieds. De même, ils ont souvent peur à l'intérieur de la superstructure fermée d'une latrine à fosse ordinaire. Les latrines à fosse pour enfants apportent donc une réponse à ces problèmes. Si elles sont correctement conçues et construites, implantées sur un site adéquat et bien entretenues, elles apporteront une contribution significative à la prévention des maladies féco-orales.

### Construction

- Choisissez un site situé à 30 m minimum (plus pour les sous-sols fissurés et le calcaire) et en aval de toutes les ressources en eau ainsi que des aires de stockage et de traitement d'eau. La (batterie de) latrine(s) doit avoir un accès aisé, à 5 m minimum et 50 m maximum des habitations (< 30 m des bâtiments de structures de santé).
- Préparez le site pour la construction : enlevez tous les débris, aplanissez la surface, dressez une clôture provisoire, testez la texture et la perméabilité du sol (F.T. 4.05), déterminez la profondeur de la nappe phréatique et acheminez les matériaux et l'équipement requis.
- Réalisez la préparation, l'excavation et les parois de la fosse d'une manière similaire à celle décrite pour une batterie de latrines à fosse simple (F.T. 3.04) ou VIP (F.T. 3.07), selon le type de sol et les compétences du maçon. Si vous optez pour des parois de latrine VIP, il n'est pas nécessaire d'isoler chaque compartiment par un mur de séparation. Il suffit de réaliser le pourtour de la fondation. Le coulage d'une couche de béton maigre à des fins de stabilisation au bas de la fosse est toutefois hautement recommandé.
- Réalisez des dalles (F.T. 3.05 ou 3.08, selon le type de parois choisies) adaptées à la taille des enfants : un plus petit trou de défécation avec couvercle adéquat, des repose-pieds plus proches et une poignée intégrée, afin qu'ils puissent se tenir en équilibre lorsqu'ils s'accroupissent. L'ouverture du tuyau de ventilation dans les dalles "VIP" (F.T. 3.08) n'est pas nécessaire pour les latrines à fosse pour enfants.
- Installez les dalles préfabriquées (avec couvercle) sur la base des latrines après avoir laissé la cure agir pendant au moins 3 jours. Pour assurer un bon ancrage, la dalle doit être fixée à sa base (chevauchements d'au moins 0,1 m) avec une couche de mortier de 10 mm d'épaisseur (F.T. 2.05).
- Construisez, autour des dalles, une superstructure suffisamment spacieuse pour que les accompagnants puissent marcher autour de l'enfant durant la défécation (par exemple une superstructure ouverte pour deux dalles). Elle peut être réalisée en maçonnerie, bois ou bâche plastique, mais de préférence en matériaux locaux (branches et boue, par exemple) pour autant que cela n'exerce pas un impact trop négatif sur l'environnement (déforestation, etc.). La superstructure peut être ouverte à l'avant pour maximiser l'entrée de la lumière, et éviter que l'enfant ne se sente emprisonné dans un espace relativement restreint.
- Installez un toit avec la pente vers l'arrière de la structure.
- Réalisez un canal de drainage à l'arrière et sur les côtés des latrines afin d'empêcher les eaux de ruissellement de pénétrer dans la fosse et d'éroder les parois.
- Prévoyez des installations adéquates pour le lavage des mains à proximité directe des latrines. Assurez-vous qu'un bac dégraisseur (F.T. 4.04) et un système d'infiltration (F.T. 4.06 ; 4.07 ; 4.08) soient prévus.

### Procédure et entretien

- Prévoyez de l'eau et du savon (ou des cendres), ainsi que le nécessaire pour l'hygiène anale si besoin (surtout dans les structures de santé).
- Veillez à ce que le couvercle soit toujours replacé sur le trou de défécation afin de réduire la prolifération des mouches et les mauvaises odeurs à l'intérieur et autour de la superstructure des latrines.
- Tâchez de faire nettoyer / désinfecter quotidiennement les dalles et leurs abords. N'oubliez pas de nettoyer et désinfecter les poignées. Uniquement en cas d'épidémie de maladies hautement infectieuses (choléra, fièvres hémorragiques virales, etc.), il est permis de verser des désinfectants ou des excréments mélangés à une solution (fortement) chlorée dans une fosse de latrine.
- Ajoutez, si possible quotidiennement, des cendres de bois à la fosse. Cela réduit sensiblement les odeurs et peut accélérer l'élimination des agents pathogènes. La chaux (vive) réduira aussi les odeurs, mais peut ralentir la décomposition des matières fécales.
- Vérifiez soigneusement si les installations pour la gestion des eaux usées fonctionnent correctement et procédez aux entretiens requis sur le bac dégraisseur (F.T. 4.04).



### Légende

### Apport

1. Poignée (pour qu'un enfant puisse s'y tenir lorsqu'il s'accroupit)
2. Dalle avec repose-pieds adaptés
3. Trous de défécation (taille adaptée pour les enfants) avec couvercle
4. Superstructure ouverte
5. Toit
6. Canal de drainage

- Matériaux pour clôture provisoire
- Mètre ruban, cordeau et piquets
- Pelle, houe, pioche, barre à mine
- Briques en terre cuite ou blocs de ciment / béton à 300 kg/m<sup>3</sup>
- Fers à béton (8 mm)
- Outils pour préparer et couler le béton
- Toile de jute ou bâche en plastique
- Dalle préfabriquée (adaptée aux enfants) avec couvercle
- Matériaux et outils pour la superstructure
- Approvisionnement en eau avec robinet et système d'évacuation
- Savon ou cendres
- Nécessaire pour l'hygiène anale (si besoin)

La figure illustre des latrines pour enfants sur une base en béton (cf. F.T. 3.04). Elles peuvent également être installées sur des parois intégrales (F.T. 3.07), selon les conditions du sol et/ou les compétences du maçon.

*Les dimensions (en cm) sont fournies à titre indicatif et doivent être adaptées au contexte.*

## Remarques

- Lors de la sélection du site, assurez-vous que les bâtiments (structures de santé, par exemple) et les zones d'habitation ne sont pas sous le vent par rapport aux latrines pour enfants.
- Avant de pouvoir creuser la fosse, il faut déterminer la profondeur de la nappe phréatique. Dans les sols homogènes, le fond de la fosse doit se situer au moins à 1,5 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique. La distance verticale requise pour les sols hétérogènes est toutefois difficile à prédire.
- La profondeur de la nappe phréatique peut être estimée via la vérification du niveau de l'eau dans les puits proches. Une autre option consiste à introduire une barre métallique telle qu'un fer à béton ou un ou plusieurs tuyaux galvanisés de ½" dans le sol, à 1,5 m sous la profondeur de fosse requise. Lors de leur extraction, le fer à béton ou le tuyau avec la terre qu'il contient doivent être secs. Sinon, la profondeur de la fosse doit être adaptée en conséquence. Les sols saturés d'eau après de fortes pluies peuvent donner une fausse idée du niveau réel de la nappe phréatique.
- Prévoyez une profondeur libre de 0,5 m dans le calcul du format de la fosse afin d'éviter les visions désagréables et les éclaboussures d'excréta. Cela permet également de recouvrir les excréta de manière sûre quand la latrine (ou la batterie de latrines) est remplie, sans causer de nuisances dues aux mouches et aux odeurs. Cet espace libre ne fait pas partie du volume effectif de la fosse. Cela signifie, par exemple, qu'une fosse d'une profondeur maximale de 2 m (donc d'une profondeur effective de 1,5 m seulement) ne durera qu'environ 2 ans si elle est utilisée normalement par 20 enfants (avec un taux d'accumulation de 0,04 m<sup>3</sup>/enfant).
- Une méthode de construction alternative réside dans la fosse circulaire individuelle, qui est souvent plus difficile à excaver mais moins susceptible de s'effondrer grâce à l'effet de voûte naturel. Si nécessaire, la fosse circulaire peut être consolidée à l'aide d'une ou plusieurs buses en béton (F.T. 2.06). Il existe encore d'autres méthodes et matériaux de construction valables pour les fosses de latrines (circulaires), mais ils sortent du champ d'application de ce guide. Contactez votre technicien de référence pour de plus amples informations.
- Si le sous-sol est très rocheux, la zone sujette aux inondations ou le niveau de la nappe phréatique élevé, il faudra construire une partie de la fosse dans le sol (au moins à 0,5 m de profondeur) et la partie restante hors-sol dans une butte de terre très bien compactée. D'où l'application d'une technique de construction spécifique comme décrit à la F.T. 3.12.
- Il est recommandé d'utiliser des dalles en béton (F.T. 3.05, 3.07), certainement pour les structures de santé. Il est préférable d'éviter les dalles en bois dans la mesure du possible en raison des problèmes de vieillissement et de termites. En cas d'utilisation, la qualité du bois et son imprégnation (à l'huile de vidange contre les termites) sont importantes. Les planches en bois doivent être protégées au moyen d'une bâche en plastique afin de faciliter leur entretien. Les dalles en rondins doivent être recouvertes de terre compactée et d'une bâche plastique. Le contrôle régulier des dalles en bois et leur remplacement si nécessaire sont des mesures de sécurité essentielles.
- Si la superstructure n'est pas réalisée en maçonnerie, quelques pieux verticaux peuvent être installés avant le coulage de la base en béton (F.T. 3.04), afin de disposer d'ancrages pour la bâche plastique, les tôles ondulées ou le matériau local.
- Comme la superstructure des latrines pour enfants est totalement ouverte, il est impossible de créer un peu d'obscurité, par conséquent le principe du piège à mouches VIP (F.T. 3.07) ne fonctionnera pas. La superstructure ouverte implique aussi la nécessité de couvercles, par conséquent le principe de ventilation VIP ne fonctionnera pas non plus et les tuyaux de ventilation ne seront pas requis.
- S'il y a des enfants à mobilité réduite, assurez-vous également d'équiper certaines latrines d'éléments spécifiques, tels que des mains courantes et un siège (amovible), car certains d'entre eux seront incapables de s'accroupir (section 3.5 Bibliographie recommandée). Il est même recommandé d'équiper toutes les latrines pour enfants de poignées.
- L'installation d'un éclairage à l'intérieur et aux abords des latrines pour enfants pendant la nuit est vivement recommandée pour des raisons de sûreté et de sécurité.
- La pulvérisation d'insecticides à effet rémanent (F.T. 7.15) sur les parois internes des superstructures (bâche plastique incluse) peut exercer un impact important sur la population de mouches.
- Lorsque les latrines pour enfants sont quasi remplies (0,5 m en dessous de la dalle), désinfectez la superstructure et les dalles, et déplacez-les (si possible et si elles sont encore en bon état) vers un endroit proche. L'ancienne fosse peut être remplie d'un mélange de terre sèche et de cendres de bois. Si la base est encore en bon état, elle peut être réutilisée après avoir recréusé la fosse après au moins 2 ans d'inutilisation. Si les latrines sont démolies, des arbres absorbant l'eau (manguiers, par exemple) peuvent être plantés dans la fosse afin de stabiliser le sous-sol.
- Durant la première phase du projet de latrines, l'objectif de 1 latrine pour 20 enfants peut ne pas être immédiatement réalisable.
- Les petits pots peuvent (parfois) s'avérer une alternative acceptable aux latrines à fosse pour enfants. Ils devront être vidés et nettoyés après chaque usage.

## F.T. 3.07 Latrines ventilées améliorées (V.I.P.)

La latrine VIP surclasse la latrine à fosse simple via quelques caractéristiques spécifiques. Ainsi, elle utilise le déplacement d'air dans son tuyau de ventilation pour chasser les gaz de la fosse et donc produire moins de nuisances dues aux odeurs. Les mouches essayant de quitter la fosse sont attirées par la lumière au sommet du tuyau de ventilation mais meurent car le treillis les empêche de partir. La latrine VIP constitue donc aussi un excellent piège à mouches.

### Construction

- Déterminez le volume effectif de la fosse, qui dépend du nombre d'utilisateurs potentiels, du taux d'accumulation et de la durée de vie souhaitée pour la latrine (section 3.4.6). Si des dalles VIP standardisées (F.T. 3.08) de dimensions fixes sont utilisées pour une batterie de latrines d'un certain volume global, seule la profondeur requise devra être déterminée, compte tenu de l'espace libre de 0,5 m.
- Choisissez un site situé à 30 m minimum (plus pour les sous-sols fissurés et le calcaire) et en aval de toutes les ressources en eau ainsi que des aires de stockage et de traitement d'eau. La (batterie de) latrine(s) VIP doit avoir un accès aisé, à 5 m minimum et 50 m maximum des habitations (< 30 m des bâtiments de structures de santé).
- Préparez le site pour la construction : enlevez tous les débris, aplanissez la surface, dressez une clôture provisoire, testez la texture et la perméabilité du sol (F.T. 4.05), déterminez la profondeur de la nappe phréatique et acheminez les matériaux et l'équipement requis.
- Délimitez à l'aide de cordeaux la zone d'excavation d'après les dimensions externes de la fondation, comme illustré à la figure B. Le tracé de la zone d'excavation peut être légèrement agrandi pour faciliter les travaux de construction ultérieurs. Pour les terres non consolidées (sablonneuses, p.ex.), il peut s'avérer nécessaire de creuser des parois coniques afin d'éviter un effondrement.
- Creusez la fosse. Le fond de la fosse doit se situer au moins à 1,5 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique.
- Aménagez, dans la fosse excavée, un ensemble de tranchées de 0,25 m de profondeur comme illustré à la figure B.
- Préparez quelques fers à béton et installez-les à l'intérieur de l'ensemble des tranchées. Assurez-vous que les fers à béton demeurent à 30 mm minimum des côtés et du fond de l'ensemble des tranchées (utilisez des éléments séparateurs).
- Coulez du béton (300 kg/m<sup>3</sup> ; F.T. 2.05) à l'intérieur de l'ensemble des tranchées afin de réaliser la fondation de la fosse. Faites vibrer le béton pour en chasser l'air. Maintenez le béton humide pendant une semaine à l'aide d'une bâche en plastique ou d'une toile de jute à humidifier deux fois par jour.
- Recreusez 0,05 m de terre dans les compartiments de la fondation, lorsque le béton a pris.
- Réalisez au-dessus de la fondation (cure pendant 3 jours minimum), des parois à joints ouverts (murs ajourés) ainsi que les murs de séparation étanches (murs pleins) divisant la fosse en plusieurs compartiments (voir la figure C). Pour pouvoir résister à la pression du sol, les parois et les murs de séparation, réalisés en blocs de ciment ou à l'aide d'une double couche de briques en terre cuite, doivent se chevaucher correctement dans tous les angles de coins (voir la figure D).
- Réalisez une maçonnerie étanche (murs pleins) à l'aide de blocs en ciment ou d'une double couche de briques en terre cuite au-dessus des parois à joints ouverts et des murs de séparation.
- Préparez le coffrage du chaînage en béton armé au-dessus des parois et des murs de séparation.
- Préparez les fers à béton requis et installez-les tous les 0,2 m dans le coffrage (comme à la figure E). Assurez-vous qu'ils demeurent à 25 mm minimum des bords du coffrage (utilisez des éléments séparateurs).
- Coulez le béton (300 kg/m<sup>3</sup>) dans le coffrage, en tapant doucement sur ses côtés. Il est également possible de faire vibrer le béton en le remuant à l'aide d'un fer à béton. Maintenez le béton humide pendant une semaine afin d'assurer une cure correcte.
- Versez une couche de béton maigre (150 kg/m<sup>3</sup> ; F.T. 2.05) au fond de la fosse. Elle offrira un support supplémentaire aux parois. Maintenez ce béton humide et recouvrez la fosse entière d'une bâche en plastique.
- Installez des dalles VIP préfabriquées (F.T. 3.08) sur le chaînage que vous aurez laissé durcir pendant au moins 3 jours. Pour assurer une bonne assise, chaque dalle doit présenter un chevauchement adéquat avec les parois et les murs de séparation (respectivement 0,15 et 0,075 m) sur tout son pourtour, et être fixée via une couche de mortier de 10 mm d'épaisseur.
- Remblayez l'espace entre les parois de la fosse et le trou excavé avec du gravier (partie en murs ajourés) et de la terre compactée (partie en murs pleins et chaînage en béton).
- Ajoutez une couche imperméable (mortier ou argile) contre la partie hors-sol du chaînage.
- Construisez, au-dessus des dalles, une superstructure adaptée aux préférences locales. Elle peut être réalisée en maçonnerie, en bois ou en matériaux locaux. Une bâche en plastique ne convient pas car

elle pourrait créer trop peu d'obscurité pour le fonctionnement du principe VIP (attraction des mouches par la lumière qui entre uniquement via le tuyau de ventilation).

- Dotez la superstructure d'un toit avec une pente acheminant les eaux de pluie vers l'arrière des latrines.

## Légende

## Apport

A. Coupe verticale de la latrine VIP

B. Dimensions de la fondation (exemple pour 3 compartiments)

C. Dimensions des parois et des murs de séparation

D. Détail d'un chevauchement de maçonnerie dans un coin des parois

E. Détail de l'armature du chaînage

1. Volume effectif de la fosse (remplie)
2. Trou de défécation sans couvercle
3. Dalle
4. Repose-pieds
5. Superstructure (semi-obscurité à l'intérieur)
6. Toit
7. Tuyau de ventilation (dimensions internes selon le matériau utilisé)
8. Treillis anti-mouches (matériau résistant à la corrosion et aux UV)
9. Canal de drainage sur les côtés et à l'arrière de la latrine
10. Aquifère (nappe phréatique)
11. Fondation en béton armé
12. Béton maigre pour la stabilisation (optionnel)
13. Maçonnerie à joints ouverts (murs ajourés)
14. Maçonnerie en murs pleins
15. Chaînage en béton armé
16. Chaînage intermédiaire en béton armé (selon la hauteur des parois (> 3 m de profondeur) et la stabilité de la terre)
17. Couche imperméable
18. Entrée d'air et de lumière recouverte d'un treillis (moustiquaire) (une seule, surface = au moins 3 fois la section du tuyau de ventilation)

- Matériaux pour clôture provisoire
- Cordeau, piquets et mètre ruban
- Pelles, pioches, barres à mine
- Sable, ciment, gravier et eau propre
- Fers à béton
- Outils pour préparer et couler le béton
- Toile de jute ou bâche en plastique
- Briques en terre cuite ou blocs de ciment
- Outils de maçonnerie
- Dalles VIP préfabriquées
- Matériaux et outils pour réaliser la superstructure
- Tuyau en PVC (de préférence d'un diamètre de 150 mm)
- Treillis (moustiquaire, par exemple)
- Maçon expérimenté et 1 ou 2 manœuvres
- Approvisionnement en eau avec robinet et système d'évacuation
- Savon ou cendres, nécessaire pour l'hygiène anale (si besoin)
- Poubelle pour les serviettes hygiéniques (si nécessaire)

$$L = (n \times b) + 0,15m$$

Où L = longueur totale de la fondation

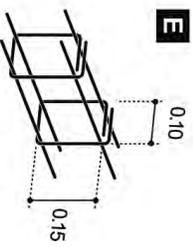
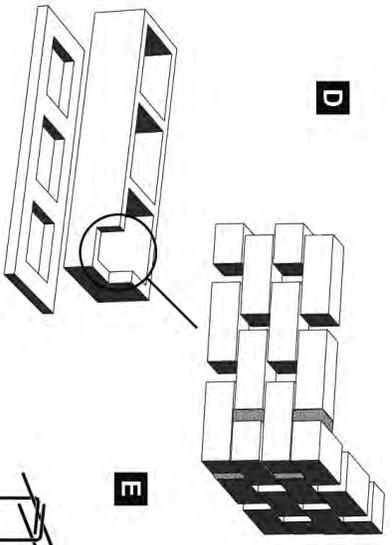
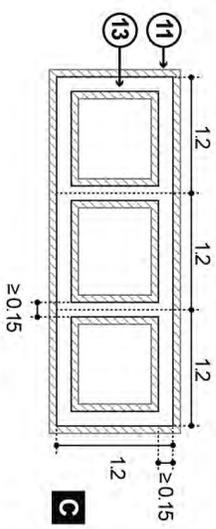
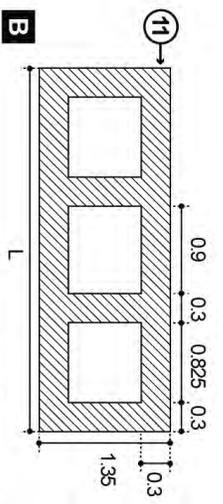
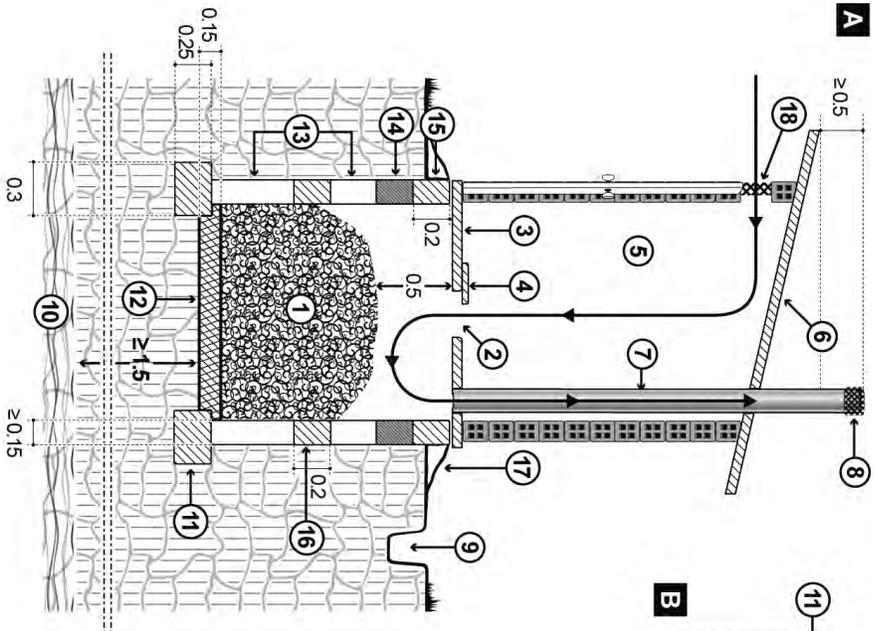
n = nombre de dalles (max. 6)

b = largeur d'une dalle

Les dimensions sont indiquées en m.

## Procédure et entretien

- Ne placez pas un couvercle sur le trou de défécation d'une latrine VIP car cela empêcherait la circulation d'air requise pour la ventilation.
- Assurez-vous qu'il y a toujours de l'eau et du savon (ou des cendres) au point de lavage des mains situé à proximité.
- Prévoyez le nécessaire pour l'hygiène anale si besoin (surtout dans les structures de santé).
- Tâchez de faire nettoyer quotidiennement les dalles et leurs abords. Ne jamais verser de désinfectants (produits chlorés, p.ex.) ou d'autres substances chimiques dans les fosses car ils peuvent inhiber la décomposition naturelle des matières fécales. Uniquement en cas d'épidémie de maladies hautement infectieuses (choléra, fièvres hémorragiques virales, etc.), il est permis de verser des désinfectants ou des excréments mélangés à une solution (fortement) chlorée dans une fosse de latrine.
- Ajoutez, si possible quotidiennement, des cendres de bois à la fosse. Cela réduit davantage les odeurs et peut accélérer l'élimination des agents pathogènes. La chaux (vive) réduit aussi les odeurs mais peut ralentir le processus de décomposition.
- Versez de temps à autre un seau d'eau dans les tuyaux de ventilation afin d'enlever les toiles d'araignées et les mouches mortes, susceptibles d'obstruer la ventilation. Vérifiez également si les treillis au sommet des tuyaux de ventilation et au-dessus des portes sont toujours intacts, et remplacez-les si nécessaire.



## Remarques

- Lors de la sélection du site, assurez-vous que les bâtiments (structures de santé, par exemple) et les zones d'habitation ne sont pas sous le vent par rapport aux latrines VIP. Les latrines VIP devraient aussi être construites sur un espace ouvert, loin des arbres, des bâtiments ou d'autres objets susceptibles de réduire la circulation de l'air.
- Il est déjà arrivé que des latrines excavées dans des sols (instables) s'effondrent, causant parfois de graves accidents. La méthode décrite plus haut concerne les batteries de latrines comportant jusqu'à 6 dalles VIP standard (F.T. 3.08), avec une profondeur de fosse maximale de 3 m. C'est une méthode sûre pour tous types de sols afin de prévenir l'effondrement des (longues) fosses rectangulaires. Pour les fosses de plus de 3 m de profondeur, il est recommandé de couler un chaînage intermédiaire à mi-hauteur des parois.
- Prévoyez une profondeur libre de 0,5 m dans le calcul des dimensions de la fosse afin d'éviter les visions désagréables et les éclaboussures d'excréta. Cela permet également de recouvrir les excréta de manière sûre quand la latrine (ou la batterie de latrines) est remplie, sans causer de nuisances dues aux mouches et aux odeurs. Cet espace libre ne fait pas partie du volume effectif de la fosse.
- Avant de pouvoir creuser la fosse, il faut déterminer la profondeur de la nappe phréatique. Dans les sols homogènes, le fond de la fosse doit se situer au moins à 1,5 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique. La distance verticale requise pour les sols hétérogènes est toutefois difficile à prédire.
- La profondeur de la nappe phréatique peut être estimée via la vérification du niveau de l'eau dans les puits proches. Une autre option consiste à introduire une barre métallique telle qu'un fer à béton ou un ou plusieurs tuyaux galvanisés de ½" dans le sol, à 1,5 m sous la profondeur requise. Lors de leur extraction, le fer à béton ou le tuyau avec la terre qu'il contient doivent être secs. Sinon, la profondeur de la fosse doit être adaptée en conséquence. Les sols saturés d'eau après de fortes pluies peuvent donner une fausse idée du niveau réel de la nappe phréatique.
- Les latrines VIP uniques peuvent aussi être réalisées selon la méthode décrite plus haut. Une alternative réside dans la fosse circulaire individuelle, qui est souvent plus difficile à excaver mais moins susceptible de s'effondrer grâce à l'effet de voûte naturel. Si nécessaire, la fosse circulaire peut être consolidée à l'aide d'une ou plusieurs buses en béton (F.T. 2.06). Il existe encore d'autres méthodes et matériaux de construction valables, mais ils sortent du champ d'application de ce guide. Contactez votre technicien de référence pour de plus amples informations.
- Les latrines VIP peuvent être creusées dans des sols imperméables (argile, par exemple) mais vu leur faible taux d'infiltration, elles devront être vidées fréquemment de manière sûre (F.T. 3.13).
- Si les sols sont instables, la fosse devra être soutenue par des étais durant les travaux ou faire l'objet d'une excavation conique.
- Si le sous-sol est très rocheux, la zone sujette aux inondations ou le niveau de la nappe phréatique élevé, la méthode décrite plus haut peut être adaptée en construisant une partie de la fosse dans le sol (au moins à 0,5 m de profondeur) et la partie restante hors-sol dans une butte de terre très bien compactée (F.T. 3.12).
- Le durcissement des éléments en béton dépend de la température ambiante. Le délai proposé de 3 jours avant que la construction puisse être poursuivie sur les éléments en béton (tout en maintenant leur humidité) concerne des températures d'au moins 20°C. Pour les températures plus basses, il faudra attendre plus longtemps.
- La porte d'une superstructure VIP doit se fermer automatiquement. Chaque porte devrait être surmontée d'un trou de ventilation. Ce trou doit avoir une surface au moins trois fois supérieure à la section transversale du tuyau de ventilation, et être recouvert d'un treillis (moustiquaire).
- Si la population l'accepte, la superstructure d'une latrine VIP unique ou double peut aussi être réalisée en spirale et dépourvue de porte. Ce système assure encore une obscurité suffisante pour le fonctionnement du principe VIP.
- La séparation en compartiments individuels par des murs solides allant du fond jusqu'au sommet de la fosse est nécessaire pour éviter des raccourcis au niveau de la circulation d'air entre les différents trous de défécation, ce qui empêcherait le principe de ventilation VIP. Cela signifie aussi que chaque compartiment de la batterie de latrines VIP doit avoir son propre tuyau de ventilation.
- Chaque tuyau de ventilation doit être vertical et dépasser le toit de la latrine d'au moins 0,5 m (comme illustré à la figure A). Le trou par lequel ce tuyau traverse le toit doit être étanche afin d'éviter

les fuites. Le tuyau doit également être à ras du niveau inférieur de la dalle. Pour assurer un meilleur ancrage du tuyau de ventilation en plastique, un collier fixé sur ce dernier peut être scellé avec du mortier dans la dalle. Une alternative consiste à doter d'emblée la dalle de latrine VIP d'une courte section de tuyau (tuyau guide), ancrée dans le béton. Elle doit être à ras du niveau inférieur de la dalle et dépasser d'au moins 0,1 m au-dessus. Une fois la dalle installée, le tuyau de ventilation peut être glissé sur le tuyau guide. Ce dernier facilite la construction, mais rend le transport de la dalle plus difficile (sans rupture du tuyau guide).

- Si les tuyaux de ventilation sont en PVC, leur diamètre sera idéalement de 150 mm, et de 110 mm minimum. Le fait d'avoir un tuyau de ventilation sombre et orienté vers le soleil à l'extérieur de la superstructure peut améliorer la ventilation de la latrine VIP lors des jours peu venteux, mais rend la construction plus complexe.
- Au lieu d'un tuyau de ventilation cylindrique en plastique, des alternatives locales telles que des roseaux ou des briques recouvertes d'un enduit de terre ont déjà été utilisées. Si le tuyau de ventilation est réalisé en briques, il aura une forme carrée avec des dimensions internes d'au moins 225 mm x 225 mm, car leur surface plus rugueuse (mais de préférence enduite) diminue la circulation d'air. La taille du trou dans la dalle de la latrine doit être adaptée en conséquence.
- Le piège à mouches en haut du tuyau de ventilation doit être en acier inoxydable, aluminium ou fibre de verre revêtue de PVC, car les gaz émanant des latrines sont très corrosifs pour les métaux tendres. L'acier inoxydable semble le meilleur choix pour le piège à mouches mais aussi le matériau le plus coûteux, tandis que l'aluminium semble offrir le meilleur rapport qualité/prix. S'il n'y a vraiment aucun autre matériau disponible, optez en derniers recours pour un treillis métallique peint.
- Des latrines VIP séparées peuvent s'avérer nécessaires pour les deux sexes. Le personnel de la structure de santé doit toujours disposer de ses propres latrines, séparées des installations destinées aux patients et visiteurs. Les latrines VIP ne conviennent pas vraiment pour les petits enfants. Il peut donc s'avérer nécessaire de construire des latrines spéciales pour les enfants (F.T. 3.06).
- S'il y a des personnes à mobilité réduite dans la population, il faudra peut-être redimensionner la superstructure de certaines latrines VIP. Assurez-vous également d'équiper ces latrines VIP adaptées d'éléments spécifiques, tels que des mains courantes et un siège (amovible), car certaines de ces personnes à mobilité réduite seront incapables de s'accroupir (section 3.5 Bibliographie recommandée). N'oubliez pas de nettoyer et désinfecter régulièrement ces éléments spécifiques.
- Un mur ou un écran non transparent supplémentaire face à l'entrée de la latrine VIP (ou de la batterie de latrines VIP) renforcera l'intimité et permettra un usage plus fréquent de l'installation. Cet écran / ce mur ne doit toutefois pas obstruer la circulation d'air requise pour le fonctionnement du principe VIP.
- Veillez à prévoir des installations correctes pour se laver les mains avec de l'eau et du savon (ou des cendres) à proximité directe des latrines VIP. Les latrines VIP pour les personnes handicapées (fauteuil roulant) devraient inclure, à l'intérieur de la superstructure, des installations pour le lavage des mains. Assurez-vous que les installations pour la gestion des eaux usées soient correctement entretenues.
- La mise en place d'une poubelle à proximité des latrines VIP est recommandée pour l'élimination des serviettes hygiéniques.
- Dans certains contextes, il peut s'avérer intéressant d'intégrer les latrines VIP dans des blocs sanitaires avec des installations destinées à l'hygiène personnelle telles que des douches (à seau) (F.T. 4.01). Si les femmes utilisent des serviettes hygiéniques réutilisables, des éviers spéciaux et des fils de séchage pourraient être prévus dans les blocs féminins.
- L'installation d'éclairages extérieurs aux abords des latrines VIP est vivement recommandée pour des raisons de sûreté et de sécurité.
- La pulvérisation d'insecticides à effet rémanent (F.T. 7.15) sur les parois internes des superstructures des latrines VIP peut exercer un impact important sur la population de mouches.
- Lorsque la fosse est quasi pleine (0,5 m en dessous de la dalle), fermez-la en la remplissant d'un mélange de terre sèche et de cendres de bois. Comme les latrines VIP impliquent un investissement considérable, il convient de vérifier au préalable si elles peuvent être vidées correctement (FT. 3.13). Une fosse entièrement maçonnée risque moins de s'effondrer, ce qui permet d'ajouter de l'eau pour rendre la boue plus liquide. Évitez néanmoins de vider les latrines VIP manuellement avant au moins deux ans. Des latrines à double fosse (F.T. 3.09) peuvent être envisagées à titre d'alternative. Si les latrines VIP sont démolies, des arbres absorbant l'eau (manguiers, par exemple) peuvent être plantés dans la fosse afin de stabiliser le sous-sol.

## F.T. 3.08 Dalle de latrine V.I.P.

Une dalle appropriée est une composante essentielle d'une latrine VIP du point de vue de la sécurité, de la facilité d'utilisation et de l'entretien. Les dalles en béton armé peuvent répondre à ces critères. Elles sont en outre faciles à réaliser pour un coût relativement faible.

### Construction

- Réalisez un moule en bois ou métal avec des dimensions internes adaptées à la taille de la dalle, et un gabarit en bois ou métal pour le trou de défécation et celui du tuyau de ventilation.
- Placez le moule sur une surface plane recouverte d'une couche de sable, d'une bâche en plastique ou de papier.
- Découpez les fers à béton à la longueur requise à l'aide d'une scie à métaux ou d'une pince coupante, et assemblez-les au moyen de fils métalliques (voir la figure). Réalisez 4 poignées ; pour chaque poignée, pliez un fer à béton en forme de U intégrant 2 tuyaux guides.
- Enduisez l'intérieur du moule et la surface de contact des gabarits au moyen d'un produit huileux tel que de l'huile de vidange afin d'éviter que le béton n'y adhère.
- Placez les fers à béton sur des éléments séparateurs d'environ 2,5 - 3 cm de haut à l'intérieur du moule. Installez également les 4 poignées aux coins de la dalle, en veillant à ce que leurs tuyaux guides soient bien incorporés dans le béton.
- Placez les gabarits dans le moule, à la position correcte (voir figure).
- Préparez du béton à 300 kg/m<sup>3</sup> (F.T. 2.05).
- Versez le béton et faites-le vibrer en tapant avec un marteau sur les côtés du moule.
- Positionnez immédiatement les repose-pieds (réalisés en briques, par exemple).
- Répandez directement un peu de ciment sur le béton humide et polissez la surface. Finalisez la dalle en réalisant des courbes en pente autour des trous de défécation et des repose-pieds (utiles lors du nettoyage de la dalle).
- Recouvrez la dalle d'une bâche en plastique ou d'une toile de jute et arrosez-la d'eau deux fois par jour afin de la maintenir humide pendant la période de cure.
- Enlevez le moule et les gabarits après 24 heures, recouvrez la dalle avec la bâche plastique ou la toile de jute et maintenez-la humide.
- Laissez la cure s'effectuer pendant 7 jours à l'ombre pour que le béton se renforce avant d'installer la dalle sur la fosse.

### Légende

### Apport

1. Trou de défécation (sans couvercle)	- Ciment : 3/5 de sac de 50 kg
2. Repose-pieds	- Sable : environ 42 l
3. Trou du tuyau de ventilation	- Gravier : environ 84 l
4. Fers à béton de 8 mm	- Eau potable (propre, non salée)
5. Poignées pour faciliter le transport de la dalle	- Bois de coffrage, hauteur min. 70 mm : environ 5 m
6. Gabarit conique pour le trou de défécation	- Scie, marteau et clous
7. Gabarit conique pour le trou du tuyau de ventilation	- Fers à béton, diamètre min. 6 mm : environ 15 m
8. Lignes indiquant le chevauchement avec les parois de la fosse	- Scie à métaux ou pince coupante pour fers à béton et tenailles
	- Fil pour l'assemblage des fers à béton
	- Mètre ruban
	- Pelle et seau
	- Bac ou plaque pour le mélange du béton
	- Truelle, lisseuse
	- Briques pour les repose-pieds
	- Sections de tuyaux (en plastique)
	- Gabarits

Les dimensions sont en cm.



## Remarques

- Si vous entamez un programme de construction de latrines, cela vaut la peine de créer un atelier pour une production continue de dalles. Cet atelier doit disposer d'un point d'eau, d'un lieu d'entreposage pour les outils et d'une zone couverte pour le coulage et la cure des dalles.
- La taille de la dalle doit être adaptée à celle de la fosse. Pour des raisons sécuritaires et pratiques (poids de la dalle), il est néanmoins fortement recommandé d'utiliser les dimensions de dalle proposées dans la figure et d'adapter la taille de la fosse en conséquence (F.T. 3.07). Tenez compte du fait que la dalle doit dépasser chaque côté des parois de 15 cm afin d'assurer une bonne assise. Si plusieurs dalles VIP sont mises côte à côte, elles doivent reposer correctement sur les murs de séparation de la fosse, avec un appui d'au moins 7,5 cm. Les dalles doivent être fixées à la maçonnerie au moyen de mortier afin d'éviter la circulation d'air entre les trous de défécation et d'empêcher l'accès aux mouches et autres vecteurs.
- S'il faut produire un petit nombre de dalles, le moule peut aussi être remplacé par une excavation peu profonde dans le sol, recouverte d'une bâche en plastique. Les dimensions demeurent identiques.
- N'oubliez pas les poignées car il est très difficile de déplacer la dalle s'il n'y en a pas. Les figures suggèrent des poignées qui s'enfoncent dans la dalle après l'installation. Cela réduit les risques de chute et facilite la construction de la superstructure. Assurez-vous que les poignées s'intègrent dans les lignes indiquant le chevauchement avec les parois de la fosse. De simples poignées incorporées dans le béton peuvent également convenir.
- N'oubliez pas le trou destiné au tuyau de ventilation (diamètre préconisé pour les tuyaux en plastique : 15 cm), le plus loin possible du trou de défécation (au moins 30 cm), mais à distance des bords où la dalle sera posée sur les murs de support de la fosse. Une alternative consiste à intégrer immédiatement un tuyau guide (tuyau en plastique dépassant d'au moins 0,1 m au-dessus de la dalle, mais à ras de son niveau inférieur), sur lequel le tuyau de ventilation sera installé ultérieurement.
- Les gabarits destinés au trou de défécation et au trou du tuyau de ventilation doivent être coniques pour faciliter leur retrait du béton.
- Les repose-pieds sont essentiels pour que l'utilisateur puisse se positionner correctement au-dessus du trou de défécation (surtout pendant la nuit).
- Si la dalle est destinée à des latrines pour enfants, les dimensions du trou de défécation et des repose-pieds doivent être adaptées (F.T. 3.06), et le trou du tuyau de ventilation n'est pas nécessaire, car le principe VIP ne fonctionnera de toute façon pas avec la superstructure ouverte.
- Si possible, réalisez une pente douce et lisse sur toute la surface de la dalle en direction du trou de défécation ; cela évitera la stagnation de liquide et facilitera son nettoyage.
- Veillez à la cure (7 jours à l'ombre, maintien de l'humidité) : elle influe considérablement sur la résistance de la dalle.

## F.T. 3.09 Latrine à double fosse

Afin d'économiser à long terme de l'espace et de l'argent, les latrines à double fosse peuvent être utilisées dans les endroits requérant des toilettes durables (lieux publics, structures de santé, etc.). Elles génèrent aussi un bon amendement de sol. Ce type de latrine se construit sur une fosse maçonnée aux murs ajourés, divisée en deux par un mur de séparation fermé. Comme les deux fosses sont utilisées en alternance, elles peuvent être vidées en toute sécurité et réutilisées. Ce système est donc permanent et particulièrement approprié pour les situations stabilisées. Pour les installations collectives, plusieurs fosses peuvent être construites en série.

### Construction

La construction d'une latrine à double fosse est très similaire à celle d'une batterie de latrines VIP (F.T. 3.07) avec deux compartiments, mais sa structure présente quelques spécificités décrites ci-dessous :

- Chaque fosse individuelle doit avoir une capacité de stockage suffisante pour durer au moins deux ans.
- Leurs dimensions doivent être adaptées afin de permettre un accès aisé à chaque fosse durant la procédure de vidange. Les dimensions extérieures suggérées pour les parois de la latrine à double fosse complète sont de 2,4 m x 2,0 m, pour autant que cela permette de maintenir le fond de la fosse 1,5 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique (en tenant compte du taux d'accumulation et de l'espace libre de 0,5 m nécessaire au remblaiement quand une des fosses est remplie ; section 3.4.6). Pour ces dimensions des parois, la surface externe de la fondation devrait mesurer 2,55 m x 2,15 m. Le chaînage doit inclure une poutre centrale capable de soutenir les dalles de latrines de taille standard.
- Des dalles de taille standard (F.T. 3.05) peuvent être utilisées si le tuyau de ventilation se situe en dehors de la superstructure. Une alternative consiste à couler une grande dalle in situ sur toute la surface destinée à la superstructure.
- Il conviendrait de couler 8 petites dalles en béton armé par latrine à double fosse (pour les dimensions des parois suggérées, chaque dalle devrait mesurer 1,0 m x 0,3 m) :
  - 6 dalles standard dotées de poignées sur leurs côtés.
  - 2 dalles avec un trou de ventilation adapté au tuyau de ventilation disponible (idéalement un tuyau en PVC d'un diamètre de 150 mm, ou 110 mm minimum).
  - Les dalles devront être fixées à l'arrière des parois au moyen de mortier.
  - Les tuyaux de ventilation devront être ancrés à l'extérieur de la superstructure afin de ne pas être emportés en cas de vents violents. S'ils sont exposés au soleil, des tuyaux de ventilation de couleur sombre faciliteront la circulation d'air durant les jours peu venteux.

### Procédure

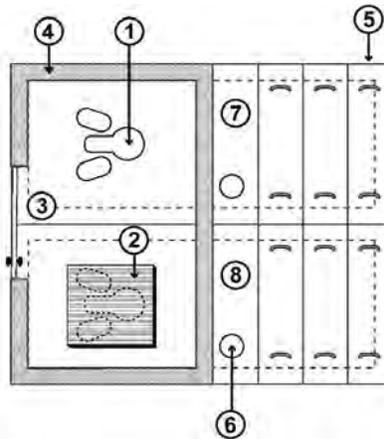
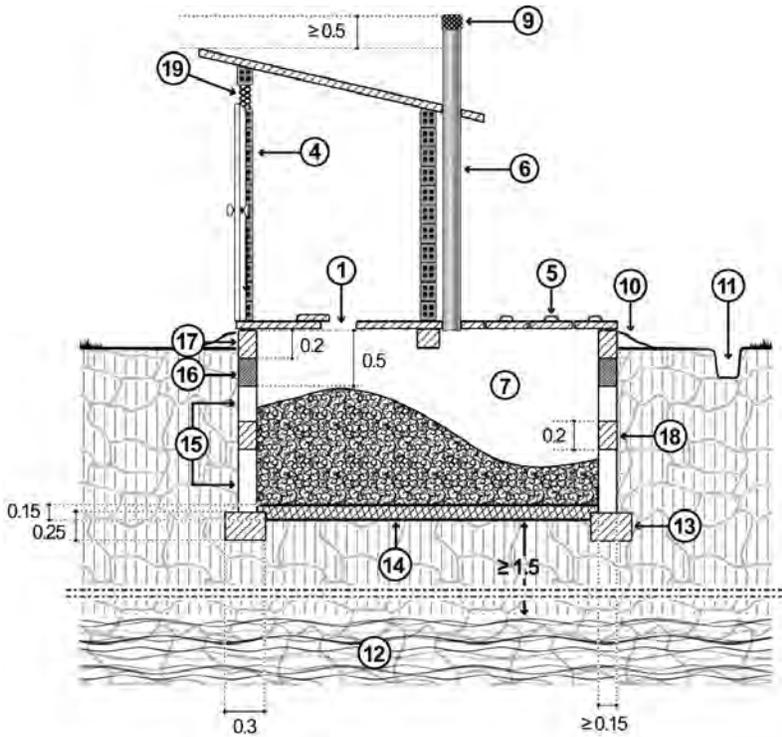
Après une période d'au moins 2 ans, la première fosse sera pleine (remplie jusqu'à 0,5 m sous la dalle) :

- Remplissez la première fosse avec un mélange de cendres de bois et de terre sèche.
- Fermez le trou de défécation au moyen d'un couvercle fixé à l'aide d'une fine couche de mortier.
- Ouvrez la seconde fosse.

Après une autre période d'au moins deux ans, la deuxième fosse sera pleine (remplie jusqu'à 0,5 m sous la dalle) :

- Remplissez la deuxième fosse avec un mélange de cendres de bois et de terre sèche.
- Fermez le trou de défécation au moyen d'un couvercle fixé à l'aide d'une fine couche de mortier.
- Ouvrez les petites dalles rectangulaires de la première fosse.
- Videz la première fosse de son contenu, qui s'est transformé en matière inoffensive ("compost").
- Remplacez les petites dalles rectangulaires sur une couche de mortier.
- Rouvrez le trou de défécation de la première fosse.

Ainsi, l'alternance entre les fosses pourra être répétée indéfiniment jusqu'à ce que les latrines soient totalement usées. Les matières extraites sont inoffensives et génèrent également un bon amendement de sol, doté d'une certaine capacité fertilisante.



### Légende

1. Trou de défécation en service
2. Trou de défécation en attente (fermé)
3. Dalle (éventuellement coulée sur site)
4. Superstructure avec porte (semi-obscurité à l'intérieur)
5. Petites dalles amovibles
6. Tuyaux de ventilation

### Apport

- Cordeau, piquets et mètre ruban
- Pelle, pioche, barre à mine
- Sable, ciment, gravier et eau propre
- Fers à béton
- Outils pour préparer et couler le béton
- Toile de jute ou bâche en plastique
- Briques en terre cuite ou blocs de ciment

## Légende

## Apport

7 - 8. Double fosse avec séparation	- Outils de maçonnerie
9. Treillis (moustiquaire) (matériau résistant à la corrosion et aux UV)	- Dalles standard et de petit format préfabriquées
10. Couche imperméable (mortier ou argile)	- Matériaux et outils pour réaliser la superstructure
11. Canal de drainage (sur les côtés et à l'arrière de la latrine)	- Tuyaux en PVC (de préférence d'un diamètre de 150 mm)
12. Aquifère (nappe phréatique)	- Treillis (moustiquaire, par exemple)
13. Fondation en béton armé (300 kg/m <sup>3</sup> )	- Maçon expérimenté et 1 ou 2 manœuvres
14. Couche de béton maigre (150 kg/m <sup>3</sup> )	- Approvisionnement en eau avec robinet et système d'évacuation
15. Maçonnerie à joints ouverts (murs ajourés)	- Savon ou cendres, nécessaire pour l'hygiène anale (si besoin)
16. Maçonnerie étanche (murs pleins)	- Poubelle pour les serviettes hygiéniques (si nécessaire)
17. Chaînage supérieur en béton armé (300 kg/m <sup>3</sup> )	- Matériaux pour clôture provisoire
18. Chaînage intermédiaire en béton armé (300 kg/m <sup>3</sup> ; optionnelle, selon la hauteur des parois)	
19. Entrée d'air et de lumière recouverte d'un treillis (moustiquaire) (une seule, surface = au moins 3 fois la section du tuyau de ventilation)	

Les dimensions sont indiquées en m.

Dessins pas à l'échelle

## Remarques

- Avant d'envisager la construction de latrines à double fosse, il est important de savoir si cette technique est acceptable pour la population vu qu'elle implique la manipulation de matières "fécales" lors de la vidange de la fosse (même si ces matières ne ressemblent plus à des excréta et ne sont plus néfastes à la santé). Des facteurs sociaux, religieux et/ou culturels peuvent l'interdire et exiger le recours à une autre méthode pour l'élimination des excréta.
- Les fosses doivent impérativement présenter la taille adéquate : chacune doit permettre le stockage de matières fécales et de nécessaire pour l'hygiène anale pendant au moins 2 ans, période durant laquelle tous les éventuels agents pathogènes seront certainement éliminés (biodégradation).
- S'il faut un accès pour les personnes à mobilité réduite, la superstructure devra très probablement être agrandie, au même titre que la fosse.
- Le trou de défécation non utilisé doit être fermé par un couvercle solidement fixé (au mortier, par exemple). Évitez néanmoins de placer un couvercle sur le trou de défécation de la fosse en service car cela empêche la circulation de l'air et donc le principe VIP.
- L'installation d'une seule porte par superstructure de latrine à double fosse réduit le risque d'ouverture et d'utilisation des deux trous de défécation en même temps, ce qui rendrait impossible leur vidange en toute sécurité.
- L'utilisation et l'entretien régulier d'une latrine à double fosse sont très similaires à ceux d'une latrine VIP standard (F.T. 3.07), de sorte que les problèmes y associés (séparation des sexes, principe inadapté aux petits enfants, etc.) ainsi que les équipements (mains courantes et siège amovible pour les personnes à mobilité réduite, dispositifs de lavage des mains, éclairage à l'extérieur des latrines,...) sont également comparables.
- Il est possible de transformer une latrine à double fosse en véritable latrine d'assainissement écologique ("Eco-San") en séparant l'urine des matières fécales et en remuant régulièrement son contenu (section 3.5 Bibliographie recommandée).
- L'ajout régulier de cendres de bois, de déchets organiques végétaux et de légumes peut déjà contribuer à réduire les mauvaises odeurs, voire à renforcer l'élimination des agents pathogènes.
- Après un minimum de deux ans pour les latrines à double fosse standard (potentiellement moins pour les latrines Eco-San), le "compost" pourra en être extrait et utilisé pour amender le sol.
- Le processus de vidange est un bon moment pour procéder au contrôle intégral de la latrine à double fosse. Tout dégât doit être réparé afin de garantir / accroître la durée de vie de la latrine à double fosse.
- N'oubliez pas de fournir des tenues protectrices et des installations de lavage (au moins de l'eau et du savon) aux ouvriers chargés de vider les fosses.

## F.T. 3.10 Latrines à siphon d'eau

Les latrines à siphon d'eau possèdent une structure relativement simple, mais ne devraient être envisagées que s'il y a beaucoup d'eau disponible pour le rinçage et si le système est acceptable au point de vue technique et socioculturel. La latrine est pourvue d'une cuvette et d'un siphon à eau, qui présentent les avantages d'empêcher les odeurs de sortir et les mouches d'atteindre les excréta. Les latrines à siphon conviennent aussi bien pour les ménages que pour les bâtiments publics et les structures de santé. Les excréments et l'eau peuvent être évacués vers une fosse maçonnée localisée directement sous la dalle ("onset") ou décalée ("offset") ou vers une fosse septique raccordée à un système d'infiltration ou un égout fermé pour ses effluents. Le système d'évacuation peut rendre ce type de latrine coûteux.

### Principes de conception

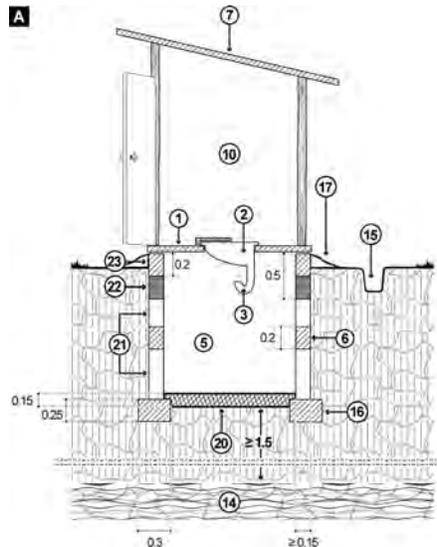
Outre ses importants avantages, la latrine à siphon d'eau entraîne aussi des inconvénients considérables :

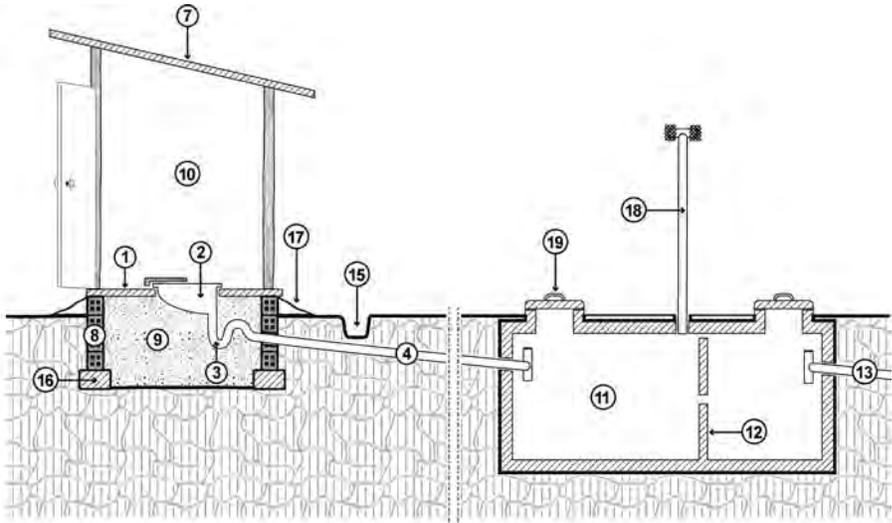
- Nécessité d'un apport suffisant en eau pendant toute l'année ;
- Mise en œuvre difficile dans des sols imperméables ;
- Nécessité d'une promotion intensive concernant l'usage et l'entretien adéquats lors d'une première introduction ;
- Inappropriée pour les climats où les températures descendent sous 0°C ;
- Risques d'obstructions en cas d'utilisation de matières solides (épis de maïs, pierres,...) pour l'hygiène anale. De même, les serviettes hygiéniques ne peuvent pas être jetées dans une latrine à siphon d'eau.

L'adoption de ce type de latrine doit donc relever d'un choix rationnel, p.ex. parce que la population est déjà familiarisée à ce système et/ou que des latrines doivent être disponibles dans un immeuble. Le système d'évacuation des excréta choisi pour une latrine à siphon d'eau aura une influence sur sa localisation, ses phases de conception et de construction :

### Fosse directe maçonnée

- Cette latrine à siphon d'eau, avec sa dalle juste au-dessus de la fosse (figure A) représente la méthode la plus simple. La fosse doit obligatoirement être dotée de parois à joints ouverts (murs ajourés) jusqu'au fond car les quantités d'eau utilisées pour le rinçage (et l'hygiène anale) peuvent rendre le sol instable et provoquer son effondrement.
- Les phases de localisation et de construction sont similaires à celles décrites pour la latrine VIP (F.T. 3.07), mais la dalle VIP est remplacée par un modèle doté d'une cuvette et d'un siphon à eau. Une batterie de latrines à siphon d'eau ne nécessite pas de murs de séparation scellés dans la fosse comme une latrine VIP, mais elle requiert assurément une couche de stabilisation en béton maigre (150 kg/m<sup>3</sup>) au fond de la fosse afin d'éviter une implosion.



**B****Légende****Apport**

- A. Latrine à siphon d'eau installée directement sur une fosse maçonnée  
 B. Latrine à siphon d'eau raccordée à une fosse septique

- |  |  |
|--|--|
| 1. Dalle avec repose-pieds   | - Outils d'excavation  |
| 2. Cuvette   | - Matériaux et outils de construction (pour la fosse ou la fosse septique) |
| 3. Siphon à eau  | - Dalle avec cuvette et siphon   |
| 4. Tuyau de drainage   | - Tuyau de drainage (en PVC) (min. 75 mm, max. 120 mm)                     |
| 5. Fosse simple ou double fosse décalée en utilisation alternée  | - Matériaux et outils pour la superstructure                               |
| 6. Chaînage intermédiaire en béton armé (300 kg/m <sup>3</sup> ; optionnelle, selon la hauteur des parois) | - Approvisionnement en eau avec robinet et système d'évacuation            |
| 7. Toit  | - Savon ou cendres   |
| 8. Mur en maçonnerie   | - Nécessaire pour l'hygiène anale évacuable (si besoin)                    |
| 9. Remblais (sable, p.ex.)   | - Poubelle pour les bouteilles en plastique / serviettes hygiéniques       |
| 10. Superstructure   |  |
| 11. Fosse septique   |  |
| 12. Cloison de séparation  |  |
| 13. Tuyau de sortie vers un système d'infiltration / égout   |  |
| 14. Aquifère (nappe phréatique)  |  |
| 15. Canal de drainage (sur les côtés et à l'arrière de la latrine)   |  |
| 16. Fondation en béton armé (300 kg/m <sup>3</sup> )   |  |
| 17. Couche imperméable   |  |
| 18. Tuyau de ventilation avec treillis   |  |
| 19. Trous d'accès avec couvercle   |  |
| 20. Couche de béton maigre (150 kg/m <sup>3</sup> ; stabilisation)   |  |
| 21. Maçonnerie à joints ouverts (murs ajourés)   |  |
| 22. Maçonnerie étanche (murs pleins)   |  |
| 23. Chaînage en béton armé (300 kg/m <sup>3</sup> )  |  |

Les dimensions sont indiquées en m.

Dessins pas à l'échelle

### Fosse décalée maçonnée

- Le siphon est raccordé à une (double) fosse décalée via un tuyau, de sorte que la cuvette peut être installée au sein d'un immeuble ou d'une superstructure indépendante. L'emplacement décalé facilite également la vidange des fosses quand elles sont presque pleines. Deux fosses décalées dotées de parois à joints ouverts et placées en parallèle, chacune avec une capacité d'accumulation d'au moins 2 ans, permettent un usage sûr et alterné à long terme.
- Respectez la distance minimale de 6 m entre les fosses et les habitations / fondations de bâtiments. Les fosses doivent se situer à 30 m minimum (plus pour les sous-sols fissurés et le calcaire) et en aval de toutes les ressources en eau ainsi que des aires de stockage et de traitement d'eau.
- Pour les terres ayant un bon taux d'infiltration (F.T. 4.05), il est possible de réaliser des fosses circulaires revêtues de buses perforées en béton (F.T. 2.06). Si des fosses alternées sont installées, elles devront être placées à 1,5 m minimum l'une de l'autre.
- Pour les sols à faible taux d'infiltration (F.T. 4.05), il faudra de grandes fosses. Les fosses maçonnées peuvent donc être construites selon la procédure décrite pour les latrines VIP (F.T. 3.07), moyennant une adaptation des dimensions. Les murs de séparation scellés ne sont pas nécessaires mais la couche de stabilisation en béton maigre sur le fond est vivement recommandée. Les dalles VIP doivent être remplacées par des dalles standard en béton. Il est recommandé d'installer de petites dalles munies de poignées (de 0,3 m de largeur, p.ex.) côte à côte afin de pouvoir les enlever plus aisément (en raison du poids) lorsqu'il faudra vider la fosse. Pour éviter les mauvaises odeurs et empêcher l'accès des vecteurs et autres animaux, les dalles doivent être fixées aux parois de la fosse à l'aide de mortier.
- Une fosse peu profonde, dotée d'une fondation à la base et de murs pleins au sommet, qui est remblayée, formera le support de la dalle incorporant la cuvette et le siphon à eau.

### Fosse septique

- Le siphon est raccordé à la fosse septique via un tuyau (figure B), de sorte que la cuvette peut être installée au sein d'un immeuble ou d'une superstructure indépendante. La fosse septique est raccordée à un système d'infiltration (F.T. 4.06 ; 4.07) ou s'il existe, à l'égout fermé. En cas d'utilisation de latrines à siphon d'eau, la fosse septique est certainement l'option privilégiée pour les structures de santé, mais elle doit être conçue et construite par des personnes qualifiées.
- L'emplacement, la conception et la construction d'une fosse septique sont décrits à la F.T. 3.11. Il convient de respecter une distance minimale de 6 m entre la fosse septique et les habitations / fondations du bâtiment.
- Une fosse peu profonde, dotée d'une fondation à la base et de murs pleins au sommet, qui est remblayée, formera le support de la dalle incorporant la cuvette et le siphon d'eau.

### Procédure et entretien

- Assurez-vous que les utilisateurs rincent à l'eau la cuvette après chaque utilisation. Pour ce faire :
  - Installez un point d'eau avec un approvisionnement régulier à proximité des latrines.
  - Fournissez des conteneurs à eau d'un volume adéquat pour le rinçage. Tenez compte du fait que la quantité d'eau requise par rinçage dépend du diamètre du siphon à eau : en règle générale, un diamètre de 90 mm demande 2 - 3 l pour un rinçage d'eau efficace, tandis qu'il faudra 4 - 5 l pour un diamètre de 120 mm.
- Vérifiez si les utilisateurs disposent d'un conteneur d'eau pour l'hygiène anale. Si pas, la taille du conteneur destiné au rinçage peut être adaptée ou des conteneurs dédiés à l'hygiène anale peuvent être mis à disposition. Les alternatives incluent la fourniture de nécessaire pour l'hygiène anale qui peut être évacué via le siphon (papier hygiénique, par exemple), ou la mise en place d'une poubelle dans chaque compartiment. Ces poubelles pourront aussi être utilisées pour l'élimination des récipients pour l'hygiène anale à usage unique (bouteilles en plastique, par exemple) et des serviettes hygiéniques.
- Tâchez de faire nettoyer quotidiennement les dalles, les cuvettes et leurs abords. Ne jamais verser de désinfectants (produits chlorés, p.ex.) ou d'autres substances chimiques dans les latrines à siphon d'eau car ils peuvent inhiber la décomposition naturelle des matières fécales. Uniquement en cas d'épidémie de maladies hautement infectieuses (choléra, fièvres hémorragiques virales, etc.), il est permis de verser des désinfectants ou des excréments mélangés à une solution (fortement) chlorée dans une latrine à siphon d'eau.
- Vérifiez fréquemment les latrines à siphon d'eau. Si elles s'obstruent, il faudra rapidement les nettoyer. Sinon, le bouchon se solidifiera et bloquera le siphon. Ne laissez jamais la fosse se remplir au-dessus du niveau du siphon, sinon elle obstruera tout le système.
- Vérifiez soigneusement si les réseaux d'eaux usées fonctionnent correctement et procédez aux entretiens requis sur le bac dégraisseur (F.T. 4.04).

## Remarques

- En règle générale, la latrine à siphon d'eau convient essentiellement pour les régions où l'eau est abondante et habituellement utilisée pour l'hygiène anale. Dans d'autres cas, il vaut mieux utiliser des latrines à fosse sèche (F.T. 3.04), de préférence de type VIP (F.T. 3.07) pour les bâtiments publics, voire des latrines à double fosse (F.T. 3.09), si l'évacuation des résidus est acceptable sur le plan socioculturel.
- Évitez les latrines à siphon d'eau dans les sols imperméables (argile, p.ex.) en raison de leur très faible taux d'infiltration.
- Prévoyez une profondeur libre de 0,5 m dans le calcul des dimensions de la fosse afin de recouvrir les excréta de manière sûre quand la latrine (ou la batterie de latrines) à siphon d'eau est fermée, en vue d'éviter les nuisances dues aux mouches et aux odeurs. Cet espace libre ne fait pas partie du volume effectif de la fosse.
- On peut souvent trouver des cuvettes préfabriquées (porcelaine, plastique, ciment lissé) dans les lieux où des systèmes à siphon sont couramment utilisés ; elles sont également disponibles en tant qu'équipement d'urgence. Vérifiez que le siphon a un diamètre minimal de 75 mm, sinon le risque d'obstruction sera très important.
- La pente du tuyau derrière le siphon d'eau doit être de 2,5% minimum, mais 5% serait préférable. Si la distance entre le siphon d'eau et la fosse / fosse septique est supérieure à 2 m, il convient de prévoir un trou d'homme au centre pour déboucher le tuyau si nécessaire.
- Des latrines à siphon d'eau séparées peuvent s'avérer nécessaires pour les deux sexes. Le personnel de la structure de santé doit toujours disposer de ses propres latrines, séparées des installations destinées aux patients et visiteurs. Les petits enfants peuvent aussi avoir besoin de leurs propres latrines adaptées.
- S'il y a des personnes à mobilité réduite dans la population, il faudra peut-être redimensionner la superstructure de certaines latrines à siphon d'eau. Assurez-vous également d'équiper ces latrines adaptées d'éléments spécifiques, tels que des mains courantes et un siège (amovible), car certaines personnes à mobilité réduite seront incapables de s'accroupir (section 3.5 Bibliographie recommandée). N'oubliez pas de nettoyer et désinfecter régulièrement ces éléments spécifiques.
- Un mur ou un écran non transparent supplémentaire face à l'entrée de la latrine (ou de la batterie de latrines) renforcera l'intimité, ce qui peut entraîner un usage plus fréquent de l'installation.
- Il est essentiel d'avoir un point d'eau à proximité afin que les utilisateurs puissent prélever de l'eau pour le rinçage de la latrine après chaque usage. Si l'approvisionnement en eau devait être (partiellement) interrompu, il conviendrait d'envisager la fermeture de ces latrines et leur remplacement (temporaire) par un système sans eau.
- Ces points d'eau pourraient aussi être utilisés pour le lavage des mains, de sorte que du savon ou des cendres devraient être disponibles. Le cas échéant, les latrines à siphon d'eau pour les personnes handicapées (fauteuil roulant) devraient inclure, à l'intérieur de la superstructure, des installations pour le lavage des mains. Assurez-vous que les installations pour la gestion des eaux usées soient correctement entretenues.
- Il faudra peut-être installer un système de collecte des déchets à proximité des latrines à siphon d'eau afin d'éviter que les utilisateurs ne jettent leur matériel solide et/ou leur récipient (vieille bouteille d'eau minérale, par exemple) pour l'hygiène anale, ou leurs serviettes hygiéniques usagées dans la cuvette, obstruant ainsi l'ensemble du système.
- Dans certains contextes, il peut s'avérer intéressant d'intégrer les latrines à siphon d'eau dans des blocs sanitaires avec des installations destinées à l'hygiène personnelle telles que des douches (à seau) (F.T. 4.01). Si les femmes utilisent des serviettes hygiéniques réutilisables, des éviers spéciaux et des fils de séchage pourraient être prévus dans les blocs féminins.
- L'installation d'un éclairage à l'intérieur et aux abords des latrines à siphon d'eau pendant la nuit est vivement recommandée pour des raisons de sûreté et de sécurité.
- La pulvérisation d'insecticides à effet rémanent (F.T. 7.15) sur les parois internes de la superstructure (bâche plastique incluse) peut exercer un impact important sur la population de mouches.
- Lorsque la fosse est quasi pleine (0,5 m sous la dalle), fermez-la en la remplissant de terre. Comme les latrines à siphon d'eau impliquent un investissement considérable, il convient de vérifier au préalable si elles peuvent être vidangées correctement (F.T. 3.13). Une fosse maçonnée risque moins de s'effondrer, ce qui permet d'ajouter beaucoup d'eau pour rendre la boue plus liquide. Évitez néanmoins de vidanger la fosse manuellement avant au moins deux ans. Si les latrines à siphon d'eau sont démolies, des arbres absorbant l'eau (manguiers, par exemple) peuvent être plantés dans leur fosse afin de stabiliser le sous-sol. Une fosse septique peut être vidée à de nombreuses reprises, mais cette opération doit être effectuée compte tenu des impératifs de sécurité (F.T. 3.13).
- Si des latrines à siphon d'eau sont requises lors d'urgences aiguës, des fosses circulaires individuelles sont recommandées. Leur paroi peut être constituée de buses perforées en béton (F.T. 2.06) ou de fûts. Il faudra placer une dalle (en plastique) préfabriquée avec siphon d'eau (module) au sommet de chaque paroi et l'ancrer dans le sol à l'aide de chevilles.

## F.T. 3.11 Fosse septique

Une fosse septique permet la collecte et le prétraitement des eaux usées avant leur évacuation dans un système de dispersion enterrée (de préférence des tranchées d'infiltration) ou un égout fermé. Elle peut accueillir toutes les eaux usées domestiques (eaux vannes et eaux grises). Cependant, pour les grandes infrastructures telles que les structures de santé et les écoles, la fosse septique est essentiellement destinée aux eaux noires (vannes), car le volume requis pourrait devenir trop important pour le prétraitement de toutes les eaux grises produites.

### Principes de fonctionnement

- Une fosse septique est un conteneur, souvent rectangulaire, construit juste sous le sol et dans lequel les eaux usées sont retenues pendant 1 jour, de préférence 3. Durant cette période, les matières solides se déposent au fond. Au fil du temps, les matières fécales seront décomposées par un processus bactériologique anaérobie, ce qui réduira le volume de la boue. Malgré l'activité raisonnable de cette biodégradation (selon la température), la boue continuera à s'accumuler, de sorte qu'il faudra régulièrement vider la fosse, généralement avec un intervalle de 1 à 5 ans.
- L'effluent de la fosse est toujours contaminé par des agents pathogènes et ne peut donc pas être évacué directement dans l'environnement. Une dispersion en sous-sol, de préférence via des tranchées d'infiltration (F.T. 4.07), est donc essentielle pour bénéficier du processus naturel de filtration. Si ces tranchées ne conviennent pas en raison d'une perméabilité limitée du sol, il faudra installer un système de filtration avant de pouvoir évacuer l'effluent vers une rivière ou un fleuve. Une alternative parfaite pourrait résider dans un système d'égouttage fermé, s'il était déjà disponible sur site.

### Conception

Bien que la structure d'une fosse septique soit similaire à celle d'un bac dégraisseur (F.T. 4.04), elle présente d'importantes caractéristiques spécifiques :

- Pour réduire la concentration des matières en suspension dans l'effluent, la fosse est divisée en deux compartiments reliés entre eux, le premier étant deux fois plus volumineux que le second. La profondeur effective de la zone liquide est de 1,2 à 1,7 m. La longueur totale de la fosse vaut généralement 2 à 3 fois sa largeur.
- Le volume de la fosse septique est calculé de manière à pouvoir contenir au moins la quantité d'eau produite pendant 3 jours.
- La fosse septique dispose d'un trou d'accès avec couvercle pour chaque compartiment afin de permettre l'enlèvement des boues.
- La fosse septique nécessite un tuyau de ventilation pour les gaz générés durant la décomposition.

### Procédure et entretien

- La fosse septique doit être fréquemment vidangée ; de manière simplifiée, la vidange doit être faite lorsque la boue atteint 1/3 du niveau de la fosse. La fréquence est donc déterminée d'après la formule suivante :

$$n = 1/3 \times (V_{\text{eff}} / (S \times N))$$

Où  $n$  = nombre d'années avant extraction des boues

$V_{\text{eff}}$  = volume effectif de la fosse septique ; volume de la fosse pouvant être exprimé en  $\text{m}^3$

$S$  = taux d'accumulation de boues en  $\text{m}^3$  par personne et par an

$N$  = nombre d'utilisateurs

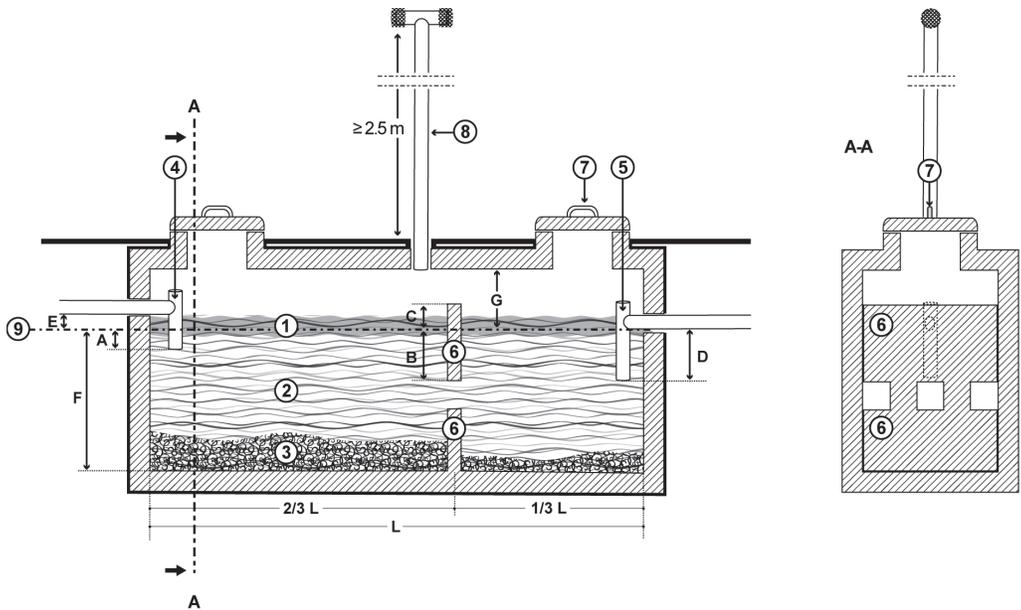
- L'accumulation de boues dépend de la température, mais un chiffre de 0,025 - 0,03  $\text{m}^3$  par personne et par an peut être considéré comme une estimation suffisante si la fosse est uniquement traversée par les eaux vannes. Après avoir vidé la fosse septique, il est nécessaire de la remplir d'eau. Une partie des anciennes boues peut aussi être versée dans la fosse, afin d'accélérer la prolifération des bactéries responsables de la décomposition.

### Exemple

Structure de santé disposant de 4 latrines à siphon d'eau - d'après les besoins essentiels (F.T. 1.08) : 20 utilisateurs par latrine. Volume effectif de la fosse septique : 12  $\text{m}^3$  (5 m de longueur, 2 m de largeur et 1,2 m de profondeur effective).

$$n = 1/3 \times (12 / (0,03 \times 80)) = 1,67 \text{ an}$$

La fosse septique devra donc être vidée tous les 20 mois (1,67 an).



### Légende

### Apport

1. Matière flottante (huile, graisse)
2. Liquide purifié
3. Dépôts de solides
4. Raccord d'entrée en "T"
5. Raccord de sortie en "T"
6. Cloison pour retenir les solides et matières flottantes
7. Trous d'accès avec couvercles
8. Tuyau de ventilation avec treillis
9. Niveau de référence indiquant la profondeur effective

- Matériaux pour clôture provisoire
- Plans
- Pelles, pioches, houes, barres à mine
- Outils de construction
- Sable pour la base en-dessous de la fondation
- Bois de coffrage
- Béton (quantité calculée d'après la taille de la fosse), blocs en béton, éléments préfabriqués ou composante complète
- Tuyaux et raccords d'entrée / sortie en "T" (diamètre minimal de 100 mm)
- Tuyau de ventilation avec raccord en "T" et moustiquaire

- A. 20% de la profondeur effective  
 B. 40% de la profondeur effective  
 C. 20% de la profondeur effective  
 D. 40% de la profondeur effective  
 E. Au moins 75 mm  
 F. Profondeur effective de l'eau (min. 1,2 m, max. 1,7 m)  
 G. Au moins 0,3 m  
 L. Longueur intérieure totale de la fosse septique

Dessins pas à l'échelle

## Remarques

- Il n'est pas recommandé pour les structures de santé de combiner le dégraissage des eaux grises avec le prétraitement des eaux noires (eaux vannes) en faisant passer les deux par la même fosse septique. Pour gérer les volumes considérables d'eaux grises qu'elles produisent, les structures de santé peuvent avoir besoin d'une fosse septique à très haute capacité afin de respecter le temps de rétention minimal des eaux vannes (1 jour, de préférence 3). Les bacs dégraisseurs (F.T. 4.04) sont une option bien plus adéquate pour les eaux grises car leur volume effectif minimal ne doit valoir que le double du débit horaire maximal entrant dans le bac.
- L'emplacement de la fosse septique est dicté par celui de la zone de dispersion (ex. : tranchées d'infiltration, F.T. 4.07), mais elle doit aussi être proche des immeubles qu'elle dessert. La fosse doit être éloignée des passages de véhicules, mais accessible pour les entretiens.
- Assurez-vous qu'il y a assez de terrains disponibles pour le système de dispersion enterré, et que les sols présentent un taux d'infiltration suffisant (F.T. 4.05).
- Si le niveau de la nappe phréatique n'est pas assez profond (moins de 2 m) ou que le sol n'est pas très absorbant, demandez conseil à votre technicien de référence.
- Une clôture temporaire doit être installée avant le début des travaux.
- Une fosse septique peut être construite in situ en béton ou maçonnerie (blocs de ciment, par exemple), et rendue étanche à l'aide de mortier d'enduit (F.T. 2.05), de panneaux préfabriqués, ou d'une cuve complète en béton, fibre de verre ou plastique. En cas de fabrication sur site, la procédure de construction décrite pour le bac dégraisseur (F.T. 4.04) peut être appliquée, compte tenu des dimensions et ratios spécifiques d'une fosse septique.
- Quelle que soit la méthode de construction, le réservoir doit être étanche et suffisamment solide pour résister aux pressions du sol et, éventuellement, des eaux souterraines. Il doit être installé sur une couche de sable de plusieurs centimètres d'épaisseur.
- Les couvercles d'une fosse septique doivent être placés à 0,1 m minimum au-dessus du niveau du sol afin d'éviter l'infiltration d'eaux de surface (eau de pluie, p.ex.).
- Le diamètre des tuyaux d'entrée et de sortie avec leur raccord en "T" respectif doit être de 100 mm minimum, et leur pente d'au moins 2,5%, bien que 5% soit préférable.
- Les gaz résultant de la décomposition anaérobie au sein de la fosse septique doivent être évacués par un tuyau de ventilation d'un diamètre minimal de 100 mm (de préférence 150 mm si disponible). Ce tuyau doit être installé à un endroit et à une hauteur permettant d'éviter les nuisances dues aux odeurs (tenez compte de la direction dominante du vent). Si possible, il vaut mieux l'installer juste au-dessus de la fosse septique. La sortie du tuyau de ventilation doit être munie d'un treillis en acier inoxydable, en aluminium, en fibre de verre revêtu de PVC, voire en nylon afin d'empêcher l'accès des vecteurs. Il est vivement recommandé de contrôler régulièrement ce treillis et de le remplacer en cas de destruction.
- Les produits chlorés et détergents utilisés pour l'entretien et le nettoyage standard d'une structure de santé n'affecteront pas le fonctionnement de la fosse (activité bactérienne). Il vaut toutefois mieux s'abstenir d'évacuer d'importantes doses de désinfectants ou d'autres substances chimiques via la fosse septique car elles pourraient restreindre la décomposition naturelle des matières fécales.
- Il n'est pas nécessaire d'ajouter des additifs spéciaux à la fosse septique afin de la réactiver après sa vidange. Une partie des anciennes boues peut être ajoutée afin d'accélérer la prolifération des bactéries en décomposition mais en général, les nouvelles matières fécales collectées dans la fosse septique sont suffisamment riches en micro-organismes pour amorcer la biodégradation.
- Les fosses septiques doivent être inspectées régulièrement - une fois tous les 6 mois pour les immeubles publics et les structures de santé.

### F.T. 3.12 Latrines à fosse surélevée dans les sols problématiques

Dans certaines régions, il est difficile de construire des latrines en raison de conditions défavorables (liées à la nature du sol) telles qu'un fond rocheux, un risque d'inondation ou un niveau de la nappe phréatique élevé. Une option pour fournir des installations sanitaires adéquates en pareilles circonstances consiste à surélever partiellement la fosse de latrine hors du sol. Si la partie de fosse hors-sol doit être totalement étanche, la partie souterraine (au moins 0,5 m de profondeur) doit être suffisamment perméable pour permettre l'infiltration de liquides. Les latrines à fosse simple, les latrines VIP et les latrines à double fosse peuvent toutes être surélevées.

#### Construction

- Déterminez le volume effectif de la fosse, qui dépend du nombre d'utilisateurs potentiels, du taux d'accumulation et de la durée de vie souhaitée pour la latrine (section 3.4.6).
- Choisissez un site situé à 30 m minimum (plus pour les sous-sols fissurés et le calcaire) et en aval de toutes les ressources en eau ainsi que des aires de stockage et de traitement d'eau. La (batterie de) latrine(s) doit avoir un accès aisé, à 5 m minimum et 50 m maximum des habitations (< 30 m des bâtiments de structures de santé).
- Préparez le site pour la construction : enlevez tous les débris, aplanissez la surface, dressez une clôture provisoire, testez la texture et la perméabilité du sol (F.T. 4.05), et déterminez la profondeur de la nappe phréatique. Cette profondeur peut être estimée via la vérification du niveau de l'eau dans les puits proches. Une autre option consiste à introduire une barre métallique telle qu'un fer à béton ou un ou plusieurs tuyaux galvanisés de ½" dans le sol, à 2 m minimum sous la surface du sol. Lors de leur extraction, le fer à béton ou le tuyau avec la terre qu'il contient doivent être secs. Les sols saturés d'eau après de fortes pluies peuvent donner une fausse idée du niveau réel de la nappe phréatique.
- Déterminez la profondeur maximale de la partie souterraine, compte tenu de la distance verticale minimale requise de 1,5 m entre le fond de la fosse et le niveau maximal de la nappe phréatique. En l'occurrence, pour laisser une profondeur supplémentaire de 0,5 m disponible pour l'infiltration de liquides, le niveau maximal de la nappe phréatique dans les sols homogènes doit avoir une profondeur d'au moins 2 m. La distance verticale requise pour les sols hétérogènes est toutefois difficile à prédire.
- Calculez la hauteur restante nécessaire pour la partie hors-sol (avec des dalles de format standard) afin d'obtenir le volume total désiré, y compris les 0,5 m d'espace libre requis. Si la hauteur de la partie hors-sol dépasse 2 m, des dalles en béton non standard de plus grand format peuvent être utilisées, mais tenez alors compte du surcroît de poids.
- Apportez les matériaux et équipements requis d'après les calculs et décisions.
- Délimitez à l'aide de cordeaux la zone d'excavation conformément aux dimensions extérieures de la fondation (comme illustré à la figure B, ou une surface plus importante s'il faut des dalles non standard ou une latrine à double fosse surélevée).
- Excavez la fosse le plus profondément possible, en maintenant la verticalité de ses parois.
- Aménagez une tranchée de 0,25 m de profondeur dans la fosse excavée (comme illustré à la figure B).
- Préparez quelques fers à béton et installez-les à l'intérieur de la tranchée. Assurez-vous que les fers à béton demeurent à 30 mm minimum des côtés et du fond de la tranchée (utilisez des éléments séparateurs).
- Coulez du béton (300 kg/m<sup>3</sup> ; F.T. 2.05) à l'intérieur de l'ensemble de tranchées afin de réaliser la fondation de la fosse. Faites vibrer le béton pour en chasser l'air. Maintenez le béton humide pendant une semaine à l'aide d'une bâche en plastique ou d'une toile de jute à humidifier deux fois par jour.
- Recreusez 0,05 m de sol dans les compartiments de la fondation, lorsque le béton a pris.
- Réalisez au-dessus de la fondation (cure pendant 3 jours minimum) les parois à joints ouverts (murs ajourés) ainsi que les murs de séparation scellés (fermés) divisant la fosse en plusieurs compartiments (voir la figure C). Les parois et les murs de séparation, réalisés en blocs de ciment ou à l'aide d'une double couche de briques en terre cuite jusqu'à environ 0,1 m sous la surface du sol, doivent se chevaucher correctement dans tous les angles de coins (voir la figure D) pour pouvoir résister à la pression du sol.
- Préparez le coffrage du chaînage intermédiaire en béton au-dessus des parois et des murs de séparation.
- Préparez les fers à béton requis et installez-les tous les 0,2 m dans le coffrage (comme illustré figure E).
- Coulez le béton (300 kg/m<sup>3</sup>) dans le coffrage, en tapant doucement sur ses côtés. Il est également possible de faire vibrer le béton en le remuant à l'aide d'un fer à béton. Maintenez le béton humide pendant une semaine afin d'assurer une cure correcte.
- Versez une couche de béton maigre (150 kg/m<sup>3</sup> ; F.T. 2.05) au fond de la fosse. Elle offrira un support supplémentaire aux parois. Maintenez ce béton humide pendant une semaine et recouvrez la fosse entière d'une bâche en plastique.

- Remblayez l'espace entre les parois de la fosse et le trou excavé avec du gravier (partie faite en murs ajourés) et de la terre compactée (chaînage intermédiaire en béton).
- Installez les parois scellées et les murs de séparation au-dessus du chaînage (après l'avoir laissé durcir pendant au moins 3 jours), sur une hauteur de 2 m maximum. Les parois et les murs de séparation, réalisés en blocs de ciment ou à l'aide d'une double couche de briques en terre cuite, doivent se chevaucher correctement dans tous les angles de coins.
- Préparez au-dessus des parois et des murs de séparation, le coffrage du chaînage supérieur.
- Préparez les fers à béton requis et installez-les tous les 0,2 m dans le coffrage (comme illustré figure E).
- Coulez le béton (300 kg/m<sup>3</sup>) dans le coffrage, en tapant doucement sur ses côtés. Il est également possible de faire vibrer le béton en le remuant à l'aide d'un fer à béton. Maintenez le béton humide pendant une semaine afin d'assurer une cure correcte.
- Édifiez une butte de terre compactée tout autour de la construction. Elle peut être réalisée en plusieurs couches, chacune étant arrosée et compactée au rouleau. La pente de la butte dépend de la stabilité de la terre utilisée. Au sommet de la butte, il est recommandé pour des raisons de sécurité de prévoir une petite plate-forme autour de la structure. Plantez ultérieurement de l'herbe sur la butte afin de réduire son érosion.
- Ajoutez une couche imperméable (mortier ou argile) autour de la partie hors-sol du chaînage supérieur.
- Installez des dalles préfabriquées (F.T. 3.08) sur le chaînage supérieur que vous aurez laissé durcir pendant au moins 3 jours. Pour assurer une bonne assise, chaque dalle doit présenter un chevauchement adéquat avec les parois et les murs de séparation (respectivement 0,15 et 0,075 m) sur tout le pourtour, et être fixée via une couche de mortier de 10 mm d'épaisseur (F.T. 2.05).
- Réalisez la superstructure avec ses éventuels accessoires, compte tenu des préférences locales. Comme une latrine surélevée représente un investissement conséquent, il est recommandé de réaliser également la superstructure en matériaux durables. La superstructure doit être pourvue d'une porte.
- Installez un toit sur la superstructure avec une pente acheminant les eaux de pluie vers l'arrière de la latrine (ou de la batterie de latrines).
- Creusez un canal de drainage à l'arrière et sur les côtés de la latrine (ou de la batterie de latrines) afin d'éloigner les eaux de ruissellement et ainsi de protéger l'ensemble de la construction contre l'érosion.
- Construisez une rampe d'accès (pour les personnes à mobilité réduite) et/ou un escalier en béton ou maçonnerie sur la butte afin de permettre un accès aisé à la latrine (batterie de latrines). Une main courante est vivement recommandée car l'accès peut devenir glissant s'il est mouillé.

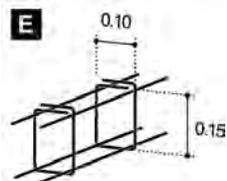
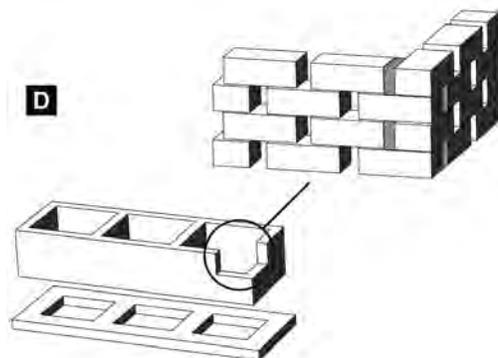
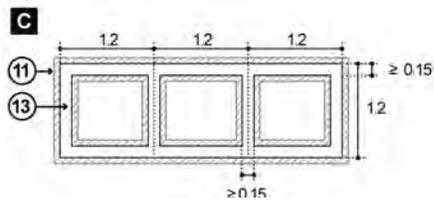
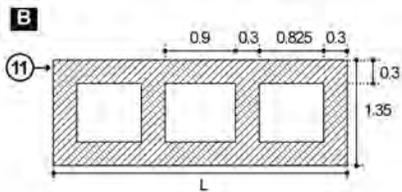
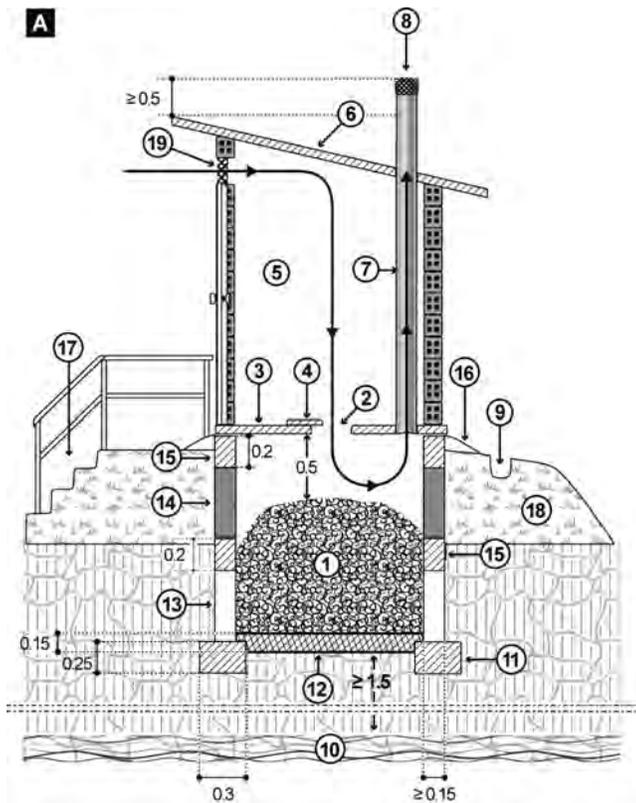
### Remarques

- Lors de la sélection du site, assurez-vous que les bâtiments (structures de santé, par exemple) et les zones d'habitation ne sont pas sous le vent par rapport aux latrines surélevées. Si le modèle VIP est choisi, il devrait être construit sur un espace ouvert, loin des arbres, des bâtiments ou d'autres objets susceptibles de réduire la circulation de l'air.
- La méthode de construction décrite plus haut concerne des batteries de latrines à fosse surélevée comportant jusqu'à 6 dalles standard. Comme une latrine à fosse surélevée représente un investissement considérable, il y a une tendance à opter davantage pour un modèle VIP (comme illustré à la figure A), voire pour un modèle à double fosse. Les caractéristiques spécifiques de ces modèles sont décrites dans les F.T. 3.07 et 3.09.
- Les latrines à fosse (simple) surélevée peuvent aussi être construites via cette méthode. Une alternative réside dans la latrine circulaire à fosse surélevée. Elle peut être réalisée en installant des buses perforées en béton dans le sous-sol et des buses standard en béton (F.T. 2.06) hors du sol, au sein d'une butte en terre compactée. Les buses doivent être cimentées et de préférence boulonnées ensemble afin d'être étanche.
- Tenez compte du fait que le taux d'infiltration d'une latrine à fosse surélevée peut être faible, surtout si la partie perméable des parois est limitée. Cela peut impliquer la nécessité d'une vidange régulière (F.T. 3.13), plus particulièrement lorsque l'eau est utilisée pour l'hygiène anale. Dans ce contexte, il est préférable de ne pas réaliser les latrines à fosse surélevée avec un système de siphon d'eau car une grande quantité d'eau y sera accumulée (F.T. 3.10).
- Si le niveau de la nappe phréatique est à moins de 2 m de profondeur, la construction standard de latrines surélevées à butte de terre ne suffira pas pour éviter la contamination microbiologique de l'eau souterraine. Options possibles dans ces circonstances :

→ Creuser une fosse dont le fond est proche, voire au sein de l'aquifère, ce qui donnera de l'eau souterraine contaminée. Mais il est généralement plus facile et moins onéreux d'assurer un assainissement sur site et de trouver une solution alternative pour l'approvisionnement en eau (ex. : en cas d'urgence, il est plus aisé de fournir de l'eau potable que d'évacuer quotidiennement les excréta). Il importe néanmoins de procéder à une évaluation approfondie avant d'entamer la construction des latrines, afin d'être certain que les eaux souterraines ne soient pas exploitées pour la consommation humaine et ne le seront pas dans un proche avenir.

→ Installer un réservoir imperméable – partiellement en sous-sol dans une fosse (même au sein de l'aquifère) et partiellement hors-sol dans une butte de terre – et refermé à son sommet au moyen de dalles de latrine. Ce réservoir imperméable peut être, par exemple, une grande cuve (circulaire) en plastique ou fibre de verre destinée au stockage de l'eau, et lestée pour ne pas flotter en cas d'installation au sein de l'aquifère. La contamination de l'eau souterraine sera dès lors évitée ; cependant la vidange du réservoir devra s'effectuer de manière sûre (F.T. 3.13). La solution du réservoir imperméable peut aussi s'avérer intéressante pour les systèmes d'élimination des excréta qui devront être construits sur des sols rocheux.

- Si le sol est très perméable ou fissuré, le risque de contamination microbiologique des eaux souterraines peut éventuellement être réduit en réalisant une excavation nettement plus grande (1 m de chaque côté, par exemple) puis en remblayant l'espace entre les murs du trou et les parois perméables au moyen de sable fin, recouvert de terre compactée au niveau des parois pleines. La couche de sable filtrera les agents pathogènes dans une certaine mesure, ce qui réduira mais n'empêchera pas totalement la contamination des eaux souterraines.
- Si les couches souterraines s'avèrent trop instables, la fosse devra être soutenue par des étais ou réalisée de forme conique.
- Prévoyez une profondeur libre de 0,5 m dans le calcul du format de la fosse afin d'éviter les visions désagréables et les éclaboussures d'excréta. Cela permet également de recouvrir les excréta de manière sûre quand la latrine est fermée, sans causer de nuisances dues aux mouches et aux odeurs. Cet espace libre ne fait pas partie du volume effectif de la fosse.
- Des latrines à fosse surélevée séparées peuvent s'avérer nécessaires pour les deux sexes. Le personnel de la structure de santé doit toujours disposer de ses propres latrines, séparées des installations destinées aux patients et visiteurs. Des installations spéciales ou des petits pots peuvent également s'avérer nécessaires pour les enfants.
- S'il y a des personnes à mobilité réduite dans la population, il faudra peut-être redimensionner la superstructure. Assurez-vous également d'équiper les latrines adaptées d'éléments spécifiques, tels que des mains courantes et un siège, car certaines de ces personnes seront incapables de s'accroupir (section 3.5 Bibliographie recommandée). N'oubliez pas la butte de terre et aménagez une pente plus douce, par exemple. Une rampe d'accès sera indispensable pour les personnes en fauteuil roulant.
- Veillez à prévoir des installations correctes pour se laver les mains avec de l'eau et du savon (ou des cendres) à proximité directe des latrines à fosse surélevée. Assurez-vous que les installations de gestion des eaux usées soient correctement entretenues.
- La mise en place d'une poubelle à proximité des latrines à fosse surélevée est recommandée pour l'élimination des serviettes hygiéniques.
- L'installation d'éclairages extérieurs aux abords des latrines à fosse surélevée est vivement recommandée pour des raisons de sûreté et de sécurité.
- La pulvérisation d'insecticides à effet rémanent (F.T. 7.15) sur les parois internes des superstructures des latrines à fosse surélevée peut exercer un impact important sur la population de mouches.
- Les activités d'exploitation et d'entretien sont similaires à celles du type de latrine choisi : fosse simple, VIP ou double fosse (F.T. 3.04; 3.07; 3.09).



## Légende

## Apport

- A. Coupe verticale de la latrine VIP surélevée  
B. Dimensions de la fondation  
C. Dimensions des compartiments (parois et murs de séparation)  
D. Détail du chevauchement de maçonnerie dans un coin des parois  
E. Détail de l'armature du chaînage
1. Volume effectif de la fosse (remplie)
  2. Trou de défécation sans couvercle
  3. Dalle
  4. Repose-pieds
  5. Superstructure (semi-obscurité à l'intérieur)
  6. Toit
  7. Tuyau de ventilation (diamètre interne selon le matériau utilisé)
  8. Treillis anti-mouches (matériau résistant à la corrosion et aux UV)
  9. Canal de drainage sur les côtés et à l'arrière de la latrine
  10. Aquifère (nappe phréatique)
  11. Fondation en béton armé (300 kg/m<sup>3</sup>)
  12. Couche de béton maigre (150 kg/m<sup>3</sup>)
  13. Maçonnerie à joints ouverts (murs ajourés) (blocs de ciment / briques en terre cuite)
  14. Maçonnerie étanche (murs pleins) (blocs de ciment / briques en terre cuite)
  15. Chaînages en béton armé
  16. Couche imperméable
  17. Escalier ou rampe d'accès (pour les utilisateurs de fauteuils roulants) avec main courante
  18. Butte de terre
  19. Entrée d'air et de lumière recouverte d'une moustiquaire (une seule, surface = au moins 3 fois la section du tuyau de ventilation)
- Cordeau, piquets et mètre ruban
  - Pelles, pioches, barres à mine
  - Sable, ciment, gravier et eau propre
  - Fers à béton
  - Toile de jute ou bâche en plastique
  - Outils de construction pour le béton et la maçonnerie
  - Briques en terre cuite ou blocs de ciment
  - Dalles préfabriquées
  - Matériaux et outils pour la superstructure
  - Tuyau en PVC (diamètre de 150 mm), treillis
  - Terre supplémentaire pour la butte
  - Rouleau pour compacter la butte de terre
  - Matériaux et outils pour l'escalier / la rampe
  - Approvisionnement en eau avec robinet et système d'évacuation
  - Savon ou cendres, nécessaire pour l'hygiène anale
  - Poubelle pour les serviettes hygiéniques
- $L = (n \times b) + 0,15m$**
- Où L = longueur totale de la fondation  
n = nombre de dalles (max. 6)  
b = largeur d'une dalle

Les dimensions sont indiquées en m.  
Dessins pas à l'échelle

## F.T. 3.13 Vidange de latrines et/ou de fosses septiques

Les latrines d'urgence sont généralement démolies lorsqu'elles sont pleines. En revanche, les systèmes d'élimination des excréta ayant entraîné un investissement conséquent méritent d'être vidangés en vue d'une réutilisation. Parfois même, leur structure (latrine à double fosse, fosse septique, etc.) a été conçue pour permettre une vidange. Il convient néanmoins de vérifier (normalement dès la phase de conception) si les facteurs sociaux, religieux et/ou culturels n'interdisent pas cette opération.

### Mise en œuvre

#### Manuellement

Vu les risques de contamination, les latrines ne devraient pas être vidangées manuellement, sauf si elles ont été fermées pendant au moins deux ans. La structure de la latrine doit permettre la vidange manuelle (latrine à double fosse, par exemple) mais dans de nombreux pays, cette pratique est inacceptable d'un point de vue socioculturel.

#### Réservoir sous vide

Souvent combiné à des camions de pompage des boues, ce système est très efficace car il "aspire" la boue par le biais d'une dépression créée dans un réservoir d'eaux vannes. Comme les composantes mobiles de la pompe "à vide" n'entrent pas en contact avec la boue, la fréquence de panne d'une telle pompe devrait normalement être moindre. Un autre avantage de ce système est qu'il peut être utilisé (du moins théoriquement) pour tous types de systèmes d'élimination des excréta (latrines et fosses septiques), pour autant que la boue demeure suffisamment liquide (ce n'est pas le cas pour les latrines à double fosse et Eco-San, qui transforment les matières fécales en compost solide). La boue liquide des fosses septiques et latrines se vide assez rapidement. Cette "aspiration" rapide peut néanmoins entraîner l'effondrement de latrines à fosse partiellement maçonnées ou dépourvues de parois. L'autre inconvénient est que ces systèmes sont très coûteux.

#### Pompe à résidus

Malgré leur ressemblance avec les motopompes utilisées pour l'eau, les pompes à résidus présentent certaines caractéristiques spécifiques. Leur entrée ne se situe pas au centre du rotor, mais au-dessus. Leur rotor ne possède que quelques aubes résistantes, éventuellement avec des bords tranchants. Une autre différence par rapport à une motopompe réside dans le fait que le corps de pompe s'ouvre rapidement et aisément à des fins de débouchage et de nettoyage. Ces pompes centrifuges sont donc spécifiquement conçues pour drainer les boues liquides contenant d'importantes quantités de particules solides (avec des diamètres pouvant atteindre 30 mm, par exemple). Elles peuvent s'utiliser pour vider des fosses septiques ou des fosses de latrines renfermant beaucoup de liquides. L'utilisation d'une crépine à trous d'assez gros calibre est obligatoire.

#### Pompe à boue à membrane

Ces pompes volumétriques sont spécialement conçues pour drainer des boues contenant encore des particules solides relativement conséquentes (avec des diamètres pouvant atteindre 60 mm, par exemple). Elles conviennent donc pour la vidange de fosses septiques et latrines aux boues suffisamment liquides. La hauteur de refoulement et le débit maximaux (F.T. 2.26) d'une pompe à membrane ne valent que la moitié, voire moins, de ceux d'une pompe à résidus ayant un moteur similaire, mais les pompes à membrane peuvent traiter des particules deux fois plus volumineuses. Ces pompes à membrane sont souvent dotées de moteurs à combustion. L'utilisation d'une crépine à trous d'assez gros calibre est recommandée.

#### Pompes broyeures immergées

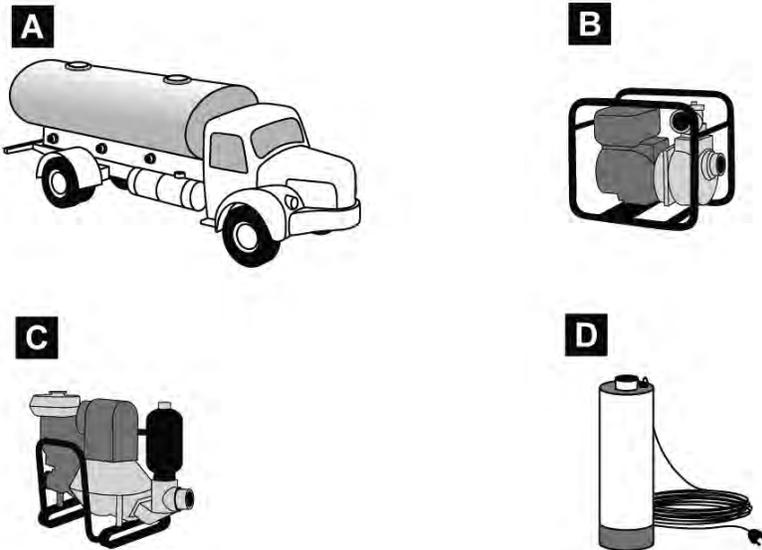
Ces pompes centrifuges doivent être descendues dans la boue. Selon leur dureté, les éventuelles particules "solides" présentes dans la boue liquide (jusqu'à une certaine taille) seront broyées en petits morceaux par les aubes tranchantes de la roue (rotor). Ces pompes ne conviennent pas vraiment pour les latrines dont la dalle est fixée sur la fosse car leur diamètre est souvent trop important pour qu'elles puissent descendre par le trou de défécation. Ces pompes sont plus appropriées pour vider les fosses septiques. Comme ce type de pompe est actionné par un moteur électrique, il faudra souvent un générateur pour une utilisation sur le terrain. Vérifiez si le générateur choisi est adapté au courant de démarrage du moteur de la pompe.

## Motopompe

Lors des premiers stades d'une urgence, quand il n'y a pas encore d'autre alternative disponible, une motopompe standard de 3" peut être utilisée pour vidanger les latrines d'urgence, du moins si elles contiennent une grande quantité de liquides. Cela peut être le cas pour les latrines construites dans un sous-sol à taux d'infiltration peu élevé (sol argileux, par exemple ; F.T. 4.05) et où les utilisateurs effectuent leur hygiène anale avec de l'eau. La boue peut aussi être liquéfiée davantage via l'ajout d'eau avant le début du pompage, mais cette procédure accroît le risque d'effondrement de la fosse de latrine. Une motopompe utilisée pour vider la boue ne doit plus jamais être utilisée à d'autres fins, et certainement pas pour l'eau potable !

## Citerne de transport

Les camions de pompage des boues / systèmes de "pompage à vide" intègrent leur propre citerne de transport. Pour les autres systèmes de pompage, il est possible d'utiliser des réservoirs (cylindriques) métalliques ou en plastique rigide. Ils doivent être étanches et dotés de larges drains pour faciliter l'extraction des boues. Les citernes doivent être correctement fixées à leur moyen de transport (par exemple un camion) afin d'éviter les accidents. Durant la toute première phase d'une urgence, s'il n'y a aucune autre solution disponible, un réservoir souple (de transport) de 2 ou 5 m<sup>3</sup> peut être utilisé. Ce réservoir ne devra plus jamais être utilisé à d'autres fins par la suite, et certainement pas pour l'eau potable !



### Légende

- A. Citerne sous vide
- B. Pompe à résidus / motopompe
- C. Pompe à boue à membrane
- D. Pompe broyeuse immergée

## Remarques

- Ne jamais vider une latrine / fosse septique manuellement avec des récipients tels qu'un seau. Les agents pathogènes présents dans les boues exposent les ouvriers à de graves risques pour leur santé. Les seules exceptions sont les latrines à double fosse dont les excréta ont été transformés en compost inoffensif (du moins si le temps de décomposition de 2 ans minimum a été respecté) ou qui utilisent des systèmes d'assainissement écologique (les latrines Eco-San ne sont que brièvement mentionnées dans ce guide).
- Vérifiez toujours si un camion municipal ou privé pour le pompage des boues est disponible (en location) dans la région. Avant de signer un contrat avec les propriétaires, vérifiez si le camion de pompage fonctionne correctement, quelle est sa capacité, où ils évacuent les excréta et s'ils disposent des autorisations requises.
- Tous les systèmes, à l'exception des pompes broyeuses immergées, sont des systèmes d'"aspiration". Ils ne sont donc pas en mesure d'extraire la boue de fosses profondes (surtout si la profondeur dépasse 7 m) et/ou de fosses situées à une distance importante du système d'"aspiration" car les liquides peuvent être fort visqueux.
- Tous les équipements et environs entrés en contact avec les boues doivent être abondamment rincés à l'eau propre immédiatement après les travaux.
- Les équipements entrés en contact avec les boues ne doivent plus jamais être utilisés à d'autres fins par la suite.
- Assurez-vous que les camions de pompage des boues ne fuient pas, car ils laisseront un sillage contaminé sur tout l'itinéraire de transport.
- Les boues doivent être enfouies à un endroit sûr où elles ne causeront aucun risque pour la santé publique ou l'environnement, ou être acheminées vers une station de traitement certifiée (bien que ce type d'installation soit rarement disponible dans les pays à faibles revenus). La tranchée d'enfouissement doit se trouver à 800 m minimum de toute habitation, à 50 m des points d'eau et, pour les sols homogènes, à 1,5 m minimum au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique (à la fin de la saison des pluies). La distance verticale requise pour les sols hétérogènes est toutefois difficile à prédire.
- Vérifiez régulièrement si les boues sont correctement évacuées à l'endroit adéquat.
- Assurez-vous que les opérateurs portent des tenues protectrices de bonne qualité et se lavent convenablement les mains à l'eau et au savon après avoir terminé le travail (avant le déjeuner, à la fin de la journée de travail, etc.). Des douches quotidiennes sont vivement recommandées. Prévoyez les installations nécessaires pour ces pratiques d'hygiène essentielles.

# Évacuation des eaux de ruissellement et des eaux usées

Narratif

Technical briefs

F.T. 4.01 Douches

F.T. 4.02 Aires de lavage

F.T. 4.03 Trou d'homme / Collecteur / Chambre de distribution

F.T. 4.04 Bac dégraisseur

F.T. 4.05 Tests relatifs à la stabilité et à la perméabilité des sols

F.T. 4.06 Puits perdu

F.T. 4.07 Tranchée d'infiltration

F.T. 4.08 Aire d'évapotranspiration

## Chapitre 4



## 4.1 Pourquoi faut-il évacuer les eaux de ruissellement et les eaux usées ?

Les risques sanitaires dus à la pollution véhiculée par les eaux usées ainsi qu'à la présence d'eau stagnante sont les suivants :

- Propagation et prolifération d'agents pathogènes tels que le vibron cholérique et les schistosomiasés ;
- Contamination chimique de l'eau (nitrates, détergents, etc.) et perturbation écologique / pollution des environnements aquatiques (eaux souterraines et de surface) ;
- Production de gaz nocifs et corrosifs ;
- Prolifération d'insectes vecteurs (moustiques, par exemple).

Les autres nuisances incluent les eaux de ruissellement et les eaux usées qui pénètrent et/ou érodent les abris et autres constructions, les routes, les latrines à fosses et les fosses à déchets. Autant de facteurs qui peuvent rendre l'accès de ces installations difficile et dangereux, et susciter des risques sanitaires encore plus importants (inondation de latrines propageant les excréments partout, par exemple).

## 4.2 Quels sont les différents types d'eaux usées ?

Il convient d'établir une distinction claire entre les eaux de ruissellement (ex. : eau de pluie qui ne s'infiltre pas naturellement dans le sol) et les eaux usées. Tant que les eaux de ruissellement n'entrent pas en contact avec des déchets ou des eaux usées, elles ne sont pas considérées comme contaminées et ne requièrent donc pas de véritable "traitement". Les eaux de ruissellement stagnantes peuvent néanmoins favoriser la prolifération de vecteurs, et doivent donc être évacuées via un système distinct.

Les risques liés aux eaux usées dépendent de leur origine et donc de leur degré de pollution. Il est, par conséquent, utile de les classer comme suit :

- Eaux usées "domestiques"
  - Eaux vannes (noires) : eau véhiculant des excréta en suspension et contenant donc des bactéries, des virus, des parasites fécaux et de l'azote.
  - Eaux grises : eau provenant de points de distribution d'eau, de cuisines, d'aires de lavage (des mains) ainsi que de centres de santé, contenant souvent des détergents (avec des composants azotés et phosphorés), des graisses, des micro-organismes (fécaux), ainsi que des matières organiques en suspension et/ou dissoutes.
- Eaux usées spécifiques provenant d'interventions humanitaires
  - Eaux usées résiduelles issues de laboratoires : elles peuvent contenir des substances chimiques dangereuses ainsi que des micro-organismes (notamment d'origine fécale).
  - Résidus liquides issus de systèmes de traitement de l'eau potable : en cas d'utilisation de coagulants, les eaux de rétro-lavage ou les boues de sédimentation présenteront une concentration élevée en saletés et substances chimiques.
- Eaux usées agricoles
  - Concentration élevée de nitrates et pesticides dans l'approvisionnement en eau.
- Eaux usées industrielles
  - Eaux usées provenant de l'exploitation minière.
  - Contamination des eaux de surface et des eaux souterraines par des substances chimiques.

## 4.3 Où / Quand faut-il gérer les eaux de ruissellement et les eaux usées, et qui doit s'en charger ?

Il faut toujours maintenir sous contrôle les eaux de ruissellement afin d'éviter les risques d'inondation ou de stagnation. Pour éviter la contamination des grandes quantités d'eaux de ruissellement qui ne peuvent s'infiltrer, il convient de prévoir un système d'évacuation distinct et approprié pour les eaux usées et les eaux de pluie.

Tout système d'alimentation en eau engendrera des eaux usées. Il convient donc de toujours disposer d'un système d'évacuation et de "traitement", qui empêche la stagnation de l'eau ainsi que la contamination locale des ressources en eau potable.

Dans un contexte humanitaire, les provenances des eaux usées peuvent être très nombreuses.

Exemples :

- Points d'eau : eaux stagnantes générées par des déversements autour de puits et robinets, par exemple.
- Points de consommation : cuisine, laboratoire, douches (F.T. 4.01), aires de lavage (vaisselle, bain, linge ; F.T. 4.02), postes de lavage des mains, etc.
- Toilettes à chasse d'eau / latrines à siphon d'eau.
- Sites de traitement de l'eau : boues de systèmes de sédimentation assistée ou de rétro-lavage de filtres, par exemple.

Il importe de toujours prévoir des installations adéquates à proximité du site générant les eaux usées. Les eaux usées de laboratoires (mélangées à des produits chimiques) et de centres de santé exigent souvent une vigilance encore plus soutenue. Dans ces cas, vous devez demander un soutien complémentaire à votre technicien de référence.

La construction, l'exploitation et l'entretien doivent être discutés et approuvés par toutes les parties prenantes (organisation humanitaire, population, autorités locales,...) afin de permettre une exécution correcte (pas de lavage aux points d'eau dépourvus de bac dégraisseur, pas de déversement de déchets solides dans les canaux de drainage ouverts, etc.). La mise en place d'activités axées sur la promotion de la santé peut contribuer à ces objectifs.

## 4.4 Comment gérer les eaux de ruissellement et les eaux usées ?

### 4.4.1 Planification et organisation

Pour planifier et organiser correctement l'évacuation des eaux de ruissellement et des eaux usées, il importe de suivre les différentes étapes décrites au chapitre 1. Dans un contexte humanitaire, de nombreuses infrastructures assurant la génération et l'évacuation d'eaux usées devront être mises en place conformément aux besoins essentiels d'installations de santé ou de camps (F.T. 1.08 ; 1.09) en matière d'eau et d'assainissement, mais adaptées aux besoins, aux habitudes et à la culture des bénéficiaires (position traditionnelle debout ou à genoux pour le nettoyage du linge, par exemple). Plus les infrastructures seront conviviales et appropriées, plus elles seront utilisées. Il conviendra d'organiser des activités d'information et de promotion pour que la population puisse exploiter et entretenir correctement les infrastructures.

### 4.4.2 Processus technique

Le processus technique de la gestion des eaux de ruissellement et des eaux usées se compose des trois étapes suivantes :

1. Evacuation de l'eau ("transport"),
2. Prétraitement potentiel de l'eau,
3. Elimination finale.

#### 1. Evacuation

Un système d'évacuation doit permettre l'écoulement des eaux de ruissellement ou des eaux usées, de manière à éviter leur stagnation, et les canaliser vers le site de traitement / d'évacuation sans contaminer l'environnement local. La surface collectrice des eaux de ruissellement ou des eaux usées doit être en pente douce (au moins 1%) et de préférence cimentée. Le concept du système d'évacuation peut être fondé sur diverses techniques :

##### ■ Canal ouvert

C'est la technique la plus simple et la moins coûteuse mais elle s'accompagne de problèmes d'entretien : blocages, eau stagnante, dégradation des bords du canal, déversement d'ordures, etc. Cette technique ne devrait être utilisée que pour le drainage d'eaux de ruissellement ou pour l'évacuation d'eaux grises sur de courtes distances. Le canal doit être de préférence revêtu de ciment et en pente suffisante pour s'auto-nettoyer (environ 1,5%). Si un revêtement de ciment s'avérait impossible à réaliser, le canal ouvert pourrait être renforcé au moyen de galets afin d'éviter un effondrement mais de laisser suffisamment d'interstices pour un passage aisé de l'eau.

### ■ Drain de gravier

Pour les eaux grises, une large bâche plastique peut être posée dans un canal ouvert, remplie de gravier grossier, puis repliée sur le gravier afin de former une sorte de tuyau. L'ensemble du drain de gravier doit être recouvert d'une couche de terre. Comme ce type de drain est impossible à déboucher, les eaux grises ne doivent jamais contenir des produits en suspension ou gras. Ce drain ne devrait être utilisé que lors (des premiers stades) d'une urgence, par exemple sur le site d'un dispensaire ou d'un laboratoire.

### ■ Tuyau

C'est la façon la plus efficace d'extraire des eaux de ruissellement et toutes sortes d'eaux usées, mais aussi la plus coûteuse. Il est possible d'utiliser divers types de tuyaux (PVC, polyéthylène, ciment,...), avec un diamètre minimum de 100 mm. La pente (minimum 1%, et minimum 1,5% pour les eaux noires) et le diamètre des tuyaux doivent être adaptés au débit, et les tuyaux doivent être enterrés. Une vigilance particulière s'impose aux lieux de passage de véhicules et de grands animaux (ex. : tuyaux en plastique recouverts de dalles en béton ou installés dans un tuyau d'acier de plus gros diamètre). Des trous d'homme et collecteurs (F.T. 4.03) doivent être intégrés pour les canalisations de drainage longues et/ou complexes. Ils peuvent être utiles lors des contrôles réguliers requis afin d'éviter des blocages.

## 2. Prétraitement potentiel

Il peut s'avérer nécessaire de prétraiter l'eau afin d'enlever des matières solides ou dissoutes, susceptibles d'empêcher l'écoulement et/ou l'évacuation finale :

- Dégrillage pour enlever les objets flottants et volumineux.
  - Dessableur pour séparer le sable et la terre par sédimentation.
  - Bac dégraisseur (F.T. 4.04) afin d'éliminer les matières huileuses et grasses (comme le savon) dans les eaux usées (eaux grises). Le dessableur et le bac dégraisseur peuvent être combinés.
  - Fosse septique (F.T. 3.11) pour éliminer les matières fécales dans les eaux vannes (noires).
  - Trou de sédimentation pour éliminer les flocs issus du traitement de l'eau.
- Si elles ne sont pas correctement exploitées et/ou entretenues, toutes ces structures peuvent bloquer le circuit d'eaux usées et favoriser la prolifération de vecteurs.

## 3. Évacuation finale

Si les eaux de pluie ne s'infiltrent pas naturellement dans le sol au bout de quelques heures, les eaux de ruissellement peuvent être évacuées directement vers les eaux de surface telles que les rivières ou fleuves, mais en aval de points de captage d'eau. Les marais ou lacs peuvent aussi être considérés comme des sites d'évacuation potentiels si l'eau n'y est pas prélevée à des fins de consommation. Comme les eaux de ruissellement ne devraient pas être contaminées, l'évacuation peut être effectuée sans traitement spécifique, hormis l'éventuelle extraction d'objets flottants et volumineux.

Il existe néanmoins de nombreuses techniques différentes pour les eaux usées, et le choix d'un système distinct ou combiné dépend du type et de la quantité d'eaux usées à traiter.

Dans les sites de pays à faibles revenus, les méthodes choisies comme décrites dans ce guide devraient être aussi simples, abordables et durables que possible afin de pouvoir rester opérationnelles. Les méthodes totalement naturelles sont donc préférables. L'infiltration combine l'évacuation finale avec une forme de traitement naturel. Elle utilise les propriétés naturelles du sol pour fixer les particules présentes dans l'eau par filtration, et pour purifier l'eau via un processus de décomposition biologique capable de retenir les matières organiques, en ce compris les micro-organismes, et certaines pollutions chimiques.

Ces propriétés naturelles sont toujours extrêmement variables selon le type de sol :

- Un sol riche en substances organiques abrite une intense activité biologique favorable à la purification, mais il est vite colmaté et présente donc un potentiel d'infiltration réduit ;
- À l'inverse, si le niveau de la nappe phréatique est trop proche de la surface, un sol sablonneux (généralement considéré comme un filtre efficace) de structure grossière peut avoir un taux d'infiltration trop rapide qui ne laisse pas suffisamment de temps pour la purification.
- Pour les mêmes raisons, une roche fissurée n'aurait qu'une faible capacité de purification.

Dans la pratique, la conception d'installations pour l'épuration des eaux usées requiert l'étude des paramètres suivants :

- La pente du sol (topographie ; F.T. 2.24) : une pente trop abrupte peut favoriser la remontée de l'eau et donc la contamination de la surface du sol.
- Le taux d'infiltration : déterminé par des tests de percolation avec de l'eau potable (F.T. 4.05).
- Le niveau de la nappe phréatique : un niveau élevé (par exemple durant la saison des pluies) augmentera le risque de pollution des eaux souterraines et ne permettra pas l'infiltration de grandes quantités d'eaux usées.

Le principe de l'infiltration s'utilise (parfois en combinaison avec d'autres principes) dans les techniques d'évacuation finale suivantes :

- Puits perdu (PP) (F.T. 4.06),
- Tranchée d'infiltration (TI) (F.T. 4.07),
- Aire d'évapotranspiration (ET) (F.T. 4.08),
- Sillon d'irrigation (SI) (uniquement pour les gaspillages d'eau propre aux points d'eau),
- Égouts (E).

Tableau des différentes étapes pour les eaux de ruissellement et les divers types d'eaux usées standard :

	Extraction	Prétraitement	Évacuation finale
<b>Eaux de ruissellement</b>	Canal, drain	Non requis	Rivière, fleuve
<b>Gaspiillage aux points d'eau</b>	Canal, drain, tuyau	Non requis	TI, PP, SI, ET, E
<b>Eaux grises</b>	Tuyau	Bac dégraisseur	TI, PP, ET, E
<b>Eaux vannes (noires)</b>	Tuyau	Fosse septique	TI, PP, ET, E

Si toutes les méthodes d'évacuation finale des eaux usées échouent dans les endroits caractérisés par de fortes pluies, il est toujours possible de mélanger les eaux usées prétraitées (sans objets flottants et volumineux, graisses, huile et excréments) avec les eaux de ruissellement puis de drainer le tout vers les eaux de surface. Cette dilution réduira la concentration d'agents pathogènes et donc le risque de contamination. Le drainage doit néanmoins s'effectuer dans la rivière la plus grande et rapide possible, et en aval de sites où l'eau de surface est collectée (points d'approvisionnement en eau, par exemple). Il convient également de vérifier en aval si des personnes autres que les bénéficiaires utilisent les eaux de surface pour leurs besoins quotidiens et si le déversement peut nuire à leur santé (via des analyses bactériologiques, par exemple).

#### 4.5 Bibliographie recommandée

**S. Cairncross, R. Feachem**

*Environmental Health Engineering in the Tropics*  
 Willey, 1993

**J. Davis, R. Lambert**

*Engineering in Emergencies: a Practical Guide for Relief Workers*  
 Intermediate Technology, RedR, 2002

**P. Harvey, S. Baghri, B. Reed**

*Emergency Sanitation*  
 Water, Engineering & Development Centre (WEDC), 2002.

## F.T. 4.01 Douches

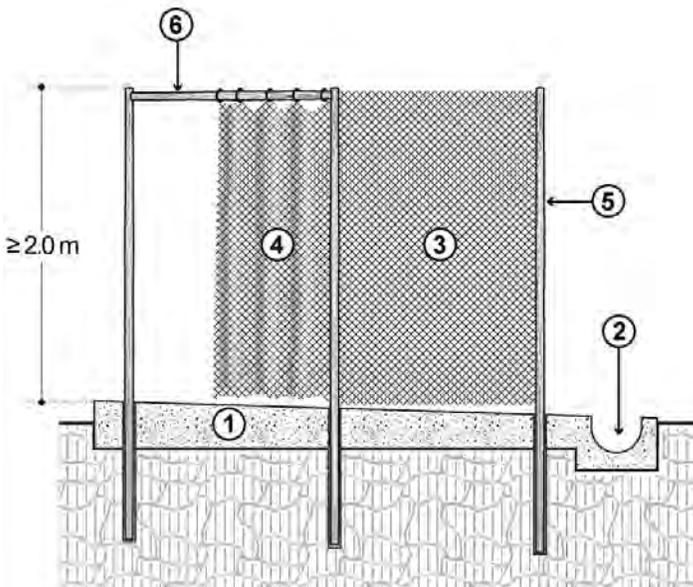
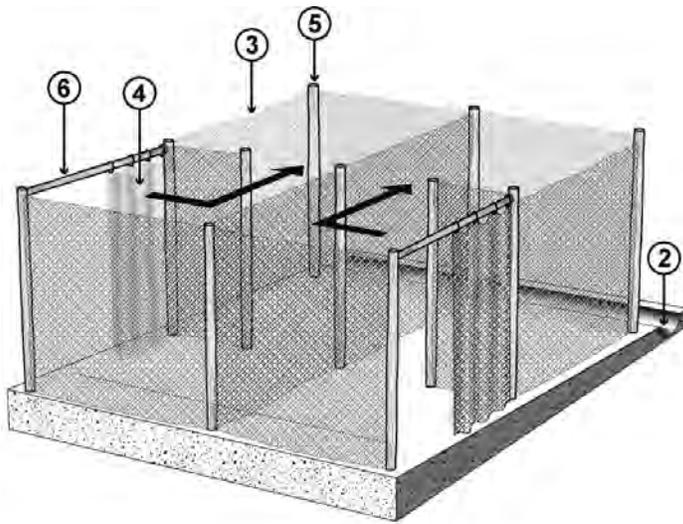
L'hygiène générale joue un rôle important pour réduire la propagation de certaines maladies, et donc la morbidité, voire la mortalité. Les douches doivent offrir une installation adéquate en termes d'hygiène sans que cela n'entraîne des risques environnementaux pour la santé des bénéficiaires (eau stagnante par exemple). Elles doivent être construites à proximité d'un point d'eau et conçues compte tenu des habitudes des utilisateurs (douche avec seau, douche avec pommeau). La douche proposée ci-après n'est qu'une possibilité parmi d'autres, essentiellement destinée aux situations d'urgence.

### Construction

- Choisissez un site à proximité d'habitations / de bâtiments (de structures de santé) et d'un point d'eau. Ce site doit avoir suffisamment d'espace et de capacité pour permettre l'infiltration d'eaux usées (F.T. 4.05).
- Préparez le site pour la construction : enlevez tous les débris, aplanissez la surface, dressez une clôture provisoire et acheminez les matériaux et l'équipement de construction requis.
- Délimitez la zone sur au moins 2,5 m x 2,2 m, à l'aide de cordeaux. Ces dimensions vous permettront de réaliser une double douche, avec un canal de drainage à l'arrière.
- Enlevez de cette zone toutes les terres contenant de la poussière, des débris enfouis et des végétaux en décomposition (humus), et creusez un peu plus profondément à l'arrière afin de préparer le canal de drainage ouvert.
- Creusez des trous d'une profondeur supplémentaire de 0,4 m à proximité des coins et au centre de la zone, en forme de spirale comme illustré sur la figure.
- Ancrez des tuyaux en plastique dans les trous. Ils doivent saillir verticalement du sol sur au moins 0,3 m. Ces trous faciliteront l'insertion des poteaux de la superstructure à un stade ultérieur.
- Réalisez un coffrage pour la dalle et le canal de drainage, au moins 0,1 m au-dessus du sol. Une alternative consiste à n'utiliser que l'excavation en tant que coffrage puis à construire des bordures protectrices sur les côtés de la dalle et du canal de drainage.
- Préparez la zone excavée pour le coulage du béton. Si vous rencontrez :
  - un sol instable, répandez une couche de sable et de gravier sur toute la zone et compactez-la bien.
  - un sol stable mais perméable, placez un film plastique sur toute la zone excavée, y compris ses bords et le coffrage.
  - un sol stable et imperméable, aucune mesure particulière n'est requise.
- Préparez et coulez du béton maigre (150 kg/m<sup>3</sup> ; F.T. 2.05) afin de façonner la dalle et le canal de drainage. Faites vibrer le béton pour enlever toutes les bulles d'air. Quand le béton commence à prendre, réalisez sur la dalle une pente de 1 à maximum 4% vers le canal de drainage ouvert, qui requiert lui-même une pente perpendiculaire de 1,5%. Tâchez d'obtenir une surface bien lisse : cela facilitera le drainage des eaux usées. Évitez toutefois que la dalle ne devienne glissante car cela pourrait causer des accidents.
- Recouvrez la dalle et le canal de drainage au moyen d'une toile épaisse régulièrement humidifiée ou d'une bâche en plastique (qui maintiendra l'humidité à l'intérieur), et laissez la cure agir pendant au moins 1 semaine.
- Raccordez la douche, via un grillage et un bac dégraisseur (F.T. 4.04), à un système d'infiltration tel qu'un puits perdu (F.T. 4.06), une tranchée d'infiltration (F.T. 4.07), une aire d'évapotranspiration (F.T. 4.08) ou un système d'égouts fermés.
- Réalisez une superstructure à l'aide de poteaux et d'une bâche en plastique ou d'un matériau local imperméable. Il est vivement recommandé d'installer un toit au-dessus des douches, avec un drainage distinct pour éviter une évacuation excessive d'eau de pluie par le bac dégraisseur et le système d'infiltration qui finirait par saturer et se colmater. Si le drainage séparé est étendu autour de la structure, les eaux de ruissellement pourront être évacuées sans éroder les douches.
- Clôturez la zone au moyen d'une structure permanente afin de la protéger des animaux.

### Entretien

- Assurez-vous que la dalle en béton et la superstructure de la douche soient nettoyées et désinfectées chaque jour au moyen d'une solution chlorée à 0,1% (F.T. 2.20).
- Assurez-vous que le grillage empêchant les particules solides d'accéder au bac dégraisseur et aux dispositifs d'infiltration soit contrôlé / nettoyé quotidiennement.
- Assurez-vous que le bac dégraisseur soit entretenu chaque semaine (F.T. 4.04).



### Légende

1. Dalle de douche (pente de 1 à max. 4%)
2. Canal de drainage (pente de 1,5%) menant vers un système d'infiltration / d'évacuation via un grillage et un bac dégraisseur
3. Superstructure (plastique non transparent, p.ex.)
4. Entrée de la douche (rideau)

### Apport

- Pelles, houes et pioche
- Cordeau, bâtons et mètre ruban
- Niveau à bulle
- Bâche en plastique ou toile de jute
- Sable, ciment et gravier
- Eau propre

## Légende

## Apport

5. Poteaux résistants (éventuellement reliés en diagonale)
6. Support pour le rideau

- Matériau de coffrage (planches en bois)
- Truelle, lisseuse, longue latte plane
- Tuyaux en plastique (PVC)
- Poteaux, bâche en plastique ou matériau imperméable local
- Grand et petit marteaux
- Clous et corde
- Matériaux pour clôture temporaire et permanente

*La dimension (en m) est indicative et doit être adaptée en fonction du contexte.*

## Remarques

- La plupart des douches peuvent être construites en rangées. Le nombre de douches requises dépend du nombre d'utilisateurs potentiels (1 douche/40 personnes ; F.T. 1.08 ; 1.09).
- Afin d'améliorer le confort d'utilisation mais surtout de réduire les risques de violences sexuelles, les douches ne doivent pas être trop éloignées des habitations / bâtiments (de structures de santé). L'emplacement doit aussi permettre une entrée discrète dans la douche (pas au milieu d'une cour publique, par exemple).
- Un mur ou un écran non transparent supplémentaire face à l'entrée des douches renforcera l'intimité, ce qui peut entraîner un usage plus fréquent des installations. Dans certaines cultures, l'usage des douches peut être considérablement accru si elles sont intégrées dans une zone de confort avec des latrines et des installations de lavage pour serviettes hygiéniques. Dans d'autres endroits, il peut s'avérer préférable de maintenir les douches totalement séparées des latrines afin d'éviter toute confusion dans leur utilisation.
- Par souci d'intimité, évitez aussi les zones en hauteur (monticule de terre excavée, par exemple) à proximité des douches.
- La plupart des cultures accordent également de l'importance à la séparation des douches pour hommes et pour femmes. Dans les structures de santé, il est vivement recommandé de prévoir aussi des douches séparées pour le personnel.
- Dans tous les cas, les douches doivent être adaptées aux habitudes (douche à seau, douche à pompe avec eau courante, etc.) et à la taille moyenne de leurs utilisateurs. Dans le cas de douches à pompe avec eau courante, tenez compte du fait que la consommation d'eau augmentera considérablement, de sorte qu'il faudra aussi adapter la capacité des systèmes d'évacuation des eaux usées.
- Il convient également d'accorder une attention particulière aux douches pour personnes à mobilité réduite. La source d'approvisionnement en eau doit être proche des douches et aisément accessible. Prévoir davantage d'espace, un siège et des mains courantes. Il est recommandé d'intégrer ce type de douche adaptée dans les structures d'hospitalisation.
- Pour des raisons d'hygiène, il faut éviter de laver le linge ou la vaisselle dans les douches.
- La dalle et le canal de drainage peuvent également être réalisés en briques recouvertes d'un enduit de ciment (F.T. 2.05), mais cette construction est généralement moins résistante que le béton.
- La cure de la dalle est importante pour assurer sa résistance (F.T. 2.05).
- Il est recommandé d'installer un crochet à l'intérieur des superstructures afin que les utilisateurs puissent y suspendre leurs vêtements.
- Si les bénéficiaires ont l'habitude de déféquer dans les douches, le bas des panneaux de la superstructure pourrait démarrer juste au-dessus du haut des chevilles (environ 0,2 m) afin d'empêcher les gens de s'accroupir. Ce système ne peut être utilisé dans toutes les cultures, et requiert donc une vérification durant l'évaluation initiale.
- Un bon drainage avec grillage, bac dégraisseur et système d'évacuation / d'infiltration est essentiel pour éviter que la zone de douche ne devienne une mare d'eau stagnante et donc un danger potentiel pour la santé.
- Des sachets en plastique sont souvent utilisés pour transporter le savon. Ils sont fréquemment jetés dans le système de drainage, qui finira alors par s'obstruer. Pour réduire ce risque, il faut installer une poubelle près de la douche et expliquer son rôle aux utilisateurs. Ne pas oublier de vider et entretenir la poubelle.
- Du savon et des seaux doivent être mis à disposition pour permettre aux gens de se laver.
- Dans certains pays, la douche peut être remplacée par un sauna (en dehors du champ d'application de ce guide).

## F.T. 4.02 Aires de lavage

Une aire de lavage doit inclure une installation hygiénique permettant de faire la lessive ou la vaisselle, sans que cela n'entraîne des risques environnementaux pour la santé (eau stagnante par exemple). Son aménagement doit être adapté aux habitudes de la population, surtout en ce qui concerne la position généralement adoptée par les femmes pour laver les vêtements ou la vaisselle (accroupies ou debout, par exemple). L'installation décrite ici repose sur le mode de construction le plus simple possible.

### Construction

- Choisissez un site à proximité des habitations / bâtiments (de structures de santé) et d'un point d'eau. Ce site doit avoir suffisamment d'espace et de potentiel pour permettre l'infiltration d'eaux usées (F.T. 4.05).
- Préparez le site pour la construction : enlevez tous les débris, aplanissez la surface, dressez une clôture provisoire et acheminez les matériaux et l'équipement de construction requis.
- Délimitez la zone à l'aide d'un cordeau. Une zone de 1,5 m x 1 m doit être considérée comme l'espace minimum requis pour la lessive d'un utilisateur. Une largeur plus importante accroîtra le confort de l'utilisateur individuel, tandis que la longueur totale est liée au nombre potentiel d'utilisateurs simultanés. Tenez toutefois compte du fait que plus la dalle en béton sera grande, plus elle risquera de se fissurer. Il vaut donc mieux construire plusieurs aires de lavage de taille raisonnable (4 m de longueur, par exemple) au lieu d'une seule très grande.
- Excavez de cette zone toutes les terres contenant de la poussière, des débris cachés et des végétaux en décomposition (humus).
- Préparez la zone excavée pour le coulage du béton. Si vous rencontrez :
  - un sol instable, répandez une couche de sable et de gravier sur toute la zone excavée et compactez-la bien.
  - un sol stable mais perméable, placez un film plastique sur toute la zone excavée, y compris ses bords.
  - un sol stable et imperméable, aucune mesure particulière n'est requise ; sauf si la zone excavée est profonde et requiert un remblayage au moyen d'une couche compactée de sable et de gravier.
- Préparez et coulez du béton maigre (150 kg/m<sup>3</sup> ; F.T. 2.05) afin de réaliser la dalle à double pente et le canal de drainage. Faites vibrer le béton pour en chasser les bulles d'air. Lorsque le béton commence à prendre, créez - sur toute la longueur de la zone - deux pentes de 4% maximum menant au canal de drainage central, lequel requiert une pente perpendiculaire de 1,5% (la direction des diverses pentes est indiquée par les flèches dans la figure). Tâchez d'obtenir une surface bien lisse : cela facilitera le drainage des eaux usées. Évitez toutefois que la dalle ne devienne glissante car cela pourrait causer des accidents.
- Recouvrez complètement la dalle d'une toile épaisse régulièrement humidifiée ou d'une bâche en plastique (qui maintiendra l'humidité à l'intérieur), et laissez la cure agir pendant au moins 1 semaine.
- Réalisez, sur le pourtour de la dalle en béton, une bordure protectrice en briques de terre cuite ou en blocs de ciment, en laissant une ouverture au niveau du canal de drainage. La bordure protectrice doit se dresser au moins 0,1 m au-dessus du sol.
- Réalisez un collecteur simple et ouvert (F.T. 4.03) à l'extrémité du canal de drainage.
- Recouvrez toutes les surfaces de la bordure protectrice et du collecteur de deux couches d'enduit de ciment (chacune de 10 mm d'épaisseur ; F.T. 2.05), et lissez-les bien. Laissez la cure agir pendant plusieurs jours, de préférence une semaine.
- Raccordez le collecteur de l'aire de lavage, via un bac dégraisseur (F.T. 4.04), à un système d'infiltration tel qu'un puits perdu (F.T. 4.06), une tranchée d'infiltration (F.T. 4.07), une aire d'évapotranspiration (F.T. 4.08) ou un système d'égouts. Pour éviter que les tuyaux de raccordement entre les installations de traitement des eaux usées ne soient obstrués par des fragments (de déchets) volumineux, il convient d'installer un grillage à l'intérieur du collecteur.
- Installez de préférence un toit au-dessus de l'aire de lavage, avec un système de récupération des eaux de pluie (F.T. 2.09) et/ou un drainage distinct afin d'éviter l'évacuation d'un excès d'eau de pluie via le bac dégraisseur et le dispositif d'infiltration, car cela finira par les détériorer. Si le drainage séparé est déployé autour de la structure, les eaux de ruissellement peuvent être évacuées sans éroder les aires de lavage.
- Clôturez la zone pour empêcher les animaux d'y accéder.

## Entretien

- Assurez-vous que la dalle des aires de lavage soit nettoyée et désinfectée chaque jour au moyen d'une solution chlorée à 0,1% (F.T. 2.20).
- Assurez-vous que le grillage empêchant les particules solides d'accéder au bac dégraisseur et aux dispositifs d'infiltration soit contrôlé / nettoyé quotidiennement.
- Assurez-vous que le bac dégraisseur soit entretenu chaque semaine (F.T. 4.04).

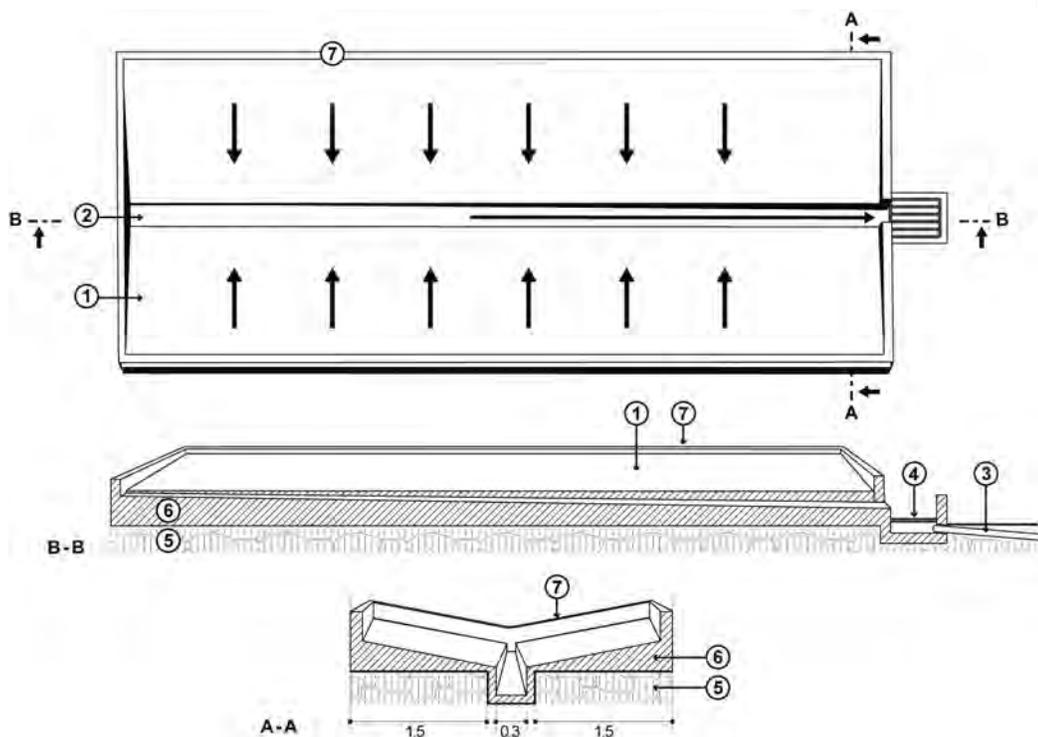
### Légende

### Apport

1. Dalle de lavage (inclinée vers le canal de drainage, 4% maximum)
2. Canal de drainage (pente de 1,5%)
3. Tuyau de drainage vers le bac dégraisseur et l'évacuation finale
4. Collecteur avec grillage
5. Terre (éventuellement recouverte de sable / gravier ou de plastique)
6. Dalle en béton maigre
7. Bordure protectrice

- Pelles, houes et pioches
- Cordeau, bâtons et mètre ruban
- Niveau à bulle
- Bâche en plastique ou toile de jute
- Sable, ciment et gravier
- Eau propre
- Briques en terre cuite ou blocs de ciment
- Truelle, lisseuse, bac pour le mélange du ciment
- Matériaux et outils pour toiture
- Matériaux pour clôture temporaire et permanente

*Les dimensions (en m) sont indicatives et doivent être adaptées en fonction du contexte.*



## Remarques

- Les aires de lavage ne doivent pas être trop éloignées des habitations / bâtiments (structures de santé), afin d'améliorer le confort d'utilisation mais surtout de réduire les risques éventuels de violences sexuelles.
- Si les gens préfèrent rester debout pour laver leurs vêtements, il faudra réaliser un baquet en béton surélevé facile à vider, ou une dalle surélevée (à hauteur d'une table, par exemple). Il arrive aussi que les vêtements ou la vaisselle soient lavés dans un bassin ou un fût de 200 l coupé en deux.
- Le nombre d'aires de lavage dépend en grande partie des habitudes des utilisateurs. Il est aussi vivement recommandé d'intégrer une aire de lavage dans chaque structure de santé.
- Il convient d'accorder une attention particulière à la conception des aires de lavage utilisées par les femmes enceintes et/ou les personnes à mobilité (temporairement) réduite. Souvent, ces personnes seront incapables de s'accroupir, de sorte que des dispositifs (légèrement) surélevés (attention à la hauteur) avec une possibilité pour s'asseoir, d'éventuelles mains courantes et un espace suffisant peuvent s'avérer nécessaires.
- Bien que des installations similaires puissent être utilisées pour le lavage des vêtements ou de la vaisselle, il est fortement recommandé d'assurer une séparation totale entre les deux activités. Les vêtements sales peuvent contenir des matières fécales et sont donc incompatibles avec les ustensiles de cuisine.
- La dalle et le canal de drainage peuvent également être réalisés en briques recouvertes d'un enduit de ciment (F.T. 2.05), mais cette construction est généralement moins résistante que le béton.
- La cure de la dalle est importante pour assurer sa résistance (F.T. 2.05).
- Un bon drainage avec grillage, bac dégraisseur et système d'évacuation / d'infiltration est essentiel pour éviter que l'aire de lavage ne devienne une mare d'eau stagnante.
- Dans les pays à faibles revenus, les marmites et casseroles sont très souvent nettoyées avec du sable / de la terre et de l'eau. Pour éviter un bouchage rapide du système de drainage / d'infiltration, il est recommandé d'installer un bac dégraisseur avec bassin de décantation intégré. Cette configuration peut être aisément obtenue en agrandissant un bac dégraisseur standard (taille standard calculée d'après le débit horaire maximal des eaux usées ; F.T. 4.04). Il faudra surtout accroître sa profondeur afin d'augmenter sa capacité de stockage pour le sable / la terre.
- Des sachets en plastique sont souvent utilisés pour transporter le savon. Ils sont fréquemment jetés dans le système de drainage, qui finira alors par s'obstruer. Des résidus alimentaires peuvent également se retrouver dans le drainage. Pour réduire ces risques, il faut installer une poubelle près de l'aire de lavage et expliquer son rôle aux utilisateurs. Ne pas oublier de vider et entretenir cette poubelle.
- Les aires de lavage dans les structures de santé devraient intégrer des fils de séchage, afin d'éviter que les gens ne posent leurs vêtements sur le sol pour les faire sécher. Il convient en outre d'installer un toit au-dessus de ces fils, surtout durant la saison des pluies. Il est aussi vivement recommandé, dans la mesure du possible, de repasser les vêtements et le linge avant de les réutiliser (protection contre les myiases, p.ex.).
- Il peut s'avérer nécessaire de fournir du savon et des seaux pour permettre aux gens d'améliorer leur hygiène.
- Durant la phase aiguë d'une urgence dans un camp, il est possible de réaliser des aires de lavage en n'utilisant que des bâches en plastique (les mêmes que celles utilisées pour les abris temporaires). La surface du sol au sein d'une excavation peu profonde doit être soigneusement préparée et tous les objets tranchants (pierres, racines, etc.), enlevés. Un mélange sable - gravier compacté à l'intérieur de l'excavation assurera les pentes destinées à la surface de travail et au canal de drainage. Ces pentes doivent être revêtues d'une double épaisseur de bâche en plastique. Les bords de ce plastique doivent être fixés à l'aide de pierres et recouverts de terre bien compactée. Cette structure ne dure que quelques jours car la bâche est très vite endommagée et/ou pourrait être volée.

## F.T. 4.03 Trou d'homme / Collecteur / Chambre de distribution

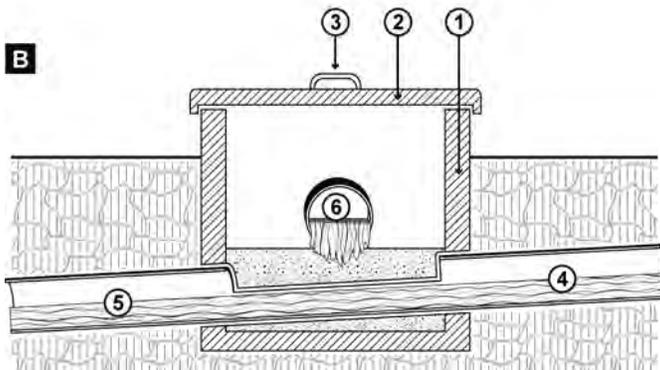
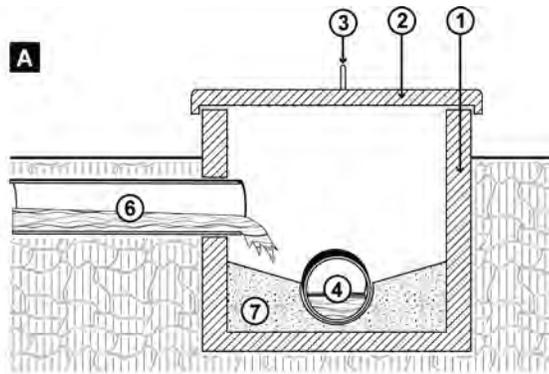
Les trous d'homme permettent de vérifier le fonctionnement des tuyaux d'eaux usées souterrains et éventuellement de les déboucher. Un trou d'homme est généralement prévu tous les 10 à 15 m de longueur de tuyau ainsi qu'à chaque croisement et/ou raccord latéral de tuyaux. Les collecteurs sont nécessaires pour faire converger les eaux usées provenant de différentes directions vers un même tuyau d'évacuation. Ils doivent aussi permettre un contrôle interne du système d'évacuation souterrain. Les chambres de distribution sont semblables aux collecteurs, mais leur structure comporte un fond avec plusieurs tuyaux d'évacuation qui emmènent les eaux usées vers différentes directions. Tous ces dispositifs doivent être entretenus et nettoyés au moins une fois par mois.

### Construction

- Prévoyez un espace supplémentaire pour les trous d'homme / collecteurs / chambres de distribution aux endroits spécifiés, tout en creusant les tranchées requises pour les canalisations d'évacuation et de dispersion des eaux usées. La taille des excavations supplémentaires dépend de la profondeur des canalisations. Plus les tuyaux seront enfouis en profondeur, plus profonds et plus larges devront être le trou d'homme / collecteur / chambre de distribution (pour que les gens puissent y accéder entièrement) et donc les excavations correspondantes. Il s'ensuit également une importante augmentation des coûts. Le format d'exploitation intérieur minimal est de 0,60 m x 0,60 m, afin de permettre l'accès à un dispositif pour le déboucher.
- Réalisez les trous d'homme / collecteurs / chambres de distribution en béton ou maçonnerie (briques en terre cuite, blocs de ciment ou pierres selon les disponibilités) et prévoyez des trous pour les tuyaux. Le fond des trous d'homme / collecteurs / chambres de distribution doit être réalisé avec une inclinaison égale à la pente des tuyaux auxquels ils seront raccordés (au moins 1%), et avoir une forme facilitant l'acheminement des eaux usées vers les tuyaux d'évacuation.
- Installez les tuyaux (diamètre minimal de 100 mm) dans les trous d'homme / collecteurs / chambres de distribution. Chaque tuyau d'évacuation (de sortie) doit être au même niveau que le fond de son trou d'homme / collecteur / chambre de distribution respectif.
- Assurez l'étanchéité optimale de chaque trou d'homme / collecteur / chambre de distribution en recouvrant toutes ses surfaces intérieures et extérieures d'un enduit de ciment (F.T. 2.05), avec une attention particulière pour les passages des tuyaux. Pour les surfaces externes, une seule couche de 10 mm suffit, tandis qu'au niveau interne, il est recommandé d'ajouter une seconde couche de 10 mm dès que la première est sèche. Lissez bien la seconde couche interne car cela facilitera la maintenance par la suite.
- Installez un couvercle solide (étanche) sur chaque trou d'homme / collecteur / chambre de distribution afin d'empêcher les vecteurs d'y accéder.
- Remblayez l'espace entre chaque trou d'homme / collecteur / chambre de distribution et son excavation respective au moyen de terre compactée.

### Remarques

- Veillez à installer une clôture temporaire autour des travaux afin d'éviter les accidents.
- Évitez d'avoir un tuyau d'évacuation plus élevé que le fond de son trou d'homme / collecteur / chambre de distribution car cela générera de l'eau stagnante et des obstructions sèches si l'eau s'évapore.
- L'installation d'un tuyau au travers du trou d'homme / collecteur, dont la moitié supérieure est découpée longitudinalement au niveau de son passage dans la chambre étanche (voir dessin), est une bonne alternative car elle simplifie les travaux pour rendre la construction étanche.
- Tenez compte du fait qu'un couvercle en béton de 0,80 m x 0,80 m x 0,07 m pèse environ 95 kg. Pour permettre un entretien régulier (une fois par mois, p.ex.), il est important que le couvercle ait de bonnes poignées et ne soit pas trop lourd (maximum 50 kg s'il doit être ouvert par une seule personne pour l'entretien). Si le couvercle en béton est de grand format, il est recommandé de le réaliser en plusieurs parties ou d'opter pour un matériau plus léger mais néanmoins solide et étanche.
- Durant la première phase d'une urgence, les trous d'homme / collecteurs / chambres de distribution peuvent aussi être réalisés à partir de fûts de 200 l. Les recommandations relatives aux trous d'hommes et collecteurs ordinaires (position du tuyau d'évacuation, forme du fond, entrées étanches du tuyau,...) sont également valables pour les modèles temporaires.
- La structure du trou d'homme peut aussi être utilisée dans les systèmes d'eau (potable) pour assurer la protection et l'accessibilité des vannes et raccords. Dotez le couvercle du trou d'homme d'un cadenas afin d'éviter toute manipulation illicite des vannes.



### Légende

### Apport

A. Vue frontale d'un collecteur  
B. Vue latérale d'un collecteur

1. Chambre étanche
2. Couvercle amovible (chaque élément < 50 kg)
3. Poignée
4. Tuyau d'entrée A
5. Tuyau de sortie
6. Tuyau B\* (représenté ici en tant que tuyau d'entrée)
7. Pente cimentée

- Plans de construction détaillés
- Ciment, sable, gravier, eau propre
- Bois de coffrage (pour le béton)
- Briques / blocs / pierres
- Outils de maçonnerie
- Fers à béton de 6 mm (couvercle)
- Pelle, houe, pioche, barre à mine
- Tuyau : (tuyau en PVC d'un diamètre min. de 100 mm)
- Matériaux pour clôture provisoire

- \* : - Si le tuyau B ne se situe pas au fond du dispositif (comme indiqué sur la figure), il s'agit d'un tuyau d'entrée et l'installation fonctionne comme un collecteur.  
- Si le tuyau B se situe au fond du dispositif, il s'agit d'un tuyau de sortie et l'installation fonctionne comme une chambre de distribution (ex. : tranchées d'infiltration ; F.T. 4.07 et aire d'évapo-transpiration ; F.T.4.08).  
- S'il n'y a pas de tuyau B, l'installation sert de trou d'homme.

## F.T. 4.04 Bac dégraisseur

Un bac dégraisseur est utilisé pour séparer l'huile, la graisse et certaines matières solides des eaux usées avant leur évacuation dans le sol, voire dans un réseau d'égouts. S'il reste de l'huile, de la graisse et des matières solides dans l'effluent, elles obstrueront très rapidement le système d'infiltration.

### Principe

On peut distinguer deux types simples de bacs dégraisseurs, et le choix de l'un ou l'autre dépendra souvent des matériaux et compétences disponibles :

- Avec un coude à l'entrée et un té à la sortie (solution la plus simple ; "Type A" sur la figure)
- Avec des cloisons de séparation jusqu'au fond (récupération plus efficace des matières solides ; "Type B" sur la figure).

Tout bac dégraisseur fonctionne avec trois zones :

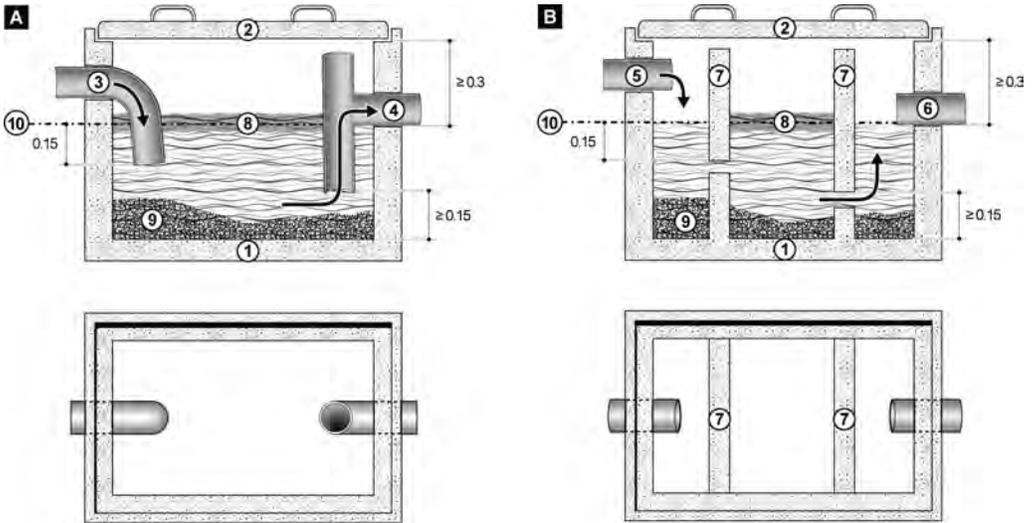
- Une zone d'entrée qui ralentit et répartit l'effluent dans le séparateur ;
- Une zone centrale où les matières grasses flottent et s'accumulent à la surface, et où les solides plus lourds se déposent au fond ;
- Une zone de sortie où l'eau exempte de graisse s'écoule vers le système de dispersion souterrain ou le réseau d'égouts souterrain.

### Construction

- Choisissez un lieu aussi proche que possible du site générant les eaux usées, avec un accès aisé en face du système de dispersion : puits perdu (F.T. 4.06), tranchée d'infiltration (F.T. 4.07), aire d'évapotranspiration (F.T. 4.08) ou égout.
- Concevez le bac dégraisseur et dessinez un plan détaillé. Il doit être rectangulaire avec l'entrée et la sortie aussi éloignées que possible l'une de l'autre. Le volume effectif du bac dégraisseur (volume effectivement rempli d'eaux usées) doit être suffisant pour conserver les eaux usées pendant une durée permettant la séparation de l'eau et des graisses, et le dépôt des solides. D'une manière générale, considérez que le volume effectif doit valoir au moins le double du débit horaire maximal entrant dans le séparateur. À titre d'exemple, pour 100 l d'eaux usées entrant chaque heure durant la période de pointe, le volume effectif du bac dégraisseur doit valoir au moins 200 l.
- Préparez le site pour la construction : enlevez tous les débris, délimitez la zone, installez une clôture temporaire et apportez les matériaux et équipements de construction requis.
- Excavez à l'endroit choisi la zone du bac dégraisseur, située le long de la tranchée du tuyau d'évacuation. Les dimensions de l'excavation doivent être supérieures à celles du bac dégraisseur.
- Réalisez le bac dégraisseur à l'aide de ressources et matériaux disponibles localement, comme du béton coulé ou de la maçonnerie (briques en terre cuite, blocs de ciment ou pierres), et prévoyez des ouvertures pour les tuyaux. Assurez-vous que la chambre ressorte du sol d'au moins 0,1 m afin d'éviter que des eaux de ruissellement ne pénètrent à l'intérieur.
- Positionnez les tuyaux d'entrée et de sortie (diamètre minimal : 100 mm) avec soin afin de faciliter l'écoulement et le fonctionnement du séparateur (voir les dessins).
- Rendez le bac dégraisseur aussi étanche que possible en recouvrant ses surfaces intérieures et extérieures d'un enduit de ciment (F.T. 2.05), avec une attention particulière pour les passages des tuyaux. Pour les surfaces externes, une seule couche de 10 mm suffit, tandis qu'au niveau interne, il est recommandé d'ajouter une seconde couche de 10 mm dès que la première est sèche. Lissez bien la seconde couche interne car cela facilitera la maintenance par la suite.
- Installez un couvercle amovible, muni de poignées. Il doit être bien ajusté sur le séparateur et avoir un certain poids pour éviter les ouvertures non autorisées (par des enfants, par exemple), mais encore suffisamment léger pour pouvoir être ouvert normalement par une personne seule affectée à l'entretien (maximum 50 kg).
- Remblayez l'espace entre le bac dégraisseur et le trou excavé avec de la terre compactée.
- Creusez des tranchées autour du bac dégraisseur afin d'éloigner également les eaux de ruissellement.

## Entretien

- Assurez-vous que les graisses et huiles sont extraites chaque semaine du bac dégraisseur.
- Enfouissez la couche de graisse ou, dans le cas d'une structure de santé, évacuez-la éventuellement vers la fosse à résidus (cendres).
- N'oubliez pas d'enlever de temps à autre les solides qui se sont déposés au fond du bac dégraisseur. Pour faciliter cet entretien, on peut utiliser une pompe capable de pomper les solides (motopompe, pompe vide-cave, etc.) ainsi qu'un récipient (réservoir souple, par exemple). Cette pompe et ce récipient ne pourront plus jamais être utilisés pour l'eau potable !



### Légende

- A. Modèle avec coude et raccord en T  
 B. Modèle avec déflecteurs
1. Chambre étanche
  2. Couvercle amovible avec poignées (chaque élément < 50 kg)
  3. Coude d'entrée, 90°
  4. Raccord de sortie en T
  5. Entrée
  6. Sortie
  7. Cloisons de séparation (déflecteurs)
  8. Zone centrale (séparation des graisses et huiles)
  9. Dépôts de solides
  10. Ligne de référence indiquant la profondeur effective (niveau d'eau max.)

### Apport

- Plans de construction détaillés
- Briques en terre cuite ou blocs de ciment / béton
- Ciment, sable, (gravier), eau propre
- Bois de coffrage
- Fers à béton (6 - 8 mm)
- Pelle, houe, pioche et barre à mine
- Outils de maçonnerie
- Tuyau PVC de 100 mm minimum, ou coude et raccord en T
- Couvercle (béton, métal, plastique rigide, etc.)
- Matériaux pour clôture provisoire

*Les dimensions sont indiquées en m.*

## Remarques

- Même s'il existe un réseau d'égouts (fermés), les eaux usées (grises et noires) doivent être prétraitées avant leur évacuation (au moins respectivement par un bac dégraisseur ou une fosse septique).
- Les eaux de ruissellement ne devraient jamais traverser le bac dégraisseur car ce n'est pas nécessaire (elles ne contiennent normalement pas d'huile ni de graisse), et son volume effectif devrait être considérable pour assurer un temps de rétention suffisant à la grande quantité d'eaux usées diluées.
- Les couvercles en béton des bacs dégraisseurs pèsent souvent plus de 50 kg, ce qui explique en partie l'entretien médiocre de ces installations. Si le couvercle est en béton, il faudra concevoir le bac dégraisseur de telle manière que ce couvercle soit scindé en plusieurs parties mais reste hermétiquement fermé pour empêcher les vecteurs d'entrer. D'autres matériaux plus légers et résistants tels que les tôles métalliques (traitées contre la rouille), l'aluminium ou le plastique sont aussi envisageables pour ce couvercle.
- Les déflecteurs à cloisons de "type B" contribuent à réduire la quantité de dépôts s'échappant du bac dégraisseur. Les tuyaux (en PVC) traversant le dispositif ou la partie ajourée des cloisons doivent être au moins 100 mm au-dessus du fond du bac dégraisseur.
- Un bon entretien garantit le bon fonctionnement d'un bac dégraisseur car il permettra de limiter les odeurs et d'éviter la pénétration d'huile et de graisse dans le système d'infiltration / d'égouts.
- L'huile et la graisse provenant d'un bac dégraisseur ne doivent jamais être évacuées dans une fosse à déchets organiques ou une latrine. Elles obstrueraient en effet les parois d'infiltration verticale de la fosse, empêchant ainsi l'infiltration des liquides dans le sol.
- Pour pouvoir effectuer correctement les entretiens, le personnel a besoin de tenues protectrices telles que des gants en caoutchouc résistants (et étanches), une combinaison, un masque, des bottes et d'autres équipements : récipients de collecte et de transport, pompe, brouette, pelles, etc.
- L'équipe d'entretien doit pouvoir détecter les éventuels dysfonctionnements d'un bac dégraisseur. Exemples d'indicateurs :
  - pénétration d'eau savonneuse dans le système d'infiltration (visible au niveau de la chambre de distribution, par exemple).
  - débordement du système d'infiltration (bien que d'autres causes soient également possibles).
  - débordement du bac dégraisseur (éventuellement dû à un mauvais entretien ou à une conception inadéquate).
- Dans les situations d'urgence et lorsque la quantité d'eaux usées est très limitée (débit de pointe < 50 l/h), un bac dégraisseur peut être réalisé à partir d'un fût de 200 l, d'un coude et d'un raccord en T (selon le "type A").
- Les bacs dégraisseurs peuvent également être constitués de récipients en plastique rectangulaires, ou même être achetés prêts à l'emploi (importation probablement requise).

## F.T. 4.05 Tests relatifs à la stabilité et à la perméabilité des sols

La surface de la Terre se compose de matériaux consolidés (pierre / formations rocheuses) et non consolidés (sols meubles) ; ces derniers étant catégorisés en nombreuses textures de sols. La description précise de toutes ces textures sort du champ d'application de ce guide. Chaque texture possède néanmoins sa propre stabilité, qui influence la durée de vie et la stabilité (risque d'effondrement) des travaux de terrassements, notamment pour les latrines et fosses à déchets. Divers tests de la texture permettent d'évaluer la stabilité des sols. Toutes les textures du sol ont leur propre perméabilité, qui influe sur la capacité d'infiltration. La mesure de la perméabilité du sol via des tests de percolation permet :

- d'estimer la capacité d'infiltration d'un sol destiné à la dispersion d'effluents ;
- de dimensionner un système de dispersion.

### Test de la texture des sols

La texture des sols correspond à la proportion relative en pourcentage du sable, des limons et des argiles. Les propriétés physiques des sols dépendent en grande partie de leur texture. À titre d'exemple, le sable est grumeleux et possède de très bonnes capacités de drainage, mais se révèle instable sur le plan des excavations ; l'argile est glissante et collante, et présente une certaine plasticité lorsqu'elle est mélangée avec de l'eau, à laquelle elle est relativement imperméable, mais elle est stable par rapport aux effondrements lorsqu'elle est sèche ; le limon est fluide et velouté (comme de la farine). Les terreaux se composent de sable, limon et argile en différentes proportions, qui influent sur leurs propriétés (rétention d'eau, plasticité, perméabilité,...).

La texture du sol peut être déterminée sur site via le test suivant (adapté de Lindbo et al.) :

1. Humidifier suffisamment la terre pour pouvoir la modeler comme du mastic, mais sans la saturer.

2. Peut-on faire une boule avec la terre ?

**Non** → Sable  
**Oui** → Sols d'une autre nature

3. Lorsqu'on presse la boule entre le pouce et l'index, la terre forme-t-elle un ruban qui s'étend au-delà de l'index ?

**Non** → Sable riche en terreau  
**Oui** → Terreux ou argiles

4. Est-il possible de réaliser un ruban de plus de 25 mm avant la rupture ?

**Non** → Humidifier à l'excès un petit échantillon du ruban dans la paume et le frotter avec l'index. S'il donne une impression :  
**grumeleuse** → Terreau sablonneux  
**fluide** → Terreau limoneux  
**aucune des deux** → Terreau

**Oui** → Autres terreux ou argiles

5. Est-il possible de réaliser un ruban de plus de 50 mm avant la rupture ?

**Non** → Humidifier à l'excès un petit échantillon du ruban dans la paume et le frotter avec l'index. S'il donne une impression :  
**grumeleuse** → Terreau d'argile sablonneux  
**fluide** → Terreau d'argile limoneux  
**aucune des deux** → Terreau d'argile

**Oui** → Humidifier à l'excès un petit échantillon du ruban dans la paume et le frotter avec l'index. S'il donne une impression :  
**grumeleuse** → Argile sablonneuse  
**fluide** → Argile limoneuse  
**aucune des deux** → Argile

## Test de percolation

Bien que l'analyse de la texture donne une indication de la perméabilité des sols (voir le tableau ci-après), il est recommandé d'effectuer également un test de percolation.

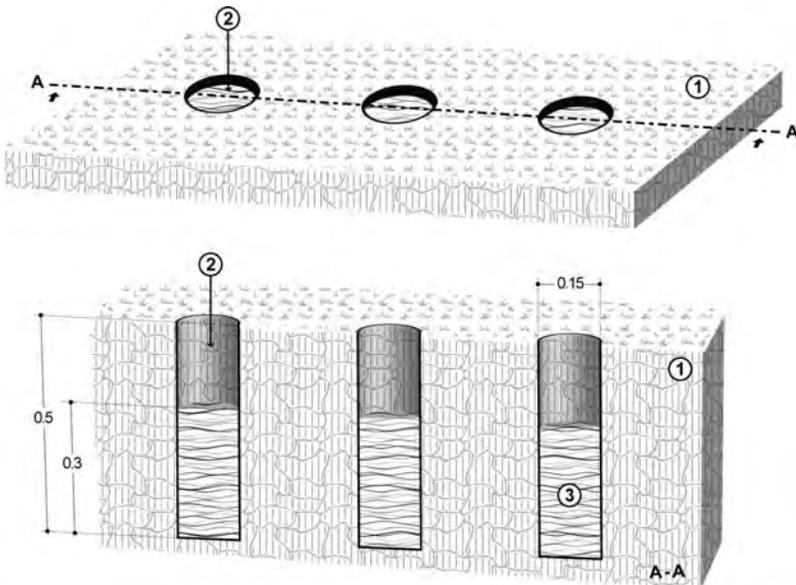
- Réalisez au moins 3 trous de test sur le site proposé, chacun d'un diamètre (D) de 0,15 m et d'une profondeur de 0,5 m.
- Remplissez totalement les trous d'eau potable et laissez reposer pendant la nuit (ou du moins quelques heures) afin d'amener le sol à un état saturé.
- Le lendemain, remplissez les trous d'eau potable jusqu'à une hauteur de 0,3 m (si les niveaux d'eau dans les trous sont encore identiques ou supérieurs à 0,3 m de hauteur, la perméabilité sera certainement trop faible pour les systèmes d'infiltration).
- Mesurez les niveaux d'eau dans les trous après 30 minutes puis encore après 90 minutes.
- Calculez la différence moyenne des niveaux d'eau dans les trois trous (h) pour cette période de 60 minutes, afin de déterminer le volume d'eau moyen (V<sub>mo</sub>) infiltré par trou :

$$V_{mo} (l) = 3,1416 \times D^2/4 (m^2) \times h (m) \times 1000$$

- Extrapolez ce volume moyen d'eau infiltré par trou (surface d'infiltration verticale d'environ 0,15 m<sup>2</sup>) pour une surface d'infiltration de 1 m<sup>2</sup> sur une période de 24 heures afin d'obtenir le taux d'infiltration en l/m<sup>2</sup>-jour :

$$\text{Taux d'infiltration (l/m}^2\text{-jour)} = V_{mo} (l)/0,15 (m^2) \times 24 (\text{heures})$$

- Comparez le résultat avec les taux d'infiltration de l'eau potable dans différentes textures des sols exposés dans le tableau ci-après. Ainsi, vous aurez également une indication du taux d'infiltration des eaux usées pour ce sol.



### Légende

1. Sol (perméable) sur le site proposé pour un système de dispersion
2. Trous de test (diamètre = 0,15 m, profondeur = 0,50 m)
3. Trous de test remplis de 0,30 m d'eau

### Apport

- 1 opérateur
- 1 tarière ou une pioche et une pelle
- 1 montre ou 1 chronomètre
- 1 mètre ruban

Les dimensions sont indiquées en m.

## Formules

$$\text{Surface d'infiltration effective (m}^2\text{)} = \frac{\text{Volume d'effluent à infiltrer (l/jour)}}{\text{Taux d'infiltration du sol (l/m}^2\text{-jour)}}$$

### Puits perdu (modèle circulaire) (F.T. 4.06)

Si le niveau de la nappe phréatique n'est pas un facteur limitatif pour la conception d'un puits perdu, il est possible de choisir son diamètre et donc de calculer la profondeur minimale. Il est toutefois recommandé, pour des raisons de sécurité, qu'un puits perdu non revêtu ne dépasse pas une profondeur de 2 - 3 m (selon la texture du sol).

$$\text{Profondeur du puits perdu (m)} = \frac{\text{Surface d'infiltration effective (m}^2\text{)}}{3,1416 \times \text{diamètre de la fosse (m)}} + 0,5 \text{ m}$$

Les 0,5 m correspondent à la profondeur estimée de la sortie de tuyau ; la surface située au-dessus n'est pas efficace pour une infiltration. Il faudra peut-être adapter cette profondeur supplémentaire à la profondeur réelle de la sortie de tuyau.

Si le niveau de la nappe phréatique est relativement élevé et représente donc un facteur limitatif pour la profondeur du puits perdu, il conviendra d'adapter le diamètre en fonction de la profondeur maximale admissible. Assurez-vous que le fond du puits perdu soit toujours au moins 1,5 m au-dessus du niveau de la nappe phréatique le plus élevé (saison des pluies). La formule suivante peut être utilisée :

$$\text{Diamètre du puits perdu (m)} = \frac{\text{Surface d'infiltration effective (m}^2\text{)}}{3,1416 \times (\text{profondeur max. de la fosse} - 0,5) \text{ (m)}}$$

Les 0,5 m correspondent à la profondeur estimée de la sortie de tuyau ; la surface située au-dessus n'est pas efficace pour une infiltration. Il faudra peut-être adapter cette profondeur supplémentaire à la profondeur réelle de la sortie de tuyau.

### Tranchée d'infiltration (F.T. 4.07)

Quand la surface d'infiltration effective est connue, la longueur des tranchées d'infiltration peut être calculée :

$$\text{Longueur de la tranchée d'infiltration (m)} = \frac{\text{Surface d'infiltration effective (m}^2\text{)}}{2 \times \text{profondeur de tranchée effective sous le tuyau de drainage (m)}}$$

La profondeur effective correspond à la hauteur d'infiltration sous le tuyau perforé. Le fond de la tranchée doit être au moins 1,5 m au-dessus du niveau de la nappe phréatique le plus élevé.

### Exemple de dimensions d'un système de dispersion

L'effluent de la fosse septique d'un centre de santé doit être éliminé à l'aide de tranchées d'infiltration.

- Le volume d'effluent à infiltrer est de 500 l/jour.
- Le taux d'infiltration du sol est estimé à 10 l/m<sup>2</sup>-jour.
- Les tranchées auront une profondeur effective de 0,5 m.

- La surface d'infiltration effective se calcule de la manière suivante :

$$\frac{\text{Volume de l'effluent (l/jour)}}{\text{Taux d'infiltr. (l/m}^2\text{-jour)}} = \frac{500}{10} = 50 \text{ m}^2$$

- Une tranchée se compose de deux murs verticaux ; la longueur totale de la tranchée est obtenue via :

$$\frac{\text{Surface d'infiltration (m}^2\text{)}}{2 \times \text{prof. effective (m)}} = \frac{50}{2 \times 0,5} = 50 \text{ m}$$

Il faudra au moins deux tranchées de 25 m de longueur (la longueur maximale d'une tranchée d'infiltration unique est limitée à 30 m). Une alternative consiste à réaliser les tranchées d'infiltration selon la forme typique du trident (F.T. 4.07) ; chaque tranchée ayant une longueur minimale de 17 m. Notez que seules les surfaces verticales (et non le fond) de la tranchée ont été prises en compte dans le calcul de la surface d'infiltration.

## Remarques

### Test de la texture du sol

- Chaque fois qu'il faut creuser une fosse ou tranchée, la texture du sol doit être testée afin de déterminer le risque d'effondrement. Cette texture peut changer au fur et à mesure que l'excavation gagne en profondeur. Il peut donc s'avérer nécessaire de reproduire le test de la texture du sol à différentes profondeurs, surtout si la couleur du sol change et/ou procure une sensation différente. Il est également recommandé de tester la texture du sol à différents endroits le long d'une excavation de tranchée. L'humidité du sol joue en outre un rôle dans sa stabilité (plus il est humide, plus vite il s'effondrera).
- Les fosses dotées d'un revêtement partiel (F.T. 3.04) peuvent être excavées dans des terres dont la texture se compose de sable ou de sable riche en terreau à une profondeur de 2 m seulement, tandis que la profondeur peut être accrue à 3 m dans des terres essentiellement constituées de terreau sec et/ou d'argile sèche.
- Le tableau donne les estimations approximatives du taux d'infiltration de l'eau potable et des eaux usées en fonction de la texture du sol :

Texture des sols	Taux d'infiltration de l'eau potable (l/m <sup>2</sup> -jour)	Taux d'infiltration des eaux usées (l/m <sup>2</sup> -jour)
Sable et sable riche en terreau	2400 – 720	50 – 33
Terreau sablonneux et terreau	720 – 480	33 – 25
Terreau d'argile sablonneux, terreau d'argile, terreau d'argile limoneux et limon	480 – 120	25 – 12
Argile sablonneuse, argile limoneuse et argile	120 – 24	16 – 4

*L'argile ne convient pas pour les puits perdus ou les tranchées d'infiltration.*

*Adapté à partir de Lindbo et al.*

### Test de percolation

- Cette méthode d'évaluation de la perméabilité des sols dépend dans une large mesure de leur homogénéité. Il convient donc d'envisager un test de percolation unique avec précaution, car ses résultats pourraient ne pas toujours représenter la réalité. Il est recommandé d'effectuer plusieurs tests de percolation sur la longueur prévue de longues tranchées. À mesure que l'excavation progresse, il convient également d'effectuer divers tests de percolation à différentes profondeurs, surtout si la terre change de couleur et/ou présente une texture différente. Néanmoins, comme un tel test prend beaucoup de temps, il n'est pas indispensable pour les fosses construites lors d'urgences aiguës.
- Comme le test de percolation s'effectue avec de l'eau potable, il ne tient pas compte de l'effet obstruant du déversement d'effluents charriant des matières solides. Même les eaux gaspillées aux points d'eau sans activités de lavage contiendront quelques solides. Mais en général, la terre peut être considérée comme ayant un taux d'infiltration suffisant pour un système de dispersion si le niveau dans chaque trou du test de percolation descend au moins de 0,10 m durant la période de 60 minutes.
- Il a été constaté qu'à la longue, le taux d'infiltration pour différentes textures de sols est plus ou moins identique dès que la surface du sol est partiellement colmatée. Par souci de sécurité, il vaut mieux travailler sur la base de 10 l/m<sup>2</sup>-jour pour l'infiltration des effluents d'eaux usées et de 20 l/m<sup>2</sup>-jour pour l'eau provenant d'un point d'eau sans activités de lavage (rampe de distribution, par exemple).
- N'oubliez pas que plus grande est la perméabilité du sol (bonne infiltration), plus élevé sera le risque de contamination des eaux (souterraines) par les eaux usées. Il faut en tenir compte pour la distance verticale entre le fond de fosses / systèmes d'infiltration et le niveau de la nappe phréatique. Pour les sols homogènes, la distance verticale minimale est de 1,5 m. Il est également recommandé, en règle générale, d'installer des fosses / systèmes d'infiltration en aval de points d'eaux souterraines à une distance minimale de 30 m. Ceci afin d'éviter la contamination microbiologique des eaux souterraines en cas d'infiltration des eaux usées jusqu'à l'aquifère. Les distances (verticales et horizontales) minimales sont malheureusement difficiles à prévoir pour les sols fissurés.
- Il est important de savoir que si la capacité d'infiltration d'un système de dispersion souterrain (puits perdu, tranchées d'infiltration, etc.) est calculée, seules ses surfaces verticales (et non le fond) pourront être pris en compte. Cette limitation est due à la couche bactérienne qui se formera assez rapidement au fond des systèmes de dispersion : elle deviendra imperméable au bout d'un certain temps et empêchera donc toute infiltration.
- Si vous constatez que votre première installation d'infiltration ne fonctionne pas comme prédit par le test de perméabilité, n'hésitez pas à en construire de nouvelles, cette fois surdimensionnées, ou à changer de technique (évapotranspiration, par exemple ; F.T. 4.08).

## F.T. 4.06 Puits perdu

Un puits perdu permet l'évacuation d'une quantité limitée d'eaux usées provenant entre autres d'un point d'eau, d'une cuisine ou d'une douche par infiltration dans une terre perméable, après avoir subi le prétraitement requis.

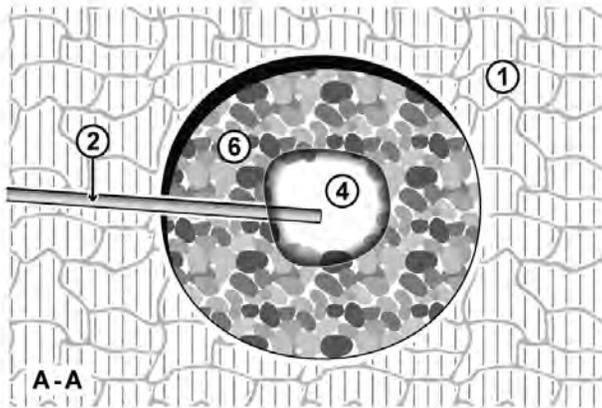
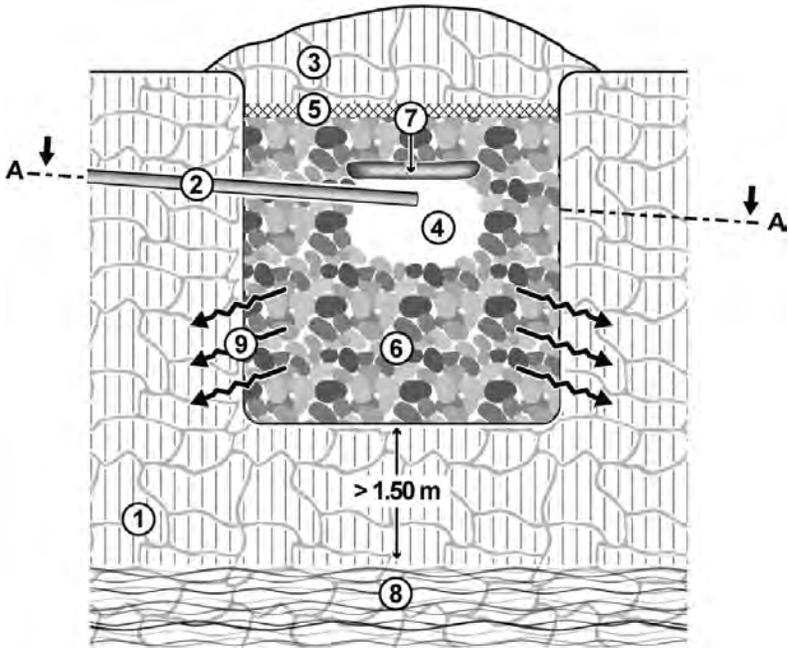
### Construction

- Choisissez un site le plus près possible du bac dégraisseur mais à 6 m minimum d'habitations, à 7,5 m d'arbres ou de haies et à 3 m de limites de propriétés. Le site devrait, dans le cas d'un puits perdu "domestique", être de préférence en aval et au moins à 30 m des ressources en eaux de surface et souterraines.
- Déterminez les dimensions du puits perdu sur la base des tests relatifs à la texture et à la perméabilité du sol (F.T. 4.05), du niveau de la nappe phréatique et de la quantité d'eaux usées à infiltrer.
- Préparez le site pour la construction : enlevez tous les débris, délimitez la zone, installez une clôture temporaire et apportez les matériaux et équipements de construction requis.
- Creusez la tranchée pour le tuyau entrant, avec une pente d'au moins 1%, 0,3 m de largeur et au moins 0,3 m de profondeur.
- Creusez une fosse circulaire aux dimensions requises. Mesurez la profondeur effective depuis le fond de la tranchée entrante jusqu'au fond de la fosse. Si la fosse est profonde et/ou le sol instable, étayez les bords à l'aide de planches en bois et de pieux durant l'excavation.
- Remplissez le puits perdu au moyen de pierres jusqu'au niveau du fond de la tranchée. Ces pierres doivent être propres, avec un diamètre de 0,05 à 0,15 m.
- Posez, éventuellement sur une couche de sable, le tuyau entrant (diamètre min. de 100 mm ; au moins 1% de pente) jusqu'au milieu de la fosse. Dégagez les pierres autour de l'extrémité du tuyau afin de ménager un espace vide pour faciliter la dispersion du flux.
- Placez une grande pierre plate au-dessus de l'extrémité (sortie) du tuyau et ajoutez une couche de pierres (au moins 0,1 m d'épaisseur). À défaut de pierre plate, une dalle de béton peut faire l'affaire.
- Recouvrez les pierres d'un géotextile ou, en cas d'indisponibilité, d'une bâche en plastique perforée.
- Remplissez la fosse de terre, compactez-la et, en cas de forte érosion par l'eau et/ou le vent, plantez-y de l'herbe.

### Légende

### Apport

1. Sol perméable	- Mètre ruban
2. Tuyau entrant (diamètre min. 100 mm)	- Pelles, houes, pioches et barres à mine
3. Terre compactée	- Brouette
4. Espace dégagé à l'extrémité du tuyau	- Tuyau, diamètre minimal de 100 mm, en PVC ou ciment
5. Géotextile ou bâche en plastique perforée	- Géotextile ou bâche en plastique
6. Pierres propres (grosses pierres, galets)	- Pierres (0,05 - 0,15 m de diamètre)
7. Pierre plate ou dalle en béton	- Matériaux pour clôture provisoire
8. Nappe phréatique	- Fer à béton ou tuyau galvanisé de ½" et marteau
9. Infiltration des eaux usées dans le sol	



## Remarques

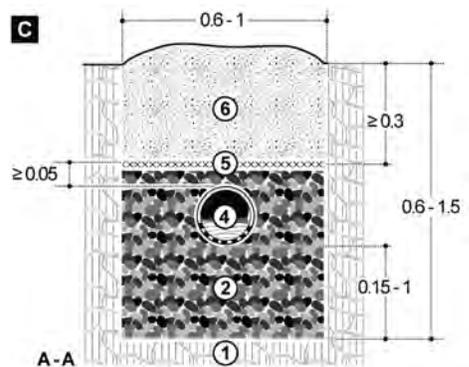
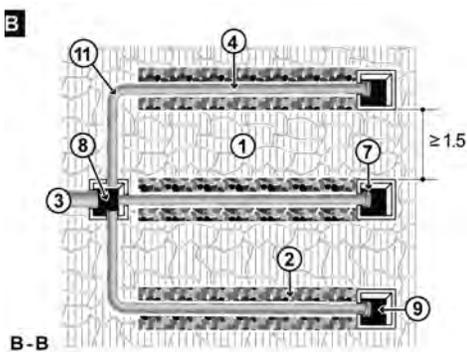
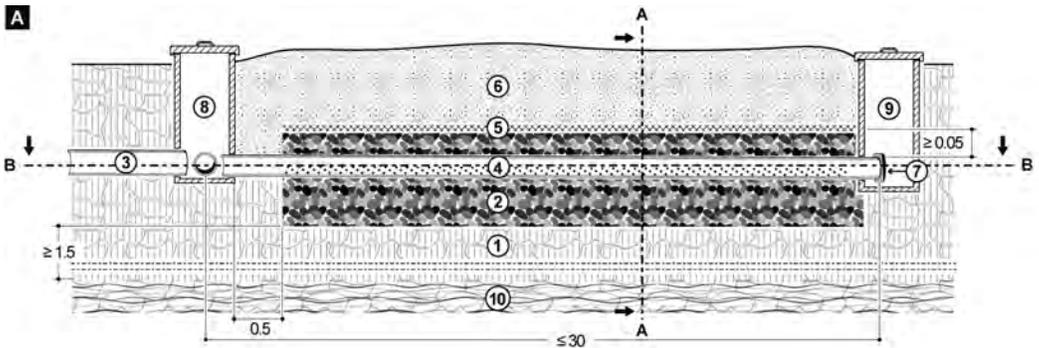
- Les puits perdus ne laissent infiltrer que des quantités limitées d'eaux usées (prétraitées). Pour déterminer les dimensions de la fosse, il est important d'évaluer la capacité d'infiltration de la terre et de prévoir l'éventuel accroissement de la quantité d'eaux usées à évacuer. N'oubliez pas que l'infiltration ne s'effectuera que via les parois verticales de la fosse, de sorte que son fond ne devrait pas être considéré comme une surface d'infiltration (du fait de la formation d'une couche bactérienne "imperméable" sur le fond).
- Le fond du puits perdu doit se situer au moins 1,5 m (de préférence 3,0 m en cas de raccordement à une fosse septique) au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique (durant la saison des pluies). Si le niveau de la nappe phréatique est relativement élevé, optez pour des tranchées d'infiltration (F.T. 4.07). La profondeur de la nappe phréatique peut être estimée via la vérification du niveau de l'eau dans les puits proches. Une autre option consiste à introduire une barre métallique telle qu'un fer à béton ou un ou plusieurs tuyaux galvanisés de ½" dans le sol, à 1,5 m sous la profondeur de fosse requise. Lors de leur extraction, le fer à béton ou le tuyau avec la terre qu'il contient doivent être secs. Les sols saturés d'eau après de fortes pluies peuvent donner une fausse idée du niveau réel de la nappe phréatique.
- Même si le niveau de la nappe phréatique est toujours très profond, il est recommandé de restreindre la profondeur du puits perdu (de préférence à 3 m maximum) afin de limiter les risques d'effondrement lors des excavations.
- S'il n'y a pas de pierres disponibles pour la consolidation du puits perdu, des branches d'arbres ou du bambou peuvent être utilisées afin de réaliser un revêtement circulaire. Les puits perdus réalisés avec ces matériaux ont néanmoins une durée de vie plus courte (2 ans maximum), et ne sont donc admissibles que durant les phases aiguës d'une urgence. Les puits perdus sont parfois revêtus de maçonnerie, voire de buses en béton, avec une dalle en béton au sommet. Assurez-vous que ces modèles présentent suffisamment de trous dans leur revêtement pour drainer les liquides par les côtés. Quoi qu'il en soit, le revêtement réduira considérablement leur surface d'infiltration. Comme ces types de puits perdus représentent déjà un solide investissement, les tranchées d'infiltration sont peut-être plus appropriées pour les eaux grises. Les puits perdus revêtus peuvent toutefois s'avérer une alternative peu coûteuse par rapport à une fosse septique pour les toilettes à siphon d'eau.
- On constate parfois une tendance à ne pas recouvrir le puits perdu de terre compactée, surtout dans les régions chaudes et sèches. L'objectif est d'utiliser la chaleur du soleil pour favoriser l'évaporation des eaux usées. Il est toutefois vivement recommandé de recouvrir le puits perdu, vu que le géotextile ou la bâche en plastique perforée au-dessus des pierres empêche la terre de pénétrer entre celles-ci et d'obstruer le système, tout en permettant l'entrée d'air et la sortie de gaz.
- Si les eaux usées proviennent d'une cuisine, de douches, d'un évier ou d'une aire de lavage, il convient d'installer un bac dégraisseur (F.T. 4.04) avant le puits perdu, afin d'éviter un colmatage du à de l'huile ou à de la graisse.

## F.T. 4.07 Tranchée d'infiltration

Les tranchées d'infiltration peuvent être utilisées pour la dispersion souterraine d'eaux usées provenant, par exemple, de cuisines et de centres de santé, après avoir subi le prétraitement requis. Elles peuvent aussi être affectées à l'évacuation d'effluents de fosses septiques.

### Construction

- Choisissez un site le plus près possible du bac dégraisseur mais à 6 m minimum d'habitations, à 7,5 m d'arbres ou de haies, et à 3 m de limites de propriétés. Le site devrait être de préférence en aval et au moins à 30 m des ressources en eaux de surface et souterraines.
- Déterminez les dimensions de la ou des tranchées d'après les résultats des tests relatifs à la texture et à la perméabilité du sol, le niveau de la nappe phréatique et la quantité d'eaux usées à infiltrer (F.T. 4.05).
- Préparez le site pour la construction : enlevez tous les débris, délimitez la zone à l'aide de cordons, dressez une clôture provisoire et acheminez les matériaux et l'équipement de construction requis.
- Creusez les tranchées (environ 0,3 m de largeur et au moins 0,3 m de profondeur) pour le tuyau entrant (au moins 1% de pente) et les tuyaux de jonction afin de réaliser la structure en trident des drains (distants de 1,5 m minimum).
- Creusez les tranchées d'infiltration effectives aux dimensions requises comme indiqué sur la figure (avec une pente de 0,2% à 0,5% maximum). La longueur maximale d'une tranchée d'infiltration est limitée à 30 m, afin d'assurer une bonne répartition des eaux usées.
- Construisez une chambre de distribution à l'extrémité de la tranchée du tuyau entrant et, éventuellement, 3 trous d'homme où aboutiront les tuyaux de drainage (F.T. 4.03).
- Installez le tuyau entrant et les tuyaux de jonction avec des coudes (diamètre min. : 100 mm) dans les tranchées, éventuellement sur une couche de sable, et assurez l'étanchéité entre les tuyaux et la chambre de distribution.
- Ratissez les côtés et le fond des tranchées d'infiltration. Ne marchez pas dans les tranchées après cette tâche.
- Remplissez les tranchées de gravier propre (de calibre uniforme) jusqu'au niveau correspondant à la fin des tuyaux de jonction, en respectant la pente de 0,2 - 0,5% (épaisseur min. de la couche de gravier : 0,15 m, mais de préférence jusqu'à 1 m).
- Posez les drains (tuyau perforé / poreux, ou sections de tuyau à raccords non serrés, diamètre minimal de 100 mm), en respectant la pente de 0,2 - 0,5%. Obturez les extrémités au moyen d'un bouchon et assurez l'étanchéité entre les drains et chaque trou d'homme potentiel.
- Remplissez les tranchées d'infiltration de gravier propre jusqu'à une épaisseur d'au moins 0,05 m au-dessus des drains.
- Recouvrez le gravier d'un géotextile ou, en cas d'indisponibilité, d'une bâche en plastique perforée.
- Remblayez toutes les tranchées jusqu'au sommet à l'aide de terre et compactez-la légèrement.
- Plantez de l'herbe au-dessus après une ou deux semaines afin de limiter l'érosion.



### Légende

### Apport

- A. Section longitudinale  
 B. Vue aérienne du système à tranchées multiples  
 C. Coupe transversale

1. Sol perméable
2. Gravier propre
3. Tuyau entrant
4. Tuyau de drainage
5. Géotextile ou bâche en plastique perforée
6. Terre compactée
7. Bouchon à l'extrémité du tuyau de drainage
8. Chambre de distribution
9. Trou d'homme (optionnel)
10. Nappe phréatique
11. Tuyaux de jonction avec coudes

- Mètre ruban, cordeaux et piquets
- Pelles, houes, pioches, barres à mine et brouette
- Fer à béton ou tuyau galvanisé de  $\frac{1}{2}$ " et marteau
- Tuyaux en PVC (diamètre min. 100 mm)
- Tuyaux de drainage (tuyau perforé ou poreux ou sections de tuyaux avec raccords non serrés)
- 2 coudes pour les tuyaux de drainage
- 3 bouchons d'extrémité pour les tuyaux de drainage
- Matériaux de construction pour la chambre de distribution / les trous d'homme
- Géotextile ou bâche en plastique
- Herbe
- Matériaux pour clôture provisoire

Les dimensions sont indiquées en m.  
 Figures pas à l'échelle

## Remarques

- Les systèmes de dispersion utilisant des tranchées simples ou multiples avec des tuyaux d'infiltration constituent une bonne alternative aux puits perdus :
  - pour les sols un peu moins perméables ou lorsqu'il y a de grandes quantités d'effluents ;
  - dans le cas d'un niveau d'eau élevé de la nappe phréatique ou en présence de couches rocheuses près de la surface.
- Pour estimer les dimensions de la tranchée, évaluez la capacité d'infiltration des sols (F.T. 4.05) et prévoyez une marge pour l'éventuel accroissement de la quantité d'eaux usées à évacuer. Comme le taux d'infiltration du sol peut varier sur la longueur de la tranchée d'infiltration, ce taux doit être vérifié à plusieurs endroits le long de la tranchée envisagée.
- Il convient de prévoir suffisamment d'espace pour l'installation de tranchées d'infiltration (ex. : dans les pays à revenus élevés, une surface au sol minimale de 30 m<sup>2</sup> est prévue pour environ 500 l d'eaux usées par jour). N'oubliez pas que l'infiltration ne s'effectuera que via les parois verticales de la tranchée d'infiltration, de sorte que son fond ne devrait pas être considéré comme une surface d'infiltration (du fait de la formation d'une couche bactérienne "impermeable" sur le fond).
- Le fond de la tranchée d'infiltration doit se situer au moins 1,5 m (de préférence 3,0 m en cas de raccordement à une fosse septique) au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique (durant la saison des pluies). La profondeur de la nappe phréatique peut être estimée via la vérification du niveau de l'eau dans les puits proches. Une autre option consiste à introduire une barre métallique telle qu'un fer à béton ou un ou plusieurs tuyaux galvanisés de ½" dans le sol, à 1,5 m sous la profondeur de tranchée requise. Lors de leur extraction, le fer à béton ou le tuyau avec la terre qu'il contient doivent être secs. Les sols saturés d'eau après de fortes pluies peuvent donner une fausse idée du niveau réel de la nappe phréatique.
- Les tranchées d'infiltration doivent être espacées d'au moins 1,5 m. La chambre de distribution avec couvercle d'inspection (F.T. 4.03) installée au début des drains vise à assurer une répartition correcte de l'effluent dans les différents tuyaux de drainage. Les petits trous d'homme installés aux extrémités des tuyaux de drainage peuvent faciliter le débouchage des drains si leurs bouchons sont amovibles.
- Les trous dans les tuyaux de drainage destinés à la répartition des eaux usées doivent démarrer à 0,5 m minimum de la chambre de distribution.
- Le géotextile ou la bâche en plastique perforée sur le lit de gravier empêche la pénétration de terre, qui pourrait obstruer le système et/ou limiter l'infiltration, mais laisse l'air entrer dans les tranchées et les gaz en sortir.
- Tondez régulièrement l'herbe afin qu'elle ne devienne pas un lieu de prolifération et/ou un refuge pour les vecteurs.
- Si les eaux usées proviennent d'une cuisine, de douches, d'un évier ou d'une aire de lavage, il convient d'installer un bac dégraisseur (F.T. 4.04) avant les tranchées d'infiltration, afin d'éviter un colmatage du à de l'huile ou à de la graisse.

## F.T. 4.08 Aire d'évapotranspiration

L'évapotranspiration est utile dans les zones arides et chaudes où l'on ne peut utiliser un puits perdu ou des tranchées d'infiltration à cause de sols "imperméables" (argile ou roche, p.ex.). Elle combine l'évaporation de l'eau à partir du sol et la transpiration des végétaux, une fois que les effluents ont subi le prétraitement nécessaire.

### Principes

L'évapotranspiration est un phénomène complexe qui varie avec la latitude, la saison et la période de la journée. Une approximation acceptable peut être obtenue comme suit :

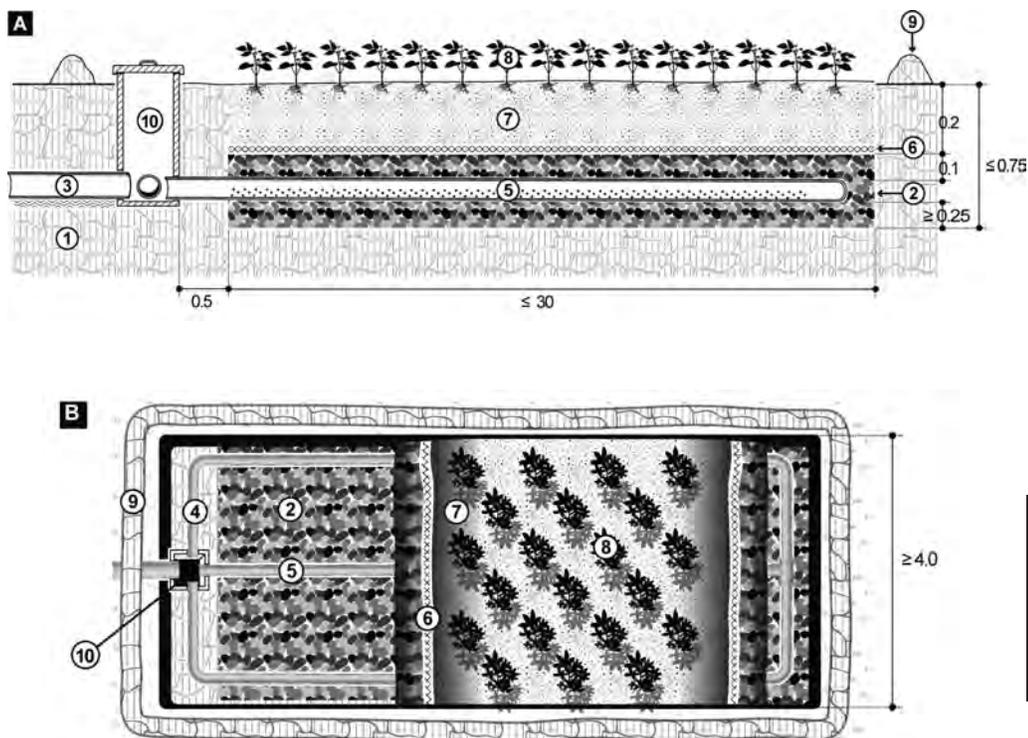
**Taux d'évapotranspiration (mm d'eau par jour) = 0,8 x taux d'évaporation d'un bassin ouvert**

La surface d'une aire d'évapotranspiration peut, en l'absence d'autres données, être calculée sur la base suivante :

**Surface effective = volume d'eaux usées (m<sup>3</sup>/jour)/taux d'évapotranspiration (m/jour)**

### Construction

- Choisissez un site le plus près possible du bac dégraisseur mais à 6 m minimum d'habitations, à 7,5 m d'arbres ou de haies, et à 3 m de limites de propriétés. Le site devrait être de préférence en aval et au moins à 30 m des ressources en eaux de surface et souterraines.
- Déterminez les dimensions de l'aire d'évapotranspiration d'après les informations ci-dessus.
- Préparez le site pour la construction : enlevez tous les débris, délimitez la zone à l'aide de cordeaux, dressez une clôture provisoire et acheminez les matériaux et l'équipement de construction requis.
- Creusez les tranchées (environ 0,3 m de largeur et au moins 0,3 m de profondeur) pour le tuyau entrant (au moins 1% de pente) et les tuyaux de jonction afin de réaliser la structure en trident des drains (distants de 1,5 m minimum).
- Creusez l'aire d'évapotranspiration avec une pente de 0,2%, au moins 4 m de largeur, maximum 30 m de longueur et environ 0,25 m de profondeur en plus par rapport à la fin des tranchées du tuyau de jonction (mais la profondeur globale ne doit pas dépasser 0,75 m).
- Réalisez une chambre de distribution à la fin de la tranchée du tuyau entrant.
- Installez le tuyau entrant et les tuyaux de jonction avec des coudes (diamètre min. : 100 mm) dans les tranchées, éventuellement sur une couche de sable, et assurez l'étanchéité entre les tuyaux et la chambre de distribution.
- Installez les drains de dispersion (tuyau perforés en PVC d'un diamètre minimal de 100 mm) sur un lit de gravier propre de calibre uniforme (20 à 50 mm), tout en respectant les pentes prévues d'environ 0,2%. Assurez l'étanchéité des raccords avec les tuyaux de jonction et connectez les extrémités éloignées des drains de dispersion.
- Remplissez l'aire d'évapotranspiration d'une couche de gravier propre de calibre uniforme, au moins 0,1 m au-dessus des drains de dispersion, et recouvrez-la d'un géotextile. S'il n'y a pas de géotextile disponible, il peut être remplacé par une mince couche de gravier fin mélangé à du sable grossier propre afin d'éviter que de fines particules de terre ne pénètrent dans le gravier et ne cause des obstructions. Si nécessaire, du sable propre peut être ajouté au-dessus de cette mince couche jusqu'à 0,2 m sous la surface du sol.
- Recouvrez l'aire d'évapotranspiration avec environ 0,2 m de terre végétale absorbant l'eau. Si la terre végétale n'absorbe pas beaucoup d'eau par elle-même, elle peut être mélangée avec du sable propre.
- Remblayez la tranchée entrante à l'aide de terre légèrement compactée.
- Réalisez un talus tout autour de l'aire d'évapotranspiration afin de la protéger contre les eaux de ruissellement.
- Plantez ou semez, sur toute l'aire, une herbe locale à croissance rapide consommant beaucoup d'eau.



### Légende

### Apport

A. Section longitudinale

B. Vue aérienne (vues explosées pour certains emplacements)

- |   |   |
|---|---|
| <p>1. Sol imperméable</p> <p>2. Gravier propre</p> <p>3. Tuyau entrant</p> <p>4. Tuyaux de jonction</p> <p>5. Drains reliés entre eux au moyen de coudes et d'un raccord en T</p> <p>6. Géotextile (ou mélange sable grossier / gravier)</p> <p>7. Terre végétale</p> <p>8. Herbe à croissance rapide</p> <p>9. Talus de protection contre les eaux de ruissellement</p> <p>10. Chambre de distribution</p> | <p>- Mètre ruban, cordeau et piquets</p> <p>- Pelles, houes, pioches, brouettes</p> <p>- Tuyaux en PVC (diamètre min. 100 mm)</p> <p>- Drains de dispersion (perforés ; diamètre min. 100 mm)</p> <p>- 4 coudes et 1 raccord en T pour les tuyaux de jonction et de drainage</p> <p>- Gravier (calibre 20 - 50 mm)</p> <p>- Géotextile ou mélange de sable grossier et de gravier fin</p> <p>- Matériaux de construction pour la chambre de distribution / les trous d'homme</p> <p>- Terre absorbant l'eau (et éventuellement sable propre)</p> <p>- Herbe à croissance rapide</p> <p>- Matériaux pour clôture provisoire</p> <p>- Fer à béton ou tuyau galvanisé de ½" et marteau</p> |
|---|---|

*Les dimensions sont indiquées en m.  
Figures pas à l'échelle*

### Exemple de calcul conceptuel

Un dispensaire implanté dans une zone tropicale chaude et sèche génère 300 l d'eaux usées par jour. Le sol rocheux ne permet pas une dispersion souterraine. Le taux d'évaporation est très élevé : 10 mm/jour.

Taux d'évapotranspiration =  $0,8 \times 10 \text{ mm/jour} = 8 \text{ mm/jour}$  ou  $0,008 \text{ m d'eau/jour}$

Surface effective =  $(0,3 \text{ m}^3/\text{jour}) / (0,008 \text{ m/jour}) = 37,5 \text{ m}^2$  (en pratique, environ  $4 \text{ m} \times 10 \text{ m}$  de surface au sol)

**ATTENTION** : des valeurs d'évapotranspiration de seulement 2 mm d'eau par jour ( $2 \text{ l/m}^2\text{-jour}$ ) ont été enregistrées dans des zones arides de l'hémisphère Nord.

### Remarques

- L'aire d'évapotranspiration ne convient que pour les climats chauds, venteux, arides ou semi-arides, et ne peut traiter que des volumes très limités d'eaux usées.
- Le taux d'évaporation (minimum, maximum et moyen) pour une région donnée peut être trouvé dans la littérature spécialisée, auprès des universités ou auprès de stations météorologiques (aéroports, par exemple).
- Si le taux d'évaporation n'est pas connu, il peut être grossièrement mesuré à l'aide d'un bassin ouvert (carré) de  $1 \text{ m}^2$  rempli d'eau et placé à l'extérieur sur le sol (mais non exposé à la pluie). Il est possible de calculer le taux d'évaporation moyen de l'eau en mesurant chaque jour la hauteur d'eau exacte dans le bassin pendant plusieurs jours. N'oubliez pas que plus longtemps durera la période de mesure, plus précise sera la moyenne obtenue. Sachez que  $1 \text{ mm}$  d'eau évaporée dans le bassin de  $1 \text{ m}^2$  représente 1 litre.
- De petits trous d'homme peuvent remplacer le raccord en T et les coudes à l'extrémité des tuyaux d'infiltration, ce qui pourrait faciliter le débouchage éventuel des drains. La chambre de distribution et les éventuels trous d'homme doivent avoir un couvercle d'inspection.
- Les trous dans les tuyaux de drainage destinés à la répartition des eaux usées doivent démarrer à  $0,5 \text{ m}$  minimum de la chambre de distribution.
- Choisissez une herbe dont la croissance requiert beaucoup d'eau. Les arbres absorbant beaucoup d'eau (papayer, p.ex.) pourraient briser les tuyaux avec leurs racines, de sorte qu'ils ne sont pas recommandés à cette fin.
- Tondez régulièrement l'herbe afin qu'elle ne devienne pas un lieu de prolifération et/ou un refuge pour les vecteurs.
- Si les eaux usées proviennent d'une cuisine, de douches, d'un évier ou d'une aire de lavage, il convient d'installer un bac dégraisseur (F.T. 4.04) avant l'aire d'évapotranspiration afin d'éviter un colmatage du à de l'huile ou à de la graisse.

# Collecte et élimination finale des ordures

Narratif

Fiches techniques

F.T. 5.01 Poubelles collectives

F.T. 5.02 Fosse à ordures

F.T. 5.03 Décharge contrôlée

## Chapitre 5



## 5.1 Pourquoi faut-il gérer correctement les ordures ?

L'accumulation d'ordures (déchets solides) crée des risques pour la santé, une source de désagréments ainsi qu'une pollution environnementale. Les risques pour la santé sont essentiellement liés à la prolifération d'insectes vecteurs et de rongeurs :

- Mouches jouant un rôle essentiel dans la transmission de maladies féco-orales ;
- Moustiques du genre *Aedes* (responsables de la transmission de la dengue, de la fièvre jaune et d'autres arbovirus) pondant leurs œufs dans les eaux accumulées à l'intérieur de boîtes vides, de fûts, de pneus, etc. ;
- Moustiques du genre *Culex* (responsables de la transmission de micro filariose) qui prolifèrent dans l'eau stagnante fortement chargée en matières organiques ;
- Rongeurs attirés par les ordures, directement ou indirectement responsables de la transmission de diverses maladies telles que la peste, la leptospirose et la salmonellose, et dont la présence attire les serpents.

Un autre risque pour la santé réside dans celui encouru par les humains qui fouillent les ordures à la recherche d'éléments utiles car ceux-ci peuvent entraîner des blessures et toutes sortes de maladies (comme le tétanos).

En plus de ces risques pour la santé, une gestion inadéquate de la collecte et de l'élimination finale des ordures peut entraîner la pollution des eaux de surface et/ou des eaux souterraines. Les déchets mal éliminés accroissent aussi les risques d'incendie et favorisent sa propagation rapide une fois qu'il a démarré. La combustion de déchets dans un feu ouvert peut engendrer des émissions de fumée contenant des agents pathogènes et des sous-produits dangereux (monoxyde de carbone, dioxyde de soufre, dioxyde, furanes et métaux lourds). Enfin, les aspects esthétiques (apparence et odeur) sont loin d'être négligeables. Ces risques et désagréments sont d'autant plus sérieux que les densités de population sont élevées.

## 5.2 Que considère-t-on comme des ordures ?

Les ordures sont les matières solides que les gens considèrent comme inutiles et dont ils veulent se débarrasser. Certains peuvent les recycler sous leur forme d'origine ou une forme différente, pour les utiliser aux fins initiales ou dans d'autres applications. Les ordures peuvent être des déchets domestiques ou liés à des activités professionnelles. Les déchets solides générés par les patients et leurs visiteurs dans des centres de santé peuvent aussi être considérés comme des ordures. Les déchets médicaux sont toutefois spécifiques et abordés dans un chapitre séparé de ce guide (Chapitre 6).

Le type et la quantité d'ordures produites par une communauté sont extrêmement variables. Principaux facteurs affectant leur composition :

- Région géographique : on trouve souvent plus de plastique en Asie qu'en Afrique, par exemple ;
- Aspects socioculturels : les niveaux matériels et normes de vie peuvent engendrer d'importantes variations, vu que les populations pauvres des pays à faible revenus tendent à recycler davantage ;
- Variations saisonnières : différents types d'aliments au cours de différentes saisons ;
- Importance et diversité des activités génératrices de déchets : ateliers, marchés, etc.
- Emballage de rations alimentaires : essentiellement acheminés par les agences humanitaires.

La densité des ordures peut être estimée entre 100 et 200 kg/m<sup>3</sup>, tandis que le volume généré chaque jour oscille entre 0,5 et 10 l/personne. D'une manière générale, on peut supposer que le volume d'ordures quotidien sera faible (plutôt aux alentours de 0,5 l/personne en moyenne) au sein d'une population d'origine rurale et si la ration de base est constituée d'aliments secs (comme c'est souvent le cas lors des phases initiales d'une intervention d'urgence). Ces quantités peuvent néanmoins augmenter rapidement si des agences humanitaires commencent par distribuer des rations alimentaires emballées individuellement et ne pouvant être réutilisées / recyclées. De même, plus d'ordures sont souvent produites dans les zones urbaines que dans les zones rurales. Le pourcentage de matières putrescibles peut varier de 20 à 70%. Ces chiffres représentent des ordres de grandeur. Dans la pratique, la quantité et le volume (ou la densité) des ordures doivent être déterminés pour chaque situation. Leur composition n'est vraiment importante que si l'élimination finale s'effectue par incinération ou compostage car elle a un impact sur ces formes de traitement des déchets.

### 5.3 Où / quand et par qui les ordures devraient-elles être gérées ?

Les ordures peuvent être produites à une multitude d'endroits différents : habitations, ateliers, entrepôts, aires d'abattage, marchés, points de distribution alimentaire, sites d'agences humanitaires ou structures de santé. Il est évident qu'elles doivent toujours être collectées et éliminées correctement pour éviter les risques de santé et les problèmes de pollution, surtout lorsque la densité démographique est élevée car les risques et désagréments sont d'autant plus importants. L'élimination des ordures ménagères dans les zones rurales peut être gérée par la population. Mais pour les camps et les bâtiments / centres collectifs (après une catastrophe naturelle, par exemple), une approche collective peut souvent s'avérer plus appropriée, surtout aux premiers stades d'une urgence. La gestion à long terme de l'élimination finale des ordures dans les zones urbaines est principalement une approche collective et sort du champ d'application de ce guide. Ce chapitre sera essentiellement focalisé sur les urgences.

Le choix, la mise en œuvre et la maintenance de la méthode d'élimination finale des ordures doivent faire l'objet de discussions et d'un accord entre toutes les parties prenantes (agence humanitaire, population, autorités locales, etc.) afin d'assurer l'installation, l'utilisation et le nettoyage corrects des infrastructures (p.ex. dans des lieux publics tels que les marchés, abattoirs et points de distribution alimentaire ; choix du site collectif pour l'élimination finale). La mise en place d'activités axées sur la promotion de la santé peut contribuer à ces objectifs.

### 5.4 Comment gérer les ordures ménagères ?

#### 5.4.1 Planification et organisation

Pour planifier et organiser correctement l'élimination finale des ordures, il est indispensable de suivre toutes les étapes décrites au chapitre 1. Certains points spécifiques directement liés à l'élimination des ordures ménagères sont rassemblés ci-dessous.

Si la gestion s'effectue au niveau du **"ménage"**, la stratégie sera essentiellement axée sur la promotion du système. Elle visera à informer la population sur la façon de réaliser et d'utiliser une fosse à ordures (qui peut être partagée par plusieurs ménages dans des camps, par exemple), ainsi qu'à lui prêter des outils et du matériel pour la construction de la fosse et la collecte des déchets.

Dans le cas d'une **gestion collective**, l'accent sera plutôt mis sur l'identification de sites appropriés pour l'aménagement de lieux d'enfouissement collectifs ou de décharges contrôlées et la mise en place de systèmes de stockage temporaire, de collecte globale et de transport. Le personnel devra être formé afin d'assurer une utilisation correcte (collecte, transport et élimination finale des déchets, par exemple) et un entretien adéquat (conteneurs à déchets, sites d'enfouissement collectifs, etc.).

Il faudra également promouvoir les systèmes collectifs d'élimination d'ordures auprès de la population, afin de l'informer sur l'existence et l'usage correct des équipements tels que les conteneurs à déchets et, éventuellement, fournir aux habitants du matériel pour la collecte des ordures ménagères. Plus les infrastructures seront conviviales, plus elles seront utilisées. Elles devront aussi faire l'objet d'un entretien adéquat pour que la population reste motivée à l'utiliser. Pour une solution plus durable, la population devrait assurer elle-même l'entretien du matériel fourni, ainsi que celui des conteneurs à déchets.

Le tri de divers types de déchets est intéressant mais il sera extrêmement difficile à réaliser en situation d'urgence. La plupart des "déchets" ayant encore une valeur (canettes en aluminium, par exemple) seront de toute façon recyclés.

#### 5.4.2 Processus technique

	Gestion au niveau des ménages	Gestion collective
<b>Stockage temporaire</b>	Poubelle (au niveau des habitations)	Fût de 100 l (à 15 m max.)
<b>Collecte</b>	Membre du ménage	Équipe (2,5 pers/1.000 habit.)
<b>Transport</b>	Manuel	Chariot / véhicule motorisé
<b>"Traitement"</b> (incinération, compostage)	Généralement non recommandé	Uniquement si un équipement et un personnel spécialisés sont disponibles
<b>Élimination finale</b>	Fosse à ordures ménagères	Tranchées d'enfouissement ou décharge contrôlée

## Gestion de l'élimination des ordures au niveau des ménages

### ■ Stockage temporaire, collecte et transport

Au niveau des habitations, les gens peuvent utiliser un simple récipient (seau, par exemple) afin de stocker temporairement leurs déchets mais très souvent, un membre de la famille collectera et transporter les ordures directement au lieu d'élimination finale. Pas besoin de véhicules car cet endroit se situe à proximité de l'habitation.

### ■ "Traitement"

Au niveau des ménages, l'incinération / le brûlage des ordures n'est généralement pas recommandée car les résidus alimentaires contiennent beaucoup de liquides. Il faudra donc une grande quantité de combustible pour leur incinération, ce qui est (très) coûteux. Comme le bois est souvent utilisé pour l'incinération / le brûlage dans les pays à faibles revenus (surtout en cas d'urgence), cela nuirait encore plus à l'environnement local. Cette démarche pourrait même s'avérer dangereuse si elle est menée à grande échelle, en raison de la pollution atmosphérique et du risque d'incendie accru.

Le compostage est une décomposition biologique de matières organiques en présence d'air, contrairement à la décomposition anaérobie qui a lieu, par exemple, dans les fosses septiques (et qui est très odorante). Le compostage ne peut être envisagé que si la population a déjà une expérience approfondie dans ce domaine ou si un projet complet est mis en place avec du matériel approprié, une formation intensive et un suivi. N'oubliez pas que le compostage n'est pas toujours compatible avec les habitudes et la culture de la population. Pour ces raisons, il est rarement recommandé dans des situations d'urgence (aiguë).

### ■ L'élimination finale

Le mode d'élimination finale le plus simple pour les ordures consiste à les jeter dans une fosse (F.T. 5.02). Le fond de la fosse doit se situer à au moins 1,5 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique (durant la saison des pluies), car cela réduit quasi à zéro le risque de contamination microbiologique des eaux souterraines dans les sols homogènes. La profondeur requise pour les sols fissurés est toutefois difficile à déterminer. La fosse doit être refermée chaque jour par un couvercle. S'il n'y a pas de couvercle disponible, les ordures devront être recouvertes d'une couche de 0,10 m de terre compactée ou de 0,25 m de terre non compactée, afin d'éviter les nuisances olfactives ainsi que les vecteurs ou autres animaux susceptibles d'être attirés. Mais cette méthode remplira la fosse extrêmement vite. Il faut installer des clôtures afin d'éviter que des gens ne tombent dans la fosse, surtout la nuit. Des déchets organiques hachés peuvent également être enfouis dans des tranchées très peu profondes dans des petits jardins, où ils serviront d'engrais pour les cultures. Cela demande une gestion quotidienne qui représente probablement une trop lourde charge, surtout en situation d'urgence. Une autre alternative consiste à donner les déchets organiques en nourriture à des animaux "domestiques".

## Gestion de l'élimination des ordures collectives (au sein de camps de réfugiés / de déplacés internes)

### ■ Stockage temporaire (dans des conteneurs à ordures)

Les objectifs sont de rassembler les ordures afin de faciliter leur collecte et d'éviter leur dispersion par le vent et les animaux. On utilise généralement des demi-fûts métalliques de 200 l (F.T. 5.01), mais d'autres récipients (conteneurs en plastique, par exemple) peuvent aussi faire l'affaire tant qu'ils ne risquent pas d'être renversés par le vent. Ces conteneurs doivent toutefois être solides et avoir un volume situé entre 60 et 100 l (maximum). Le fond des poubelles collectives doit être perforé afin de ne pas retenir les liquides de décomposition (mauvaises odeurs) et d'éviter leur utilisation à d'autres fins. Les poubelles doivent être pourvues de couvercles ainsi que de poignées pour une manipulation aisée. Dans un premier temps, on peut fournir un conteneur pour dix à quinze familles, installé à une distance raisonnable des habitations (de préférence pas moins de 5 m et pas plus de 15 m).

Certaines structures requièrent des systèmes de stockage particuliers, soit en raison de la nature de leurs déchets (ateliers spécifiques comme les garages, par exemple), soit à cause des importants volumes produits (marché, abattoir, ateliers divers,...). Pour les lieux publics, une équipe devra être affectée à l'enlèvement des déchets tombés directement sur le sol.

## ■ Collecte et transport

La collecte doit être effectuée de préférence chaque jour afin d'éviter la prolifération de mouches et les nuisances olfactives. La collecte du contenu des conteneurs à déchets, y compris ceux incorrectement déposés, peut être effectuée au moyen de véhicules motorisés (pick-up, camion, tracteur avec remorque), mais il peut s'avérer plus fiable sur un plan logistique d'utiliser des charrettes à bras ou des chariots tirés par des animaux. Il est en outre difficile, surtout en situation d'urgence, d'affecter un véhicule motorisé à cette seule tâche. Le fond des chariots peut être percé de petits trous (environ 10 mm de diamètre) pour que le sable puisse s'écouler des déchets, ce qui réduira leur poids. Quel que soit le véhicule utilisé, il doit être équipé d'outils simples tels que des balais, des pelles et du matériel de désinfection pour un nettoyage régulier des installations de stockage.

Il convient d'établir des circuits et de former des équipes (p.ex. 2,5 personnes/1.000 habitants). Un circuit doit être attribué à chaque équipe. Après son introduction, le système de collecte devra être supervisé et évalué régulièrement si le circuit et les ressources sont appropriés et suffisants.

Ces deux étapes de stockage et de collecte demandent la coopération de la population, qui doit aussi être impliquée régulièrement (une ou deux fois par mois) dans le nettoyage général du camp, en ce compris le marché, les habitations et leurs environs.

## ■ "Traitement"

L'incinération ne peut être considérée comme une méthode de traitement appropriée que si de véritables dispositifs d'incinération des ordures (domestiques) avec du personnel qualifié sont disponibles et opérationnels (pays orientaux, p.ex.). Comme la distance entre le camp / le site et l'incinérateur sera très probablement longue, des camions seront nécessaires, d'où une augmentation considérable des coûts. L'incinération en elle-même pourrait aussi s'avérer relativement coûteuse. Elle ne peut donc être envisagée que dans des circonstances particulières (manque d'espace sur site, législation, etc.). L'"incinération" ou le brûlage des ordures à l'intérieur voire à l'extérieur du camp / site même doit être évitée car elle augmente les risques pour la santé en raison de la pollution atmosphérique et des dangers d'incendie.

Le compostage à l'échelon communal est une technique intéressante mais difficile à gérer, surtout en cas d'urgences (aiguës) car les déchets doivent au préalable être triés correctement par la population. Il demande des soins particuliers ainsi que l'implication de votre technicien de référence car le compostage peut entraîner des risques pour la santé et d'importantes nuisances olfactives s'il n'est pas effectué correctement.

## ■ Elimination finale

Le déversement de déchets (à l'intérieur voire à l'extérieur d'un camp / site) doit absolument être évité car il attire les vecteurs, les charognards et les fouilleurs, posant dès lors un important risque direct pour la santé. À cela s'ajoute un risque de pollution environnementale (pollution des eaux de surface et/ou souterraines, par exemple) et d'incendie.

Un mode d'élimination finale efficace et relativement peu coûteux réside dans l'enfouissement. Il convient toutefois d'accorder une attention particulière au risque de pollution environnementale et donc aux dangers indirects pour la santé lorsque des ordures sont enfouies. La réalisation des fosses / tranchées doit suivre les mêmes règles que pour la construction de latrines, vu que le risque de pollution de la nappe phréatique est similaire.

Tant que les quantités d'ordures demeurent raisonnables, l'enfouissement peut, au niveau collectif, être effectué dans des tranchées, qui peuvent être réalisées, exploitées et entretenues par des moyens (uniquement) manuels. Pour les très grandes quantités, il peut s'avérer nécessaire de recourir à une décharge contrôlée (F.T. 5.03). Cette procédure demande un espace suffisant à une distance d'au moins 800 m des habitations ainsi qu'un accès à des équipements mécaniques (camions, bulldozers, etc.). Les ordures doivent être recouvertes chaque jour afin de ne pas attirer de vecteurs (insectes, rongeurs, ...) ou d'autres animaux (chiens, renards, mouettes, etc.). L'accès au site doit être limité par une clôture. Si un bon drainage n'est pas assuré, les tranchées / la décharge contrôlée risquent fort de se transformer rapidement en marécage propice aux maladies.

■ Tenues de protection pour le personnel

Tout le personnel impliqué dans l'élimination collective des ordures aura besoin des tenues protectrices suivantes :

- Combinaison,
- Bottes (haute résistance),
- Gants haute résistance,
- Masque.

Il est recommandé de prévoir un lieu de lavage pour le personnel, avec au moins de l'eau et du savon.

## 5.5 Bibliographie recommandée

**S. Cairncross, R. Feachem**

*Environmental Health Engineering in the Tropics*

Willey, 1993

**J. Davis, R. Lambert**

*Engineering in Emergencies: a Practical Guide for Relief Workers*

Intermediate Technology, RedR, 2002

**P. Harvey, S. Baghri, B. Reed**

*Emergency Sanitation*

Water, Engineering & Development Centre (WEDC), 2002

## F.T. 5.01 Poubelles collectives

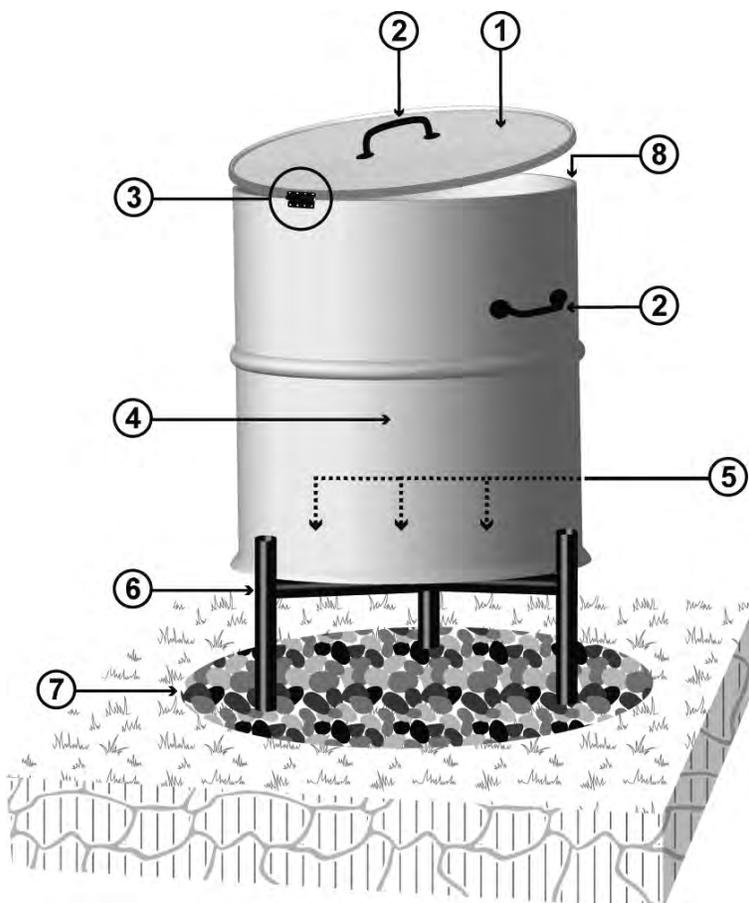
Les poubelles peuvent être installées le long de sentiers et de routes dans un camp de réfugiés, dans des lieux publics tels qu'un marché ou une école, ou dans l'enceinte d'une structure de santé. Les objectifs sont de rassembler les ordures afin de faciliter leur collecte et d'éviter leur dispersion par le vent et les animaux.

### Construction

- Coupez en deux un fût d'huile de 200 l.
- Travaillez les bords tranchants de sorte qu'ils ne puissent pas blesser l'utilisateur.
- Percez une vingtaine de trous au fond pour que les liquides de décomposition (lixiviats) puissent s'écouler et pour éviter les vols (afin que personne n'utilise le fût à d'autres fins).
- Fixez deux poignées sur les côtés du fût pour le transport.
- Réalisez un couvercle avec une poignée pour l'ouverture et assurez-vous qu'il soit dépourvu de bords tranchants.
- Fixez le couvercle sur la partie ouverte du fût à l'aide d'une charnière robuste ou d'un autre dispositif (câble métallique, par exemple).
- Peignez l'intérieur et l'extérieur de la poubelle avec une peinture anticorrosion.
- Peignez l'extérieur dans une couleur brillante et attrayante pour que la poubelle soit bien visible.
- Réalisez un support. Au début d'une situation d'urgence, un support métallique ou en bois peut faire l'affaire. Dans un stade ultérieur, il pourra être constitué de briques.
- Creusez un trou (de 0,5 m de profondeur si possible) d'un diamètre au moins identique à celui de la poubelle. Remplissez-le ensuite de pierres ou de gravier pour le drainage des liquides de décomposition.
- Placez la poubelle avec son support sur ce trou de drainage.

### Remarques

- Vous pouvez envisager des fûts / bacs en plastique mais ils doivent être solides, et avoir un volume situé entre 60 et 100 l (maximum), pour une manipulation aisée. Ces poubelles en plastique doivent être pourvues d'un couvercle, de poignées et d'un fond perforé pour le drainage des liquides de décomposition (ainsi que pour éviter les usages inappropriés). Vu leur légèreté, il faudra un bon support pour éviter qu'elles se fassent renverser, voire emporter par le vent.
- Fixez le couvercle de telle sorte qu'il se referme chaque fois qu'il est abaissé. C'est la seule solution pour s'assurer que la poubelle est toujours recouverte.
- Prévoyez une poubelle pour 10 - 15 abris / maisons ainsi que quelques autres le long des routes et dans les lieux publics (écoles, marchés).
- Organisez une collecte et une élimination quotidiennes des ordures.
- Organisez le nettoyage et la désinfection réguliers (solution chlorée à 0,1%, F.T. 2.20) des poubelles et trous de drainage. Rincez soigneusement les poubelles à l'eau claire après désinfection.
- Les poubelles collectives en mauvais état ou fortement corrodées doivent être remplacées et réparées si possible. Les poubelles réparées peuvent rejoindre le stock de réserve qui doit être maintenu à tout moment.



### Légende

1. Couvercle
2. Poignées
3. Charnière très robuste (corde solide, morceau de pneu, etc.)
4. ½ fût (métallique) de 200 l
5. Fond perforé
6. Support
7. Trou avec pierres ou gravier (drainage)
8. Bords martelés

### Apport

- 1 fût, 200 l
- 1 ciseau à froid / marteau ou scie à métaux
- Câble, écrous et boulons, ou rivets de sûreté pour fixer les poignées et charnières
- 1 charnière (ou un morceau de caoutchouc / cuir / corde) pour fixer le couvercle
- Bois / métal pour le support ou briques / pierres, ciment, sable et outils de maçonnerie
- 1 pelle, 1 houe, 1 pioche
- Peinture anticorrosion, peinture de couleur
- Brosses
- Pierres ou gravier pour le drainage des liquides de décomposition

## F.T. 5.02 Fosse à ordures

Dans une situation d'urgence, une façon appropriée d'évacuer les ordures ménagères (pas de déchets médicaux) consiste à les enfouir dans des fosses à ordures collectives ou familiales, surtout s'il n'y a pas suffisamment de moyens de transport et/ou de terrain disponibles pour une décharge contrôlée. La haute teneur en liquides de ce type d'ordure ne permet pas de brûler les déchets à l'aide de moyens simples. En plus de consommer beaucoup de combustible, leur incinération incomplète pourrait même entraîner un risque pour la santé. Cette méthode de traitement accroît aussi considérablement le risque d'incendie.

### Construction et utilisation

- Respectez les distances minimales afin d'éviter les risques de contamination des points d'eau.
  - La distance par rapport aux points d'eau doit être > 15 m si la fosse dessert moins de 10 familles, > 30 m dans tous les autres cas.
  - La distance par rapport aux habitations doit être > 10 m si la fosse dessert moins de 10 familles, > 30 m dans tous les autres cas.
- Réalisez une clôture autour de la surface prévue pour le trou afin d'éviter les accidents et d'empêcher l'entrée de charognards et fouilleurs.
- Creusez un trou circulaire en laissant la terre sur un côté (afin de pouvoir l'utiliser pour le recouvrement quotidien des ordures). Pour des raisons de sécurité, la profondeur de la fosse ne peut pas dépasser 2 m, et les murs doivent être coniques afin de réduire le risque d'effondrement, ou consolidés à l'aide d'étais amovibles durant l'excavation. Le fond de la fosse doit se situer au moins à 1,5 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique. La profondeur de la nappe phréatique peut être estimée via la vérification du niveau de l'eau dans les puits proches. Une autre option consiste à introduire une barre métallique telle qu'un fer à béton ou un ou plusieurs tuyaux galvanisés de ½" dans le sol, à 1,5 m sous la profondeur de fosse requise. Lors de son extraction, le fer à béton ou le tuyau avec la terre qu'il contient doivent être secs. Les sols saturés d'eau après de fortes pluies peuvent donner une fausse idée du niveau réel de la nappe phréatique.
- Creusez une tranchée de drainage autour de la fosse pour éviter qu'elle ne soit inondée. Cette tranchée peut être reliée aux grands canaux de drainage du site, le cas échéant.
- Jetez les ordures dans la fosse et recouvrez-les immédiatement.
- Remblayez totalement le trou avec de la terre compactée lorsque le niveau d'ordures atteint 0,5 m sous la surface du sol. Une grille métallique peut aussi être placée au-dessus des ordures avant le remblaiement final. Le fait de tomber sur la grille lors de futures excavations indiquera qu'une fosse a déjà existé au même endroit. Il est également possible de planter, sur les anciennes fosses à ordures, une végétation à croissance rapide (eucalyptus, par exemple) qui pourra servir de bois à brûler par la suite. S'il n'y a pas d'autre solution disponible, le même endroit devrait pouvoir être recreusé après 6 mois minimum (si aucun déchet dangereux n'y a été jeté).

### Légende

### Apport

A. Coupe transversale d'une fosse à ordures

B. Distances minimales de sécurité

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1. Fosse                     | - Pioche, barre à mine, pelle et houé                      |
| 2. Ordures, jour 1           | - Seaux (pour sortir la terre)                             |
| 3. Terre (compactée), jour 1 | - Fer à béton ou tuyau galvanisé de ½" et marteau          |
| 4. Ordures, jour 2           | - Piquets et matériaux de clôture                          |
| 5. Terre (compactée), jour 2 | - 2 personnes pour 1 journée (selon la taille de la fosse) |
| 6. Clôture                   |  |
| 7. Terre excavée             |  |
| 8. Nappe phréatique          |  |
| 9. Tranchée de drainage      |  |
| 10. Habitations              |  |
| 11. Fosse à ordures          |  |
| 12. Latrine                  |  |
| 13. Puits                    |  |



## Remarques

- La fosse à ordures peut aussi être utilisée pour la gestion des déchets ruraux dans les petits villages quand la situation s'est stabilisée.
- La fosse devra être circulaire, ce qui la rendra plus résistante aux effondrements grâce à l'effet de voûte naturel. Moins le sol est stable, plus les parois de la fosse doivent être coniques. Si le sol est trop instable, il peut s'avérer utile d'étayer les parois de la fosse (à l'aide de planches, de bambou, etc.).
- Ne jetez que des ordures ménagères dans la fosse. Le risque de contamination microbiologique des eaux souterraines sera très limité dans les sols homogènes si le fond des fosses se situe à plus de 1,5 m au-dessus de l'aquifère
- N'y jetez pas de déchets dangereux (huile moteur usagée, voire filtres à huile, par exemple) car cela pourrait entraîner une pollution chimique de l'aquifère durant une longue période, même si le fond de la fosse se situe à plus de 1,5 m au-dessus.
- Bien que les déchets médicaux (potentiellement contaminés) puissent être enfouis, ils doivent l'être d'une façon totalement contrôlée selon des spécifications dépassant le cadre de cette simple fosse à ordures ; par exemple dans des fosses spécialement conçues (voir le chapitre 6), éloignées de la population et intégrées dans une zone de déchets clôturée ou un site d'enfouissement contrôlé.
- Le fait de brûler les ordures ménagères dans un feu ouvert peut s'avérer dangereux pour la santé des gens (fumée, risque d'incendie,...). Il faut donc éviter d'utiliser une fosse à déchets collective ou familiale à cette fin. L'utilisation de réducteurs de volume et de petits incinérateurs (comme décrits aux F.T. 6.05 et 6.06) doit être exclusivement réservée à certains déchets médicaux (essentiellement les déchets brûlables / "soft").
- Immédiatement après leur élimination, il est essentiel que les ordures soient recouvertes, de préférence au moyen d'un couvercle, afin de ne pas attirer les mouches et les rongeurs, de limiter le risque qu'elles soient emportées par le vent, et de réduire les nuisances (olfactives, visuelles, etc.). S'il n'y a pas de couvercle disponible, les ordures peuvent aussi être recouvertes de terre (et éventuellement de cendres de bois), mais n'oubliez pas que la fosse sera vite remplie (chaque couche devrait faire 0,1 m d'épaisseur si elle est compactée ou 0,25 m si elle ne l'est pas).
- Si une nouvelle fosse est creusée au même endroit au moins 6 mois après la fermeture de l'ancienne, n'oubliez pas que les plastiques et le verre éventuel seront toujours "intacts" et que ce dernier peut occasionner des blessures.
- Comme la population doit gérer elle-même ses déchets au moyen de cette installation, il faudra peut-être organiser une bonne campagne de promotion de la santé ainsi qu'une formation pour un usage et un entretien adéquats.

## F.T. 5.03 Décharge contrôlée

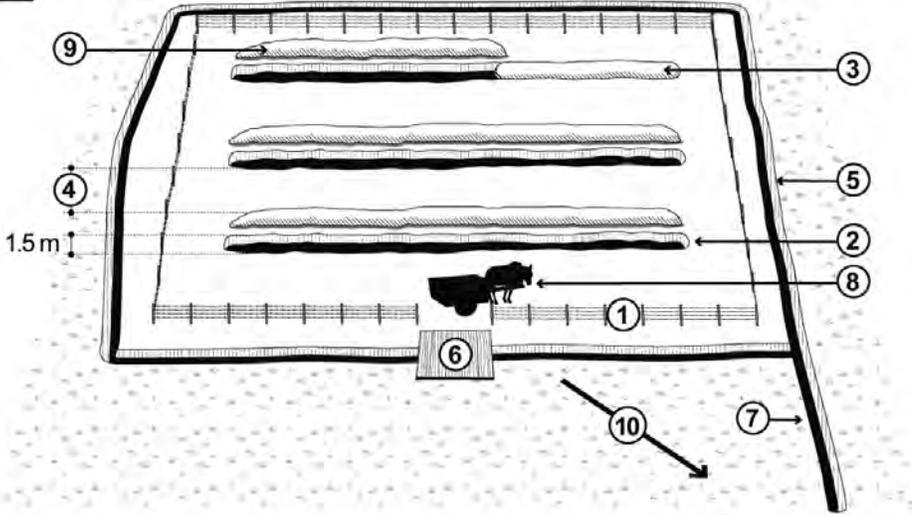
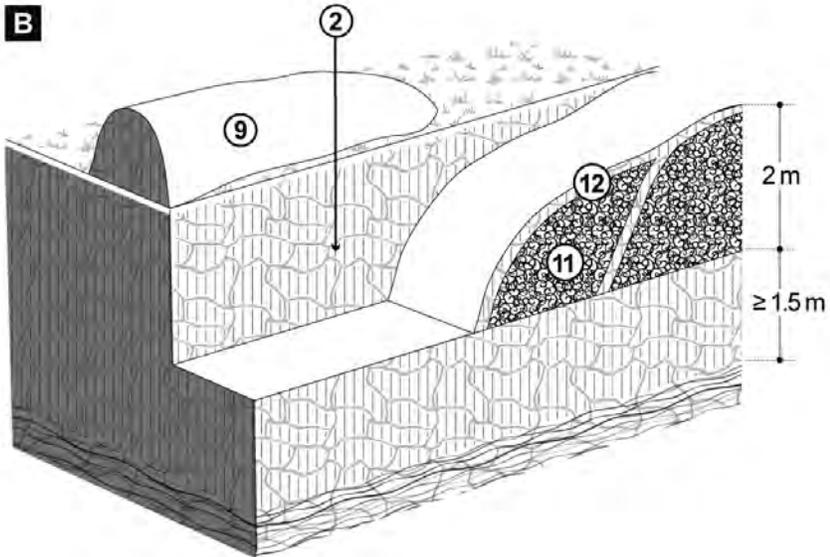
Cette technique s'utilise pour éliminer les déchets d'une communauté. Sa faisabilité dépend essentiellement de la surface de terrain disponible et/ou de la disponibilité d'un équipement de collecte et de transport comme des chariots tirés par des animaux ou des camions. La haute teneur en liquides de ce type d'ordure ne permet pas de brûler les déchets à l'aide de moyens simples. En plus de consommer beaucoup de combustible, leur incinération incomplète pourrait même entraîner un risque pour la santé. Cette méthode de traitement accroît aussi considérablement les risques d'incendie.

### Construction

- Calculez la longueur des tranchées requises via la règle suivante :  
**pour une largeur de 1,5 m et une profondeur de 2 m,  
creusez au moins 1 mètre linéaire de tranchée par 200 personnes et par semaine -**
- Choisissez une surface plane, à 800 m minimum des habitations. De même, les zones d'habitation ne doivent pas être en aval de la décharge.
- Tenez également compte des distances par rapport aux ressources en eau, qui ne devraient jamais être éloignées de moins de 50 m et doivent être en amont de la décharge. Le fond des tranchées doit se situer au moins à 1,5 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique si le sol est homogène, afin d'éviter la contamination microbiologique de l'aquifère par les liquides de décomposition. La profondeur de la nappe phréatique peut être estimée via la vérification du niveau de l'eau dans les puits proches. Une autre option consiste à introduire une barre métallique telle qu'un fer à béton ou un ou plusieurs tuyaux galvanisés de ½" dans le sol, à 1,5 m sous la profondeur de tranchée requise. Lors de leur extraction, le fer à béton ou le tuyau avec la terre qu'il contient doivent être secs. Les sols saturés d'eau après de fortes pluies peuvent donner une fausse idée du niveau réel de la nappe phréatique. Si le niveau de la nappe phréatique est trop élevé, il faudra sélectionner un autre endroit.
- Entourez la décharge d'une clôture afin d'éviter les accidents et d'empêcher l'entrée de charognards ou de fouilleurs.
- Préparez le site pour la construction : enlevez tous les débris, délimitez la zone et apportez les matériaux et équipements de construction requis.
- Creusez les tranchées avec des parois coniques. Leur fond devrait être de préférence recouvert d'argile, d'un revêtement spécial en plastique ou, mieux encore, d'une combinaison des deux. Mais il est très peu probable que le matériel et surtout le temps requis seront disponibles en cas d'urgence pour effectuer ces travaux de protection environnementale.
- Creusez une tranchée de drainage des eaux de surface tout autour de la zone afin d'éviter le passage d'eaux de ruissellement. Le point le plus bas de cette tranchée doit aboutir à un dispositif d'infiltration, pourvu d'un système de trop-plein menant au grand canal de drainage afin d'évacuer l'eau lors de fortes pluies.

### Procédure

- Collectez les ordures et amenez-les à la décharge.
- Versez les ordures à une extrémité de la tranchée et recouvrez-les immédiatement d'au moins 0,1 m de terre compactée ou de 0,25 m de terre non compactée. La charge suivante devra être déversée à côté de la première et ainsi de suite jusqu'à ce que la tranchée soit remplie.

**A****B**

## Légende

## Apport

A. Décharge contrôlée

B. Détail d'une tranchée en usage

1. Clôture
2. Tranchée (partie) en attente d'utilisation
3. Partie de tranchée déjà remplie et recouverte
4. Allée (suffisamment large pour le passage du véhicule de collecte des ordures)
5. Tranchée de drainage
6. Passerelle (point de traversée de la tranchée)
7. Point le plus bas (vers le dispositif d'infiltration avec système de trop-plein)
8. Chariot / camion apportant les ordures
9. Terre excavée utilisée pour le recouvrement progressif
10. Sens du ruissellement
11. Ordures
12. Couche de terre remblayée

- Beaucoup de terrain

### *Construction*

- Fer à béton ou tuyau galvanisé de ½" et marteau
- Pelle mécanique ou plusieurs ouvriers avec équipement d'excavation (pelles, houes, pioches)
- Pieux / troncs d'arbres ou dalle en béton pour réaliser la passerelle traversant la tranchée de drainage
- Piquets et matériaux de clôture

### *Procédure*

- Camion ou chariot pour transporter les ordures
- Personnel formé, en permanence auprès de la décharge
- Pelles pour recouvrir les ordures
- Combinaison, et bottes / gants haute résistance pour le personnel
- Balais et solution chlorée à 0,05% pour le nettoyage quotidien du chariot ou camion
- Aire de lavage avec eau et savon

## Remarques

- Cette technique demande beaucoup de terrain et un équipement (relativement) sophistiqué pour sa mise en œuvre, ce qui peut entraîner des coûts élevés.
- La clôture et les protections sont essentielles pour éviter les accidents, fouilleurs et charognards.
- Le personnel doit avoir été formé pour cette tâche et porter des tenues protectrices comme une combinaison, un masque, des bottes (haute résistance) et des gants haute résistance. Des aires de lavage (avec au moins de l'eau et du savon) reliées aux structures adéquates pour eaux usées doivent être disponibles sur site.
- Il est vivement recommandé de vacciner tout le personnel susceptible d'entrer en contact avec des déchets contre l'Hépatite B et le Tétanos.
- La distance obligatoire par rapport aux habitations exige l'utilisation d'un camion ou de chariots (tiré par des animaux). Le fond des chariots peut être perforé (petits trous de 10 mm de diamètre) pour que le sable puisse s'écouler des déchets, ce qui réduira leur poids. Le moyen de transport doit être désinfecté quotidiennement au moyen d'une solution chlorée à 0,05% puis rincé soigneusement à l'eau claire.
- S'il n'y a pas d'autre solution disponible, les tranchées recouvertes pendant 6 mois minimum peuvent être recreusées afin d'être réutilisées comme décharge contrôlée. N'oubliez toutefois pas que les matières plastiques et le verre éventuel seront encore "intacts" et que ce dernier peut causer des blessures. Ne pas rouvrir les tranchées contenant des déchets dangereux.



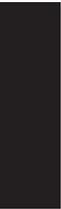
# Gestion des déchets médicaux

Narratif

Fiches techniques

- F.T. 6.01 Conteneur à objets piquants / tranchants / coupants (PTC, “sharps”)
- F.T. 6.02 Fosse à objets piquants / tranchants / coupants (PTC, “sharps”)
- F.T. 6.03 Réducteur de boîtes de sécurité (“safety box reducer”)
- F.T. 6.04 Déchets liés aux campagnes de vaccination de masse (réducteur de boîtes de sécurité (“safety boxes”) temporaire)
- F.T. 6.05 Réducteur de volume temporaire
- F.T. 6.06 Incinérateur permanent par lots (“batch”)
- F.T. 6.07 Fosse à résidus (cendres)
- F.T. 6.08 Fosse à déchets organiques (fosse à “placentas”)
- F.T. 6.09 Zone de déchets
- F.T. 6.10 Tenues et équipement de protection

## Chapitre 6



## 6.1 Pourquoi la gestion des déchets médicaux est-elle importante ?

Malgré toutes les précautions d'hygiène existantes, les infections nosocomiales affectent au moins 5 à 15% des patients admis au sein de structures de santé dans les pays à revenus élevés - un problème certainement plus marqué dans les pays à faibles revenus. En Inde, le taux d'infections nosocomiales est estimé aux environs de 30%. Elles sont essentiellement dues à un lavage insuffisant des mains, à l'utilisation de dispositifs invasifs non stériles, à une hygiène générale insuffisante et à de mauvaises pratiques médicales mais aussi, dans une certaine mesure, à une gestion incorrecte des déchets médicaux. De même que les excréta, les eaux usées et les ordures, l'élimination inappropriée des déchets médicaux peut engendrer une pollution environnementale, de graves nuisances visuelles et olfactives, ainsi que des risques pour la santé. Voici quelques exemples typiques de risques liés à une gestion incorrecte des déchets médicaux :

- Contact direct avec les déchets, susceptibles d'entraîner une contamination du corps humain par leurs agents pathogènes :
  - Par piquûre, abrasion ou coupure de la peau (ex. : personnel médical encapuchonnant des aiguilles hypodermiques usagées et pouvant être blessé durant cette opération ; personnel non médical mal informé et non protégé manipulant des déchets, y compris des objets piquants / tranchants / coupants (PTC, "sharps") ; enfants jouant avec des aiguilles usagées ; patients subissant des injections au moyen d'aiguilles à usage unique recyclées, comme c'est le cas dans certains pays à faibles revenus).
  - Via les muqueuses (contact oculaire, par exemple).
  - Par ingestion (contact des mains à la bouche).
  - Par inhalation.
- Pollution atmosphérique :
  - Les émissions dangereuses de fumées surviennent quand des déchets médicaux sont brûlés à basses températures dans un incinérateur mal conçu ou si l'incinération n'est pas correctement effectuée (incinérateur non préchauffé, feu ouvert dans une fosse, etc.). Ces émissions contiennent, par exemple, des agents pathogènes thermorésistants ainsi que des sous-produits toxiques comme le monoxyde de carbone, le dioxyde de soufre, les dioxines, les furanes, les métaux lourds ou d'autres agents chimiques lorsque des médicaments périmés sont brûlés.
- Pollution des ressources en eau et du sol :
  - Déchets médicaux non traités contaminant le sol et les eaux souterraines / de surface (utilisées pour boire) via des agents pathogènes (coliformes fécaux, hépatite A, polio et tétanos, par ex.) ou des substances chimiques.
- Présence accrue de vecteurs :
  - Prolifération de vecteurs (mouches, moustiques, rongeurs, par ex.) dans les déchets médicaux laissés à l'abandon.

La diversité des risques en matière de santé implique une exposition non seulement pour le personnel médical et non médical des structures de santé mais aussi pour les patients et leurs visiteurs. Parmi les autres personnes à risque figurent le personnel des éventuels services de support externe (blanchisserie, gestion des déchets, etc.), la population résidant à proximité du site où les déchets médicaux sont mal gérés, et plus particulièrement les fouilleurs récupérant les déchets médicaux. Depuis l'apparition du VIH/SIDA, la gestion des déchets médicaux fait l'objet d'une attention plus soutenue incluant la formulation de précautions universelles et standard.

## 6.2 Que considère-t-on comme des déchets médicaux ?

Il s'agit des déchets propres aux activités médicales (menées dans les structures de santé). Pour établir un système pragmatique et cohérent de gestion des déchets médicaux à l'intention des pays à faibles revenus, il est recommandé de classer les déchets médicaux en fonction des « propriétés d'élimination communes » :

- Objets piquants / tranchants / coupants (PTC, "sharps") : objets susceptibles d'occasionner des perforations ou coupures de la peau (aiguilles, scalpels, ampoules, verre brisé, seringues autobloquantes, etc.).
- Déchets brûlables ("softs") : incluent les pansements (secs ou humides), les emballages, le papier, le carton, le plastique, les seringues sans aiguille.
- Déchets organiques : placentas, fœtus avorté, membres amputés, organes, fluides corporels.

- **Déchets dangereux** : il convient d'établir une distinction claire entre les déchets dangereux produits de façon récurrente et les produits dangereux inappropriés / périmés. Les premiers, générés sur une base quotidienne, hebdomadaire ou bihebdomadaire, doivent être immédiatement pris en charge, tandis que les déchets dangereux inappropriés / périmés doivent faire l'objet de campagnes d'élimination spécifiques (une fois tous les six mois, par exemple). Ces derniers sortent du champ d'application de ce guide.

Les deux catégories de déchets dangereux se retrouvent néanmoins dans les sous-catégories suivantes :

- Déchets de laboratoire : tests diagnostiques et réactifs chimiques.
- Déchets bio-dangereux : expectorations de tuberculose ; échantillons d'urine, de selles et de fluides corporels (sang, p.ex.) de patients potentiellement infectés ; cultures de bactéries ; le tout provenant essentiellement du laboratoire.
- Déchets pharmaceutiques : médicaments ouverts mais non utilisés, vaccins ayant subi une rupture de la chaîne du froid, médicaments périmés et/ou indésirables.
- Solutions désinfectantes périmées : toutes les solutions préparées depuis une période donnée (ex. : solution chlorée à 0,05% après 1 jour, solution chlorée à 1% après environ une semaine).
- Déchets radiographiques : déchets légèrement radioactifs, films périmés et, surtout, substances chimiques requises pour développer les clichés.
- Insecticides : résidus des insecticides préparés pour la lutte anti-vectorielle à l'intérieur ou à l'extérieur de la structure de santé, produits périmés ou inappropriés.
- Déchets dangereux spécifiques : englobent de nombreux produits qui peuvent être communs ou spécifiques à certaines activités médicales dans une structure de santé. Exemples de déchets dangereux spécifiques :
  - Matériel utilisé pour préparer et administrer les médicaments cytotoxiques (seringue, aiguille, blouse, respirateur).
  - Déchets contenant des métaux lourds (batteries, appareils endommagés contenant du mercure comme les thermomètres et tensiomètres).
  - Conteneurs sous pression (bien qu'essentiellement recyclés).
  - Déchets d'activités liées à la structure de santé (huile moteur des ambulances, des générateurs, d'une motopompe,...).

Les déchets médicaux font partie des déchets liés aux soins de santé, qui incluent également les excréta, eaux usées et déchets administratifs. Les déchets éliminés par les patients et visiteurs sont plus précisément des ordures (Chapitre 5), mais s'ils sont générés en petites quantités et bien triés, ils peuvent être intégrés dans la gestion des déchets médicaux. Ainsi, les emballages d'aliments et les bouteilles de boissons en plastique peuvent être considérés comme des déchets brûlables ("softs"). Les résidus alimentaires, y compris en provenance de la cuisine, peuvent faire partie des déchets organiques. Les résidus alimentaires de patients atteints de maladies très infectieuses, comme le choléra et les fièvres hémorragiques virales, ne sont pas censés quitter la structure de santé et doivent donc toujours être considérés et éliminés comme des déchets organiques. De petites quantités de déchets végétaux (feuilles mortes, p.ex.) peuvent être considérées comme des déchets organiques, mais si les quantités sont plus importantes, il est préférable de les traiter en tant qu'ordures (Chapitre 5).

### **6.3 Où / Quand faut-il gérer les déchets médicaux, et qui doit s'en charger ?**

La gestion correcte des déchets médicaux doit être mise en œuvre et encouragée dans toutes les structures de santé, du plus petit poste de santé au plus grand hôpital, en passant par les centres nutritionnels, centres d'isolation (cholera, fièvres hémorragiques virales, etc.) et les laboratoires médicaux. Elle doit en outre s'effectuer dans toute situation, de la phase aiguë d'une urgence jusqu'aux situations stabilisées (avec le système de gestion adapté au stade d'intervention effectif).

Le Comité d'hygiène de la structure de santé - constitué des membres essentiels du personnel médical et non médical, et éventuellement de représentants des pouvoirs publics locaux, des autorités en matière de santé, du voisinage et de l'agence humanitaire - doit jouer un rôle-clé dans la gestion des déchets médicaux.

Le traitement éventuel et l'élimination finale devraient être effectués, de préférence, sur le site du centre de santé, dans une zone clairement délimitée, à savoir la zone de déchets (F.T. 6.09). Ce principe présente les avantages suivants :

- Le traitement éventuel et l'élimination finale des déchets peuvent être effectués par des personnes dûment désignées, fiables et correctement formées.
- Les déchets médicaux demeurent dans la structure de santé, ce qui élimine les risques d'abus externes.

Les déchets médicaux doivent être triés par le personnel médical, tandis que la collecte sera effectuée par le personnel de nettoyage ou - idéalement - par un ou deux gestionnaires des déchets. Ces derniers sont des spécialistes responsables de la collecte, de l'éventuel stockage temporaire, du traitement potentiel et de l'élimination finale des déchets. Ils s'occupent également de la zone de déchets en général. Il est toutefois important que tout le personnel (médical et non médical) bénéficie d'une formation adéquate et utilise les tenues et équipements de travail requis (F.T. 6.10).

Il convient en outre d'indiquer aux patients, accompagnants et visiteurs où stocker les déchets qu'ils génèrent. Prévoyez des campagnes d'information pour la population résidant à proximité d'un lieu où des déchets médicaux sont traités et pour les personnes susceptibles de fouiller les déchets.

## 6.4 Comment gérer les déchets médicaux ?

### 6.4.1 Planification et organisation

Les structures de santé sont responsables de rendre leurs déchets médicaux inoffensifs pour toutes les personnes potentiellement exposées. S'ils sont bien gérés, les déchets médicaux devraient donc être :

- Non contaminés
- Et/ou inaccessibles aux personnes et aux vecteurs.

Pour planifier et organiser correctement la gestion des déchets médicaux, il est indispensable de suivre toutes les étapes décrites au chapitre 1. Certains points spécifiques directement liés à la gestion des déchets médicaux sont présentés ci-dessous.

Pour les urgences aiguës, les besoins essentiels (F.T. 1.08) relatifs aux déchets médicaux peuvent souvent être mis en application immédiatement après une évaluation initiale. Mais pour les urgences chroniques et les situations stabilisées, une évaluation approfondie devra être effectuée afin d'intégrer les besoins essentiels adaptés au contexte. Il existe des méthodologies spécifiques pour favoriser l'évaluation approfondie.

Durant la phase de planification liée à une urgence chronique et aux situations stabilisées, il est important de définir la stratégie en collaboration avec le Comité d'hygiène et, si possible, de la formaliser dans un protocole d'accord.

Il ne suffit pas de fournir des solutions purement techniques (basées sur les recommandations générales) pour mettre en œuvre un système correct de gestion des déchets médicaux. Elles doivent s'accompagner de formations générales et techniques destinées au personnel médical et non médical, et s'appuyer sur une campagne de promotion de la santé adressée aux patients. Le système de gestion doit combiner des éléments de sécurité avec des mesures faciles à appliquer, adaptées aux besoins, aux habitudes, à la culture et aux autres contraintes des utilisateurs. Le cas échéant, la législation nationale relative aux déchets médicaux doit évidemment être respectée.

Pour pouvoir assurer au plus vite la formation technique de l'ensemble du personnel, il est souvent utile de commencer par une zone de déchets temporaire basée sur des installations d'urgence telles qu'un réducteur de boîtes de sécurité temporaire (F.T. 6.04) et un réducteur de volume temporaire (F.T. 6.05), même lors d'une urgence chronique ou d'une situation stabilisée.

Pour les hôpitaux comptant jusqu'à 100 lits, les recommandations générales sont normalement suffisantes. Pour les infrastructures de plus de 100 lits, il peut s'avérer nécessaire de doubler ou tripler les installations (deux incinérateurs, deux fois plus de fosses à déchets organiques, dont deux sont opérationnelles simultanément afin de ne pas les remplir trop rapidement et de permettre la décomposition des déchets, etc.). À partir de 300 lits, il faudra probablement d'autres solutions pour les déchets médicaux (incinérateurs industriels, p.ex.).

Il est recommandé de vacciner le personnel médical et non médical potentiellement exposé aux déchets médicaux, au moins contre l'Hépatite B et le Tétanos.

Déchets médicaux			
Tri ▼	Objets piquants / tranchants / coupants (PTC, “sharps”) ▼	Déchets brûlables (“softs”) ▼	Déchets organiques ▼
Stockage temporaire ▼	Oui ▼	Oui ▼	Non ▼
Traitement (brûlage / incinération) ▼	Non ▼	Oui ▼	Non ▼
Élimination finale	Fosse à objets piquants / tranchants / coupants (PTC, “sharps”)	Fosse à résidus (cendres)	Fosse à déchets organiques

#### 6.4.2 Processus technique

L'ensemble du processus technique devrait être réalisé, de préférence, dans l'enceinte de la structure de santé afin d'éviter autant que possible les accidents (blessures par piqûre d'aiguille, par exemple). Si des déchets doivent tout de même quitter les lieux, il faudra prendre des mesures de sécurité supplémentaires, ce qui peut nécessiter un support de votre technicien de référence. Pour gérer correctement les déchets médicaux, il importe d'accomplir différentes étapes “techniques” pour les objets piquants / tranchants / coupants (PTC, “sharps”), les déchets brûlables (“softs”) et les déchets organiques, comme exposé dans le tableau ci-dessus. Les déchets dangereux exigent une attention spécifique pour l'ensemble du processus technique. Demandez conseil à votre technicien de référence.

#### Tri

Le processus de tri et la gestion correspondante doivent être les plus simples possible. On n'établira donc aucune distinction entre les déchets contaminés et non contaminés. La répartition des déchets parmi les différentes catégories décrites plus haut doit être effectuée par le personnel médical (médecins, infirmières, techniciens de laboratoire, pharmaciens) au lieu et au moment où les déchets sont générés. Toute tentative de trier les déchets médicaux à un autre lieu ou moment entraînera des risques supplémentaires et inacceptables.

Le type de récipients à utiliser pour le tri dépend de la catégorie de déchets générés :

- Objets piquants / tranchants / coupants (PTC, “sharps”) : conteneur de médicaments modifié, conteneur réutilisable pour PTC, conteneur commercial jetable pour PTC.
- Déchets brûlables (“softs”) : seaux en plastique d'une capacité de 20 à 60 l, tous de la même couleur, avec un couvercle bien ajusté.
- Déchets organiques : seaux en plastique avec un couvercle bien ajusté, d'une capacité de 15 – 20 l pour les salles d'accouchements et de 40 – 60 l pour la salle d'opération. Ils doivent tous être d'une couleur identique, différente de celle destinée aux déchets brûlables (“softs”).

#### Collecte et stockage temporaire

La fréquence de collecte des déchets médicaux dépend de la catégorie de déchet. Les objets piquants / tranchants / coupants (PTC, “sharps”) doivent être collectés à intervalles réguliers ou, au plus tard, lorsque le conteneur jetable (à usage unique) (F.T. 6.01) est rempli aux  $\frac{3}{4}$ , les déchets brûlables (“softs”) quotidiennement et les déchets organiques le plus tôt possible après l'intervention. Les objets piquants / tranchants / coupants (PTC, “sharps”) et les déchets brûlables (“softs”) peuvent être stockés temporairement dans des conteneurs sûrs au sein de la zone de déchets (bien que ce ne soit pas recommandé), tandis que les déchets organiques doivent être évacués immédiatement.

#### Traitement et/ou élimination finale

Si possible, chaque structure de santé doit disposer d'une zone de déchets (F.T. 6.09), où les déchets peuvent être traités et/ou évacués. Cette zone sera composée de plusieurs infrastructures :

- Un lieu de stockage temporaire pour les déchets brûlables (“softs”),
- Un incinérateur (F.T. 6.06) ou un réducteur de volume temporaire (F.T. 6.05),

- Différentes fosses à déchets : fosse à objets piquants / tranchants / coupants (PTC, “sharps”) (F.T. 6.02), équipée ou non d’un réducteur de boîtes de sécurité (F.T. 6.03), fosses à résidus (cendres) (F.T. 6.07), fosses à déchets organiques (F.T. 6.08),
- Un lieu pour laver les récipients à déchets, avec des installations adéquates pour les eaux usées (Chapitre 4).

La taille de la zone de déchets dépend de la quantité de déchets générés, donc de l’ampleur de la structure de santé et du nombre de patients pris en charge chaque jour. La quantité de déchets médicaux générés quotidiennement dans les pays à faibles revenus varie normalement entre 0,3 et 1,5 kg/lit (ou 2 et 3 l/lit). La quantité effective de déchets par catégorie doit être déterminée par chaque structure de santé elle-même afin d’établir un système de gestion adéquat des déchets médicaux. Il est important de prévoir suffisamment d’espace pour la zone de déchets car il faudra creuser de nouvelles fosses lorsque les anciennes seront presque remplies. Les différentes installations de traitement / d’élimination doivent néanmoins être assez rapprochées, afin d’éviter la propagation de la contamination à grande échelle et de fournir un environnement de travail pratique et « ergonomique » pour le gestionnaire de déchets.

Peu de méthodes de traitement des déchets médicaux sont adéquates, abordables ou disponibles sur le terrain. Le brûlage dans un réducteur de volume ou, de préférence, l’incinération dans un incinérateur à double combustion constituent souvent, dans les pays à faibles revenus, les méthodes de traitement les plus appropriées pour les déchets brûlables (“softs”). Une exception réside éventuellement dans les zones urbaines manquant d’espace pour construire un incinérateur ou dont le voisinage pourrait être incommodé par la fumée. Une autre exception pourrait être constituée par de très petites structures (dans les zones rurales) où la production de déchets médicaux est limitée et l’espace disponible sur site est suffisant pour l’enfouissement.

Pour les objets piquants / tranchants / coupants (PTC, “sharps”) et la plupart des déchets organiques le brûlage et l’incinération avec des moyens limités sont des processus trop compliqués (donc potentiellement dangereux) et trop gourmands en énergie (carburant). Ces catégories ne font donc pas l’objet d’un traitement : les objets piquants / tranchants / coupants (PTC, “sharps”) et les déchets organiques sont directement évacués dans leurs fosses respectives.

Les résidus alimentaires peuvent être évacués dans la fosse à déchets organiques s’ils sont produits en faibles quantités (moins de 10 l/jour), sinon la fosse sera trop vite remplie. Pour les quantités plus importantes, l’enfouissement dans une décharge officielle devrait être sérieusement envisagé. Le compostage figure aussi parmi les possibilités mais sa mise en œuvre correcte exige de la motivation et des connaissances spécifiques, qui sortent du champ d’application de ce guide.

Les déchets dangereux générés de façon récurrente doivent être gérés au cas par cas. Les petites quantités de liquides chimiques (réactifs de laboratoire et produits de développement radiographique, par exemple) peuvent être diluées dans beaucoup d’eau claire avant d’être éliminées via un évier raccordé à un réseau d’égouts fermé ou une rivière à haut débit. Les déchets bio-dangereux comme les expectorations de tuberculose, les cultures bactériennes ou les échantillons sanguins doivent être incinérés avec une quantité suffisante de combustibles, et de préférence traités au préalable dans un autoclave, lorsqu’ils sortent du laboratoire. Les matériaux utilisés pour administrer des médicaments cytotoxiques (hors objets piquants / tranchants / coupants (PTC, “sharps”)) doivent être collectés séparément et incinérés dans un incinérateur à double combustion avec un surcroît de combustible pour assurer une température de combustion élevée. Les bouteilles en verre contenant des échantillons (bio-)dangereux ou les ampoules ouvertes contenant encore des vaccins doivent être évacuées dans des fosses à PTC aux parois totalement revêtues ou être encapsulées. L’urine et les selles peuvent être évacuées dans des latrines à fosses, pour autant que les distances de sécurité par rapport aux points d’eau soient respectées (Chapitre 3). Les solutions désinfectantes peuvent être « recyclées » pour nettoyer les sols de zones non critiques (mais PAS pour une salle d’opération, par exemple). Les surplus d’insecticides utilisés lors de la pulvérisation dans les centres de santé peuvent être utilisés pour traiter les latrines. Pour la gestion correcte de déchets dangereux spécifiques, demandez conseil à votre technicien de référence.

Les produits dangereux inappropriés / périmés doivent être éliminés conformément à la législation nationale (le cas échéant) ou lors de campagnes organisées à cet effet (tous les six mois), en fonction du feed-back formulé par votre technicien de référence concernant la liste de déchets dangereux que vous lui avez envoyée.

## 6.5 Bibliographie recommandée

**A. Prüss, W.K. Townend**

*Management of waste from health-care activities: Teacher's Guide*

Organisation Mondiale de la Santé, 1999

**A. Prüss, E. Giroult, P. Rushbrook**

*Safe management of waste from health-care activities*

Organisation Mondiale de la Santé, 1999

**OMS**

*Principes directeurs pour l'élimination sans risque des produits pharmaceutiques non utilisés pendant et après les situations d'urgence*

Organisation Mondiale de la Santé, 1999

## **F.T. 6.01 Conteneurs à objets piquants / tranchants / coupants (PTC, “sharps”)**

Les objets piquants / tranchants / coupants (PTC, “sharps”) sont classés parmi les déchets médicaux les plus dangereux. Ils sont à l'origine de la plupart des accidents encourus par le personnel médical dans les structures de santé. Par ailleurs, d'autres groupes de personnes au sein des structures de santé (patients, personnel non médical comme le personnel de nettoyage, etc.) sont également exposés à des blessures dues aux objets PTC. Il est donc capital que ce type de déchet soit immédiatement jeté dans des conteneurs adéquats, au moment et à l'endroit où ils sont générés.

### **Principe**

Les conteneurs commerciaux jetables pour objets PTC (usage unique) sont faciles à obtenir dans les pays à revenus élevés mais souvent inabordables pour les pays à faibles revenus, surtout quand l'organisation humanitaire se retire. Il est donc souvent nécessaire de trouver des alternatives moins chères mais tout aussi sûres. Les conteneurs à PTC sûrs et adéquats seront :

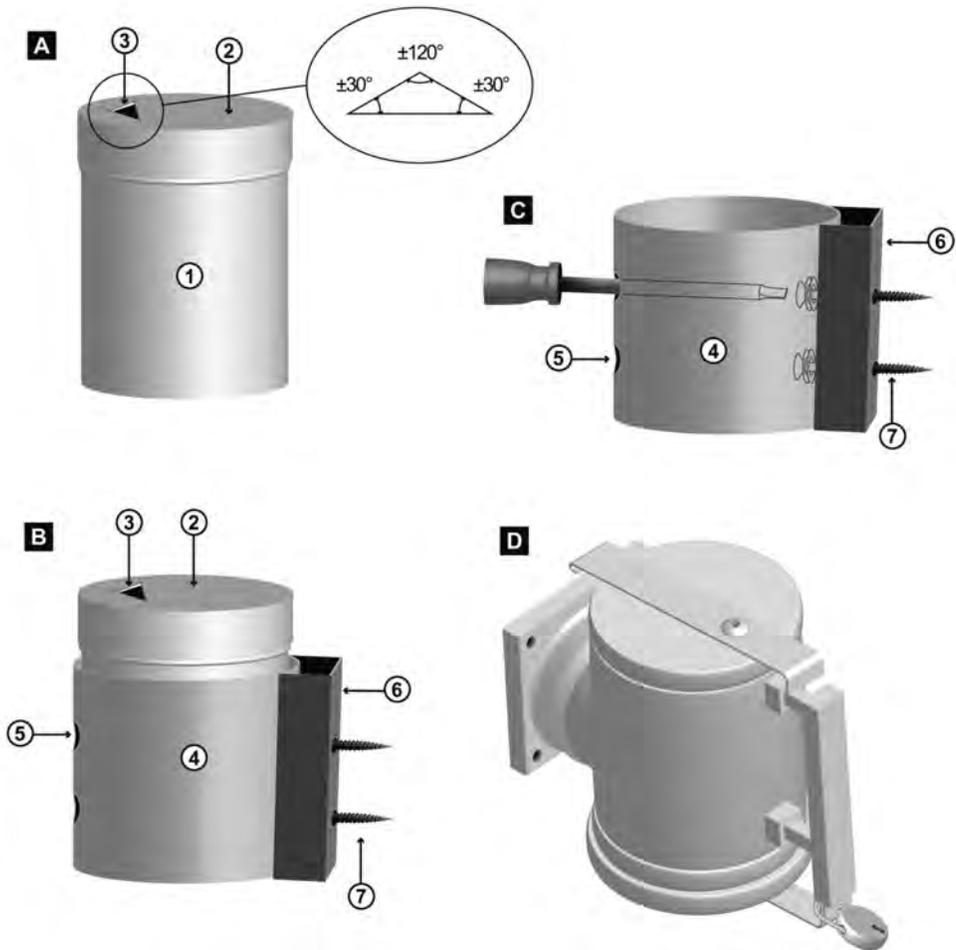
- résistants aux perforations.
- constitués d'un matériau solide qui ne présente pas une grande valeur de recyclage.
- étanches.
- suffisamment volumineux (au moins 0,5 l, de préférence 1 l).
- abordables pour les pays à faibles revenus.
- faciles à obtenir.
- dotés d'un dispositif permettant d'enlever une aiguille d'une seringue avec une seule main.
- à même de contenir d'autres objets PTC que les aiguilles (lames, scalpels, verre, etc.).
- fixés dans chaque salle de traitement (p.ex. sur le mur à proximité du lieu où l'on effectue les injections) ou placés sur un plateau / chariot pour le traitement des patients alités dans les différents services.

Vu ces spécifications, il est interdit d'utiliser les bouteilles d'infusions et de boissons en verre et en plastique comme conteneurs à objets PTC, et vivement recommandé d'éviter d'utiliser à cet effet les canettes de limonade / bière. Parmi les alternatives envisageables figurent les conteneurs de médicaments génériques vides modifiés - de préférence les modèles en plastique robuste, bien que ceux en métal puissent aussi être utilisés.

### **Procédure**

Réalisation d'un conteneur jetable (usage unique) pour déchets PTC à partir d'un pot en plastique pour médicaments génériques :

- Choisissez un pot à médicaments vide robuste disposant d'une capacité suffisante et d'un couvercle bien ajusté. Il doit également être bien rincé à l'eau puis séché.
- Réalisez, avec un cutter, un trou triangulaire au sommet et près du bord du couvercle (voir la figure). La taille du trou dépend des déchets PTC à évacuer. Assurez-vous qu'au moins un coin du triangle comporte un angle aigu afin de pouvoir enlever aisément, avec une seule main, l'aiguille d'une seringue Luer.
- Appliquez un peu de colle pour matières plastiques sur le bord circulaire interne du couvercle et replacez-le sur le conteneur. Ce dernier pourra être utilisé dès que la colle aura séché et que le couvercle sera solidement fixé.
- Prévoyez un support pour la fixation du conteneur à un mur, plateau ou chariot ; par exemple des bandes Velcro ou un tuyau en PVC (connecteur) avec de solides élastiques. Il est important que le conteneur puisse être enlevé du support en vue d'une élimination finale, mais il doit rester immobile lors du tri des déchets PTC (ex. : séparation aiguilles / seringues). Le support doit être suffisamment résistant pour des périodes prolongées.



### Légende

- A. Conteneur à déchets PTC à usage unique  
 B. Support pour le conteneur à déchets PTC  
 C. Installation du support  
 D. Conteneur réutilisable pour déchets PTC

1. Conteneur (pot à médicaments vide)
2. Couvercle
3. Trou triangulaire
4. Support (tuyau PVC)
5. Trous pour la fixation du support
6. Profilé en U (métallique)
7. Vis

### Apport

- Conteneur à médicaments génériques
- Colle (plastique ou Superglue)
- Cutter
- Bandes Velcro / tuyau PVC (connecteur) avec élastique
- Profilé en U
- Vis
- Tournevis

## Remarques

- Les déchets PTC doivent être triés par le personnel (para)médical (médecins, infirmières, laborantins, pharmaciens, etc.), à l'endroit et au moment où ils sont générés.
- Les aiguilles ne doivent jamais être réencapuchonnées après usage car cette opération entraîne des risques de blessures extrêmement élevés.
- L'emplacement adéquat pour le conteneur à déchets PTC doit être décidé en étroite collaboration avec le personnel médical.
- Les conteneurs à déchets PTC à usage unique doivent être collectés et acheminés à la zone de déchets en vue de leur élimination finale lorsqu'ils sont aux  $\frac{3}{4}$  plein.
- Ne pas brûler les déchets PTC dans des réducteurs de volume ou même de bons incinérateurs à auto-combustion car ils conserveront leur tranchant et présenteront donc un risque de blessure lorsque les résidus seront enlevés du four. Le gestionnaire de déchets pourrait alors être infecté durant la manipulation d'autres déchets médicaux. Les personnes chargées de vider des fosses à résidus (cendres) contenant des déchets PTC rouillés (corrosion due aux températures élevées) pourraient être exposées au tétanos. Les déchets PTC en verre explosent souvent lorsqu'ils sont brûlés ou incinérés, ce qui peut occasionner des blessures au gestionnaire de déchets.
- Le gestionnaire de déchets doit éliminer les conteneurs à déchets PTC à usage unique dans une fosse à déchets PTC (F.T. 6.02). Ces conteneurs ne peuvent jamais être ouverts, vidés ou réutilisés.
- Assurez-vous qu'il y ait toujours suffisamment de conteneurs jetables pour déchets PTC en stock, prêts à l'emploi.
- Le trou triangulaire d'un conteneur à déchets PTC réalisé sur place (conteneur à médicaments modifié) n'est pas adapté pour enlever une aiguille d'une seringue Luer-Lock, en raison de son pas de vis.
- Si des pots à médicaments génériques ne sont pas disponibles (en quantité suffisante), ou si des gens tentent de les recycler, le conteneur réutilisable pour déchets PTC ("Reusable Sharps Container (RSC)") peut offrir une alternative intéressante. Ce robuste conteneur répond aux spécifications susmentionnées et peut être utilisé pour la plupart des déchets PTC générés dans les structures de santé, y compris les aiguilles fixées aux seringues Luer-Lock. Cependant, les déchets PTC trop longs tels que les seringues autobloquantes, les lames (de rasoir) avec un long manche et les très longues aiguilles (pour ponction lombaire, p.ex.) ne doivent pas être introduits dans le conteneur réutilisable pour déchets PTC ("RSC") car ils seront très difficiles à enlever par la suite. Le "RSC" est doté d'un mécanisme d'ouverture permettant l'évacuation sans risque des déchets PTC dans la fosse qui leur est affectée. Comme le mécanisme doit être verrouillé au moyen d'un cadenas, seul le gestionnaire de déchets peut ouvrir le conteneur. Pour éviter de coincer des déchets à l'intérieur du conteneur à cause d'un remplissage excessif, il faut le vider régulièrement (chaque jour ou au moins une fois par semaine si la quantité de déchets PTC générés est très faible). Avant de remettre le conteneur en circulation, il faut rincer son enveloppe externe à l'eau claire, le laver à l'eau et au savon (détergent), le rincer à nouveau, le désinfecter à l'aide d'une solution chlorée à 0,1% (F.T. 2.20) et le rincer une dernière fois à l'eau claire. Il est aussi possible de laisser une petite quantité de solution chlorée (1 - 2 ml) dans le "RSC" pour que les déchets PTC souillés de sang collent moins à l'intérieur. Assurez-vous que le responsable (gestionnaire de déchets) ne tente pas d'introduire sa main dans le "RSC" pour enlever ces déchets PTC. Vérifiez également que le cadenas est réinstallé et que sa clé est retirée avant de remettre le "RSC" en service.
- Comme l'aiguille des seringues autobloquantes (qui ne sont normalement utilisées qu'à des fins de vaccination) ne peut être retirée, ces seringues doivent être collectées entières dans des boîtes de sécurité ("safety boxes") en carton. Ces dernières seront ensuite brûlées dans un réducteur de boîtes de sécurité (temporaire) (F.T. 6.03 et 6.04).
- Les autres déchets PTC longs tels que les scalpels / lames de rasoir à long manche et les très longues aiguilles peuvent aussi être collectés dans des boîtes de sécurité puis brûlés dans un réducteur de boîtes de sécurité (F.T. 6.03), ou même collectés dans de grands conteneurs à médicaments modifiés, qui peuvent être directement jetés dans la fosse à déchets PTC.
- Il est recommandé de trier les (grandes) fioles et ampoules en verre dans des conteneurs séparés refermables (grands pots à médicaments ou petits seaux) afin de réduire leur volume dans des broyeurs de verre spécialement conçus, placés directement au-dessus de la fosse à déchets PTC. Pour les campagnes de vaccination à grande échelle, les fioles / ampoules vides doivent être encapsulées.

## F.T. 6.02 Fosse à objets piquants / tranchants / coupants (PTC, "sharps")

Les objets piquants / tranchants / coupants (PTC, "sharps") sont classés parmi les déchets médicaux les plus dangereux. Les PTC ("sharps") métalliques ne fondent pas dans un incinérateur à auto-combustion, ils resteront tranchants et parfois même contaminés si la combustion n'inactive pas les micro-organismes thermorésistants. Les objets PTC en verre, quant à eux, peuvent exploser dans le feu et donc créer un danger pour l'opérateur et/ou endommager l'incinérateur. Une fosse à déchets PTC est un dispositif simple, efficace et sûr pour l'élimination finale des déchets PTC, du moins s'il est correctement géré (avec une encapsulation intégrale quand la fosse est presque pleine).

### Construction

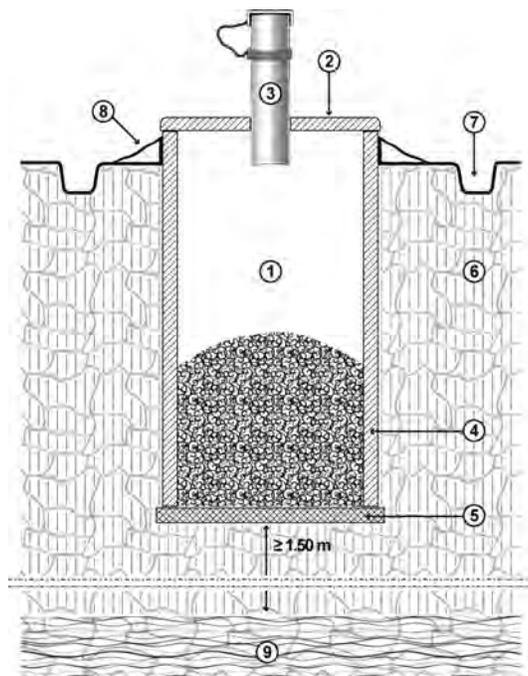
- Choisissez un endroit approprié dans la zone de déchets (F.T. 6.09) pour la construction d'une fosse à déchets PTC. S'il faut évacuer beaucoup de verre ( fioles et ampoules vides, par exemple), il est recommandé de construire au moins deux fosses à déchets PTC pour en avoir une de réserve à disposition quand la première sera pleine.
- Préparez le site pour la construction : enlevez tous les débris, aplanissez la surface, dressez une clôture (provisoire), testez la texture des terres (F.T. 4.05) et acheminez les matériaux et l'équipement de construction requis. Normalement, la préparation des différentes infrastructures liées à la zone de déchets s'effectue en même temps.
- Délimitez la zone d'excavation de la fosse à déchets PTC. Ses dimensions doivent être supérieures à la taille effective (paroi) de la fosse à déchets PTC. Le volume de la fosse à déchets PTC dépend non seulement de la taille de la structure de santé et du nombre de patients, mais aussi du type d'interventions (à certains endroits, par exemple, la plupart des traitements s'effectuent par injection). Un exemple de calcul du volume est repris ci-après.
- Creusez la fosse et assurez-vous que son fond se situe à plus de 1,5 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique. La profondeur de la nappe phréatique peut être estimée via la vérification du niveau de l'eau dans les puits proches. Une autre option consiste à introduire une barre métallique telle qu'un fer à béton ou un ou plusieurs tuyaux galvanisés de ½" dans le sol, à 1,5 m sous la profondeur de fosse requise. Lors de leur extraction, le fer à béton ou le tuyau avec la terre qu'il contient doivent être secs. Les sols saturés d'eau après de fortes pluies peuvent donner une fausse idée du niveau réel de la nappe phréatique.
- Coulez une fondation fermée en béton armé (300 kg/m<sup>3</sup> ; F.T. 2.05) d'une épaisseur minimale de 0,2 m au fond de la fosse.
- Revêtez entièrement la fosse de bas en haut (au moins jusqu'à 0,1 m au-dessus de la surface du sol) au moyen de buses standard en béton cimentées et de préférence boulonnées ensemble (F.T. 2.04), ou d'une maçonnerie fermée, rendues étanches à l'aide d'un enduit de ciment (F.T. 2.05). Pour les surfaces externes de la fosse à déchets PTC, une couche de 10 mm d'enduit de ciment suffit. Au niveau interne, par contre, il est recommandé d'ajouter une seconde couche de 10 mm dès que la première est sèche.
- Remblayez l'espace entre la paroi et le trou excavé avec du gravier et de la terre compactée.
- Posez une dalle en béton armé au-dessus de la paroi de la fosse. Cette dalle peut être coulée in situ car elle doit être inamovible. Elle peut aussi être réalisée comme une dalle de latrine (F.T. 3.05) et fixée sur la paroi via 10 mm de mortier. La dalle ne devrait comporter qu'un petit trou circulaire en son centre, suffisamment large pour accueillir le tuyau de remplissage.
- Installez le tuyau de remplissage, d'un diamètre adapté au conteneur à déchets PTC disponible et d'une longueur d'environ 1 m, dans le trou de la dalle et fixez-la à l'aide de mortier. Pour assurer un meilleur ancrage du tuyau de remplissage, un collier peut être attaché à son point d'intégration dans la dalle par du mortier. Dotez le tuyau de remplissage d'un bouchon pour empêcher les vecteurs et l'eau de pluie de pénétrer dans la fosse.
- Ajoutez une couche imperméable (mortier ou argile) sur la partie extérieure apparente de la paroi.
- Réalisez un canal de drainage autour de la fosse pour empêcher l'accès des eaux de ruissellement et protéger ses parois (bien que l'ensemble du revêtement doit rendre la fosse plus ou moins étanche).

### Procédure

- Évacuez les déchets PTC (avec leur conteneur jetable) dans la fosse dès qu'ils arrivent à la zone de déchets. Assurez-vous que le bouchon du tuyau de remplissage soit toujours remplacé après usage.
- Fermez définitivement la fosse quand le niveau des déchets PTC arrive à 0,30 m sous la dalle. Le tuyau de remplissage doit être coupé à sa base. Coulez du béton ou, de préférence, un mélange de ciment, de chaux et d'eau (ratio de poids : 3, 3, 1) dans le trou afin d'encapsuler complètement les déchets.

### Exemple de calcul de volume

- 500 aiguilles = environ 1 l (estimation approximative).
- Si 500 aiguilles sont générées chaque semaine, la taille de fosse requise pour 20 ans sera de :  
 $1 \text{ l} \times 52 \text{ semaines} \times 20 \text{ ans} = 1.040 \text{ l} = \text{environ } 1 \text{ m}^3$
- N'oubliez toutefois pas que les conteneurs à déchets PTC à usage unique prennent également beaucoup d'espace vu qu'ils ne peuvent être remplis qu'aux  $\frac{3}{4}$  de leur volume. D'autres déchets PTC tels que les fioles et ampoules requièrent eux aussi beaucoup d'espace, surtout quand ils ne sont pas broyés. Il vaut donc mieux doubler, voire tripler le volume utile calculé !
- N'oubliez pas d'ajouter un espace libre au-dessus des déchets (au moins 0,30 m de profondeur) pour permettre une encapsulation complète !



#### Légende

1. Fosse
2. Dalle
3. Tuyau de remplissage avec bouchon
4. Paroi étanche
5. Fondation étanche (fermée) en béton
6. Sol
7. Canal de drainage
8. Couche imperméable
9. Nappe phréatique

#### Apport

- Fer à béton ou tuyau galvanisé de  $\frac{1}{2}$ " et marteau
- Pelles, houes, pioches, barres à mine
- Béton ( $300 \text{ kg/m}^3$ ) et fers à béton (fondation)
- (Buses en) béton, briques ou blocs de ciment, sable et ciment ou récipient en métal / plastique (fût) durant la 1<sup>re</sup> phase
- Matériel pour boulonner les buses ensemble (clés, boulons et écrous)
- Dalle en béton armé (éventuellement réalisée in situ)
- Tuyau (PVC, métal ; diamètre : 110 - 150 mm) avec un bouchon
- Matériaux pour clôture (provisoire)
- Outils de maçonnerie
- Tenues protectrices pour les opérateurs

## Remarques

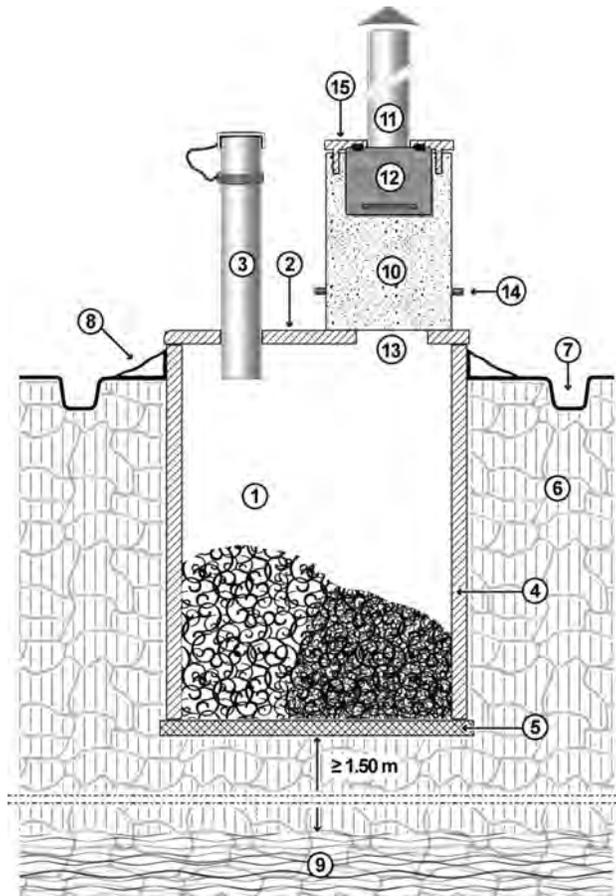
- N'évacuez que des déchets PTC (avec conteneur jetable) dans la fosse. N'y jetez pas de déchets brûlables ("softs") ou organiques.
- Une fosse à déchets PTC étanche permet également d'éliminer de très petites quantités de déchets dangereux générés de façon récurrente (thermomètre à mercure brisé, lui-même encapsulé dans un conteneur de médicaments en plastique vide et recouvert de plâtre ou d'un mélange ciment - chaux - eau).
- Si le sol est instable, renforcez les parois verticales de la fosse au moyen d'étais amovibles durant l'excavation ou creusez la fosse conique.
- Méthodes alternatives :
  - Si le sous-sol est très rocheux, la zone sujette aux inondations ou le niveau de la nappe phréatique élevé, il faudra peut-être construire une partie de la fosse hors-sol dans une butte de terre très bien compactée. Il est essentiel de réaliser un revêtement intégral de la paroi totalement étanche (F.T. 3.12).
  - Une fosse à déchets PTC peut aussi être constituée d'un grand réservoir circulaire en plastique / polyester normalement utilisé pour le stockage de l'eau. Un tel réservoir peut même être installé dans la nappe phréatique, vu qu'il est totalement étanche et résistant à la corrosion. Durant la construction, si le niveau de la nappe phréatique est élevé, il conviendra néanmoins de couler une couche de béton sur son fond pour le lester afin qu'il ne flotte pas. Pensez aussi à installer une dalle en béton lourde intégrant le tuyau de remplissage au-dessus du réservoir en plastique / polyester. Ce type de réservoir ne pourra toutefois pas être utilisé si un réducteur de boîtes de sécurité ("safety boxes") (F.T. 6.03) doit être installé au-dessus de la fosse à déchets PTC, les cendres chaudes pouvant dans ce cas endommager le réservoir.
- Le volume de la fosse à déchets PTC doit être calculé en fonction des quantités de déchets PTC qui seront générées sur une période d'au moins 5 ans.
- Le diamètre du tuyau de remplissage est important : il doit permettre d'introduire les conteneurs de déchets PTC jetables non ouverts (conteneurs de médicaments modifiés, par exemple) dans la fosse sans la moindre obstruction, ou de faire passer la sortie de décharge d'un conteneur réutilisable pour déchets PTC. La longueur du tuyau doit empêcher les gens d'atteindre la fosse pour récupérer des déchets PTC.
- Le tuyau de remplissage, la dalle et les abords doivent être nettoyés régulièrement et, de préférence, pulvérisés occasionnellement à l'aide d'une solution chlorée à 0,1% (F.T. 2.20).
- En cas d'urgences aiguës (structure de santé temporaire dans un camp, p.ex.) ou durant la première phase de la gestion de déchets médicaux, il est possible de réaliser une "fosse à déchets PTC" à partir d'un récipient en plastique simple ou double de 125 l ou d'un fût de 200 l (de préférence en plastique mais le métal peut également convenir). Comme il s'agit d'une "fosse à déchets PTC temporaire", il est recommandé de prévoir des poignées sur le fût pour pouvoir l'évacuer ultérieurement. Un trou adapté à la taille du conteneur à déchets PTC disponible doit être réalisé dans le couvercle supérieur du récipient / fût, et un tuyau de remplissage de 1 m de longueur doit être installé. Un tuyau métallique peut être soudé à un fût métallique avec quelques renforts externes. Un tuyau de remplissage en plastique peut être collé dans une sorte de bride boulonnée au récipient / fût (achetée ou réalisée par vos soins). Une alternative consiste à réaliser une dalle en béton afin d'ancrer le tuyau de remplissage puis d'installer la dalle sur le récipient / fût. Le récipient / fût peut être (partiellement) enfoui, tandis que la majeure partie du tuyau de remplissage doit rester en surface. Cette fosse à déchets PTC temporaire doit être utilisée comme un modèle standard.
- Dans les zones urbaines (bidonvilles, p.ex.) manquant d'espace pour la réalisation d'une fosse à déchets PTC permanente, un tel modèle temporaire peut également s'avérer utile. Doté d'un tuyau de remplissage de longueur réduite, la « fosse à déchets PTC temporaire » pourra aussi être installée dans un endroit sûr en surface auquel seul le personnel autorisé pourra accéder.
- Une fois la structure de santé démantelée ou la "fosse à déchets PTC temporaire" pleine aux ¾, le récipient / fût doit être retiré du sol et/ou transporté vers un endroit plus sûr (par exemple la zone de déchets d'un hôpital à long terme ou une décharge contrôlée), où, avant l'enfouissement définitif, il faudra l'encapsuler au moyen d'un mélange ciment-chaux-eau (parts de 3, 3, 1 en termes de poids) ou de béton.
- Les seringues autobloquantes et les boîtes de sécurité en carton utilisées par la structure de santé dans le cadre d'un programme d'immunisation, par exemple, ne doivent pas être évacuées telles quelles dans une fosse à déchets PTC car elles occupent trop d'espace. Un réducteur de boîtes de sécurité ("safety boxes"), de préférence constitué de briques réfractaires, doit être construit au-dessus de la fosse à déchets PTC, à proximité du tuyau de remplissage (F.T. 6.03). Assurez-vous que la dalle en béton soit à même de résister au poids supplémentaire du réducteur de volume.
- Si d'importantes quantités de déchets en verre sont générées (fioles, ampoules, etc.), un broyeur de verre doit être installé au-dessus de la fosse à déchets PTC. Veuillez contacter votre technicien de référence pour de plus amples informations.
- L'opérateur (gestionnaire de déchets) doit bénéficier d'une formation intensive et disposer d'une tenue protectrice complète, qu'il devra toujours porter durant l'exploitation et la maintenance de l'installation (F.T. 6.10).

## F.T. 6.03 Réducteur de boîtes de sécurité ("safety box reducer")

Les objets piquants / tranchants / coupants (PTC, "sharps") sont classés parmi les déchets médicaux les plus dangereux. La pratique usuelle consistant à les éliminer directement dans une fosse à déchets PTC n'est pas envisageable pour les programmes élargis de vaccination (PEV) car ces derniers impliquent généralement l'usage de seringues autobloquantes. Comme leurs aiguilles ne peuvent être enlevées, ces seringues autobloquantes représentent un volume conséquent qui remplirait la fosse trop rapidement. Elles seront donc collectées dans des boîtes de sécurité ("safety boxes") en carton et brûlées dans un réducteur adapté. Ce dispositif sera conçu de telle sorte que lorsque les boîtes de sécurité sont brûlées, les résidus tombent directement dans la fosse à déchets PTC, pour que personne ne puisse entrer en contact avec les déchets PTC brûlés. Tenez compte du fait que les déchets PTC en verre (flacons et ampoules, par exemple) peuvent exploser et constituer un danger pour l'opérateur. Ils ne doivent donc pas être collectés dans les boîtes de sécurité.

### Construction

- Mesurez la taille des boîtes de sécurité couramment utilisées et adaptez la structure du réducteur en conséquence.
- Choisissez et préparez un lieu approprié dans la zone de déchets (F.T. 6.09), puis creusez la fosse à déchets PTC (comme expliqué à la F.T. 6.02). Tenez compte de la direction dominante du vent afin d'éviter les nuisances dues aux fumées, et restez éloigné des objets susceptibles de prendre feu. Doublez la taille de la fosse sur les côtés ou creusez une fosse à déchets PTC séparée afin d'y intégrer le réducteur de boîtes de sécurité.
- Réalisez la fosse à déchets PTC en béton ou en maçonnerie « étanche » comme décrit plus haut (F.T. 6.02). Sa dalle supérieure en béton armé doit comporter un tuyau de remplissage à côté d'un trou dont les dimensions correspondent exactement à la surface interne du réducteur de boîtes de sécurité (taille standard du trou : deux briques réfractaires pour la profondeur et une pour la largeur ; normalement : 0,46 m x 0,23 m). La dalle en béton armé doit pouvoir résister au poids du réducteur de boîtes de sécurité (le modèle standard peut atteindre 400 kg).
- Réalisez deux couches fermées de briques réfractaires (résistantes à la chaleur) autour du trou de la dalle en béton. Les briques doivent être assemblées au moyen d'une très fine couche de ciment réfractaire (2 - 3 mm, étalée directement sur les briques réfractaires). Maintenez les briques réfractaires éloignées de l'humidité et de la chaleur directe (exposition au soleil, par exemple) car cette dernière nuit à la résistance du ciment réfractaire.
- Prévoyez quatre ouvertures dans les briques réfractaires lors de la réalisation de la troisième couche selon la méthode décrite ci-dessus. Ces quatre trous peuvent être aménagés en installant simplement deux briques réfractaires d'une longueur réduite aux  $\frac{3}{4}$  au centre des grands côtés du réducteur de boîtes de sécurité. La façon la plus simple d'obtenir une brique réfractaire aux  $\frac{3}{4}$  de sa longueur consiste à réaliser une (petite) découpe (en V) tout autour de la brique pour ensuite la casser en deux en tapant un bon coup avec un marteau et un burin.
- Installez une grille préfabriquée, constituée de fers à béton soudés ensemble.
- Placez au-dessus trois autres couches fermées selon la méthode décrite plus haut.
- Réalisez cinq couches supplémentaires, toujours de la même manière mais en laissant la partie frontale ouverte. Il conviendra donc de couper quatre briques en deux comme décrit plus haut.
- Placez une plaque de fermeture métallique préfabriquée au-dessus des briques réfractaires, en y intégrant un trou pour la cheminée et une trappe de chargement suspendue (éventuellement avec un mécanisme de verrouillage).
- Construisez une coque métallique externe ou un mur en briques normales autour de la partie réfractaire du réducteur de boîtes de sécurité, en laissant quelques centimètres d'espace libre, et/ou construisez un toit au-dessus pour le préserver des intempéries (les briques réfractaires ne doivent pas être mouillées).
- Installez une cheminée pourvue d'un chapeau sur le trou de la plaque de fermeture métallique. La cheminée doit avoir au moins 2 m de hauteur. Elle sera fixée à la clôture de la zone de déchets ou au sol au moyen de câbles.



### Légende

1. Fosse
2. Dalle en béton
3. Tuyau de remplissage avec bouchon
4. Paroi étanche
5. Fondation étanche (fermée) en béton
6. Sol
7. Tranchée de drainage
8. Couche imperméable (mortier)
9. Nappe phréatique
10. Réducteur de boîtes de sécurité
11. Cheminée avec son chapeau
12. Trappe de chargement verticale
13. Trou d'évacuation pour permettre aux résidus de tomber dans la fosse
14. Grille (au niveau de la 3e couche)
15. Plaque de fermeture métallique

### Apport

- Fer à béton ou tuyau galvanisé de ½" et marteau
- Matériaux pour clôture provisoire
- Pelles, houes, pioches, barres à mine
- Béton (300 kg/m<sup>3</sup>), fers à béton (fondation)
- Buses en béton ou briques / blocs, ciment et sable
- Dalle en béton armé (300 kg/m<sup>3</sup>) ou réalisée sur site
- Tuyau avec bouchon (PVC, métal ; ø : 110 ou 150 mm)
- Briques réfractaires et ciment réfractaire
- Outils de maçonnerie, y compris marteau et burin
- Châssis en acier avec trappe de chargement verticale, grillage métallique
- Cheminée et couvercle
- Tenues protectrices pour les ouvriers et opérateurs

## Procédure

- Ouvrez la trappe de chargement et vérifiez s'il reste des résidus du cycle précédent dans le réducteur de boîtes de sécurité. Le cas échéant, poussez-les dans la fosse à déchets PTC à l'aide d'un solide tisonnier avant d'entamer un nouveau cycle.
- Placez une boîte de sécurité fermée sur son côté via la trappe de chargement du réducteur.
- Versez un peu de kérosène sur la boîte de sécurité - surtout sur sa poignée et autour.
- Faites brûler la boîte de sécurité au niveau de sa poignée et vérifiez si le feu prend bien. Si le feu s'éteint, vous pouvez ajouter du combustible tel que du papier, du carton, du bois sec ou des coques de noix de coco séchées pour favoriser la combustion.
- Refermez la trappe de chargement dès qu'un bon feu a démarré.
- Surveillez la combustion, mais prenez garde aux explosions au cas où les déchets contiendraient du verre. Les résidus devraient tomber directement dans la fosse au fil de la combustion.

## Remarques

- Le concept du réducteur de boîtes de sécurité doit permettre aux résidus contenant les aiguilles brûlées de tomber directement dans la fosse à déchets PTC. Le format de l'entrée verticale ne doit permettre que le chargement d'une seule boîte de sécurité à la fois, rendant l'accès difficile pour les récipients d'autres types de déchets.
- Bien que le réducteur de boîtes de sécurité soit similaire au principe décrit à la F.T. 6.04 (déchets liés aux campagnes de vaccination de masse), ce dispositif ne doit pas être utilisé pour réduire les déchets PTC générés lors de campagnes à grande échelle car les fosses à déchets PTC conçues pour un usage à long terme se rempliraient trop vite.
- Le volume de la fosse à déchets PTC doit être calculé en fonction des quantités de déchets PTC qui seront générées sur une période d'au moins 5 ans. Tenez compte du fait que les résidus de boîtes de sécurité brûlées occupent plus d'espace que les aiguilles individuelles. Si la combustion est correcte, la réduction de volume doit atteindre au moins 90% (volume de résidus < 10% du volume initial de la boîte de sécurité).
- Important : lors du calcul du format de la fosse, prévoyez une profondeur supplémentaire de 0,30 m pour l'encapsulation finale. Cet espace libre ne fera pas partie du volume effectif de la fosse.
- Le ciment réfractaire peut s'avérer agressif. Il est donc recommandé de porter les équipements de protection requis lors du processus de construction (au moins des gants fins).
- Il est également possible de réaliser un réducteur de boîtes de sécurité à partir d'un fût métallique de 200 l.
- Pour éviter que le réducteur de boîtes de sécurité et sa charge en déchets ne soient mouillés (ce qui nuirait à la combustion), il faudra si possible construire un toit de protection. Ne pas utiliser de matériaux combustibles pour ce toit.
- N'utilisez ce réducteur que pour les boîtes de sécurité contenant des seringues autobloquantes, et éventuellement de très longues aiguilles, des scalpels et des lames de rasoir avec un long manche en plastique non détachable qui ne rentrent pas dans un conteneur à déchets PTC ordinaire. N'introduisez jamais de déchets organiques (placentas, résidus alimentaires, etc.), d'objets explosifs (sprays, p.ex.) et/ou de matériaux dégagant des fumées toxiques (médicaments, p.ex.) dans le réducteur de boîtes de sécurité.
- Comme le verre peut exploser sous l'effet de la chaleur, il ne doit pas être brûlé dans le réducteur de boîtes de sécurité. S'il devait y avoir beaucoup de déchets en verre (fioles et ampoules vides, p.ex.), il est recommandé de construire au moins une deuxième fosse à déchets PTC ordinaires dès le début afin d'en avoir une de réserve à disposition quand la première sera remplie. L'installation d'un broyeur de verre juste au-dessus de la fosse à déchets PTC permettra une réduction considérable du volume de verre, d'où une prolongation de la durée de vie de la fosse. Veuillez contacter votre technicien de référence pour de plus amples informations.
- Les déchets PTC doivent être éliminés au plus vite dès qu'ils sont amenés à la zone de déchets.
- N'ajoutez pas d'autres boîtes de sécurité tant que la première ne brûle pas bien.
- S'il reste des résidus dans le réducteur de boîtes de sécurité, le flux d'air peut être réduit lors du prochain cycle, ce qui nuira à la combustion. Ne videz pas le réducteur de boîtes de sécurité par la trappe de chargement, mais poussez les éventuels résidus vers le bas à l'aide d'un tisonnier avant d'entamer le cycle de combustion suivant.
- L'opérateur du réducteur de boîtes de sécurité (gestionnaire de déchets) doit bénéficier d'une formation intensive et disposer d'une tenue protectrice complète, qu'il devra toujours porter durant l'exploitation et la maintenance de l'installation (F.T. 6.10).

## **F.T. 6.04 Déchets liés aux campagnes de vaccination de masse (réducteur de boîtes de sécurité ("safety boxes") temporaire)**

La plupart des déchets générés lors de campagnes de vaccination de masse sont des déchets PTC, considérés comme des déchets médicaux très dangereux. La pratique usuelle consistant à les éliminer directement dans une fosse à déchets PTC n'est pas envisageable pour les campagnes de vaccination de masse car ces dernières impliquent généralement l'usage de seringues autobloquantes. Comme leurs aiguilles ne peuvent être enlevées, ces seringues représentent un volume conséquent qui remplirait les fosses trop rapidement. Elles seront donc collectées dans des boîtes de sécurité ("safety boxes") en carton, transportées vers un lieu centralisé puis brûlées dans un réducteur de boîtes de sécurité temporaire. Ce dernier sera conçu de telle sorte que lorsque les boîtes de sécurité sont brûlées, les résidus tombent directement dans une fosse, pour que personne ne puisse entrer en contact avec les déchets PTC brûlés. Tenez compte du fait que les déchets PTC en verre (fioles, ampoules) peuvent exploser et, par conséquent, constituer un danger pour l'opérateur. Il est donc vivement recommandé d'évacuer ce type de déchet par encapsulation sans traitement.

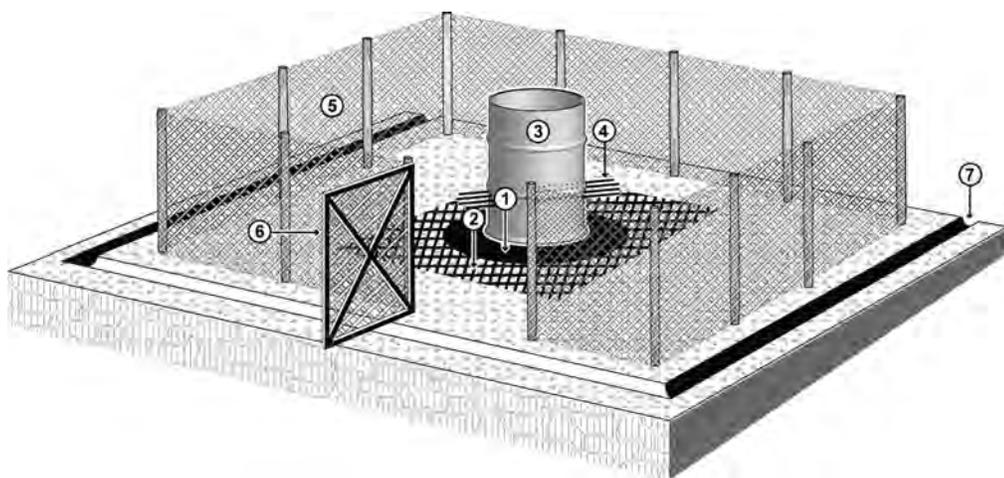
### **Construction**

- Découpez entièrement les couvercles supérieur et inférieur d'un fût métallique de 200 l afin d'obtenir un cylindre ouvert, qui servira de réducteur de boîtes de sécurité temporaire. Travaillez les bords tranchants de sorte qu'ils ne puissent pas blesser l'utilisateur.
- Réalisez 10 trous dans la circonférence du cylindre à environ 1/3 de sa hauteur. Vous pourrez ainsi glisser cinq fers à béton métalliques parallèles dans le fût.
- Découpez entièrement le couvercle supérieur d'un autre fût métallique de 200 l afin de réaliser un conteneur pour collecter les résidus brûlés. Travaillez les bords tranchants de sorte qu'ils ne puissent pas blesser l'utilisateur.
- Choisissez un lieu adéquat pour l'installation du réducteur de boîtes de sécurité temporaire, de préférence dans une zone de déchets existante (F.T. 6.09). Tenez compte de la direction dominante du vent afin d'éviter les nuisances dues aux fumées, et restez éloigné des objets susceptibles de prendre feu.
- Creusez un trou correspondant à la taille d'un fût de 200 l et insérez-y le fût de collecte des résidus. Son sommet doit juste affleurer à la surface.
- Placez deux poutrelles métalliques ou une grille métallique avec des trous relativement larges (au moins 0,1 m x 0,1 m) au-dessus du fût de collecte. Le matériau utilisé doit être suffisamment robuste pour soutenir un fût métallique de 200 l plein de boîtes de sécurité remplies. Tenez compte du fait que le métal de la grille peut atteindre une température élevée, perdre une partie de sa rigidité et éventuellement plier.
- Placez le réducteur de boîtes de sécurité temporaire en haut des poutrelles métalliques ou de la grille.
- Assurez-vous qu'il y a une clôture autour de cette installation temporaire et ne permettez l'accès qu'au personnel autorisé afin d'éviter les accidents.
- Réalisez un canal de drainage autour de l'installation entière afin d'empêcher les eaux de ruissellement de s'écouler dans la fosse.
- Assurez-vous qu'il y a également un lieu de stockage temporaire mais sûr à proximité pour les boîtes de sécurité. Pendant la saison des pluies, il doit être équipé d'un toit, car il est essentiel de maintenir la grande quantité de déchets au sec.

### **Procédure**

- Poussez, à l'aide d'un tisonnier, les éventuels résidus du réducteur de boîtes de sécurité temporaire dans le fût de collecte avant d'entamer un nouveau cycle.
- Placez une boîte de sécurité fermée dans le réducteur de boîtes de sécurité temporaire, puis versez un peu de kérosène sur sa poignée et tout autour.
- Allumez la boîte de sécurité au niveau de sa poignée à l'aide d'un papier enflammé et laissez prendre le feu correctement. Si le feu s'éteint, vous pouvez ajouter du combustible tel que du papier, du carton, du bois sec ou des coques de noix de coco séchées pour favoriser la combustion.
- Ajoutez quelques autres boîtes de sécurité au feu lorsqu'une bonne combustion a démarré.
- Surveillez la combustion à distance, en prenant garde aux explosions au cas où les boîtes de sécurité contiendraient du verre.

- Continuez à surveiller avec prudence et ajoutez des lots jusqu'à ce que toutes les boîtes de sécurité aient été brûlées ou jusqu'à la fin de la période de travail. Si les résidus ne tombent pas dans la fosse, poussez-les à l'aide d'un tisonnier.
- Enlevez le réducteur de boîtes de sécurité et les poutrelles / la grille lorsque le fût de collecte à l'intérieur de la fosse est rempli aux 4/5 de sa hauteur ou que toutes les boîtes de sécurité sont brûlées. Il est recommandé de frapper quelques fois le réducteur de boîtes de sécurité à l'aide du tisonnier ou d'un marteau pour que les derniers déchets PTC tombent dans la "fosse". Si tous les déchets ont été brûlés, vous pouvez également envisager d'enterrer la grille et le réducteur de boîtes de sécurité.
- Encapsulez les résidus en versant à l'intérieur du fût de collecte du béton ou, de préférence, un mélange de ciment, de chaux et d'eau (ratio de poids : 3, 3, 1). Après la prise, recouvrez le tout de terre compactée.



### Légende

### Apport

- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fosse (avec fût métallique ouvert intégré)</li> <li>2. Grille ou poutrelles métalliques au-dessus de la fosse</li> <li>3. Fût métallique de 200 l (cylindre totalement ouvert)</li> <li>4. Grille métallique dans le fût (5 barres parallèles)</li> <li>5. Clôture</li> <li>6. Entrée avec porte</li> <li>7. Canal de drainage</li> </ol> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pelle, houe, pioche, barre à mine</li> <li>- Poteaux, matériaux pour clôture</li> <li>- Au moins 2 fûts métalliques de 200 l (barils p.ex.)</li> <li>- Ciseau à froid et marteau</li> <li>- Scie à métaux</li> <li>- Pince et fil métallique</li> <li>- Grillage lourd / fers à béton / poutrelles</li> <li>- Tisonnier</li> <li>- Combustibles : kérosène, papier, coques de noix de coco séchées, bois</li> <li>- Allumettes ou briquet</li> <li>- Béton ou mélange de ciment, de chaux et d'eau</li> <li>- Outils pour préparer le mélange</li> <li>- Tenues protectrices pour les constructeurs et les opérateurs</li> </ul> |
|---|---|

## Remarques

- Lors d'une campagne de vaccination de masse, il est fréquent de ramener tous les déchets à un endroit sûr centralisé, où la quantité pourra éventuellement être vérifiée par le personnel médical et où ils pourront aussi être éliminés. Il est, par conséquent, intéressant de choisir comme lieu centralisé un centre de santé disposant déjà d'une zone de déchets. Le réducteur de boîtes de sécurité peut être situé à l'intérieur ou à proximité de cette zone de déchets, de préférence à un endroit où ses fumées ne nuiront pas aux services de santé ni à la population.
- Si nécessaire, placez le brûleur sous un toit (à ne pas construire en matériaux inflammables) afin d'éviter que les déchets ne soient mouillés (et donc plus difficiles à brûler).
- La quantité de boîtes de sécurité à brûler lors d'une campagne de vaccination de masse est souvent si importante qu'un simple fût de collecte de résidus ne suffira pas. Dans pareil cas, il faudra préparer une tranchée avec plusieurs fûts de collecte. Assurez-vous que personne – y compris l'opérateur – ne puisse tomber dans les fûts ouverts.
- S'il n'y a pas suffisamment de fûts à disposition, il faudra chercher un autre matériau (buses en béton, briques, etc.) pour revêtir la fosse afin de permettre a posteriori une encapsulation correcte. Dans le pire des cas, le réducteur de boîtes de sécurité temporaire peut aussi être placé directement sur la fosse, dont le fond sera de préférence plus de 1,5 m au-dessus du niveau de la nappe phréatique. La profondeur de la nappe phréatique peut être estimée via la vérification du niveau de l'eau dans les puits proches. Une autre option consiste à introduire une barre métallique telle qu'un fer à béton ou un ou plusieurs tuyaux galvanisés de 1/2" dans le sol, à 1,5 m sous la profondeur de fosse requise. Lors de leur extraction, le fer à béton ou le tuyau avec la terre qu'il contient doivent être secs. Les sols saturés d'eau après de fortes pluies peuvent donner une fausse idée du niveau réel de la nappe phréatique.
- En cas de campagne de vaccination de masse à très grande échelle, plusieurs réducteurs de boîtes de sécurité temporaires peuvent être regroupés et utilisés simultanément afin d'accélérer le processus d'élimination.
- Le dispositif complet du réducteur de boîtes de sécurité temporaire doit être prêt avant l'arrivée des premiers déchets.
- Les déchets doivent être éliminés au plus vite dès leur arrivée à l'emplacement centralisé, mais uniquement après approbation du personnel médical.
- Ne jamais remplir exagérément le réducteur de boîtes de sécurité car cela pourrait empêcher la circulation d'air (causant un manque d'oxygène), avec comme résultat une mauvaise combustion. Il vaut donc mieux brûler une petite quantité de boîtes de sécurité à la fois et introduire progressivement des lots supplémentaires.
- Si la combustion est correcte, la réduction de volume doit atteindre au moins 90% (volume de résidus < 10% du volume initial de la boîte de sécurité). Des réductions de volume jusque 96% ont déjà été constatées.
- Les tampons d'ouate humides utilisés pour nettoyer la peau avant vaccination peuvent être collectés dans un carton et brûlés dans un réducteur de boîtes de sécurité temporaire, mais il faudra probablement ajouter un peu de combustible.
- Comme le verre peut exploser sous l'effet de la chaleur, les fioles ou ampoules générées lors de campagnes de vaccination de masse ne doivent pas être brûlées dans le réducteur de boîtes de sécurité temporaire. Il est recommandé de les encapsuler immédiatement dans des fûts (après comptage par le personnel médical), qui devront être enterrés dans la même zone de déchets que celle où les boîtes de sécurité sont traitées, dans une décharge contrôlée (F.T. 5.03) ou dans un site d'enfouissement sanitaire.
- N'introduisez jamais de déchets organiques (placentas, résidus alimentaires, etc.), d'objets explosifs (sprays, p.ex.) et/ou de matériaux dégagant des fumées toxiques (médicaments, p.ex.) dans le réducteur de boîtes de sécurité temporaire. Demandez toujours l'avis préalable de votre technicien de référence en cas de doute.
- S'il subsiste des résidus dans le réducteur de boîtes de sécurité temporaire, ils peuvent empêcher le flux d'air et compromettre la combustion. Ainsi, poussez-les vers le bas à l'aide d'un tisonnier avant d'entamer un nouveau cycle de combustion.
- Le réducteur de boîtes de sécurité temporaire et l'éventuelle partie ouverte de la fosse doivent être couverts en cas d'inutilisation, afin d'éviter que des résidus soient emportés par le vent.
- L'opérateur du réducteur de boîtes de sécurité temporaire (gestionnaire de déchets) doit bénéficier d'une formation adéquate et disposer d'un ensemble complet de tenues et d'équipements de protection, qu'il devra toujours utiliser pour l'exploitation et la maintenance de l'installation (F.T. 6.10).

## F.T. 6.05 Réducteur de volume temporaire

Comme les déchets brûlables (“softs”) représentent la majeure partie des déchets médicaux générés dans une structure de santé, il est important de réduire considérablement leur volume avant leur élimination finale dans une fosse à résidus (cendres). En cas d’urgence aiguë, cet objectif peut être concrétisé avec efficacité par un réducteur de volume temporaire. Mais si la structure de santé devient permanente, ce réducteur devra être remplacé par un incinérateur permanent.

### Construction

- Procurez-vous un fût métallique de 200 l.
- Découpez son couvercle supérieur sur environ 2/3 de son périmètre. Conservez la partie découpée car elle servira de trappe de chargement.
- Découpez un trou dans la partie restante du couvercle supérieur. Ses dimensions doivent être adaptées au diamètre de la cheminée qui sera installée (minimum 100 mm).
- Découpez un panneau d’environ 0,4 m de large x 0,25 m de haut dans la partie inférieure du cylindre du fût. Conservez le panneau découpé car il servira de trappe à cendres.
- Préparez une plaque métallique d’une longueur égale à la hauteur interne du fût et d’une largeur identique à la partie rectiligne de la trappe de chargement.
- Perforez la plaque métallique sur toute sa surface au moyen de trous de 10 mm espacés d’environ 20 mm.
- Travaillez tous les bords tranchants du fût, de la trappe de chargement, de la trappe à cendres et de la plaque perforée de sorte qu’ils ne puissent pas blesser l’utilisateur.
- Glissez la plaque perforée dans le fût et fixez-la de manière à le diviser en deux chambres de volumes différents.
- Fixez la trappe de chargement au sommet du fût à l’aide d’un mécanisme de charnières (p.ex. de solides charnières de 50 mm minimum) et installez une poignée afin qu’elle puisse être ouverte et fermée aisément. La poignée doit être conçue de telle sorte que la trappe de chargement ne puisse pas pivoter vers l’intérieur du fût.
- Attachez la trappe à cendres au bas du fût à l’aide d’un mécanisme de charnières puis installez une poignée conçue de manière à pouvoir être fixée au cylindre du fût.
- Découpez un grillage rigide aux mêmes dimensions que la section transversale interne de la grande chambre (face à la plaque métallique perforée), et fixez-le horizontalement à environ 0,2 m du fond du fût. Ce grillage séparera les déchets brûlables (“softs”) de la section “cendres” du réducteur de volume.
- Fixez la cheminée bien solidement sur le trou réalisé dans le couvercle supérieur du fût. Elle doit mesurer au moins 2 m de haut et être pourvue d’un chapeau.

### Procédure

- Collectez toutes les poubelles de déchets brûlables (“softs”) avant d’entamer la combustion.
- Enlevez les cendres du cycle précédent via la trappe à cendres et jetez-les dans la fosse à résidus (F.T. 6.07).
- Ouvrez la trappe de chargement et mettez un peu de papier, de carton et de combustibles (bois à brûler sec, coques de noix de coco séchées, etc.) dans le réducteur de volume. Vous pouvez également ajouter un peu de kérosène afin de faciliter l’allumage du feu.
- Fermez la trappe de chargement.
- Allumez le papier / carton via la trappe à cendres. Cette trappe peut être refermée dès que le feu a pris. Laissez au feu le temps de prendre correctement.
- Introduisez un petit lot de déchets brûlables (équivalant au contenu d’une poubelle) via la trappe de chargement dès que le feu a bien pris.
- Refermez immédiatement la trappe de chargement.
- Surveillez la combustion. Si le feu commence à s’éteindre, ajoutez un peu de combustible tel que du bois sec ou des coques de noix de coco séchées via la trappe de chargement.
- Introduisez un second lot de déchets brûlables lorsque le premier est presque entièrement brûlé.
- Continuez à surveiller la combustion et à ajouter de petits lots de déchets brûlables comme décrit ci-dessus.
- Laissez le feu s’éteindre de lui-même lorsque tous les déchets sont brûlés.
- Rincez les poubelles à déchets brûlables à l’eau claire, nettoyez-les à l’eau et au savon (détergent), rincez à nouveau, désinfectez avec une solution chlorée à 0,1% (F.T. 2.20) et rincez une dernière fois à l’eau claire avant de les remettre en circulation.

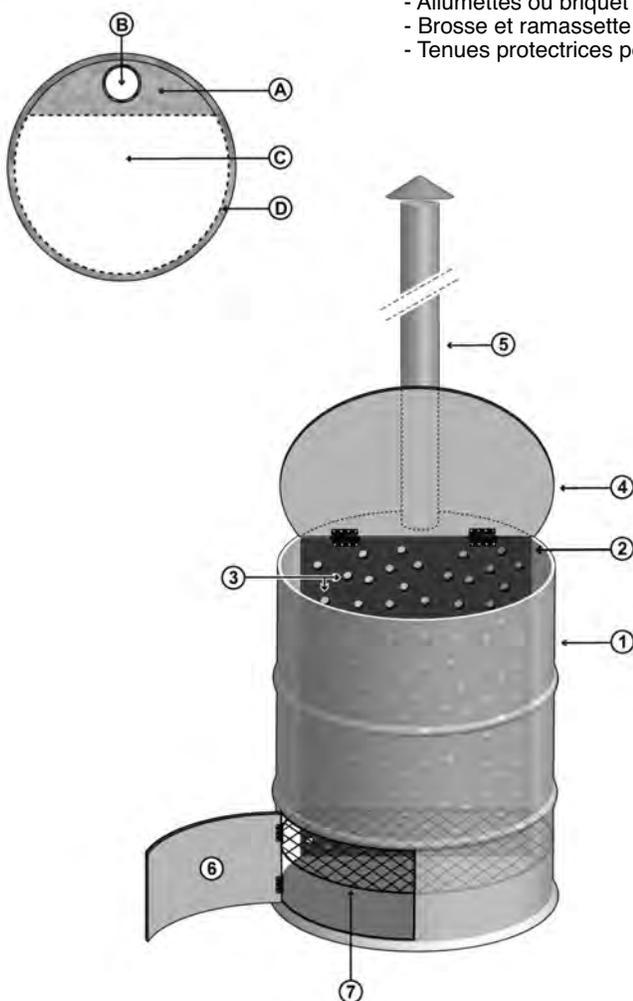
## Légende

## Apport

- A. Haut du fût (partie non coupée)
- B. Trou pour la cheminée
- C. Chambre de combustion (grande)
- D. Découpe du couvercle

1. Fût métallique, 200 l
2. Plaque métallique perforée
3. Perforations dans la plaque métallique pour le flux d'air
4. Trappe de chargement
5. Cheminée avec son chapeau
6. Trappe à cendres (utilisable pour réguler le flux d'air)
7. Grillage métallique (ou treillis lourd)

- Fût métallique de 200 l (baril, p.ex.)
- Marteau
- Scie à métaux ou ciseau à froid
- Pince et fil métallique
- Plaque métallique (même épaisseur que le fût)
- Clés, lime
- Perceuse avec mèches ou grand poinçon
- Système pour fixer les charnières, la plaque perforée et la cheminée au fût (écrous et boulons, poste à souder, etc.)
- Tuyau de cheminée métallique et chapeau
- Treillis lourd, grillage ou fers à béton
- 4 solides charnières métalliques ou équivalent
- Papier, carton, kérosène, coques de noix de coco sèches, bois
- Allumettes ou briquet
- Brosse et ramassette pour collecter les résidus
- Tenues protectrices pour les opérateurs



## Remarques

- Placez le réducteur de volume temporaire dans la zone de déchets prévue, à un endroit où la fumée n'incommodera pas les services de santé ni la population avoisinante. La hauteur de cheminée requise dépend des obstacles environnants (constructions et végétation, par exemple), de sorte que sa sortie devra normalement se situer au-dessus d'eux.
- Alternative : il est possible d'enlever totalement le fond du fût et de placer le réducteur de volume directement sur la fosse à résidus (cendres) par le biais de poutrelles métalliques ou d'un grillage métallique avec des trous de grandes dimensions (au moins 0,1 m x 0,1 m). Le matériau utilisé doit être suffisamment robuste pour soutenir un fût métallique de 200 l rempli de déchets. Tenez compte du fait que le métal de la grille peut atteindre une température élevée, perdre une partie de sa rigidité et éventuellement plier. L'avantage de ce système est que tous les résidus tombent immédiatement dans la fosse, bien qu'il puisse s'avérer nécessaire de les pousser vers le bas avant d'entamer un nouveau cycle de combustion. L'inconvénient est que la fosse à résidus ne peut être fermée aisément à la fin d'un cycle et que les cendres pourraient être emportées par le vent.
- Placez le réducteur de volume sous un toit (à ne pas réaliser en matériau combustible) afin d'éviter que les déchets ne soient mouillés durant la saison des pluies et donc plus difficiles à brûler. Le toit contribuera aussi à réduire quelque peu la corrosion du fût.
- Même dans les meilleures conditions, un réducteur de volume en fût fréquemment utilisé ne durera pas très longtemps. Cette courte durée de vie est due à la corrosion, accentuée par les gaz corrosifs générés lors de la combustion de déchets brûlables ("softs") et la chaleur produite à l'intérieur du fût.
- Nettoyez la partie "cendres" du réducteur de volume avant d'entamer tout nouveau cycle, sinon le flux d'air sera réduit, ce qui nuira à la combustion. Ne videz pas le réducteur de volume via la trappe de chargement.
- N'essayez pas d'économiser exagérément les combustibles (papier, carton, bois à brûler sec, coques de noix de coco séchées) : préchauffez toujours le réducteur de volume et maintenez un bon feu afin de garantir une combustion optimale.
- N'introduisez pas trop de déchets brûlables ("softs") à la fois dans le réducteur de volume temporaire : ils diminueraient la circulation de l'air (causant un manque d'oxygène), d'où une mauvaise combustion et donc davantage de fumées toxiques. Il est donc préférable de brûler par petits lots (contenu d'une poubelle de 20 l, par exemple) puis d'en introduire à nouveau quand ils sont presque complètement brûlés.
- L'ouverture de la trappe à cendres peut être ajustée pour réguler le flux d'air. Il vaut toutefois mieux brûler les déchets avec la trappe fermée si le flux d'air est suffisant.
- Si la combustion est correcte, la réduction de volume doit atteindre au moins 90% (volume de résidus < 10% du volume initial).
- Ne brûlez jamais de déchets PTC (aiguilles, scalpels, ampoules, fioles,...), de déchets organiques (placentas, résidus alimentaires, etc.), d'objets explosifs (sprays, p.ex.) ou de matériaux dégagant des fumées toxiques (médicaments, p.ex.) dans un réducteur de volume. D'autres installations devraient être disponibles (voir les Fiches techniques appropriées) dans la zone de déchets en vue de leur élimination. Demandez toujours l'avis de votre technicien de référence en cas de doute.
- L'opérateur du réducteur de volume temporaire (gestionnaire de déchets) doit bénéficier d'une formation adéquate et disposer d'une tenue complète de protection et d'équipements appropriés, qu'il devra toujours utiliser pour l'exploitation et la maintenance de l'installation (F.T. 6.10).

## F.T. 6.06 Incinérateur permanent par lots ("batch")

Comme les déchets brûlables ("softs") représentent la majeure partie des déchets médicaux générés dans une structure de santé, il est important de réduire considérablement leur volume avant leur élimination finale dans une fosse à résidus (cendres). Un incinérateur permanent, généralement fondé sur un système d'auto-combustion, devrait non seulement atteindre cet objectif de traitement mais aussi – par rapport à un réducteur de volume – rendre les résidus solides et les fumées :

- plus décontaminés (exempts d'agents pathogènes).
- moins nuisibles (résidus solides non reconnaissables / émissions les moins toxiques possibles avec des moyens limités).

### Principe

L'incinérateur permanent "idéal" pour les structures de santé de taille normale au sein de pays à faibles revenus devrait répondre aux critères suivants :

- Intégrer deux chambres de combustion, une primaire et une secondaire, afin d'accroître le temps de rétention des gaz dans un environnement chaud. Cette structure permet de réduire considérablement le nombre d'agents pathogènes thermorésistants et de réduire davantage les émissions (toxiques).
- Intégrer des matériaux réfractaires (briques et ciment thermorésistants) afin de prolonger la durée de vie et de réduire les variations de température lors de l'introduction de nouveaux déchets ou de déchets mouillés.
- Concept simple utilisant une technologie appropriée.
- Prix abordable et faibles coûts d'exploitation et d'entretien.
- Capable d'atteindre au moins 850°C lors de l'incinération.
- Capable d'incinérer au moins 10 kg de déchets brûlables ("softs") par heure.
- Constitué d'un système à auto-combustion principalement alimenté par les déchets brûlables, et capable de fonctionner sans combustible supplémentaire. Il en résulte une importante réduction du combustible additionnel requis, sauf durant la phase d'amorçage pour préchauffer l'incinérateur et si des déchets très mouillés ou certains déchets (bio-)dangereux spécifiques doivent être incinérés.

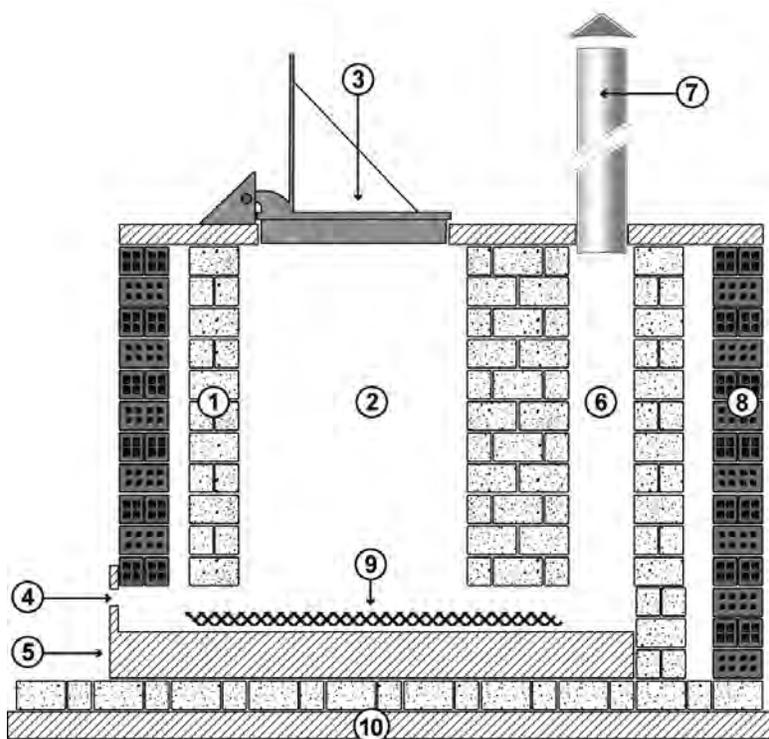
Demandez toujours l'avis de votre technicien de référence en cas de doute pour le choix d'un incinérateur approprié.

### Procédure

Pour les incinérateurs réalisés en usine, il importe de suivre scrupuleusement les instructions du fabricant. Ci-dessous, une description générale du mode d'utilisation d'un incinérateur à auto-combustion par lots ("batch") (modèle De Montfort, p.ex.) :

- Assurez-vous que toutes les poubelles de déchets brûlables ("softs") ont été collectées avant la mise en route de l'incinération.
- Videz dans la fosse à résidus le bac à cendres du cycle d'incinération précédent (F.T. 6.07). Il faudra peut-être nettoyer l'intérieur de l'incinérateur à l'aide d'un balai à manche long pour enlever les résidus tombés à côté du bac à cendres.
- Ouvrez la trappe de chargement et mettez un peu de papier, de carton et de combustibles (bois à brûler sec, coques de noix de coco séchées, etc.) dans l'incinérateur.
- Fermez la trappe de chargement.
- Allumez le papier / carton via la trappe du bac à cendres. Cette trappe peut être refermée dès que le feu a pris.
- Laissez au feu le temps de prendre correctement et de préchauffer l'incinérateur. Le préchauffage devrait durer jusqu'à ce qu'on entende le feu crépiter ou au moins jusqu'à ce que de bonnes flammes soient visibles dans la chambre de combustion secondaire (ce qui peut être constaté via l'éventuel regard situé à l'arrière de l'incinérateur).
- Dès que le feu a bien pris, introduisez un petit lot de déchets brûlables ("softs") (équivalant au contenu d'une poubelle) via la trappe de chargement.
- Refermez immédiatement la trappe de chargement.

- Surveillez la combustion dans les chambres de combustion primaire et secondaire (si possible) : si le feu commence à s'éteindre dans l'une des chambres juste après l'introduction d'un nouveau lot de déchets, ajoutez via la trappe de chargement un peu de combustible tel que du bois sec ou des coques de noix de coco séchées.
- Introduisez un second lot de déchets brûlables lorsque le premier est presque entièrement brûlé.
- Continuez à surveiller la combustion et à ajouter de petits lots de déchets brûlables comme décrit ci-dessus.
- Laissez le feu s'éteindre de lui-même lorsque tous les déchets sont brûlés.
- Rincez les poubelles à déchets brûlables à l'eau claire, nettoyez-les à l'eau et au savon (détergent), rincez à nouveau, désinfectez avec une solution chlorée à 0,1% (F.T. 2.20) et rincez une dernière fois à l'eau claire avant de les remettre en circulation.



### Légende

1. Briques réfractaires
2. Chambre de combustion primaire
3. Trappe de chargement avec poignée
4. Entrée d'air
5. Bac à cendres / trappe
6. Chambre de combustion secondaire
7. Cheminée avec son chapeau
8. Paroi externe (briques, coque métallique)
9. Grillage
10. Dalle en béton

*Illustration adaptée de l'incinérateur De Montfort*

*Ne jamais modifier les plans / modèles existants de votre propre initiative !*

## Remarques

- La construction d'incinérateurs exige un personnel qualifié. Comme le ciment réfractaire peut s'avérer agressif, il est recommandé aux ouvriers de porter les tenues protectrices requises (au moins des gants fins) durant les travaux.
- S'il n'y a pas de briques et de ciment réfractaires disponibles localement, cherchez dans les pays voisins ou passer une commande dans des pays à revenus élevés (p.ex. en Europe). Les briques réfractaires adéquates pour les incinérateurs (à auto-combustion) par lots ("batch") ont une densité élevée (environ 4,5 kg/brique) et sont constituées de kaolin enrichi en alumine ( $Al_2O_3$  ; concentration idéale aux alentours de 60%). Ce matériau présente une résistance élevée aux variations de température, lesquelles se manifestent chaque fois qu'un nouveau lot de déchets brûlables ("softs") est introduit manuellement via la trappe de chargement.
- Installez l'incinérateur dans la zone de déchets prévue, à un emplacement où la fumée ne pourra pas pénétrer dans les bâtiments de la structure de santé ni perturber la population avoisinante.
- La hauteur requise pour la cheminée (réalisée de préférence à partir de tubes en acier inoxydable ou en tôle épaisse) dépend de son environnement (immeubles et végétation, p.ex.), et sa sortie doit toujours être située largement au-dessus. N'oubliez pas qu'une cheminée plus élevée crée un flux d'air plus important, qui exerce une influence (positive ou négative) sur la température de combustion. L'admission d'air est aussi fonction du format des entrées d'air.
- Placez l'incinérateur sous un toit (à ne pas réaliser en matériau combustible) afin d'éviter que les déchets ne soient mouillés et donc plus difficiles à incinérer. Le toit contribue aussi à réduire la corrosion des parties métalliques (chaudes) de l'incinérateur.
- Les grands incinérateurs ont un préchauffage plus lent et requièrent, par conséquent, beaucoup plus de combustibles. Il est donc recommandé d'opter pour un (assez) petit format. Pour les grandes structures de santé où la capacité d'un petit incinérateur semble insuffisante, il est souvent plus conseillé d'en construire deux petits plutôt qu'un grand. Les modèles plus volumineux disponibles dans le commerce pourraient s'avérer nécessaires pour les très grands hôpitaux uniquement (> 300 lits).
- N'augmentez pas les dimensions du concept existant car cela pourrait entraîner de graves conséquences pour l'efficacité de l'incinérateur.
- Videz toujours le bac à cendres avant d'entamer un nouveau cycle d'incinération, sinon le flux d'air sera réduit, ce qui entraînera une mauvaise combustion et davantage de fumées toxiques. Ne videz pas l'incinérateur via la trappe de chargement.
- N'essayez pas d'économiser exagérément les combustibles : préchauffez toujours l'incinérateur et maintenez un bon feu afin de garantir une combustion optimale.
- N'introduisez pas trop de déchets brûlables ("softs") à la fois dans l'incinérateur : ils bloqueraient la circulation de l'air (causant un manque d'oxygène), d'où une mauvaise combustion et donc davantage de fumées toxiques. Il est donc préférable d'incinérer par petits lots puis d'en introduire à nouveau quand ils sont presque complètement incinérés.
- Si la combustion est correcte, la réduction de volume doit atteindre au moins 90% (volume de résidus < 10% du volume initial).
- N'incinerez jamais de déchets PTC (aiguilles, scalpels, ampoules, fioles), de déchets organiques (placentas, résidus alimentaires, etc.), d'objets explosifs (sprays, p.ex.) ou de matériaux dégagant des fumées toxiques (médicaments, p.ex.) dans un incinérateur (à auto-combustion) par lots. D'autres installations devraient être disponibles (voir les Fiches techniques appropriées) dans la zone de déchets en vue de leur élimination. Demandez toujours l'avis de votre technicien de référence en cas de doute.
- Les déchets bio-dangereux tels que les expectorations de tuberculose et le sang peuvent être incinérés à condition d'ajouter suffisamment de combustible (bois sec ou coques de noix de coco séchées, p.ex.) pour compenser la perte de chaleur due à la nature liquide de ces déchets. Demandez toujours l'avis de votre technicien de référence en cas de doute.
- Attention : si la trappe de chargement est ouverte, une grande flamme pourrait s'échapper. Quelques flammes peuvent également se manifester via l'entrée d'air lors de la fermeture de la trappe de chargement. L'opérateur doit rester éloigné des flammes.
- L'opérateur de l'incinérateur (gestionnaire de déchets) doit bénéficier d'une formation intensive et disposer d'une tenue complète de protection et d'équipements appropriés, qu'il devra toujours utiliser pour l'exploitation et la maintenance de l'installation (F.T. 6.10).

## F.T. 6.07 Fosse à résidus (cendres)

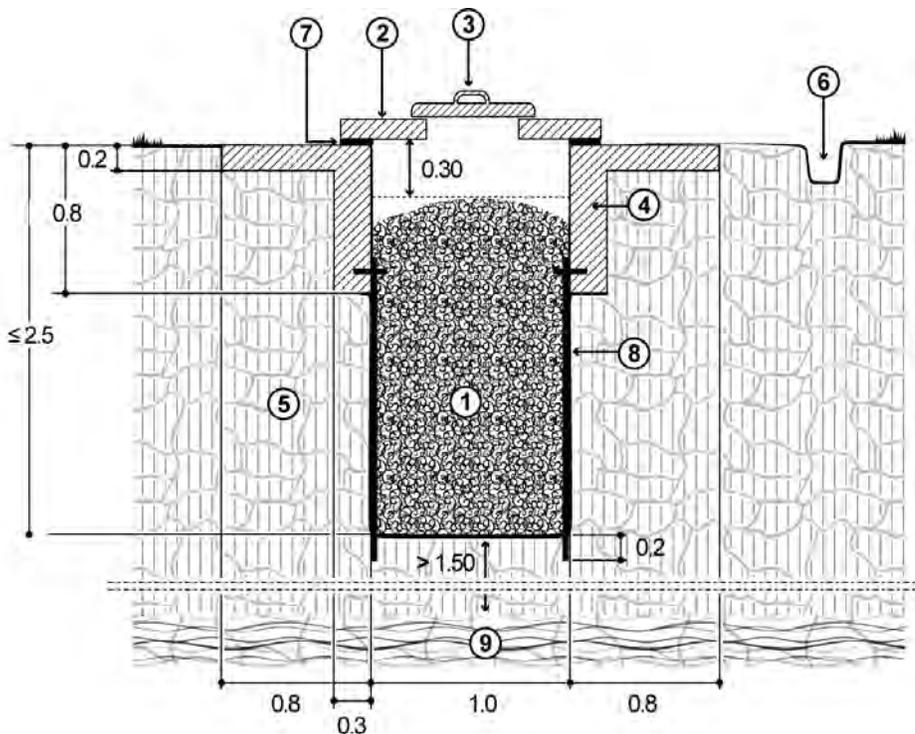
La combustion de déchets brûlables (“softs”) dans un incinérateur ou un réducteur de volume (temporaire) génère des cendres et quelques résidus non brûlés, d’où la nécessité d’une méthode d’élimination finale appropriée. La fosse à cendres est un dispositif simple et efficace pour ces résidus, qui répond en outre au principe de l’élimination finale sur site. Une simple fosse (sans paroi) dotée d’une dalle temporaire peut suffire pour les urgences aiguës. Une solution à plus long terme telle que décrite ci-dessous sera toutefois requise pour les urgences chroniques et les situations stabilisées.

### Construction

- Déterminez la quantité de résidus à évacuer d’après le volume moyen de déchets brûlables (“softs”) généré sur une base quotidienne.
- Déterminez la capacité requise pour une fosse à résidus unique ; après une combustion correcte, le volume de résidus devrait représenter moins de 10% du volume original. La durée de vie suggérée est d’au moins deux ans.
- Choisissez un emplacement approprié pour construire les fosses à résidus dans la zone de déchets (F.T. 6.09), à proximité du réducteur de volume / de l’incinérateur. Il est recommandé de construire au moins deux fosses à cendres dès le début afin d’en avoir une de réserve quand la première sera remplie.
- Préparez le site pour la construction : enlevez tous les débris, aplanissez la surface, testez la texture du sol (F.T. 4.05), déterminez la profondeur de la nappe phréatique et achetez les matériaux et l’équipement requis. Normalement, la préparation des différentes infrastructures liées à la zone de déchets s’effectue en même temps.
- Réalisez la préparation, l’excavation et la paroi de la fosse d’une manière similaire à celle décrite pour une latrine à fosse simple (F.T. 3.04) ou VIP (F.T. 3.07), selon le type de sol et les compétences du maçon. Si une paroi de séparation est réalisée au milieu, la même excavation peut être utilisée pour construire les deux fosses à résidus en même temps. Si le niveau de la nappe phréatique ne permet pas une excavation profonde, chaque fosse peut être agrandie via la réalisation de deux ou plusieurs dalles de taille standard côte à côte. Dans ce cas, il n’est pas nécessaire d’installer une paroi de séparation fermée entre chaque volume. Le coulage d’une couche de béton maigre à des fins de stabilisation au fond de la fosse (méthode de construction VIP) est toutefois recommandé.
- Réalisez une dalle en béton de taille standard (F.T. 3.05 ou 3.08, selon le type de paroi, mais sans le tuyau de ventilation). La forme et les dimensions du trou de remplissage (carré d’environ 0,3 m x 0,3 m) nécessitent de modifier l’emplacement des fers à béton. Prévoyez un couvercle pour le trou, de préférence relié à la dalle au moyen de « charnières » résistantes. Le couvercle peut être en bois (situations d’urgence), mais sera de préférence en béton ou en métal.
- Installez la dalle préfabriquée avec son couvercle sur la paroi / la base de la fosse à résidus après l’avoir laissé reposer pendant au moins 3 jours. Pour assurer un bon ancrage, la dalle doit être fixée à sa paroi / sa base (chevauchements d’au moins 0,1 m) avec une couche de mortier de 10 mm d’épaisseur (F.T. 2.05).
- Réalisez un canal de drainage autour de la fosse pour l’évacuation des eaux de ruissellement, de manière à préserver ses parois de l’érosion.

### Procédure

- Enlevez les cendres et autres résidus de l’incinérateur / du réducteur de volume (temporaire) avant d’entamer un nouveau cycle, et évacuez-les dans la fosse à résidus. Assurez-vous que les résidus sont toujours couverts par le couvercle de la dalle ou par au moins 0,1 m de terre compactée s’il n’y a pas de dalle (situations d’urgence).
- Fermez la fosse quand le niveau des résidus arrive à 0,3 m sous la dalle. Pour les sites en urgence aiguë, enlevez la dalle temporaire, placez une grille métallique au-dessus des résidus et remblayez l’espace restant au moyen de terre compactée. Le fait de tomber sur la grille lors de futures excavations indiquera qu’une fosse a déjà existé au même endroit. Lors d’urgences chroniques et de situations stabilisées, remblayez l’espace restant au moyen de terre sans enlever la dalle en béton. Il est possible de vider une fosse à résidus fermée depuis au moins deux ans. Il convient néanmoins de prendre des précautions particulières afin d’éviter des blessures dues à des déchets PTC jetés accidentellement dans la fosse à résidus. Les résidus peuvent être acheminés vers une décharge contrôlée (F.T. 5.03) ou un site d’enfouissement de déchets.



### Légende

1. Fosse
2. Dalle
3. Couvercle
4. Base / paroi
5. Sol
6. Canal de drainage
7. Couche de mortier  
(au moins 10 mm d'épaisseur)
8. Tôles ondulées en fer  
(consolidation de la fosse)
9. Nappe phréatique

### Apport

- Cordeau, bâtons et ruban de mesure
- Pelle, houe, pioche, barre à mine
- Briques en terre cuite / blocs de ciment et/ou sable, ciment, gravier et eau claire
- Fers à béton (diamètre de 8 mm)
- Outils pour préparer et couler le béton ; outils de maçonnerie
- Toile de jute ou bâche en plastique
- Dalle préfabriquée avec couvercle
- Tenues protectrices pour les opérateurs
- Maçon expérimenté et 1 ou 2 manœuvres

Les dimensions sont indiquées en m.

La paroi illustrée dans la figure est similaire à celle utilisée pour une latrine à fosse simple (F.T. 3.04), mais d'autres méthodes peuvent aussi être utilisées (p.ex. F.T. 3.07).

## Remarques

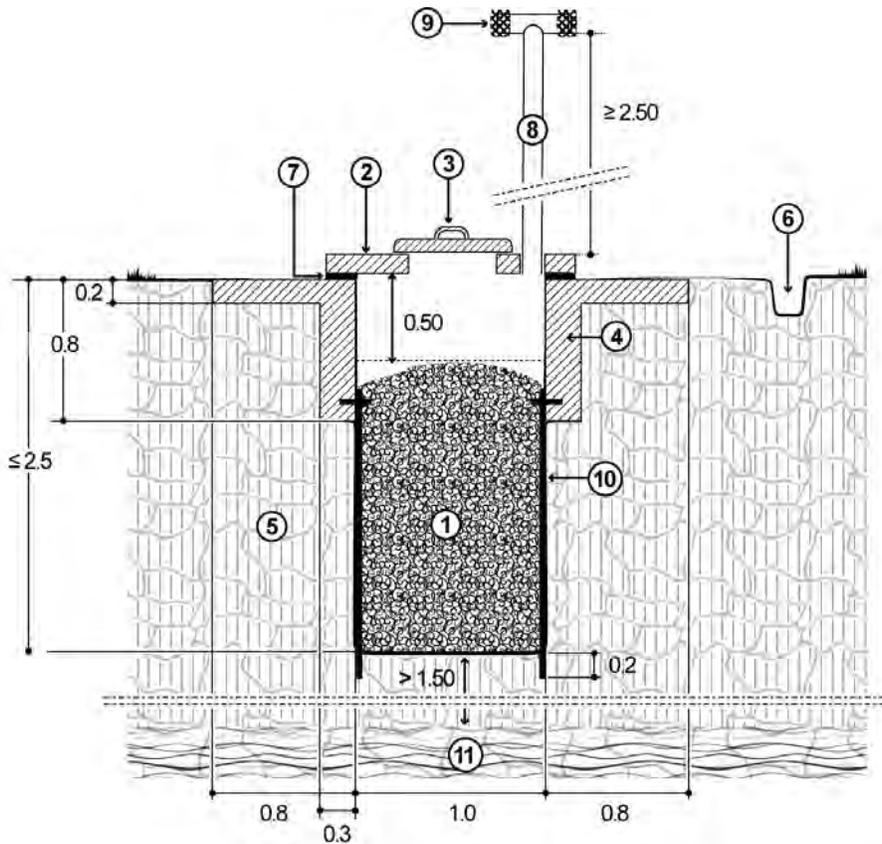
- Les cendres de bois peuvent être utilisées à diverses fins (pour le recouvrement d'excréta afin d'atténuer les odeurs dans les latrines, pour le lavage des mains, etc.), mais les cendres de déchets brûlables ("softs") incinérés / brûlés ne doivent être éliminés qu'à un endroit sûr.
- Si la fosse est creusée en une fois jusqu'à la profondeur requise et que le sol est instable, les parois verticales doivent être consolidés à l'aide d'étais amovibles durant l'excavation, ou la fosse doit être réalisée de forme conique.
- Le fond de la fosse doit se situer au moins à 1,5 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique. Ce dernier peut être estimé via la vérification du niveau de l'eau dans les puits proches. Une autre option consiste à introduire une barre métallique telle qu'un fer à béton ou un ou plusieurs tuyaux galvanisés de ½" dans le sol, à 1,5 m sous la profondeur de fosse requise. Lors de leur extraction, le fer à béton ou le tuyau avec la terre qu'il contient doivent être secs. Sinon, la profondeur de la fosse doit être adaptée en conséquence. Les sols saturés d'eau après de fortes pluies peuvent donner une fausse idée du niveau réel de la nappe phréatique.
- Une méthode de construction alternative réside dans la fosse circulaire individuelle, qui est souvent plus difficile à excaver mais moins susceptible de s'effondrer grâce à l'effet de voûte naturel. Elle peut s'avérer particulièrement intéressante pour les fosses à résidus d'urgence qui ne seront pas cuvelées. Si nécessaire, la fosse circulaire peut être consolidée à l'aide d'une ou plusieurs buses en béton (F.T. 2.06). Il existe encore d'autres méthodes et matériaux de construction valables pour les fosses circulaires, mais ils sortent du champ d'application de ce guide. Veuillez contacter votre technicien de référence pour de plus amples informations.
- Méthodes alternatives :
  - Si le sous-sol est très rocheux, la zone sujette aux inondations ou le niveau de la nappe phréatique élevé, une partie de la fosse pourrait être construite dans le sol et la partie restante hors-sol dans une butte de terre très bien compactée. Il faudra appliquer une technique différente (F.T. 3.12). Pour les grandes structures de santé générant beaucoup de résidus d'incinération, de longues "tranchées" en surface peuvent s'avérer plus appropriées.
  - Une fosse à résidus peut aussi être constituée d'un grand réservoir circulaire en plastique / polyester normalement utilisé pour le stockage de l'eau. Un tel réservoir peut même être placé dans la nappe phréatique, vu qu'il est totalement étanche et résistant à la corrosion. Dans ce cas, il doit être lesté (p.ex. au moyen d'une couche de béton ou de grosses pierres sur son fond) afin de ne pas flotter. Ne pas jeter de cendres chaudes dans une telle fosse à résidus.
- S'il pleut beaucoup dans la région concernée, la paroi / la base peut être légèrement surélevée en surface, afin que la fosse soit moins exposée aux inondations.
- Le volume calculé pour la fosse doit inclure un espace libre d'au moins 0,30 m de hauteur au-dessus des résidus. Il ne fera pas partie du volume effectif de la fosse mais permettra de la fermer correctement lorsqu'elle sera presque remplie.
- Pour les urgences aiguës, une dalle temporaire en bois ou des couches de terre compactée peuvent suffire. Pour les urgences chroniques et les situations stabilisées, une dalle en béton de taille standard est recommandée, pour autant que son poids soit raisonnable et qu'elle puisse aisément s'enlever.
- Pour une grande fosse comptant plusieurs dalles, chacune doit être dotée de sa propre trappe de remplissage de 0,3 m x 0,3 m, de manière à permettre une répartition égale des résidus dans la fosse. Toutes les dalles doivent être scellées entre elles de manière étanche au moyen de mortier.
- Ne jetez que des résidus incinérés / brûlés de déchets brûlables ("softs") dans la fosse. N'y jetez pas d'autres types de déchets, et certainement pas des déchets PTC ("sharps")!
- Il est essentiel de couvrir les résidus immédiatement après l'élimination, afin d'éviter que le vent n'emporte les cendres (ce qui peut causer des infections respiratoires) et/ou que des résidus non brûlés n'attirent des vecteurs (mouches, p.ex.).
- La dalle et ses abords doivent être régulièrement nettoyés.
- L'opérateur (gestionnaire de déchets) doit bénéficier d'une formation intensive et disposer d'une tenue protectrice complète, qu'il devra toujours porter durant l'exploitation et la maintenance de l'installation (F.T. 6.10).
- Si une fosse à résidus est vidée (au moins deux ans après sa fermeture), toutes ses dalles doivent être enlevées afin de permettre un accès aisé et des conditions de travail sûres. Après avoir retiré toutes les dalles, attendez que les gaz potentiellement dangereux aient quitté la fosse avant d'y pénétrer.
- Lors de travaux dans une fosse à résidus, assurez-vous que la personne présente dans la fosse ait une corde solide autour de la taille. Cette corde permettra aux collègues situés sur le côté de la fosse de sortir la personne en cas de problème.

## F.T. 6.08 Fosse à déchets organiques (fosse à “placentas”)

Les déchets organiques contiennent trop de liquides pour une incinération au moyen de réducteurs de volume ou d'incinérateurs à auto-combustion par lots. La réduction de température due à l'évaporation des liquides se traduit par la formation d'un surplus de gaz toxiques, potentiellement à la survie d'agents pathogènes thermorésistants, voire l'arrêt de la combustion. Il faudra donc beaucoup de combustibles pour assurer l'incinération correcte des déchets organiques. L'enfouissement (avec une décomposition naturelle) est un mode d'élimination plus simple et plus efficace. L'“enfouissement individuel” serait toutefois trop fastidieux mais l'“enfouissement collectif” dans une fosse à déchets organiques est une méthode adéquate.

### Construction

- Déterminez le volume de déchets organiques à évacuer sur une période d'au moins une semaine.
- Déterminez la capacité requise pour une fosse unique à déchets organiques, d'après la quantité moyenne de déchets organiques produite par jour. La durée de vie suggérée est d'au moins 2 ans.
- Choisissez un endroit approprié dans la zone de déchets (F.T. 6.09) pour la construction des fosses à déchets organiques. Il est vivement recommandé de construire au moins deux fosses à déchets organiques dès le début afin d'en avoir immédiatement une de réserve quand la première sera remplie.
- Préparez le site pour la construction : enlevez tous les débris, aplanissez la surface, testez la texture et la perméabilité du sol (F.T. 4.05), déterminez la profondeur de la nappe phréatique et acheminez les matériaux et l'équipement requis. Normalement, la préparation des différentes infrastructures liées à la zone de déchets s'effectue en même temps.
- Réalisez la préparation, l'excavation et la paroi de la fosse d'une manière similaire à celle décrite pour une latrine à fosse simple (F.T. 3.04) ou VIP (F.T. 3.07), selon le type de sol et les compétences du maçon. La même excavation peut être utilisée pour construire les deux fosses à déchets organiques en même temps si une paroi de séparation étanche est réalisée au milieu. Si le niveau de la nappe phréatique ne permet pas une excavation profonde, chaque fosse peut être agrandie via la réalisation de deux ou plusieurs dalles de taille standard côte à côte. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire d'installer une paroi de séparation entre chaque volume. L'application d'une couche de béton maigre à des fins de stabilisation au fond de la fosse est toutefois vivement recommandée pour la méthode de construction VIP.
- Réalisez une dalle en béton de taille standard avec un trou de ventilation (F.T. 3.08), mais il faudra modifier la forme et la taille du trou de remplissage (environ 0,3 m x 0,4 m), et donc l'emplacement des fers à béton. Prévoyez un couvercle pour le trou de remplissage, de préférence relié à la dalle par le biais de “charnières” résistantes. Le couvercle peut être en bois (situations d'urgence), mais sera de préférence en béton ou métal à protéger contre la corrosion (vu l'agressivité des gaz de la fosse). Un petit tube d'ancrage en plastique (diamètre d'au moins 100 mm, de préférence 150 mm, et hauteur d'environ 200 mm) devra être intégré dans le trou de ventilation de la dalle.
- Installez la dalle préfabriquée avec son couvercle sur la paroi / la base de la fosse à déchets organiques après avoir laissé la cure agir pendant au moins 3 jours. Pour assurer une pose correcte, la dalle doit être fixée à sa paroi / sa base (chevauchements d'au moins 0,1 m) avec une couche de mortier de 10 mm d'épaisseur (F.T. 2.05).
- Placez le tuyau de ventilation en plastique sur le petit tube d'ancrage intégré dans la dalle. Le tuyau doit mesurer au moins 2,5 m de long, et sa sortie doit être située plus haut que les obstacles potentiels à proximité directe (bâtiments, arbres, etc.). Pour ne pas être emporté en cas de vents violents, le tuyau de ventilation doit être ancré à la clôture de la zone de déchets ou au sol par le biais de câbles. La sortie du tuyau doit être pourvue d'une protection anti-pluie (« T ») recouverte de grillage (de préférence en acier inoxydable) afin d'empêcher l'accès de vecteurs dans la fosse.
- Réalisez un canal de drainage autour de la fosse à déchets organiques pour l'évacuation des eaux de ruissellement, de manière à préserver ses parois de l'érosion.



### Légende

1. Fosse
2. Dalle
3. Couvrecl
4. Base / paroi
5. Sol perméable
6. Canal de drainage
7. Couche de mortier  
(au moins 10 mm d'épaisseur)
8. Tuyau de ventilation
9. « T » avec moustiquaire (treillis)
10. Tôles ondulées en fer  
(consolidation de la fosse)
11. Nappe phréatique

### Apport

- Cordeau, bâtons et mètre ruban
- Pelle, houe, pioche, barre à mine
- Briques en terre cuite / blocs de ciment et/ou sable, ciment, gravier et eau claire
- Fers à béton (diamètre de 8 mm)
- Outils pour préparer et couler le béton ; outils de maçonnerie
- Toile de jute ou bâche en plastique
- Dalle préfabriquée avec couvercle
- Tenues protectrices pour les opérateurs
- Tuyau en PVC (de préférence d'un diamètre de 150 mm)
- Moustiquaire en acier inoxydable ou nylon
- Maçon expérimenté et 1 ou 2 manœuvres

Les dimensions sont indiquées en m.

La paroi illustrée dans la figure est similaire à celle utilisée pour une latrine à fosse simple (F.T. 3.04), mais d'autres méthodes peuvent aussi être utilisées (p.ex. F.T. 3.07).

## Procédure

- Évacuez les déchets organiques dans la fosse dès qu'ils arrivent à la zone de déchets. N'utilisez qu'une seule fosse à la fois. Assurez-vous que les fosses sont toujours refermées via le couvercle de la dalle.
- Rincez les poubelles à déchets organiques à l'eau claire, nettoyez-les à l'eau et au savon (détergent), rincez à nouveau, désinfectez avec une solution chlorée à 0,1% (F.T. 2.20) et rincez une dernière fois à l'eau claire avant de les remettre en circulation.
- Fermez la fosse quand le niveau des déchets organiques arrive à environ 0,5 m sous la dalle. Recouvrez les déchets organiques d'une épaisse couche de cendres de bois et de terre compactée si la fosse est refermée définitivement. N'utilisez pas à cet effet de cendres issues de déchets brûlables ("softs"). La plupart des déchets organiques se décomposeront en matières inoffensives, de sorte qu'il est normalement possible de vider une fosse fermée depuis au moins deux ans. Gardez toutefois à l'esprit que les os de membres amputés seront encore intacts. La population pourrait être offensée par l'enlèvement de ces restes. Prenez également des précautions particulières afin d'éviter les blessures dues à des déchets PTC jetés accidentellement dans la fosse à déchets organiques. Un nouveau site d'enfouissement permanent devra être affecté aux résidus de déchets organiques : éventuellement une décharge contrôlée (F.T. 5.03) ou un site d'enfouissement de déchets.

## Remarques

- Pour les très petits centres de santé n'ayant que des accouchements occasionnels (max. 3 par mois), et sans autres interventions médicales générant des déchets organiques, une fosse à déchets organiques n'est pas indispensable. Les placentas peuvent être éliminés dans une latrine à fosse simple ou V.I.P.
- Si la fosse est creusée en une fois jusqu'à la profondeur requise et que le sol est instable, les murs verticaux doivent être consolidés à l'aide d'étais amovibles durant l'excavation, ou la fosse doit être réalisée avec une forme conique.
- Le fond de la fosse doit se situer au moins à 1,5 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique. Ce dernier peut être estimé via la vérification du niveau de l'eau dans les puits proches. Une autre option consiste à introduire une barre métallique telle qu'un fer à béton ou un ou plusieurs tuyaux galvanisés de ½" dans le sol, à 1,5 m sous la profondeur de fosse maximale. Lors de leur extraction, le fer à béton ou le tuyau avec la terre qu'il contient doivent être secs. Sinon, la profondeur de la fosse doit être adaptée en conséquence. Les sols saturés d'eau après de fortes pluies peuvent donner une fausse idée du niveau réel de la nappe phréatique.
- Une méthode de construction alternative consiste dans la fabrication d'une fosse circulaire individuelle, qui est souvent plus difficile à excaver mais moins susceptible de s'effondrer grâce à l'effet de voûte naturel. Elle peut s'avérer particulièrement intéressante pour les fosses à déchets organiques d'urgence qui ne seront pas revêtues. Si nécessaire, la fosse circulaire peut être consolidée à l'aide d'une ou plusieurs buses perforées en béton (F.T. 2.06).
- Si le sous-sol est très rocheux, si la zone est sujette aux inondations ou si le niveau de la nappe phréatique est élevé, il est possible de construire une partie de la fosse dans le sol et la partie restante hors-sol dans une butte de terre très bien compactée. Il faudra appliquer une technique différente (F.T. 3.12).
- S'il pleut beaucoup dans la région concernée, la paroi / la base peut être légèrement surélevée, afin que la fosse ne soit pas exposée aux inondations.
- Le volume calculé pour la fosse doit inclure un espace libre d'au moins 0,50 m de hauteur au-dessus des déchets. Il ne fera pas partie du volume effectif de la fosse mais permettra de la fermer correctement lorsqu'elle sera presque remplie.
- Aux tout premiers stades d'une urgence, quelques couches de terre compactée ou une dalle de bois temporaire peuvent suffire pour recouvrir les déchets organiques, mais il faudra les remplacer dès que possible par une dalle en matériau plus durable (béton, p.ex.). Pour qu'une fosse à déchets organiques puisse être vidée en toute sécurité, sa dalle doit être totalement amovible, et donc avoir un poids raisonnable. Il est, par conséquent, vivement recommandé d'utiliser une version adaptée de la dalle VIP en béton de taille standard (adaptée à partir de la F.T. 3.08).

- Pour une grande fosse comptant plusieurs dalles posées côte à côte, chacune doit être dotée de son propre trou de remplissage couvert de 0,3 m x 0,4 m, de manière à permettre une répartition égale des déchets organiques dans la fosse. Un seul tuyau de ventilation peut néanmoins s'avérer suffisant pour l'ensemble de la fosse. Toutes les dalles doivent être scellées entre elles de manière étanche au moyen de mortier.
- Le petit tube en plastique d'ancrage dans le trou de ventilation doit arriver à ras du niveau inférieur de la dalle afin d'éviter une accumulation excessive de gaz (inflammables) dans la fosse. Pour assurer un meilleur ancrage du petit tube, un collier fixé sur ce dernier peut être scellé avec du mortier dans la dalle. Pour optimiser l'évacuation des gaz, la dalle peut être légèrement inclinée vers le haut, en direction du tuyau de ventilation.
- Ne jetez que des déchets organiques dans la fosse. N'y jetez pas d'autres types de déchets, et certainement pas des déchets PTC ("sharps")!
- Ne fumez pas lorsque vous ouvrez une fosse à déchets organiques car des gaz inflammables tels que du méthane pourraient s'être accumulés sous la dalle !
- Il est essentiel de recouvrir les déchets organiques immédiatement après leur élimination, afin d'éviter les mauvaises odeurs et les vecteurs (mouches, p.ex.).
- L'ajout de chaux dans la fosse à déchets organiques peut réduire considérablement les odeurs mais risque de ralentir le processus de décomposition, de sorte que la fosse pourrait se remplir plus vite. Une meilleure option consiste à introduire occasionnellement un peu de cendres de bois, qui atténuent les nuisances olfactives et peuvent éventuellement accroître la vitesse de décomposition. Les cendres de bois sont en outre gratuites. N'utilisez toutefois pas les résidus de cendres de l'incinérateur / du réducteur de volume (déchets brûlables incinérés / brûlés).
- La dalle et ses abords doivent être régulièrement nettoyés et désinfectés. Vérifiez fréquemment si le tuyau de ventilation n'est pas bouché. Enlevez toutes les matières susceptibles d'obstruer la ventilation de la fosse en versant un peu d'eau dans le tuyau. Vérifiez aussi si le grillage est toujours intact et remplacez-le si nécessaire.
- L'opérateur (gestionnaire de déchets) doit bénéficier d'une formation intensive et disposer d'une tenue protectrice complète, qu'il devra toujours porter durant l'exploitation et la maintenance de l'installation (F.T. 6.10).
- Si une fosse à déchets organiques est vidée (au moins deux ans après sa fermeture), toutes ses dalles doivent être enlevées afin de permettre un accès aisé et des conditions de travail sûres. Après avoir retiré toutes les dalles, attendez que les gaz potentiellement dangereux aient quitté la fosse avant d'y pénétrer.
- Lors de travaux dans une fosse à déchets organiques, assurez-vous que la personne présente dans la fosse ait une corde solide autour de la taille. Cette corde permettra aux collègues situés sur le côté de la fosse de sortir la personne en cas de problème.

## F.T. 6.09 Zone de déchets

La zone de déchets est une zone spéciale de la structure de santé, où l'on peut évacuer tous types de déchets médicaux. Cette zone regroupe les différentes installations de traitement / d'élimination finale afin d'éviter une propagation étendue de la contamination. Elle présente aussi l'avantage de fournir un environnement de travail « ergonomique » pour l'opérateur responsable de la zone (gestionnaire de déchets).

### Sélection du site

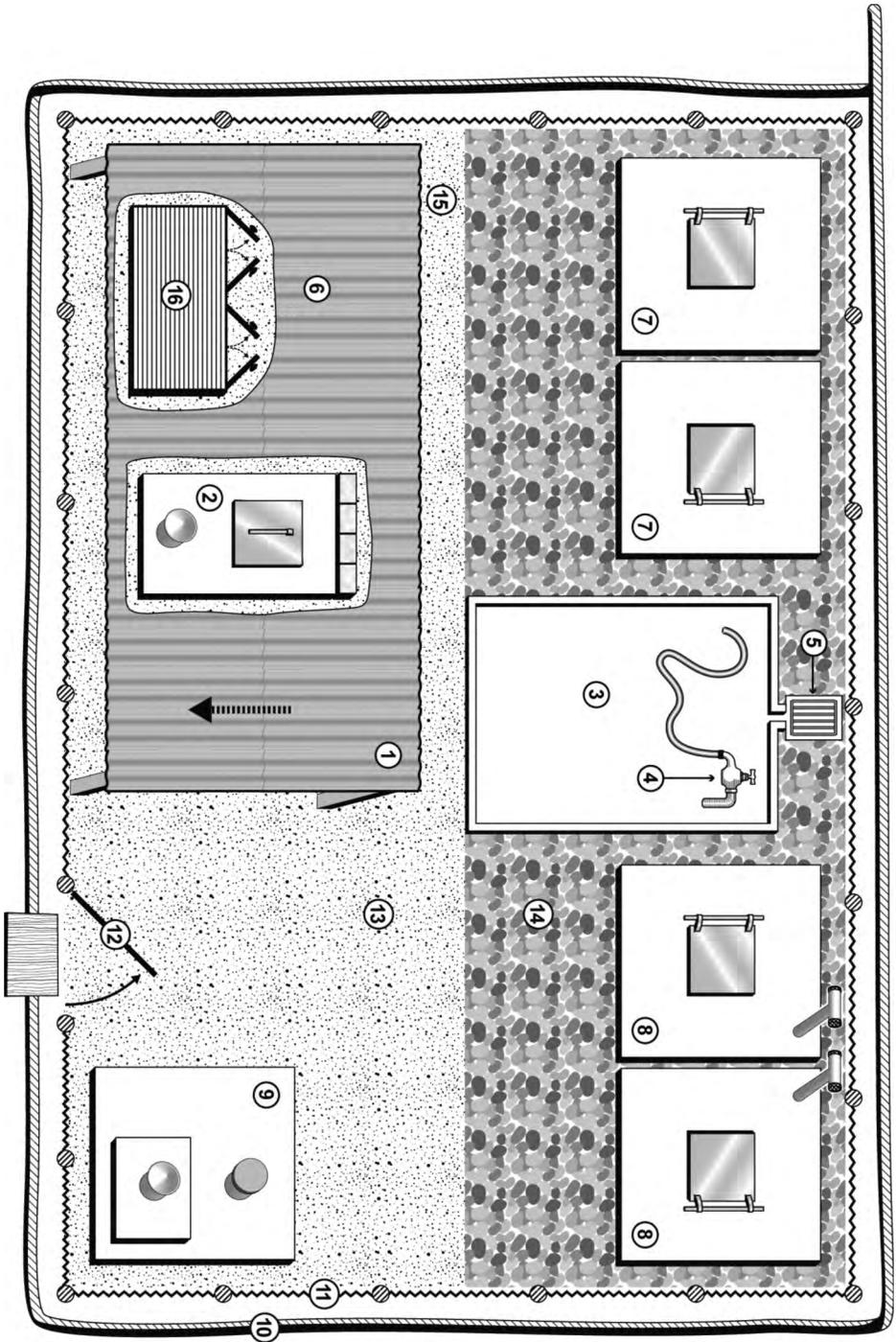
Pour la zone de déchets, le site idéal satisfera aux critères suivants :

- Situé dans l'enceinte de la structure de santé.
- Éloigné de points d'eaux souterraines et de préférence en aval par rapport à eux afin d'éviter une contamination directe (distance minimale par rapport aux points d'eaux souterraines > 30 m et > 50 m en présence de fosses à déchets organiques).
- Non exposé aux inondations.
- Niveau de la nappe phréatique relativement bas, même durant la saison des pluies.
- Sous le vent (pour les vents dominants) par rapport à la structure de santé et aux habitations voisines.
- Aisément accessible (même par camion pour les grandes infrastructures) pour l'acheminement de déchets et de combustibles ou pour évacuer les résidus de déchets lors du vidage des fosses à résidus ou à déchets organiques.
- Drainage aisé des eaux de ruissellement.
- Suffisamment d'espace disponible (pour une éventuelle extension).

### Légende

### Apport

1. Espace de stockage temporaire pour les poubelles (sous le toit)	- Plans détaillés (de différentes installations)
2. Incinérateur / réducteur de volume	- Main-d'œuvre expérimentée
3. Aire de lavage (dalle en béton avec une bordure de protection)	- Matériaux et outils de construction
4. Approvisionnement en eau	
5. Grille menant à un bac dégraisseur suivi d'un système d'infiltration / réseau d'égouts	
6. Toit (pente indiquée par la flèche)	
7. Fosses à résidus (cendres)	
8. Fosses à déchets organiques	
9. Fosse à déchets PTC ("sharps") (éventuellement avec un réducteur de boîtes de sécurité)	
10. Drains pour l'eau de ruissellement (de préférence cimentés)	
11. Clôture	
12. Porte (avec cadenas)	
13. Plancher en béton (pour les infrastructures associées aux urgences chroniques et les situations stabilisées)	
14. Gravier (remplaçable par du béton pour une zone de déchets plus propre / de longue durée)	
15. Emplacement de stationnement pour une éventuelle charrette à bras	
16. Espace de stockage fermé pour outils et/ou bois (utilisé pour amorcer l'incinérateur / le réducteur de volume)	



## Remarques

- Le type d'installations nécessaires dans la zone de déchets ainsi que leur capacité dépendent des types et quantités de déchets générés. Les quantités de déchets sont fonction du type de structure de santé (consultations externes ("OPD"), département hospitalisation, hôpital,...), de ses activités (salle d'opération, maternité, laboratoire, etc.) et de sa taille, ainsi que du nombre de patients "en transit" chaque jour (ainsi, par exemple, une fosse à déchets organiques s'avère souvent inutile dans de petites structures ou des camps). Il est toutefois important de prévoir suffisamment d'espace, vu qu'il faudra peut-être creuser de nouvelles fosses quand les anciennes seront presque remplies.
- Pour les urgences, une zone de déchets simple peut être réalisée avec des installations temporaires (réducteur de volume temporaire, fosse à déchets PTC d'urgence réalisée à partir d'un fût, fosses temporaires à cendres et déchets organiques, et aire de lavage). Bien que temporaire, l'aménagement de la zone de déchets doit être respecté pour faciliter le travail du gestionnaire de déchets. Si la structure de santé temporaire est fermée, il est recommandé d'enlever les fosses d'urgence pour déchets PTC ("sharps") et d'enfouir ces derniers dans une zone sûre après les avoir encapsulés (F.T. 6.02).
- Si la construction de la zone de déchets complète est censée prendre beaucoup de temps, il convient d'abord de réaliser une zone de déchets temporaire pourvue d'installations d'urgence aiguë, même pour les urgences chroniques et les situations stabilisées. Cela permettra d'entamer immédiatement la gestion adéquate des déchets médicaux (F.T. 1.08), surtout si le personnel a déjà été formé au tri des déchets et à l'usage des installations de la zone de déchets.
- Le site doit être entièrement clôturé et disposer d'un système de drainage des eaux de ruissellement.
- Prévoir un toit pour l'incinérateur / le(s) réducteur(s) de volume (temporaire(s)) ainsi que pour le lieu de stockage temporaire des déchets brûlables ("softs") afin d'éviter qu'ils ne soient mouillés (et deviennent donc plus difficiles à brûler). Il est aussi recommandé de construire un toit au-dessus de l'éventuel réducteur de boîtes de sécurité, bien qu'une enveloppe protectrice (constituée de briques ou de tôles métalliques) puisse déjà suffire.
- La fosse à résidus (cendres) et la fosse à déchets organiques seront réalisées de préférence par paires et pourront éventuellement être réutilisées. Il est suggéré de ne pas placer un plancher en béton intégral autour des fosses à cendres et déchets organiques, afin de pouvoir en construire d'autres dans la même zone de déchets si nécessaire. Le gravier autour des fosses est toutefois essentiel car il évitera à la zone de déchets de se transformer en bourbier.
- Une aire de lavage est essentielle pour désinfecter, rincer et nettoyer les conteneurs à déchets vides. Un approvisionnement en eau, des solutions chlorées et du savon sont indispensables pour l'aire de lavage.
- Un bac dégraisseur et un système d'infiltration (F.T. 4.04, 4.06, 4.07 et 4.08) sont nécessaires pour l'aire de lavage.
- La zone de déchets et tous les conteneurs réutilisables doivent être inspectés régulièrement et remplacés si nécessaire.
- Seul le responsable de la zone de déchets (gestionnaire de déchets) doit avoir accès à ce site. Dans les situations où le personnel de nettoyage est chargé de la collecte des déchets et de leur transport vers la zone de déchets, il peut être intéressant de laisser une ouverture dans la clôture pour pouvoir transférer les conteneurs sans devoir accéder à la zone.

## F.T. 6.10 Tenues et équipement de protection

Les tenues de protection destinées au personnel de maintenance jouent un rôle essentiel dans la mise en œuvre d'une gestion sûre des déchets médicaux. Une tenue adéquate peut également rehausser dans une certaine mesure l'estime personnelle de ces collaborateurs, bien trop souvent négligés. De bons équipements et outils allégeront aussi leur charge de travail.

### Mise en œuvre

Le principal objectif des tenues protectrices est de réduire les risques de blessures pour le personnel durant ses activités potentiellement dangereuses. Ces tenues devront être adaptées au type de tâches. Si le personnel de nettoyage doit utiliser des produits dangereux (solutions chlorées à haute concentration, p.ex.), un tablier en plastique, des gants en caoutchouc et des lunettes de sécurité sont indispensables en plus de la combinaison classique. Le gestionnaire de déchets doit porter la même tenue protectrice que le personnel de nettoyage, y compris un respirateur, un écran facial, des bottes haute résistance et, de préférence, des gants renforcés pour faire fonctionner l'incinérateur. Un poncho / imperméable et des bottes en caoutchouc s'avèrent bien utiles durant la saison des pluies pour le personnel travaillant à l'extérieur.

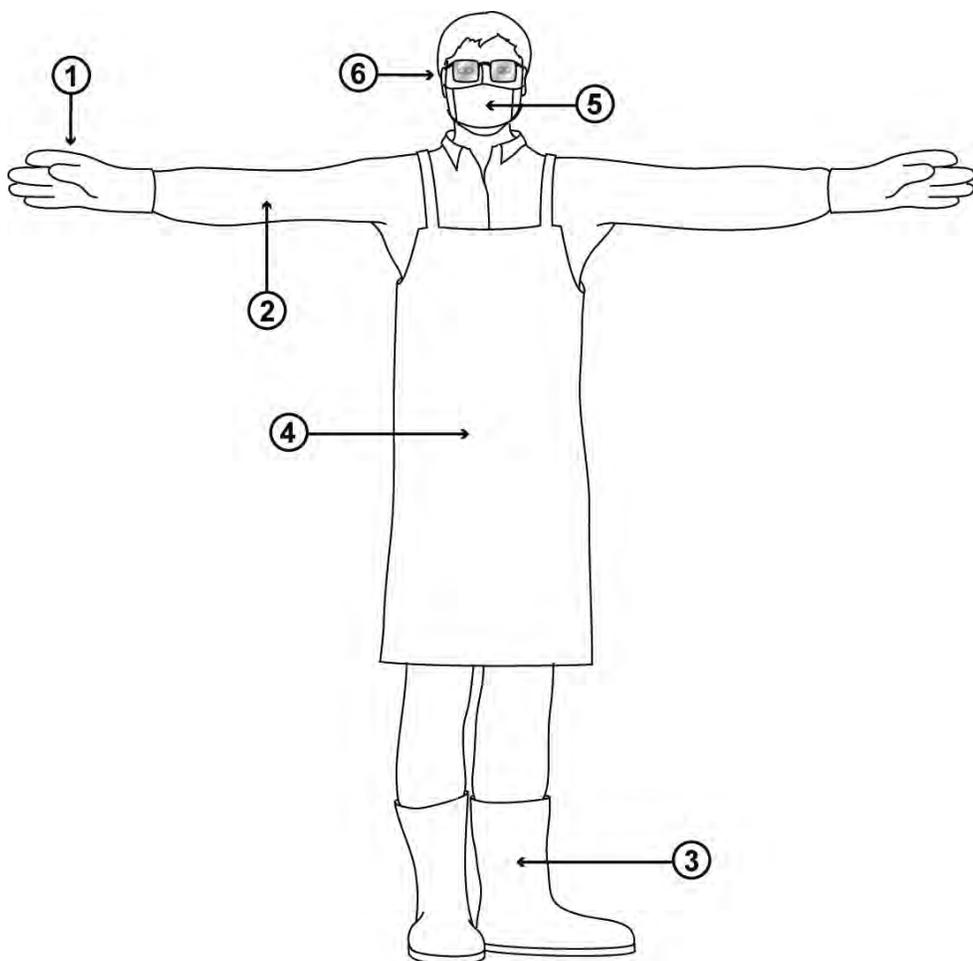
Outre les tenues protectrices, le personnel doit également disposer de l'équipement adéquat. Cet équipement doit non seulement faciliter le travail mais aussi le rendre plus sûr. L'équipement adéquat inclut notamment les éléments suivants :

- Balais,
- Ramassettes
- Désinfectants,
- Poubelles appropriées (format et couleur adéquats) avec des couvercles bien ajustés,
- Outils de jardinage,
- Charrette / chariot adapté pour le transport des poubelles / conteneurs à déchets PTC ("sharps") vers la zone de déchets,
- Savon pour se laver les mains et nettoyer les conteneurs à déchets.

Enfin, le personnel doit être formé à l'utilisation correcte de l'équipement, du matériel (plus particulièrement la manipulation de désinfectants ou autres produits chimiques) et de toutes les installations. La sécurité doit être un thème important de la formation.

### Remarques

- Assurez-vous que le personnel porte ses tenues protectrices durant le travail.
- Assurez-vous que le personnel se lave les mains après avoir retiré leur tenue protectrice.
- Dans les grandes structures de santé (hôpitaux, p.ex.), prévoir une installation de lavage avec douche pour que le personnel puisse se laver avant de partir (F.T. 4.01).
- Le personnel doit être responsable des tenues et équipement de protection qui lui ont été affectés. Les tenues usées et déchirées doivent être remplacées.
- Les tenues de travail doivent rester de préférence au sein de la structure de santé, surtout en cas d'épidémie car elles pourraient être contaminées. Il convient donc de prévoir un vestiaire.
- Les tenues de travail doivent être lavées régulièrement. Si la structure de santé comporte une blanchisserie, les tenues peuvent être intégrées dans ce circuit. S'il n'y a pas de blanchisserie disponible, il faudra prendre d'autres dispositions.
- En plus des tenues protectrices, il est vivement recommandé de vacciner tout le personnel susceptible d'entrer en contact avec des déchets médicaux contre l'hépatite B et le tétanos.
- Le personnel doit être informé du fait que tous les accidents (liés au travail) doivent être signalés et qu'un suivi médical est disponible pour réduire les risques d'infections dus à l'accident.



### Légende

1. Gants haute résistance (épais / renforcés) / gants ménagers en caoutchouc (pour le travail avec du chlore)
2. Combinaison ou chemise à longues manches et pantalon de travail
3. Bonnes bottes avec des semelles solides (chaussures haute résistance)
4. Tablier
5. Respirateur (en cas de travail avec un réducteur de volume / incinérateur)
6. Masque de protection faciale ou lunettes de sécurité (pour le travail avec du chlore et/ou un réducteur de volume / incinérateur).

# Lutte anti-vectorielle

Narratif

Fiches techniques

- F.T. 7.01 Moustiques
- F.T. 7.02 Mouches (non piquantes)
- F.T. 7.03 Phlébotomes
- F.T. 7.04 Puces
- F.T. 7.05 Poux
- F.T. 7.06 Rongeurs
- F.T. 7.07 Acariens
- F.T. 7.08 Punaises des lits
- F.T. 7.09 Cafards
- F.T. 7.10 Caractéristiques des pesticides utilisés en santé publique
- F.T. 7.11 Compréhension des étiquettes de pesticides
- F.T. 7.12 Emballage, transport, stockage et élimination sûre de pesticides
- F.T. 7.13 Utilisation sûre de pesticides de santé publique
- F.T. 7.14 Pulvérisateur d'insecticide à effet rémanent
- F.T. 7.15 Campagne relative à la pulvérisation d'insecticide à effet rémanent
- F.T. 7.16 Moustiquaires imprégnées d'insecticide à longue durée (MILD)
- F.T. 7.17 Imprégnation de moustiquaires, vêtements et rideaux
- F.T. 7.18 Saupoudrage d'insecticide
- F.T. 7.19 Lutte contre les rongeurs
- F.T. 7.20 Tenue de protection

## Chapitre 7



## 7.1 Pourquoi mener une lutte anti-vectorielle ?

Dans les pays à faibles revenus, les maladies à transmission vectorielle telles que le paludisme, la dengue, la leishmaniose et la maladie du sommeil sont courantes et comptent parmi les principales causes de morbidité et de mortalité.

L'accroissement des risques de maladies à transmission vectorielle s'explique notamment par les facteurs suivants :

- Les réfugiés ou populations déplacées peuvent avoir une immunité déficiente par rapport à une maladie ou à une souche particulière dans la zone d'établissement (paludisme, p.ex.).
- Les réfugiés ou populations déplacées ont fui via une zone infestée par certains vecteurs (comme les phlébotomes transmettant la leishmaniose).
- Les réfugiés ou populations déplacées vivent dans la promiscuité et l'insalubrité, d'où une forte prolifération des vecteurs – situation qui peut être aggravée par une pénurie d'eau pour l'hygiène personnelle et domestique (ex. : poux corporels transmettant le typhus).
- Un logement médiocre favorise l'exposition accrue aux vecteurs, ainsi que la propagation des maladies transmissibles associées.
- Installation dans une zone propice à d'importantes populations de vecteurs (moustiques dans une zone marécageuse, p.ex.).
- Perte de bétail, incitant les vecteurs à se nourrir davantage sur les humains.
- Pénurie d'aliments et de services de santé adéquats.

Les structures de santé sont généralement bondées de patients affaiblis et caractérisées par une haute densité d'agents pathogènes. À défaut de mesures générales de lutte anti-vectorielle, le risque de nouvelles infections chez les patients, le personnel soignant et les visiteurs augmente considérablement (transmission du typhus par les poux corporels, p.ex.). Par ailleurs, si la prévalence des maladies à transmission vectorielle est faible dans la région, les mesures de lutte anti-vectorielle à petite échelle dans les structures de santé prennent une importance particulière car la structure de santé risque de constituer la principale source d'agents pathogènes.

## 7.2 En quoi consiste la lutte anti-vectorielle ?

### 7.2.1 Les vecteurs dans les situations précaires

Un vecteur véhicule et transmet des agents pathogènes infectieux directement ou indirectement d'un réservoir (environnement, animal, humain,...) vers un autre hôte par voie mécanique ou via ses fonctions corporelles. Une infection peut se manifester par piqûre (moustiques transmettant le paludisme, p.ex.), via pénétration (cutanée) (poux responsables du typhus, p.ex.) ou par le tractus gastro-intestinal (aliments contaminés par des mouches, p.ex.). Il est important d'établir une distinction entre une nuisance et un vecteur mécanique et/ou biologique propageant une maladie transmissible.

#### Nuisance

C'est leur présence abondante qui définit une population d'organismes nuisibles comme une simple nuisance (punaise des lits, p.ex.) au lieu d'un vecteur. Les méthodes de lutte sont généralement conçues pour réduire la population d'organismes nuisibles ou leurs contacts avec les humains.

#### Vecteurs mécaniques

Ces vecteurs transmettent des agents pathogènes en les transportant sur leurs pattes ou leur rostre (mouche commune, p.ex.). Ainsi, les agents pathogènes se propagent des matières contaminées (comme les matières fécales) aux aliments, boissons, visages ou yeux des humains. En règle générale, les vecteurs mécaniques ne représentent qu'une voie de transmission parmi plusieurs possibilités pour une maladie donnée. Les maladies diarrhéiques, par exemple, sont transmises mécaniquement par des vecteurs mais aussi par une mauvaise hygiène et par de l'eau contaminée. Les mesures de lutte contre les vecteurs mécaniques sont conçues pour réduire leur population, et/ou la probabilité d'une transmission de maladies (recouvrement d'aliments pour empêcher les vecteurs d'y accéder, p.ex.).

#### Vecteurs biologiques

Les vecteurs biologiques peuvent constituer une grave menace pour la santé, même si leur nombre est relativement peu élevé. Ils jouent un rôle naturel dans le cycle de vie de l'agent pathogène, qui doit passer par le vecteur pour atteindre sa maturité. Les agents pathogènes sont transmis par et vers un hôte humain ou animal lorsque le vecteur se nourrit de sang (cellules de plasmodium via les moustiques, p.ex.). Les mesures de lutte sont conçues pour réduire la probabilité d'un contact entre humain et vecteur, réduire le risque que la population de vecteurs ne devienne infectieuse et abaisser le taux de survie du vecteur (moustiquaire imprégnée d'insecticide à longue durée, p.ex.).

Les groupes de vecteurs suivants requièrent une vigilance particulière en cas de situation précaire. Les fiches techniques concernées décrivent la biologie, l'incidence sur la santé publique, les méthodes de détection et quelques méthodes de contrôle simples liées à ces groupes.

- |                                       |                        |                                 |
|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| - Moustiques (F.T. 7.01)              | - Puces (F.T. 7.04)    | - Acariens (F.T. 7.07)          |
| - Mouches (non piquantes) (F.T. 7.02) | - Poux (F.T. 7.05)     | - Punaises des lits (F.T. 7.08) |
| - Phlébotomes (F.T. 7.03)             | - Rongeurs (F.T. 7.06) | - Cafards (F.T. 7.09)           |

## 7.2.2 Lutte anti-vectorielle

La lutte contre ces vecteurs, via une protection individuelle, un contrôle environnemental et/ou un contrôle chimique, exerce un impact prouvé sur le réservoir et/ou sur la transmission d'importants agents pathogènes. La connaissance des propriétés biologiques de chaque vecteur est une condition essentielle pour lutter efficacement contre eux. Il est inutile de lutter contre les poux corporels en traitant les cheveux, ou contre les larves du moustique *Culex* en traitant de l'eau stagnante propre. Il est vital de savoir comment, où, et quand agir.

Il est néanmoins possible d'identifier certains principes communs à tous les programmes de lutte contre les vecteurs :

- Une éradication complète est généralement impossible. La lutte devrait viser à maintenir la population des vecteurs en dessous d'un niveau auquel elle représenterait un risque d'épidémie trop élevé.
- Le but doit être de rendre l'environnement local hostile au développement et à la survie du vecteur.
- La lutte contre les vecteurs est généralement plus efficace lorsqu'elle est axée sur des formes immatures du vecteur.

## 7.3 Où / Quand et par Qui la lutte anti-vectorielle doit-elle être menée ?

Des mesures appropriées de lutte anti-vectorielle doivent être mises en œuvre dans les zones endémiques et/ou les contextes propices aux épidémies et/ou en cas de présence importante du vecteur. Elles doivent toujours être appliquées dans les camps et les divers types de structures de santé – des petits centres aux grands hôpitaux – en ce compris les programmes spécifiques à certaines maladies (kala-azar, fièvre jaune, VIH, etc.) et les Centres Nutritionnels Thérapeutiques. Le tout conformément aux besoins essentiels en matière d'eau et d'assainissement (F.T. 1.08, 1.09).

La lutte anti-vectorielle doit faire l'objet d'une vigilance particulière :

- à titre de prévention des épidémies, auquel cas elle doit être mise en œuvre immédiatement après des signaux d'alarme identifiables pour une zone épidémique spécifique (migration de nombreuses personnes non immunisées vers des zones à taux de transmission élevé, pluies anormalement abondantes, inondation, température minimale élevée, etc.).
- dans les programmes de lutte contre des épidémies, lorsqu'elles sont détectées dès le début et que les activités de lutte anti-vectorielle peuvent être menées à un stade suffisamment précoce pour enrayer le pic de transmission.
- dans les zones où la transmission saisonnière est notoirement intense (avec des taux de morbidité et de mortalité élevés), la mise en œuvre d'activités de lutte anti-vectorielle doit démarrer juste avant la saison de pointe pour réduire la transmission.

La lutte contre un vecteur spécifique, dans un milieu ouvert en dehors d'une structure de santé ou d'un camp de réfugiés / de personnes déplacées, requiert une compréhension plus approfondie des caractéristiques biologiques du vecteur ainsi que de son interaction avec les humains et l'environnement. Elle exige aussi une certaine expertise des mesures de lutte contre des vecteurs spécifiques. Le champ d'application de ce guide n'est toutefois pas prévu pour un traitement suffisamment détaillé de ces problématiques.

Le timing des activités de lutte anti-vectorielle dépend du contexte, mais l'objectif est d'aboutir à la couverture requise avant le début de la transmission et de maintenir un effet résiduel pour sa durée. Le timing peut avoir des implications opérationnelles significatives dans les lieux où la transmission est essentiellement confinée à une seule saison. Dans les zones où la transmission est plus ou moins constante pendant l'année, le timing est moins crucial.

Un facteur important pour l'efficacité de la lutte anti-vectorielle réside dans une attribution claire des responsabilités, au niveau stratégique comme au niveau de la mise en œuvre. Si l'agence humanitaire travaille au sein de structures de santé faisant partie d'infrastructures de santé locales ou nationales, il est particulièrement important de définir la responsabilité ultime dans l'optique des futures activités de lutte anti-vectorielle. Lorsqu'un accord aura été conclu concernant les responsabilités des

différentes parties concernées, il conviendra de le formaliser par écrit. Un organisme important, en termes d'orientation et de feed-back pour toutes activités liées à des vecteurs, réside dans le comité d'hygiène / de santé qui devrait être présent dans toute structure de santé.

La lutte anti-vectorielle doit être gérée par un technicien expérimenté. L'exécution de mesures de lutte environnementale contre les vecteurs demande assez peu de compétences techniques une fois les équipements installés. Elle sera généralement assurée par un personnel de nettoyage formé, par le personnel soignant ou par le gestionnaire de la structure de santé. Évitez les personnes exposées aux risques suivants lorsque vous sélectionnez du personnel pour établir une équipe de lutte chimique contre les vecteurs : grossesse ou allaitement, alcoolisme, antécédents de troubles du foie ou du système nerveux, tabagisme important, allergies ou maladies de la peau. Certains critères plus subjectifs sont également importants, comme l'intégrité professionnelle, le travail méticuleux, ainsi que l'ordre et la propreté.

Les mesures de lutte chimique impliquant des pesticides et d'autres substances toxiques requièrent une expertise et ne doivent être mises en œuvre que par des personnes ayant suivi une formation appropriée sur les procédures sûres et efficaces (F.T. 7.13). Même pour l'application apparemment directe de pesticides utilisés en santé publique, il faut un minimum de tenues protectrices (F.T. 7.20).

Chaque personne est responsable de sa propre protection contre les vecteurs pathogènes. Les stratégies de protection personnelle sont simples et peuvent éventuellement être mises en œuvre au niveau individuel. Elles doivent toutefois être soutenues par des activités de promotion appropriées et simultanées. Sinon, il peut s'avérer difficile de persuader les gens de se protéger, surtout s'ils ne sont pas particulièrement incommodés par les piqûres des vecteurs présents.

## **7.4 Comment mener une lutte efficace contre les vecteurs ?**

### **7.4.1 Planification et organisation**

Comme pour toute intervention, il convient de suivre le cycle du projet – évaluation préliminaire, planification de la stratégie, mise en œuvre, suivi et évaluation – lors de la mise en place d'une lutte anti-vectorielle. Les commentaires ci-après reprennent quelques considérations-clés spécifiques liées à la planification et à l'organisation de ces activités.

#### **Évaluation préliminaire et analyse**

L'évaluation préliminaire doit être fondée sur les besoins essentiels, les check-lists et les guides fournis concernant l'usage approprié des outils de lutte anti-vectorielle (F.T. 1.06, 1.08, 1.09).

#### **Planification de la stratégie**

Les activités de lutte anti-vectorielle doivent s'appuyer sur la législation nationale ainsi que sur des objectifs clairs couvrant les problèmes de priorité vectorielle identifiés lors de l'évaluation préliminaire et l'analyse. Exemples d'objectifs communs aux activités de lutte anti-vectorielle : prévention ou contrôle des épidémies, enraiment des décès évitables dus à des maladies transmises par des vecteurs, minimisation des problèmes de santé dus à des maladies transmises par des vecteurs ou protection de sous-groupes de la population dont l'immunité est réduite.

Les objectifs des activités de lutte anti-vectorielle ne peuvent être atteints que par des mesures adéquates abordant la situation épidémiologique et les facteurs de risques liés au contexte. La lutte anti-vectorielle peut s'avérer inopérante si elle cible le mauvais vecteur, applique des méthodes inappropriées ou inefficaces, ou cible le bon vecteur au mauvais endroit et/ou au mauvais moment. Les mesures de lutte anti-vectorielle sélectionnées doivent être adaptées à l'espèce de vecteur visée, compte tenu de son mode de reproduction, de sa portée de vol et de ses habitudes de repos. Elles doivent également être simples à comprendre et à appliquer. Si les maladies transmises par des vecteurs deviennent un problème, l'utilisation de substances chimiques doit toujours être envisagée en combinaison avec des activités d'assainissement environnemental et de promotion.

En cas d'intervention chimique, n'oubliez pas que si les pesticides utilisés en santé publique sont relativement sûrs, ils peuvent s'avérer toxiques et dangereux pour les êtres vivants et l'environnement en cas d'utilisation incorrecte (F.T. 7.10, 7.11, 7.12 et 7.13). Toutes les activités de lutte anti-vectorielle doivent être basées sur les protocoles nationaux et internationaux en vigueur. Certains vecteurs développent rapidement une résistance à des pesticides particuliers, et le choix du pesticide doit en tenir compte. La décision de mener un programme de lutte chimique et le choix du pesticide doivent toujours s'effectuer en consultation avec votre technicien de référence.

## Mise en œuvre

La formation du personnel joue un rôle crucial dans les interventions de lutte anti-vectorielle, surtout en cas de recours à des substances chimiques. L'usage et l'élimination inappropriés de pesticides sont les problèmes les plus fréquents et nuisent aux personnes ainsi qu'à l'environnement. Tout le personnel doit bénéficier d'une formation exhaustive sur la mise en œuvre sûre et correcte de mesures de lutte chimique. Tous les employés et patients de la structure de santé, de même que la population du camp, doivent être informés quant aux méthodes de protection individuelle et à leur rôle dans les activités générales de lutte anti-vectorielle.

## Suivi / Évaluation

Le suivi permet de détecter une épidémie de maladie transmise par un vecteur à un stade précoce et d'éviter tout gaspillage de ressources dans des mesures inappropriées. L'évaluation, quant à elle, mesure l'efficacité et l'impact des activités. La lutte anti-vectorielle requiert une gestion minutieuse du personnel afin de s'assurer que le travail est effectué conformément aux normes et stratégies prédéfinies. La cohérence des efforts est essentielle dans la lutte contre les vecteurs (ainsi, par exemple, de petits écarts lors d'activités d'assainissement tels que l'élimination de déchets alimentaires à ciel ouvert peuvent déboucher sur une invasion de rongeurs ou de mouches en l'espace de quelques jours). Il convient donc d'assurer un suivi permanent et une évaluation régulière des prestations du personnel impliqué dans des activités d'assainissement / de lutte anti-vectorielle en cours. Les détails relatifs aux activités de lutte intermittentes, comme la pulvérisation d'insecticide à effet rémanent (PER) ou l'imprégnation de moustiquaires, doivent être consignés dans un registre spécifique. Ces données sont essentielles pour documenter la pertinence des activités à venir, par exemple le timing de répétition d'une PER. Les informations enregistrées doivent répondre aux questions suivantes : pourquoi, quoi, où, quand, qui et comment l'activité a-t-elle été menée ? En plus de suivre les activités de lutte anti-vectorielle, il convient d'accorder une attention particulière aux facteurs environnementaux externes à la structure de santé ou au camp, qui peuvent affecter la prévalence des vecteurs et des maladies associées dans la zone. À titre d'exemple, les changements saisonniers du climat, ou un afflux substantiel de nouveaux bénéficiaires peuvent entraîner un accroissement de la transmission de maladies par des vecteurs.

Il est essentiel que les planificateurs de la lutte anti-vectorielle travaillent en étroite concertation avec le personnel soignant ainsi que les responsables de l'évaluation préliminaire et du suivi épidémiologique.

Il est important d'établir des définitions de cas claires et, dans la mesure du possible, de chercher une confirmation en laboratoire des cas présumés. En plus du système routinier d'informations liées à la santé, une procédure standard doit exister pour la déclaration immédiate de maladies transmises par des vecteurs et impliquant un potentiel épidémique, avec l'emplacement des cas présumés. Il convient de réaliser dès le début une carte de la zone localisant les groupes de population, les cas présumés et les sites de reproduction potentiels des vecteurs. Comme chaque espèce de vecteurs a ses propres habitudes de reproduction et de piqûre, elle doit être contrôlée via des indicateurs et méthodes spécifiques (F.T. 7.01 à 7.09).

L'évaluation peut être fondée sur l'observation directe (utilisation correcte de Moustiquaire imprégnée d'insecticide à Longue Durée (MILD), état des latrines à fosse, préparations alimentaires et sites de collecte des ordures, p.ex.). Elle peut aussi être plus formelle via une réévaluation par rapport à l'évaluation initiale et aux besoins essentiels en matière d'eau et d'assainissement (F.T. 1.06, 1.08, 1.09).

## 7.4.2 Stratégies de lutte anti-vectorielle

Ce guide expose différentes stratégies de lutte anti-vectorielle. En général, les mesures les plus efficaces recourent à différentes activités intervenant dans divers aspects du réservoir et des voies de transmission.

### Contrôle environnemental

#### ■ Sélection du site et planification

Il est important de sélectionner un site qui n'expose pas le patient, le réfugié ou la population déplacée à un risque excessif de maladies transmises par des vecteurs. Parfois, le choix d'un site est limité pour des raisons de politique, de sécurité ou autres (F.T. 1.10).

#### ■ Gestion des eaux

Les méthodes de contrôle environnemental incluent :

→ les précautions requises pour éviter de créer des sites propices à la reproduction, tels que les flaques d'eau stagnante intérieures et extérieures (réservoirs d'eau ouverts, pots de fleurs, bouteilles, vieux pneus, eau stagnante, drains obstrués, etc.)

→ et l'élimination de sites de reproduction existants (via leur remplissage ou drainage).

Une bonne connaissance des conditions locales ainsi qu'une expertise entomologique sont toutefois requises pour cibler les sites de procréation les plus productifs des environs et éviter de gaspiller du temps et des ressources dans des sites négligeables.

#### ■ Élimination sûre des excréta

Il convient d'entreprendre des mesures élémentaires de génie sanitaire chaque fois que possible afin de réduire les possibilités de reproduction d'insectes vecteurs. La structure des latrines doit minimiser l'accès des vecteurs pour qu'ils puissent moins procréer : utilisation de couvercles, latrines VIP ou à siphon d'eau (Chapitre 3).

#### ■ Gestion des déchets

Les points de collecte et d'élimination des déchets doivent être isolés de l'environnement (poubelles avec couvercle, fosses à déchets avec couvercle ou recouvertes chaque jour de cendres / terre en cas d'urgence aiguë) (Chapitres 5 et 6).

#### ■ Construction générale

Le concept de construction doit minimiser l'accès des vecteurs à la structure par voie mécanique : moustiquaires, obturation des ouvertures sous les portes, chicanes de rongeurs sur les tuyaux de drainage, etc.

#### ■ Élimination de la végétation

La tonte ou même la combustion de la végétation (contrôler le risque d'incendie) à proximité de camps et d'immeubles peut être recommandée pour la lutte contre les acariens et les tiques. L'herbe coupée en décomposition, les tas de compost et autres accumulations de matières végétales en putréfaction offrent d'excellents milieux de reproduction aux mouches. Il n'existe toutefois pas de preuve que la tonte, largement préconisée, de l'herbe et des broussailles autour des maisons en général réduise la transmission du paludisme. L'enlèvement de la végétation peut toutefois s'avérer efficace pour éliminer les lieux de repos des moustiques adultes, promouvoir l'évaporation et le séchage des petites accumulations d'eau et rendre les sites de procréation plus visibles dans le cadre de la lutte anti-vectorielle.

### **Protection personnelle**

Les méthodes de protection personnelle peuvent offrir une sécurité significative via l'utilisation d'équipements simples, compacts et portables contre les infections et les nuisances dues aux vecteurs. Exemples :

#### ■ Hygiène et comportement personnels

Une hygiène personnelle régulière et complète (lavage des mains et du visage, lavage du corps et des vêtements avec du savon, recouvrement des aliments,...) réduira les risques de transmission de maladies par le biais de mouches ou de poux. Il importe d'avoir suffisamment d'eau pour l'hygiène personnelle et domestique. Ces mesures requièrent aussi la disponibilité d'installations sanitaires ainsi que la promotion de l'hygiène personnelle au sein de l'équipe de projet, des structures de santé et/ou de la population des camps.

#### ■ Protection par le biais des vêtements

Les vêtements peuvent constituer une barrière efficace contre plusieurs insectes piqueurs et donc réduire le risque de transmission de maladies. Le niveau de protection s'accroîtra avec l'épaisseur du matériau et la surface de peau couverte. L'imprégnation des vêtements au moyen d'un répulsif offre une meilleure protection et dure généralement quelques jours. L'imprégnation des vêtements à l'aide d'un insecticide approprié figure aussi parmi les options et se maintient habituellement pour environ 5 lavages.

#### ■ Répulsifs

Les répulsifs sont des produits naturels ou chimiques à utiliser en guise de protection contre les insectes. Ils peuvent être appliqués sur la peau ou les vêtements. Les produits naturels sont souvent spécifiques à un pays. Les produits chimiques tels que le DEET® (N,N-diéthyl-3-méthylbenzamide) sont généralement plus efficaces et à plus longue durée que les produits naturels. Ils se retrouvent dans diverses applications telles que des lotions, sprays et crèmes. Appliqués sur la peau, ils offrent habituellement 6 à 8 heures de protection, limitée par la transpiration de la personne. Ils n'offrent pas la protection requise pour une personne pendant toute la nuit. L'usage cutané de DEET® ne provoque pas de réactions indésirables chez les adultes. Son application récurrente sur la peau n'est pas recommandée pour les femmes enceintes et les jeunes enfants (moins de 30 mois). Pour eux, il est plus approprié d'appliquer le répulsif sur les vêtements.

### ■ Spirales

Les spirales offrent une solution rapide et aisée pour neutraliser des insectes dans des pièces ou des zones confinées ne disposant pas d'électricité. Les spirales en combustion vaporisent un insecticide dans l'air, ce qui exerce un effet incapacitant sur les moustiques dans les lieux où la ventilation est limitée. Les pesticides utilisés en santé publique présents dans les spirales sont formulés sous un dosage relativement peu élevé.

La qualité des spirales peut varier fortement et certaines sont totalement inefficaces. Dans certains pays, les spirales sont formulées avec des composés organochlorés, qui peuvent engendrer de graves problèmes de santé. Cela dit, l'ingrédient actif le plus souvent utilisé fait partie du groupe des pyréthroïdes à effet "knock-down". Dans les zones confinées telles qu'une tente fermée ou une pièce non ventilée, la fumée peut irriter les yeux et les poumons. Selon leur ingrédient actif, les spirales en combustion peuvent aussi exercer un effet répulsif sur les moustiques dans des vérandas ouvertes. Si les spirales sont utilisées en extérieur, il est important de les placer en amont des personnes à protéger.

La période de combustion dure normalement 6 à 8 heures, et une spirale peut être utilisée pour une pièce d'environ 35 m<sup>3</sup>. Les spirales doivent être allumées juste avant que les moustiques n'entrent en activité. Pour plus d'efficacité, de commodité et de sécurité, il convient de les brûler dans des supports spéciaux.

### ■ Systèmes d'évaporation électriques

Les systèmes d'évaporation ont besoin d'un dispositif de chauffe électrique pour évaporer un insecticide, qui peut être constitué de tout matériau adéquat (« recharge »). Le dispositif de chauffe et la recharge forment un tout et doivent être utilisés ensemble. Ces systèmes ont été essentiellement conçus pour la lutte contre les moustiques et ne fonctionnent qu'avec une alimentation électrique fiable. Les dispositifs de chauffe doivent fonctionner suffisamment longtemps sans être affectés par les climats tropicaux (chaleur combinée à une humidité relative élevée, par exemple). Les ingrédients actifs de ces systèmes relèvent des pyréthrinines naturelles et des pyréthroïdes à effet "knock-down".

### ■ Aérosols

Des sprays aérosols peuvent être utilisés lorsqu'une pièce ou une zone confinée doit être débarrassée d'insectes volants ou rampants. Les aérosols d'insecticides pour insectes volants utilisent un insecticide à court terme aisément dispersé dans l'espace. Leurs ingrédients actifs font généralement partie de la famille des pyréthroïdes. Les aérosols d'insecticides pour insectes volants combinent très souvent un agent insecticide et un agent incapacitant ("knock-down"). L'agent incapacitant ("knock-down") éliminera la plupart des insectes volants en l'espace de 15 minutes. Son effet résiduel est toutefois très limité, de sorte qu'une pièce traitée peut être ré-envahie par des insectes environ 20 minutes après le traitement. Cela signifie également qu'il ne risque guère d'y avoir des résidus toxiques dans la zone traitée. Après la pulvérisation, la pièce doit être immédiatement évacuée et rester fermée pendant environ 20 minutes. Au retour, les fenêtres devront être ouvertes en vue d'une ventilation.

Les aérosols d'insecticides pour insectes rampants exercent, quant à eux, un excellent effet résiduel étant donné leur adhérence aux surfaces. Ceux conçus pour être appliqués directement sur les insectes tels que les cafards, lépismes, punaises et fourmis ont également un très bon effet incapacitant. S'ils sont utilisés en tant que spray de surface, leur effet résiduel peut durer plusieurs semaines (4 à 8 voire 12 semaines) selon les propriétés physiques de la surface, l'ingrédient actif et sa formulation. La plupart des aérosols contiennent des substances inflammables. Ils ne doivent donc pas être dirigés vers des flammes ou des objets fumants (ne pas fumer, débrancher les équipements électriques pendant la pulvérisation). De même, il convient de les protéger d'une exposition directe au soleil et des températures supérieures à 50°C. Suivez attentivement les consignes d'application ainsi que les mesures de sécurité spécifiées sur les bombes aérosol. Les bombes aérosol vides sous pression doivent être éliminées dans une fosse à objets piquants / tranchants / coupants (PTC, "sharps") fermée si elles sont peu nombreuses (F.T. 6.02) ou par encapsulation s'il y en a davantage.

### ■ Moustiquaires imprégnées d'insecticide à longue durée (MILD ; F.T. 7.16)

Les moustiquaires imprégnées d'insecticide sont l'une des principales solutions pour lutter contre le paludisme. Elles sont acceptées dans le monde entier au sein des communautés affectées par cette maladie. Leur utilisation correcte réduit les chances de survie du vecteur et interrompt la transmission du paludisme.

En plus de leur effet létal, ces moustiquaires vont également empêcher les moustiques de s'alimenter, réduisant ainsi le potentiel reproductif des vecteurs qui se nourrissent de sang humain. Les moustiquaires imprégnées d'insecticide exercent le même effet incapacitant sur d'autres insectes piqueurs tels que les

poux, puces et phlébotomes. Elles offrent également une protection contre les araignées et cafards. Dans une structure de santé, elles empêchent la propagation de maladies transmises par des vecteurs, en isolant les patients et donc en limitant la diffusion de l'agent pathogène. Cet effet est particulièrement important dans le contexte du paludisme, de la fièvre jaune, de la dengue et de la leishmaniose.

Les moustiquaires imprégnées d'insecticide traditionnel requièrent une ré-imprégnation (F.T. 7.17) tous les six à douze mois, ce qui est difficile à réaliser. Les meilleurs résultats peuvent être obtenus avec des moustiquaires imprégnées d'insecticide à longue durée (MILD), qui conservent leurs propriétés insecticides pendant deux à six ans (durée de vie de la moustiquaire), rendant ainsi un retraitement inutile (F.T. 7.16). Ces MILD sont censées conserver leur activité chimique pour au moins 20 lavages standard, comme stipulé par l'OMS. L'usage de MILD est vivement recommandé par rapport aux moustiquaires requérant une ré-imprégnation.

Pour que les moustiquaires imprégnées d'insecticide soient efficaces, il faut notamment que le vecteur du paludisme s'alimente à un moment et à un endroit où les gens utilisent la MILD. Les MILD n'exerceront un effet sur la transmission du paludisme que si elles sont correctement utilisées et entretenues, d'où l'importance d'activités promotionnelles adéquates et simultanées. L'utilisation et l'acceptation de MILD dépendent de divers facteurs socioculturels qu'il convient d'identifier et de prendre en considération avant la distribution. Cette identification est moins pertinente pour la mise en œuvre de MILD dans une structure de santé, bien qu'il soit recommandé d'évaluer occasionnellement leur utilisation effective durant le sommeil de patients.

#### ■ Autres équipements imprégnés d'insecticide (F.T. 7.17)

Souvent distribués dans le cadre d'urgences, les couvertures et matériaux pour abris peuvent s'avérer les seules surfaces adéquates ou rapidement disponibles pour une imprégnation d'insecticide. Dans les zones où les moustiques piquent en début de soirée, avant que les patients n'aillent dormir sous les moustiquaires, l'utilisation de rideaux imprégnés d'insecticide sur les ouvertures telles que les fenêtres, les portes et les interstices de corniches peut offrir une protection.

### **Lutte chimique**

#### ■ Pulvérisation d'insecticide à effet rémanent (PER ; F.T. 7.14, 7.15)

La PER est utilisée à grande échelle pour la lutte contre les vecteurs, et plus particulièrement les moustiques, triatomes (vecteur de la maladie de Chagas) et phlébotomes. Elle a pour objectif d'assurer l'application sûre et correcte d'une dose d'insecticide à effet rémanent sur les surfaces où les vecteurs sont susceptibles de se reposer : généralement les plafonds, les surfaces intérieures de tentes et murs, et les surfaces inférieures de meubles volumineux. C'est une solution efficace pour interrompre la transmission du paludisme en tuant les moustiques femelles adultes après leur alimentation mais avant qu'elles ne puissent transmettre l'infection à une autre personne. En revanche, elle n'est pas indiquée pour la lutte contre les moustiques qui tendent à se reposer en extérieur. Cependant, elle peut s'avérer utile contre les vecteurs piquant en extérieur qui entrent dans les maisons pour se reposer après s'être nourris.

La PER n'est efficace que si une couverture suffisante est atteinte et si l'insecticide est correctement appliqué. La sélection de l'insecticide doit tenir compte de la sensibilité des vecteurs locaux ainsi que de la durée de l'effet rémanent par rapport à celle de la saison de transmission. Avant de recourir à la PER, vérifiez ces éléments auprès de votre technicien de référence.

#### ■ Zoo-prophylaxie avec insecticide

La zoo-prophylaxie avec insecticide peut être envisagée dans les lieux où les vecteurs piquent des animaux domestiques ainsi que des humains. Plutôt que d'être appliqué dans les maisons, l'insecticide est appliqué sur les poils et la peau de bétail domestique tel que les bovins, chèvres et moutons, à l'aide d'une éponge ou via une immersion de l'animal. Une dose spécifique peut aussi être appliquée entre les omoplates, d'où elle se répandra sur la peau. Divers essais de cette méthode ont démontré son utilité pour la réduction de la transmission du paludisme et de la trypanosomiase.

#### ■ Saupoudrage d'insecticide (F.T. 7.18)

Une poudre insecticide est un mélange de talc – ou d'une autre poudre-support inerte – et d'insecticides. Dans les structures de santé, le saupoudrage d'insecticide peut être appliqué sur les itinéraires et habitats des rongeurs. Quand les rats font leur toilette, la poudre se répand sur leur fourrure et tue les puces.

Avant d'effectuer un saupoudrage contre les poux sur une personne, vérifiez l'insecticide à utiliser auprès de votre technicien de référence.

#### ■ Rodenticides (F.T. 7.19)

Une méthode importante pour réduire les risques de santé liés aux rats et souris consiste à les empoisonner à l'aide de rodenticides. Une éradication totale reste très difficile à obtenir vu que les rodenticides ne permettent de cibler qu'une zone limitée. Les campagnes de lutte doivent s'accompagner d'activités promotionnelles axées sur une hygiène domestique adéquate. Utilisez un poison à effet chronique ou lent au lieu d'un poison violent afin de limiter le risque d'empoisonnement accidentel d'humains et d'animaux non ciblés.

#### ■ Traitement larvicide

La lutte larvicide est plus appropriée dans les lieux où les sites de reproduction des vecteurs sont limités en nombre et relativement permanents. Elle requiert l'aptitude à localiser et à cartographier un grand nombre des sites de reproduction situés dans le rayon de vol des vecteurs dans lequel se trouve la communauté à protéger. Cette méthode est complexe et requiert une expertise, mais peut exercer une grande influence sur les densités de vecteurs. Dans les zones où cette option est acceptable, la lutte larvicide doit être menée en profondeur pour générer un impact significatif.

Le larvicide le plus couramment utilisé est le Temephos®, un organophosphate efficace et sûr pour l'eau destinée à la consommation et aux bains. Il doit être appliqué à de très faibles concentrations. Certains organismes vivants, comme les bactéries (bacille *Thuringiensis israeli*, p.ex.), peuvent aussi être utilisés contre les larves de vecteurs car ils contiennent des toxines qui leur sont néfastes.

#### ■ Fumigation

Un fumigant est un insecticide liquide, dispersé dans l'air sous la forme de millions de minuscules gouttelettes. Il ne demeure efficace que tant que les gouttelettes sont en suspension dans l'air. L'objectif de la fumigation est généralement de réduire rapidement les populations d'insectes volants afin de diminuer ou d'interrompre temporairement le cycle de transmission des maladies véhiculées par les insectes. Les moustiques, mouches domestiques et autres insectes piqueurs peuvent être ciblés, mais la fumigation est complexe, requiert une expertise et n'exerce qu'un effet temporaire avec peu ou pas d'effet rémanent. Les fumigations doivent donc, dans la mesure du possible, être envisagées en combinaison avec d'autres méthodes de lutte.

### 7.4.3 Stratégies de lutte anti-vectorielle dans le cadre de la transmission du paludisme

Le paludisme est l'une des principales maladies à transmission vectorielle du monde en termes de morbidité et de mortalité. Il est même considéré comme l'une des cinq causes majeures de mortalité infantile dans la phase aiguë de la plupart des situations d'urgence impliquant des réfugiés. Toutes les infections de paludisme sont transmises par les moustiques Anophèles.

#### Comportement des moustiques

Plusieurs aspects du comportement des moustiques doivent entrer en ligne de compte au moment d'élaborer une stratégie de lutte anti-vectorielle :

- Le moment et le lieu d'alimentation : la plupart des Anophèles se nourrissent la nuit mais chaque espèce le fait à un moment particulier de la nuit. Certains moustiques préfèrent se nourrir à l'intérieur des maisons et d'autres, à l'extérieur. En Afrique, on peut supposer (jusqu'à preuve du contraire) que les vecteurs du paludisme piquent la nuit et se reposent en intérieur. On peut donc choisir des mesures de lutte adaptées (MILD, PER, p.ex.).
- Préférences en termes d'hôtes : certaines espèces de moustiques préfèrent se nourrir sur des humains et d'autres sur des animaux ; plusieurs espèces se nourrissent en partie sur des humains et en partie sur des animaux. Les espèces préférant nettement se nourrir sur des humains tendent à être les vecteurs les plus dangereux car ils sont les plus susceptibles de transmettre les agents pathogènes du paludisme.
- Lieu de repos : après s'être nourri, un moustique femelle a besoin d'un lieu où se reposer pour digérer le sang tout en développant ses œufs. Certaines espèces se reposent en intérieur, tandis que d'autres optent pour l'extérieur. La méthode PER n'est pas indiquée pour la lutte contre les moustiques qui tendent à se reposer en extérieur, mais peut s'avérer efficace contre les moustiques piquant en extérieur et entrant dans les maisons pour se reposer après s'être nourris.
- Choix du lieu de ponte : les moustiques Anophèles ont diverses préférences en termes de sites de reproduction ou d'habitat larvaire, et pondent leurs œufs dans toutes sortes de plans d'eau. Les espèces individuelles tendent à choisir une gamme restreinte de sites pour pondre leurs œufs.
- Portée de vol : la plupart des moustiques Anophèles ne s'éloignent pas à plus de 3 km de l'endroit où ils naissent. Les risques de paludisme peuvent donc être réduits via l'installation de structures de santé ou de camps de réfugiés / personnes déplacées à plus de 3 km des sites de reproduction.

## Stratégies de lutte contre le paludisme

Les stratégies de lutte contre le paludisme qui tuent les vecteurs et réduisent leur densité (traitement larvicide, fumigation, etc.) ou l'intensité du contact entre vecteur et personne (ex. : moustiquaires non imprégnées, pose d'écran anti-moustiques sur les ouvertures des habitations, répulsifs, tenue protectrice) exercent un impact moins prononcé que les stratégies minimisant les chances de survie du vecteur (PER, MILD, zoo-prophylaxie,...).

Une couverture adéquate des habitations humaines via les méthodes PER et MILD réduit les chances de survie des moustiques pénétrant dans les habitations pour se nourrir de sang et raccourcit leur espérance de vie moyenne. La proportion de moustiques vivant suffisamment longtemps pour boucler le cycle du paludisme et donc devenir infectieux s'en trouve diminuée. Une proportion amoindrie de vieux moustiques transmetteurs du paludisme dans la population totale de moustiques femelles se traduit par une chute considérable dans la transmission du paludisme.

En tant que telles, et dans la mesure du possible, les méthodes privilégiées pour la lutte contre le paludisme sont la PER sur les surfaces internes de maisons ou tentes (F.T. 7.14, 7.15) et la distribution de MILD (F.T. 7.17). Toutes deux présentent une efficacité relative équivalente contre les espèces de moustiques qui piquent la nuit et se reposent en intérieur comme c'est le cas, jusqu'à preuve du contraire, pour les vecteurs du paludisme en Afrique (Anophèles).

### PER et/ou MILD

Le choix final quant à la mise en œuvre d'une PER et/ou une distribution de MILD ne peut être effectué qu'après avoir étudié les deux options en détail dans le contexte spécifique. Il n'existe pas d'approche optimale "standard" pour une situation donnée vu que la décision finale d'appliquer la PER et/ou de distribuer des MILD dépendra de nombreux facteurs. De même, il faudra peser le pour et le contre (voir ci-dessous).

PER		MILD	
Avantage	Inconvénient	Avantage	Inconvénient
Ne peut être pillée, volée ou vendue	Ne peut être déplacée avec la population, le cas échéant.	Peut être transportée par les bénéficiaires s'ils doivent se déplacer.	Peut être pillée, volée ou vendue.
Protège toute la famille et ne requiert pas de changement significatif du comportement			- Peut être utilisée incorrectement voire pas du tout. - L'espace au sein de l'abri peut s'avérer insuffisant pour installer un nombre adéquat de moustiquaires afin de protéger toute la famille.
Possibilité d'établir aisément et rapidement une large couverture	Pour que cette méthode soit efficace, il faut traiter plus de 80% des abris, de sorte qu'elle ne peut cibler des groupes vulnérables spécifiques.	La protection individuelle fournie permet un déploiement progressif à partir d'une faible couverture de la population. La distribution peut aussi cibler des groupes vulnérables.	- Une large couverture est difficile à obtenir. - Faibles taux de rétention dans les camps où les familles décident de vendre la moustiquaire afin d'acheter des aliments.
	Ne conservera son efficacité que pendant 3 à 6 mois et doit donc être réitérée.	Peut conserver son efficacité pendant 3 à 5 ans.	
Mise en œuvre souvent rapide, surtout dans les camps et situations d'urgence			La distribution de moustiquaires peut s'avérer complexe à organiser. Elle demandera la participation de la communauté ainsi que des activités de promotion.
Dans les régions où la transmission du paludisme est confinée (en grande partie) à une saison, il faut une PER par an	Dans les zones où la transmission du paludisme est permanente, la PER doit être réitérée tous les trois à six mois.	Une seule distribution tous les 3 à 5 ans.	
Faibles coûts de démarrage			Coûts de démarrage plus élevés mais impact à long terme (3-5 ans).

Dans les situations d'urgence aiguë, la PER est souvent utilisée dans un premier stade, surtout quand les MILD ne sont pas aisément disponibles sur le terrain. Elle se déploie rapidement et permet d'obtenir aisément une large couverture moyennant des coûts relativement faibles. S'il faut poursuivre la PER pendant de nombreuses années, les gens peuvent y renoncer petit à petit. Les MILD, en revanche, conviennent mieux pour une introduction progressive et une incorporation dans les habitudes de la population.

## 7.5 Bibliographie recommandée

### **Médecins Sans Frontières**

*Guide clinique et thérapeutique*

MSF, 2010.

### **L. Lacarin, R. Reed**

*Emergency Vector Control Using Chemicals*

WEDC, Université de Loughborough, 1999.

### **J. Rozendaal**

*La Lutte anti-vectorielle : méthodes à usage individuel et communautaire*

Organisation Mondiale de la Santé (Genève), 1997.

### **M. Thomson**

*Disease Prevention through Vector Control: Guidelines for Relief Organisations*

Oxfam Publication (Oxford), 1995.

## F.T. 7.01 Moustiques

Les moustiques constituent un vaste groupe d'arthropodes répandu dans le monde entier. Les principaux genres transmetteurs de maladies sont Anophèles, Aèdes et Culex. Leur cycle de vie est étroitement lié à l'eau.

### Biologie

Le cycle de vie des moustiques comporte quatre étapes distinctes : œuf, larve, pupa et adulte. Les trois premières phases sont aquatiques. Dans de bonnes conditions, toute la période entre l'œuf et l'adulte dure 7 à 13 jours. Les mâles ne se nourrissent que de nectar de fleurs. Les femelles ne s'accouplent généralement qu'une seule fois mais produisent des œufs pendant toute leur vie. Chaque prélèvement sanguin est souvent suivi d'une ponte. Leur durée de vie adulte varie de une à plusieurs semaines. Selon l'espèce, les moustiques femelles peuvent pondre entre 30 et 300 œufs à la fois. Pour leur alimentation sanguine, elles sont attirées par l'odeur (celle des pieds, p.ex.), le dioxyde de carbone et la chaleur corporelle.

- La plupart des moustiques Anophèles se reproduisent dans des sources d'eau non polluées, comme des mares, des zones calmes dans des rivières à faible courant, des rizières, les aisselles de feuilles de certaines plantes et les flaques d'eau de pluie. Les œufs sont pondus individuellement et flottent à la surface de l'eau. Seules les femelles plus âgées (2 semaines minimum) peuvent transmettre le paludisme. Elles volent généralement sans bruit, jusqu'à 3 km de leur site de reproduction mais le vent en a déjà transporté jusqu'à 30 km de là.
- Les moustiques Aèdes (*aegypti*) se reproduisent essentiellement dans des eaux relativement claires de l'environnement domestique : petits réservoirs à l'intérieur / à l'extérieur de maisons, gouttières, aisselles de feuilles, souches de bambou, conteneurs temporaires (pneus usagés, canettes, etc.). Les œufs individuels sont pondus à proximité de la surface de l'eau.
- Les moustiques Culex préfèrent se reproduire dans des eaux polluées par des matières organiques telles que les ordures, les excréta ou les végétaux en putréfaction (p.ex. dans des puits perdus, des latrines à fosse, des fosses septiques, des drains obstrués, des canaux). Les œufs sont pondus par grappes de plus de 100 et flottent à la surface de l'eau.

### Impact sur la santé

- *Anophèles* : transmet le paludisme et la filariose (de Bancroft et de Brugia).
- *Aèdes* : transmet la fièvre jaune, la dengue, la filariose (de Bancroft) et d'autres maladies virales.
- *Culex* : transmet la filariose (de Bancroft), l'encéphalite japonaise et d'autres maladies virales.

### Détection

- En Afrique, on peut supposer jusqu'à preuve du contraire que les espèces Anophèles transmettant le paludisme piquent essentiellement la nuit et se reposent en intérieur. Les mesures de lutte anti-vectorielle peuvent être prises en conséquence. On les trouve souvent en train de se reposer à l'intérieur des maisons, dans des coins sombres de pièces / latrines / douches. Les méthodes suivantes sont les plus faciles pour le suivi des Anophèles adultes : en intérieur, collecte matinale à l'aide d'un simple tube de moustiques se reposant sur le mur ; vaporisation matinale de pyréthre en intérieur (via un spray aérosol, par exemple) et collecte des moustiques morts sur des draps blancs étendus au sol (également sous les lits et meubles) ; capture pendant la nuit sur un appât humain ou via un piège lumineux sur piles.
- Les espèces Aèdes piquent essentiellement en extérieur, le matin et en début de soirée à l'heure de l'apéritif (crépuscule). La meilleure façon de les surveiller réside dans le relevé des larves au sein de conteneurs d'eau domestique. À titre d'exemple, les résultats des relevés de larves pour la lutte contre la fièvre jaune et la dengue s'expriment en termes d'indices standard d'*Aèdes aegypti* (Indice de Breteau, p.ex.) afin de prédire les risques de transmission de maladies dans une population.
- Les espèces Culex les plus communes piquent la nuit, en intérieur et en extérieur. La meilleure façon de les surveiller (et de lutter contre leur prolifération) réside dans le relevé des larves au sein de drains chargés de matières organiques ainsi que de latrines à fosses car elles produisent souvent d'énormes quantités d'œufs faciles à repérer.

### Lutte

Les mesures de lutte contre les moustiques devraient être intégrées systématiquement, conformément aux besoins essentiels (F.T. 1.08, 1.09), dans les zones endémiques ou lors d'épidémies de paludisme, fièvre jaune, dengue, filariose lymphatique et/ou en cas de présence importante du vecteur. Des méthodes de protection individuelle peuvent également apporter une protection significative contre les infections et les désagréments dus aux moustiques.

Contactez votre technicien de référence pour plus d'informations sur le comportement des moustiques car plusieurs de ses aspects jouent un rôle dans la détermination d'une stratégie de lutte anti-vectorielle (section 7.2.2).

- Les stratégies destinées à réduire les chances de survie de l'Anophèles, comme l'utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticide à longue durée (F.T. 7.16) ou la pulvérisation d'insecticide à effet rémanent (F.T. 7.14, 7.15) sont les plus efficaces pour diminuer la transmission du paludisme (des mesures de lutte plus détaillées sont exposées à la section 7.2.3).
- L'Aèdes est souvent associé aux habitations humaines, où il peut se reproduire dans tout conteneur d'eau ouvert. Les mesures de lutte visent à éliminer ces types de sites, ou à les protéger (couvercle ou moustiquaire, p.ex.). Les grands conteneurs d'eau doivent être vidés fréquemment, au moins une fois par semaine.
- Les mesures de lutte contre le Culex consistent à éliminer les étendues d'eau stagnante chargées de matières organiques (latrines p.ex.), ou sinon à éliminer la végétation de surface dans les eaux stagnantes (si ces étendues d'eau ont une profondeur supérieure à 1,2 m).

### Légende

Critères de reconnaissance des différents genres de moustiques

<i>Anophèles</i>	<i>Aèdes</i>	<i>Culex</i>
<p>Œufs</p> <p>Pondus individuellement</p> <p>Avec flotteurs</p>	<p>Œufs</p> <p>Pondus individuellement</p> <p>Sans flotteurs</p>	<p>Œufs</p> <p>Pondus en grappes</p> <p>Sans flotteurs</p>
<p>Larves</p> <p>Se repose parallèlement à la surface de l'eau</p> <p>Tube respiratoire rudimentaire</p>	<p>Larves</p> <p>Se repose selon un angle par rapport à la surface de l'eau</p> <p>Tube d'air</p> <p>Tube respiratoire court et épais avec une paire d'aigrettes</p>	<p>Larves</p> <p>Se repose selon un angle par rapport à la surface de l'eau</p> <p>Tube d'air</p> <p>Tube respiratoire long et fin avec plusieurs paires d'aigrettes</p>
<p>Pupes (légères différences uniquement)</p>		
<p>Adultes</p> <p>Rostre et corps en ligne droite</p> <p>Palpes maxillaires</p> <p>Palpes maxillaires aussi longs que le rostre</p> <p>Ailes tachetées</p>	<p>Adultes</p> <p>Rostre et corps formant un angle</p> <p>Palpes maxillaires</p> <p>Palpes maxillaires plus courts que le rostre</p> <p>Ailes généralement uniformes</p> <p>Extrémité de l'abdomen de la femelle généralement pointue</p>	<p>Adultes</p> <p>Rostre et corps formant un angle</p> <p>Palpes maxillaires</p> <p>Palpes maxillaires plus courts que le rostre</p> <p>Ailes généralement uniformes</p> <p>Extrémité de l'abdomen de la femelle généralement arrondie</p>

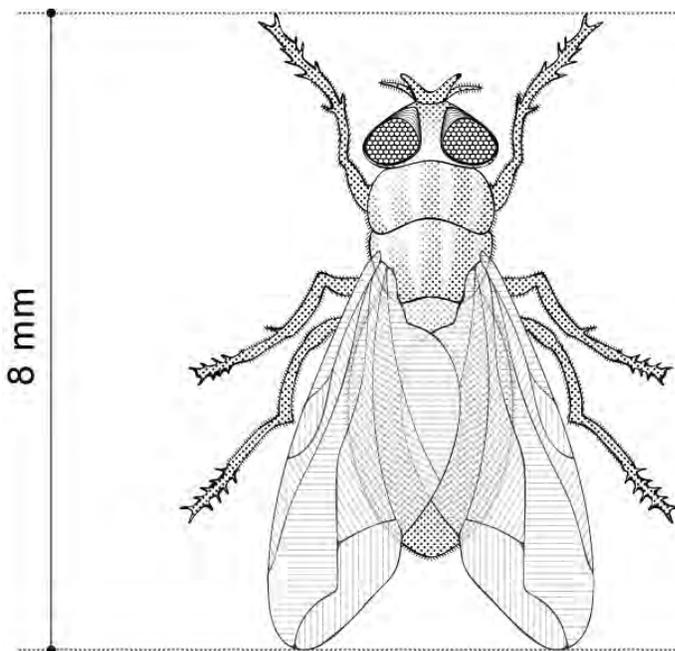
## F.T. 7.02 Mouches (non piquantes)

Très répandues dans le monde entier, les mouches domestiques sont les insectes les plus étroitement associés aux humains. La mouche commune, la mouche faciale et la calliphore sont considérées comme très influentes sur la santé car elles véhiculent des agents pathogènes des humains vers les humains ou des matières fécales vers les aliments.

### Biologie

Le cycle de vie de la mouche comporte quatre étapes : œuf, asticot (larve), pupa et adulte. Une seule mouche commune femelle peut pondre jusqu'à 2 000 œufs par mois. Les œufs sont déposés dans divers habitats, surtout dans les ordures ainsi que les déchets humains et animaux. Selon la température ambiante, il faut de une à six semaines pour qu'un œuf se développe en adulte. Les mouches adultes ont une durée de vie de trois semaines à trois mois, en fonction du climat et des espèces concernées. Les mouches se nourrissent de toutes sortes de déchets, de sueur et d'excréta (humains ou animaux).

- Dans les zones urbaines, la mouche commune se reproduit dans les déchets domestiques organiques ; dans les zones rurales, elle tend à se reproduire au sein d'excréments animaux. Contrairement à la croyance populaire, les mouches communes ne pondent pas leurs œufs dans les latrines.
- La mouche faciale se reproduit essentiellement sur les matières fécales humaines à la surface du sol mais pas dans des latrines à fosse couvertes. Elles sont connues pour se nourrir des sécrétions produites par les yeux des humains, surtout les enfants, et jouent un rôle dans la transmission du trachome.
- La calliphore manifeste une nette préférence pour la reproduction dans les latrines à fosse, la viande en décomposition, les ordures et les excréments d'animaux. Les latrines à fosses simples dans des camps de réfugiés leur offrent souvent un site de reproduction idéal. Les calliphores entrent rarement dans les maisons mais sont très actives sur les marchés. Elles se reconnaissent aisément à leur couleur vert brillant.



Mouche commune

## Impact sur la santé

Les mouches non piqueuses exerçant une incidence sur la santé volent généralement autour des aliments, charognes, ordures et déchets humains et animaux. Lorsqu'elles se posent, elles peuvent transférer ou véhiculer des agents pathogènes qui se fixent à leurs pattes et d'autres parties de leurs corps. Ces agents pathogènes peuvent ensuite être transmis mécaniquement aux humains et/ou animaux. Bien qu'ils puissent également être transmis via les matières fécales des mouches, les agents pathogènes ne subissent pas de transformation biologique dans le corps des mouches. Les agents pathogènes transportés par les mouches sont connus pour être responsables d'infections entériques (dysenterie, diarrhée, typhoïde et certaines infections liées aux helminthes), d'infections oculaires (trachome, conjonctivite épidémique, etc.), de la poliomyélite et de certaines infections cutanées (lèpre et mycoses, p.ex.).

Les mouches ne sont généralement pas associées au choléra. Pour une transmission directe, la dose infectieuse de bactérie du choléra doit être plus importante que ce que la surface corporelle de la mouche ne peut transporter. Mais d'un autre côté, lorsque qu'un petit nombre de bactéries du choléra est déposé sur des aliments non couverts, elles peuvent incuber et se multiplier jusqu'à atteindre la dose infectieuse.

## Détection

Il est plus difficile de suivre les populations de mouches non piqueuses que celles de moustiques. Au lieu de compter le nombre de mouches collectées au fil du temps via des pièges collants, il est plus pertinent d'associer le suivi des populations de mouches à la lutte larvicide et aux inspections sanitaires, surtout aux abords des centres nutritionnels, hôpitaux, latrines et sites d'élimination des ordures.

## Méthodes de lutte

Les mesures de lutte contre les mouches devraient être intégrées systématiquement, conformément aux besoins essentiels (F.T. 1.08, 1.09), dans les zones endémiques ou lors d'épidémies d'infections entériques et oculaires et/ou en cas de présence importante du vecteur.

Les sites larvaires (lieux où les œufs sont pondus et les larves se développent) sont très souvent le résultat d'activités humaines. Le principe fondamental de toutes les mesures de lutte doit être de réduire ou éliminer ces sites, ou d'empêcher les mouches d'y accéder. Sans ces mesures d'hygiène environnementale, tous les efforts de lutte seront vains.

Diverses méthodes de protection individuelle (p.ex.. des moustiquaires imprégnées d'insecticide à longue durée (MILD), F.T. 7.16) peuvent offrir une protection significative contre les infections et désagréments liés aux mouches.

Il est préférable de lutter contre les mouches en assainissant l'environnement et en améliorant les conditions d'hygiène :

- Réduire ou éliminer les sites de reproduction (p.ex. les animaux morts et déchets d'abattoirs doivent être correctement éliminés le plus vite possible).
- Réduire les sources attirant les mouches en provenance d'autres zones (p.ex. : limiter la défécation à ciel ouvert, nettoyer les excréta des animaux dans les zones d'élevage, réaliser des planchers lisses dans les centres nutritionnels (ciment lissé ou bâche en plastique) pour permettre le nettoyage des aliments tombés à terre).
- Éviter tout contact entre les mouches et les germes pathogènes (p.ex. isoler les patients sous des MILD, mettre des conteneurs à ordures avec couvercle à la disposition de laboratoires et centres de santé).
- Préserver la nourriture, les ustensiles de cuisine et les personnes des contacts avec des mouches (messages promotionnels, p.ex.).
- Assurer une extraction et une évacuation adéquates des eaux usées, surtout dans les aires de lavage pour vêtements et ustensiles de cuisine.
- Ajouter des cendres aux fosses de latrines après chaque défécation, ou du moins chaque matin et nuit afin de réduire les contacts entre mouches et excréta.

Évitez autant que possible le recours à une intervention chimique, en raison de la rapidité d'apparition de souches résistantes qui rendent cette option coûteuse et inefficace.

En cas d'infestation massive ou si la présence de mouches crée un risque concret de dispersion accrue d'un agent pathogène, ou si une salle d'opération ou de traitement doit être protégée,

l'utilisation de larvicides et adulticides doit être envisagée, mais toujours en combinaison avec des mesures environnementales.

Une option pour la destruction des larves réside dans l'utilisation de larvicides sur des sites larvaires (p.ex. en cas d'infestation massive d'une feuillée ou d'une latrine par des larves). Pour détruire les adultes, un traitement à effet rémanent devrait être appliqué aux surfaces où les mouches se posent et se reposent la nuit. Ces endroits peuvent différer en fonction de l'espèce et du climat. En général, il s'agit de surfaces externes d'immeubles (dans les pays chauds), d'arbres, de clôtures, de poubelles et d'abris pour animaux. La pulvérisation sur les murs intérieurs des latrines constitue également une option intéressante.

À certains endroits (salle d'opération, dispensaire, cuisine, etc.), des bandes de gaze ou de coton imprégnées d'insecticide (F.T. 7.17) peuvent s'avérer efficaces. Utilisez 1 m de bande imprégnée par m<sup>2</sup> de sol à protéger et renouvelez l'imprégnation tous les 2 mois. Ceci en plus de la pulvérisation d'insecticide à effet rémanent recommandée (F.T. 7.15).

### Remarques

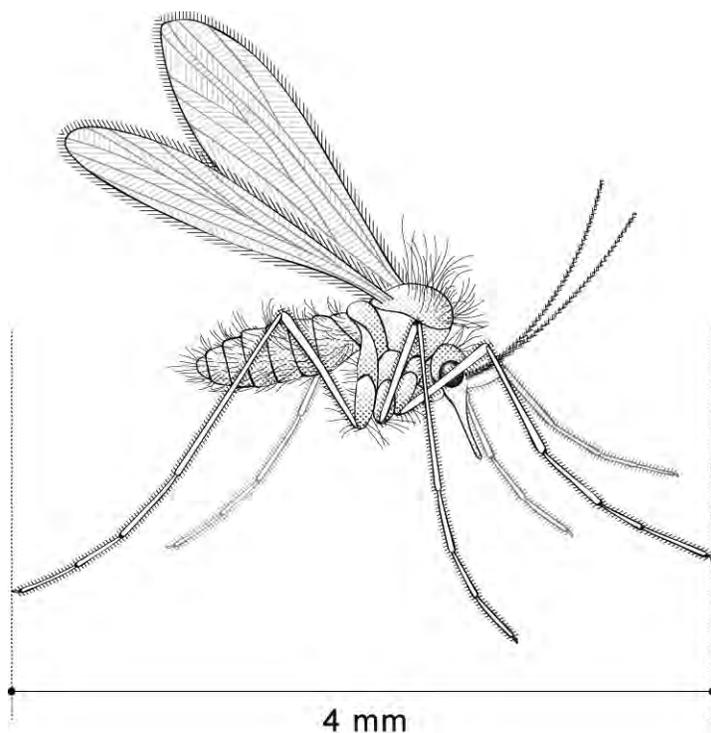
- Le recouvrement de matières fécales / déchets domestiques au moyen d'une fine couche de terre (moins de 0,25 m si elle n'est pas compactée et 0,1 m si elle est compactée) peut amplifier la reproduction des mouches vu qu'ils restent un habitat mais s'assècheront sans doute plus lentement.
- La lutte contre les mouches au moyen d'insecticides de santé publique doit être entreprise avec une compréhension du niveau de résistance et uniquement lors d'épidémies de maladies à transmission vectorielle en complément aux mesures environnementales. Comme les mouches peuvent développer très rapidement une résistance aux pesticides utilisés en santé publique, les substances chimiques ne doivent être utilisées que pour un laps de temps très bref.
- Une PER à l'intérieur des abris comportant des latrines à fosse est recommandée pour lutter contre les mouches adultes.

## F.T. 7.03 Phlébotomes

Les phlébotomes sont de petites mouches (2 à 4 mm) suceuses de sang qui jouent un rôle important en tant que vecteurs de la leishmaniose et peuvent causer un désagrément aigu mais localisé dû aux piqûres.

### Biologie

Le cycle de vie du phlébotome comporte quatre stades, à savoir l'œuf, la larve, la puppe et l'adulte. Le cycle de vie total, de l'œuf à l'âge adulte, dure de 1 à 4 mois selon l'espèce et la température ambiante. Les femelles pondent de 40 à 60 œufs (de forme allongée et d'un brun brillant) après un prélèvement sanguin. Les phlébotomes pondent leurs œufs dans des lieux humides, sur une terre détrempee riche en humus, comme les gaines de ventilation des termitières, les fissures dans les murs de boue et les racines d'arbres. Les larves se nourrissent de matière organique en putréfaction. De grandes populations de phlébotomes peuvent se former aux endroits où l'on garde du bétail pendant la nuit. Le bétail apporte une source de sang, tandis que l'étable ou la maison procure des lieux de repos adéquats. Seul le phlébotome femelle pique et il a besoin de plusieurs prélèvements sanguins avant de pondre des œufs. Le sang est prélevé à partir d'humains et d'animaux tels que les chiens, le bétail, les serpents, les rongeurs et les oiseaux. Les phlébotomes sont infectés par la leishmaniose lorsqu'ils ingèrent du sang à partir d'un hôte infecté (animaux domestiques, personnes contaminées, etc.). Les phlébotomes peuvent survivre dans des environnements secs en se retirant vers des lieux de repos frais et humides en journée pour se réactiver pendant la nuit.



Phlébotome

## Impact sur la santé

Les phlébotomes peuvent transmettre deux types de leishmaniose : cutanée et viscérale. La seconde est extrêmement létale. La leishmaniose est endémique dans quelque 90 pays répartis sur 4 continents. La salive des phlébotomes peut accroître la virulence des parasites *Leishmania* inoculés. Les espèces présentes dans la région méditerranéenne sont susceptibles de transmettre la fièvre à phlébotomes, une maladie virale également connue sous l'appellation de fièvre Pappataci ou fièvre de trois jours.

## Détection

On ne trouve souvent les phlébotomes qu'à proximité de leurs lieux de reproduction. Ils ne peuvent en effet parcourir qu'un rayon de quelques centaines de mètres par rapport à ces sites vu leur faiblesse en matière de vol. Les piqûres sont donc limitées aux zones incluant des lieux de reproduction adéquats. Les phlébotomes adultes sont généralement actifs à l'aube, au crépuscule et durant la nuit, bien qu'ils puissent piquer en journée s'ils sont dérangés. Ils se reposent généralement en journée dans des lieux abrités, sombres et humides, semblables à leurs sites de reproduction, mais aussi dans des trous d'arbres, des grottes, des maisons et des étables. Leurs autres lieux de repos à proximité de maisons sont les crevasses dans les murs, les piles de bois à brûler et les ordures.

## Méthodes de lutte

Les mesures de lutte contre les phlébotomes devraient être intégrées systématiquement, conformément aux besoins essentiels (F.T. 1.08, 1.09), dans les zones endémiques ou lors d'épidémies de leishmaniose et/ou en cas de présence importante du vecteur.

Des méthodes de protection individuelle peuvent également apporter une protection significative contre les infections et les désagréments dus aux phlébotomes. Comme les phlébotomes sont très sensibles aux pesticides utilisés en santé publique, l'utilisation de moustiquaires imprégnées est vivement recommandée. Les mesures de lutte anti-vectorielle telles que la pulvérisation d'insecticide à effet rémanent (F.T. 7.15) peuvent s'avérer efficaces dans les cas où la transmission a lieu à l'intérieur et aux abords des maisons. Si la transmission s'effectue dans la nature, les gens peuvent utiliser des répulsifs ou des vêtements imprégnés, ou simplement rester éloignés des zones de reproduction et de repos des phlébotomes. La zoo-prophylaxie (colliers imprégnés de pyréthroïde, p.ex.) peut s'avérer utile dans la lutte contre la contamination à partir des réservoirs animaux (comme les chiens ou d'autres animaux domestiques). La pulvérisation d'insecticide au stade larvaire n'est généralement pas possible vu qu'on ignore où se trouvent les larves.

## Remarques

- Les moustiquaires imprégnées au format de maille de 196 trous/pouce<sup>2</sup> sont recommandés pour lutter contre les phlébotomes mais dans certains climats, la réduction du flux d'air au travers des très petits trous peut nuire à la sensation de confort sous la moustiquaire. Il est également possible d'utiliser des moustiquaires dont les mailles présentent 156 trous/pouce<sup>2</sup>.
- Parmi les mouches piqueuses transmettant d'importantes maladies figurent aussi la mouche tsé-tsé, qui transmet la maladie du sommeil africaine, et la mouche noire, qui transmet l'onchocercose. La lutte contre ces mouches exige la mise en œuvre d'un programme spécifique, dont la complexité dépasse le champ d'application de ce guide.

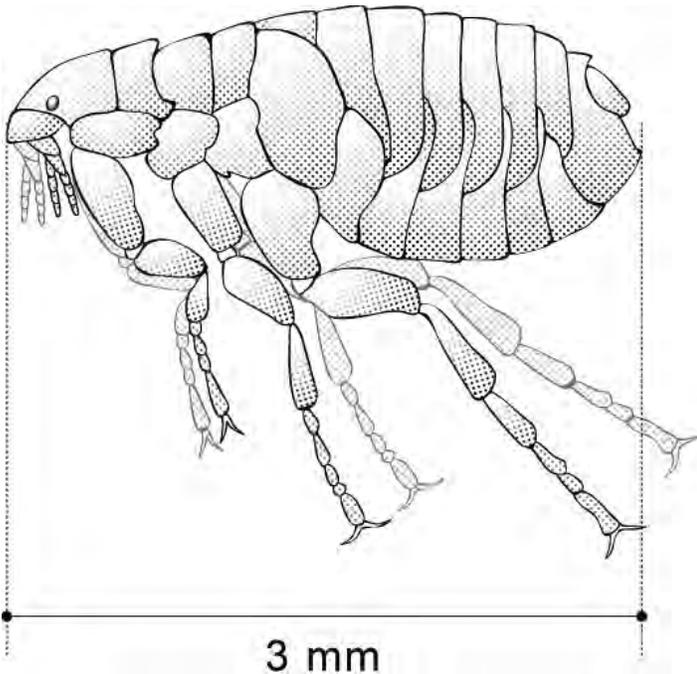
## F.T. 7.04 Puces

Les puces sont de petits insectes (1 - 4 mm) sans ailes, qui aspirent le sang, étroitement liés à leur hôte et caractérisés par leurs sauts. Les espèces les plus importantes sont la puce du rat, la puce humaine, la puce du chat et la puce-chique.

### Biologie

Le cycle de vie de la puce comporte quatre stades : œuf, larve, cocon et adulte. Tous leurs stades de développement se déroulent sur la terre. Dans des conditions optimales, le passage de l'œuf à l'adulte prend 2 à 3 semaines. Les puces mâles et femelles consomment toutes deux du sang. Les puces se reproduisent à proximité des lieux de repos et de sommeil de leur hôte (poussière, saleté, ordures, fissures de murs et planchers, tapis, etc.). Les puces peuvent survivre jusqu'à un an dans leur cocon. Les vibrations engendrées par des personnes emménageant dans un immeuble vacant peuvent pousser de nombreuses puces à émerger simultanément de leurs cocons, à la recherche de sang pour se nourrir. Les puces se déplacent par sauts ; certaines espèces sont capables de bondir à une hauteur de 0,25 m. Les puces adultes peuvent survivre plusieurs mois sans nourriture.

Les larves des puces-chiques se développent dans les sols poussiéreux ou sablonneux. Les puces-chiques se maintiennent dans un environnement domestique en se reproduisant sur le bétail et les animaux domestiques.



Puce du chat

### **Impact sur la santé**

Les piqûres de la puce du rat peuvent causer des irritations, d'importants désagréments et une perte de sang. La contamination humaine peut s'effectuer via une piqûre de puce du rat (peste) ou via les excréta de puces du rat (typhus). À cet égard, la poussière contenant des excréta de puces du rat peut s'avérer extrêmement contaminante si elle n'est pas neutralisée par une solution chlorée. Malgré son nom, la puce humaine est moins importante. Les puces du chat transmettent éventuellement le tœnia. Les puces-chiques sont sources de graves désagréments en Afrique tropicale. La puce-chique femelle s'enfouit dans la peau tendre des pieds et des chevilles afin de pondre ses œufs, ce qui peut causer des infections secondaires.

### **Détection**

Les infestations prononcées de puces se reconnaissent aux marques de sang non digéré sur les vêtements et linges de lit et/ou par d'importantes irritations cutanées. Un chat ou un chien qui se gratte peut dénoter une infestation de puces.

### **Méthodes de lutte**

Les mesures de lutte contre les puces devraient être intégrées systématiquement, conformément aux besoins essentiels (F.T. 1.08, 1.09), dans les zones endémiques ou lors d'épidémies de peste, de typhus et/ou en cas de présence importante du vecteur.

Des méthodes de protection individuelle peuvent également apporter une protection significative contre les infections et les désagréments dus aux puces. L'application d'un répulsif efficace, tel que le DEET®, sur la peau et les vêtements empêche les puces d'attaquer pendant quelques heures. On obtient une protection de plus longue durée en saupoudrant de la poudre insecticide sur les vêtements (F.T. 7.18) ou en utilisant des vêtements imprégnés. Le port de chaussures permet d'éviter les piqûres de puces-chiques.

Les puces et leurs œufs, larves et cocons peuvent être enlevés efficacement en balayant correctement les maisons et en lavant les planchers. Vu leurs relations étroites avec des rongeurs, la lutte à long terme contre les puces sera plus particulièrement efficace si elle passe par une bonne hygiène domestique, l'élimination des sources nutritives et la lutte contre les rongeurs (F.T. 7.19).

### **Remarques**

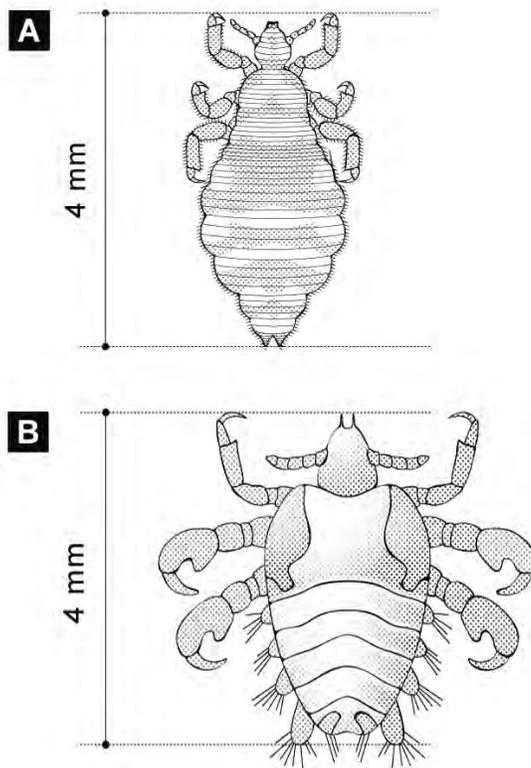
- Lorsqu'une maladie transmise par des puces (comme la peste ou le typhus murin) est présente ou risque de l'être, la lutte contre les puces doit précéder celle contre les rongeurs. Si elles sont privées de leur hôte rongeur habituel, les puces sont susceptibles de se tourner vers des hôtes humains. Les mesures de lutte lors d'épidémies de peste ou de typhus murin se déroulent donc en deux stades :
  1. Saupoudrage d'insecticide sur les itinéraires et habitats des rongeurs (F.T. 7.18).
  2. Lutte contre les rongeurs (F.T. 7.19).
- Il est possible de mener une lutte combinée contre les rongeurs et les puces à l'aide de pièges à appâts mêlant des caractéristiques insecticides et rodenticides. Après l'ingestion de l'appât, la puce mourra d'abord à cause de l'insecticide diffusé à travers la peau du rongeur, et ce dernier mourra plus tard suite à l'exposition prolongée au rodenticide.

## F.T. 7.05 Poux

Les poux sont de petits insectes (3 - 4 mm) suceurs de sang qui vivent sur la peau des mammifères et des oiseaux. Les espèces qui se sont adaptées aux humains sont le pou de tête, le pou corporel et le morpion ou pou pubien.

### Biologie

Les espèces susmentionnées ne vivent que sur les humains et ont un cycle de vie qui comporte trois stades : œuf, nymphe et adulte. Le développement de l'œuf à l'adulte dure environ deux semaines et ne se manifeste que dans un environnement chaud, proche de la peau humaine. Les poux corporels pondent leurs œufs sur des vêtements. Les œufs ou « lentes » des poux de la tête ou pubiens sont fixés aux cheveux et poils. Ils ne peuvent pas être séparés longtemps de leur hôte humain – leur seule source d'apport sanguin – et mourront de faim après deux ou trois jours de séparation. La durée de vie des poux humains peut atteindre 30 jours dans des conditions optimales.



### Légende

- A. Pou de la tête / pou corporel
- B. Morpion ou pou pubien

## Impact sur la santé

Ni les poux de la tête ni les poux pubiens (morpions) ne sont vecteurs de maladies, mais ils constituent une nuisance. Seul le pou corporel est vecteur de maladies humaines. Il transmet la fièvre typhoïde, la fièvre des tranchées et la fièvre récurrente. La transmission de la fièvre typhoïde et de la fièvre des tranchées s'effectue via leurs matières fécales. Ces dernières, fines et sèches, peuvent infecter les blessures (érafures) ou les muqueuses du nez et de la bouche. Les humains peuvent être infectés par la fièvre récurrente en écrasant des poux corporels infectés entre leurs ongles ou dents. En effet : les organismes pathogènes sont alors libérés et pénètrent dans le corps par le biais d'abrasions, de blessures ou des muqueuses buccales. Les piqûres des poux corporels peuvent causer des irritations cutanées avec, à la clé, diverses infections de la peau. Les infestations de poux, de toutes espèces, peuvent provoquer de graves irritations et démangeaisons.

Tous les poux sont répandus par contact humain étroit. Les poux corporels vivent dans les vêtements de leur hôte et sont transmis par contact direct ou indirect (partage de literie, peignes, vêtements, essuies / serviettes, ou installation sur des sièges infectés). La prévalence des poux corporels est étroitement liée au statut socioéconomique, hygiénique et d'assainissement environnemental de toute population concernée. Les poux corporels sont plus courants dans les zones plus froides, où les gens ne se lavent ou changent pas fréquemment. La transmission de poux de la tête et de poux pubiens entre humains s'effectue le plus souvent par contact direct. Les poux de la tête se retrouvent généralement chez les enfants de tous niveaux de la société. Le pou pubien est sans doute aussi très courant mais il y a peu d'informations disponibles sur la fréquence de son infestation, hormis qu'il est transmis (mais pas exclusivement) par contact sexuel et souvent associé à d'autres maladies sexuellement transmissibles.

## Détection

Les poux se propagent par contact humain étroit et sont donc particulièrement courants chez les gens vivant sans hygiène et dans la promiscuité : hôpitaux mal entretenus, prisons, camps, etc. Ils sont également transmis par contact direct dans des véhicules de transport surchargés et dans les marchés. Les poux corporels et leurs lentes se retrouvent le plus souvent dans les vêtements, principalement les sous-vêtements, les chaussettes ou les tenues proches de la peau. Ils ne quittent les vêtements que pour se nourrir. Quand ils ont terminé leur prélèvement sanguin, ils retournent aux fibres des vêtements et pondent leurs œufs dans les coutures. On peut alors voir des érafures (souvent accompagnées d'une infection secondaire) sur le haut du dos, autour de la ceinture et sous les aisselles. C'est chez les enfants qu'on trouve le plus souvent des poux de la tête, principalement dans les cheveux mais parfois aussi dans les sourcils. On les repère à la présence de poux et/ou lentes (œufs) vivants fixés à la base du poil / cheveu (surtout à l'arrière de la nuque et près des oreilles) et à des démangeaisons au niveau du cuir chevelu. On peut également constater des érafures, de l'eczéma et des infections secondaires. L'influence de la longueur de cheveux sur la fréquence d'infestation n'est pas connue. Les poux pubiens ou « morpions » vivent essentiellement dans la région pubienne ou génitale du corps humain, bien qu'en cas d'infestation importante, on en trouve fréquemment sur les cils et autres zones poilues (aisselles, abdomen, cuisses).

## Méthodes de lutte

Les mesures de lutte contre les poux devraient être intégrées systématiquement, conformément aux besoins essentiels (F.T. 1.08, 1.09), dans les zones endémiques ou lors d'épidémies de fièvre typhoïde, de fièvre récurrente, de fièvre des tranchées et/ou en cas de présence importante du vecteur.

Ces mesures incluent la réduction du surpeuplement et l'amélioration de l'hygiène individuelle et communautaire. Le lavage régulier du corps et le port de vêtements propres permet généralement d'éviter les infestations de poux corporels. Le savon et l'eau froide ne sont pas suffisants pour éliminer les poux des vêtements. Les vêtements doivent être traités sous une chaleur humide (15 à 30 minutes à 60°C et séchage au soleil) et sous une chaleur sèche (repassage). Cette méthode peut toutefois s'avérer compliquée dans les zones où l'eau est rare, où les installations de lavage font défaut et/ou où les gens ne possèdent qu'un seul vêtement. Une solution plus pratique réside dans le saupoudrage d'insecticide (F.T. 7.18), l'imprégnation des vêtements (F.T. 7.17) ou le scellement des vêtements dans un sac en plastique pendant 2 semaines.

L'application d'insecticide dans les cheveux est le mode de lutte le plus efficace contre les poux de la tête (contactez votre médecin de référence). Le rasage du crâne n'est pas recommandé. Désinfectez les peignes, brosses, chapeaux et literies des personnes infestées par des poux de la tête (laver à 60°C). Examinez tous les contacts et traitez les personnes infectées.

Le rasage des poils pubiens infestés a été remplacé par l'application de formulations insecticides (consultez votre médecin de référence). En cas d'infestation prononcée, il convient de traiter toutes les zones poilues du corps en dessous du cou. Il est recommandé de traiter les partenaires simultanément.

### Remarques

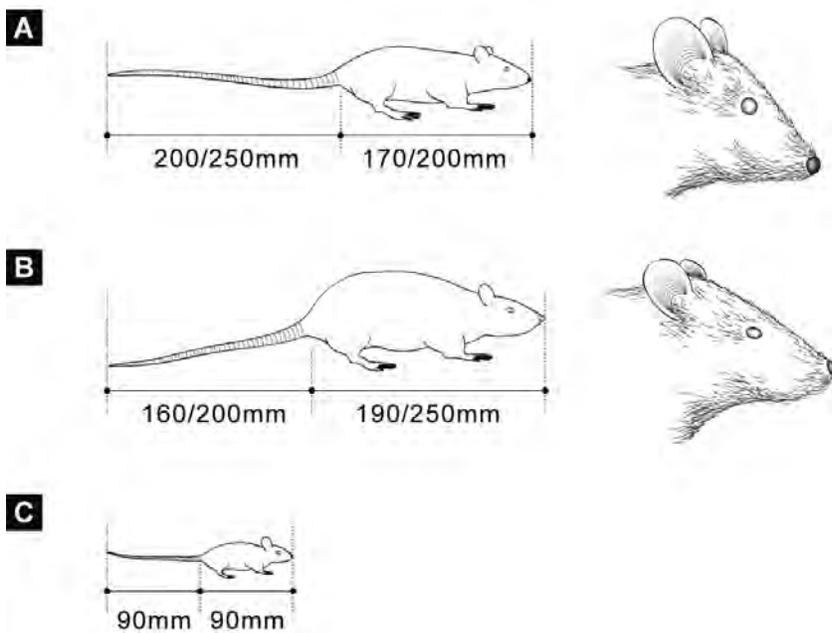
- Comme l'organisme pathogène du typhus à poux (et de la fièvre des tranchées) peut survivre pendant au moins deux mois dans les matières fécales séchées des poux, manipulez les vêtements ou la literie des patients atteints du typhus avec prudence.
- Si possible, informez les gens du danger que représente l'écrasement de poux entre les ongles ou les dents.
- Le rasage des poils / cheveux n'est pas toujours approprié sur le plan culturel. Et sans remplacement / désinfection du rasoir entre deux personnes, il entraîne un risque de transmission de maladies telles que les infections cutanées, l'impétigo et la teigne ainsi que des infections sanguines comme le VIH, l'hépatite B et l'hépatite C.
- L'utilisation de différent types de peignes, vendus dans le cadre de la lutte contre les poux de la tête, n'est pas efficace.
- Les infestations de poux pubiens doivent être considérées comme indiquant la présence potentielle d'une autre infection sexuellement transmissible. Elles offrent en outre une possibilité d'examiner le patient et de l'informer sur le risque et la prévention des maladies sexuellement transmissibles.

## F.T. 7.06 Rongeurs

On trouve des rats et des souris dans presque toutes les communautés humaines ; et les désagréments, risques pour la santé et pertes alimentaires qu'ils occasionnent peuvent être très graves. Quatre espèces sont particulièrement dangereuses pour la santé : le rat brun ou de Norvège, le rat noir, le rat multi-mamelles et la souris domestique.

### Biologie

La durée de vie des rats peut atteindre deux ans dans des conditions optimales ; les souris peuvent vivre trois ans. Le rat brun est plus grand que le rat noir et mal adapté aux climats chauds. Ils vivent essentiellement dans des trous et égouts, et se nourrissent d'ordures ainsi que d'excréta humains. Les rats bruns construisent leurs nids dans des terriers, petits endroits douilletts (confortables) offrant un abri ou un refuge. Le rat noir s'installe sous le toit de tout type de bâtiment, où il construit aussi son nid. Si les rats vivent en dehors d'un immeuble, leur nid peut être repéré sur le sol, dans la végétation ou dans des arbres. Les rats noirs ont un régime très diversifié. Le rat multi-mamelles est moins domestique que les autres et peut se multiplier rapidement. La souris domestique nidifie dans tout endroit où il y a des matières fibreuses souples pour la construction d'un abri. Le plus petit trou qu'une jeune souris puisse franchir fait 6 mm de diamètre.



### Légende

- A. Rat noir
- B. Rat de Norvège
- C. Souris domestique

## Impact sur la santé

Les rongeurs et les maladies qu'ils véhiculent peuvent générer de graves problèmes dans les camps de réfugiés et de populations déplacées établis depuis un certain temps. Ces problèmes peuvent résulter d'une accumulation de déchets solides sans contrôle, qui intensifie considérablement la reproduction des rats. Les rongeurs transmettent des maladies aux humains de diverses manières : par morsure (fièvre de Haverhill et rage), par leur urine ou leurs matières fécales (leptospirose, salmonellose, fièvre de Lassa, etc.), par des puces du rat infectées (typhus murin et peste, p.ex.), et par des tiques infectées (maladie de Lyme et fièvre récurrente, p.ex.). Les gens peuvent également contracter la leptospirose en manipulant des cadavres de rats infectés, ou la trichinose en consommant de la viande mal cuite de porcs ayant mangé des cadavres de rats infectés. Enfin, les rats peuvent causer d'importants dommages en détruisant ou en contaminant des aliments ou stocks de médicaments.

## Détection

La population locale peut fournir des informations sur les rongeurs. Une personne familiarisée aux signes et traces de rats peut effectuer assez rapidement une étude sur une surface relativement importante. Les principaux signes sont les déjections fécales, les chemins de rongeurs, les empreintes ou marques de queue dans la poussière et les poudres de piste, les marques de rongement de rats / souris, les terriers et les nids. Les odeurs de rongeurs – surtout des souris domestiques – et le bruit typique qu'ils produisent dénotent également leur présence. Ces informations peuvent être obtenues lors d'examen réalisés au crépuscule ou en début de soirée, de façon aléatoire ou via la sélection de points à problèmes potentiels. De puissantes lampes torches peuvent être utilisées pour chercher sous les bâtiments, dans les zones d'élimination des déchets et dans leurs refuges. Des cartes sont essentielles pour ce genre de travail et, si elles ne sont pas disponibles, des croquis devront être réalisés par les intervenants.

## Méthodes de lutte

Les mesures de lutte contre les rongeurs devraient être intégrées systématiquement, conformément aux besoins essentiels (F.T. 1.08, 1.09), dans les zones endémiques ou lors d'épidémies de fièvre de Lassa, de salmonellose, de leptospirose, de peste et de fièvre de Hanta et/ou en cas de présence importante du vecteur (F.T. 7.19).

Une hygiène domestique adéquate peut offrir une bonne protection personnelle contre les infections et désagréments dus aux rongeurs.

## Remarques

- Veillez tout particulièrement à protéger les patients vulnérables contre les morsures de rats. Ceux atteints de lèpre (et ayant donc perdu des sensations) ou les bébés peuvent s'avérer particulièrement exposés durant leur sommeil.
- La réduction de l'accès aux immeubles requiert une attention soutenue car les rats peuvent franchir de très petits trous et même grimper sur des murs verticaux ayant une surface rugueuse.
- Manipulez les rongeurs piégés avec prudence. Le rat multi-mamelles est le réservoir naturel du virus de la fièvre de Lassa, propagé via son urine. S'ils sont piégés, ces rats doivent être éliminés sans contact direct entre l'humain et le rat. Ceci parce qu'un rat encagé pourrait uriner sauvagement et se retrouver couvert du virus. Ces précautions peuvent inclure la manipulation prudente des rongeurs dans le cadre de la rage, surtout avec des animaux vivants (noyer un rat dans un piège et manipuler le cadavre avec des gants p.ex.).

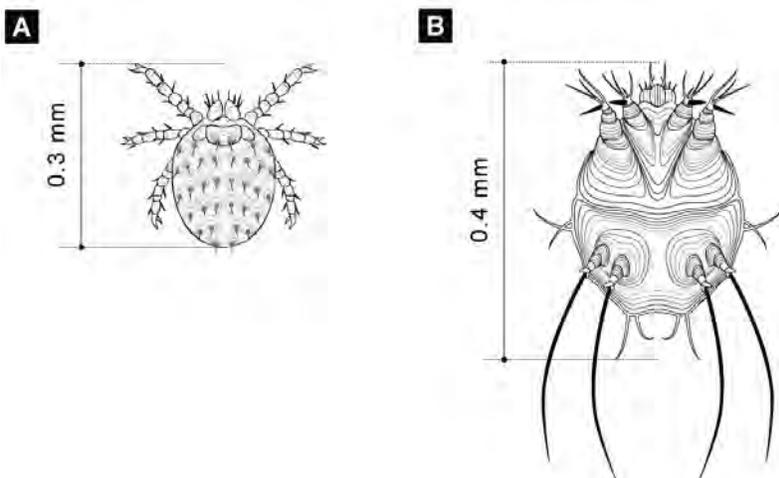
## F.T. 7.07 Acariens

Les acariens sont de petits ectoparasites vivant sur les mammifères, les oiseaux et les humains. Les principaux acariens exerçant un impact sur la santé humaine sont l'aoûtat et le sarcopte.

### Biologie

Le développement de l'aoûtat comporte quatre stades : l'œuf, la larve, la nymphe et l'adulte. Les stades immatures sont similaires aux adultes mais plus petits. Seules les larves des aoûtats se nourrissent de tissus humains. Les nymphes et adultes vivent dans le sol et se nourrissent d'autres acariens et de petits insectes. Après être sorties des œufs, les larves rampent sur les herbes et la végétation basse, et attendent de pouvoir s'installer sur un hôte animal ou humain. Les larves restent fixées et se nourrissent sur la peau de leur hôte pendant deux jours à un mois, selon l'espèce. Elles se laissent ensuite tomber à terre et s'enfouissent dans le sol afin d'atteindre les stades inoffensifs de la nymphe et de l'adulte. Les acariens privilégient les buissons de bambous mais se retrouvent aussi dans divers autres habitats caractérisés par une végétation basse.

Le sarcopte passe presque toute sa vie sur et dans la peau humaine, où il se nourrit de l'épiderme de son hôte, procrée et pond ses œufs. Le cycle de vie total, de l'œuf à l'adulte, peut se dérouler en 2 semaines à peine. Les femelles peuvent vivre sur des humains pendant 1 à 2 mois. Loin de leur hôte, elles ne survivent que quelques jours. Les acariens femelles fertilisés creusent de minuscules tunnels sinueux sous la surface de la peau, progressant de 2 à 3 mm par jour. Ces tunnels se manifestent sous la forme de très fins zigzags longs de quelques millimètres à plusieurs centimètres. Les larves quittent le tunnel maternel, creusent ailleurs dans l'épiderme ou résident à la base d'un follicule pileux, où elles se transforment en adultes. Ces acariens sont généralement transmis par un contact personnel étroit, pour un minimum de 15 minutes, par exemple entre des personnes dormant ensemble ou lors d'une relation sexuelle. Les sarcoptes ne risquent guère d'être transmis à une personne dormant dans un lit précédemment utilisé par une personne infestée mais peuvent transiter par les sous-vêtements.



### Légende

- A. Aoûtat (larve, parasite des animaux et humains)
- B. Sarcopte

### **Impact sur la santé**

Les aoûtats peuvent transmettre diverses maladies, dont la plus importante est le typhus des broussailles. De nombreuses personnes présentent des réactions allergiques aux acariens ou à leurs piqûres. Les sarcoptes peuvent provoquer des démangeaisons cutanées appelées « gale ». La gale résulte d'une réaction allergique à l'infection de la peau causée par les tunnels des acariens. On signale fréquemment des épidémies de gale dans des endroits surpeuplés et manquant d'hygiène (camps de réfugiés, p.ex.) ainsi qu'en cas de mauvaise hygiène personnelle.

### **Détection**

La présence de tunnels sinueux (sarcopte) ou de piqûres (aoûtat) sur la peau dénote une infestation d'acariens. Une infection de sarcoptes peut être confirmée en appliquant de l'encre sur les zones infectées puis en la nettoyant, de manière à révéler les tunnels. Les sarcoptes s'installent généralement aux endroits où la peau est fine et plissée (arrière des genoux, intérieur des coudes, mamelons). Chez les jeunes enfants, ils peuvent également se trouver sur le visage.

### **Méthodes de lutte**

Les mesures de lutte contre les acariens devraient être intégrées systématiquement, conformément aux besoins essentiels (F.T. 1.08, 1.09), dans les zones endémiques ou lors d'épidémies de typhus des broussailles et de gale et/ou en cas de présence importante du vecteur.

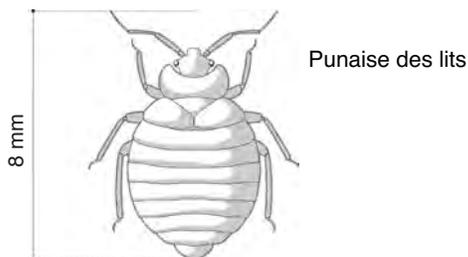
Des méthodes de protection individuelle peuvent également apporter une protection significative contre les infections et les désagréments dus aux acariens. Évitez les terrains infestés par des aoûtats, portez des chaussures et appliquez du répulsif sur la peau ou les vêtements. En cas d'exposition fréquente, la meilleure protection s'obtient par le biais de vêtements imprégnés et en rentrant le pantalon dans les chaussettes. La protection personnelle contre le sarcopte requiert une bonne hygiène personnelle, aussi distribuez du savon et fournissez suffisamment d'eau pour le lavage du corps et du linge.

## F.T. 7.08 Punaises des lits

Deux espèces de punaises des lits se nourrissent sur les humains : la punaise des lits commune et la punaise des lits tropicale. Toutes deux ont un corps ovale et plat sans ailes et mesurent 4 à 8 mm de longueur.

### Biologie

Le cycle de vie des punaises des lits comporte trois stades : œuf, nymphe et adulte. Le développement complet de l'œuf à l'adulte dure de six semaines à plusieurs mois, selon la température et la disponibilité de nourriture. Les punaises des lits ne peuvent pas se développer si la température est inférieure à 13°C. Les adultes peuvent survivre plusieurs années sans nourriture. Les mâles et femelles se nourrissent du sang de personnes endormies pendant la nuit. Le prélèvement sanguin dure 10 - 15 minutes et se répète environ tous les 3 jours. Après s'être alimentée, la nymphe ressemble à une goutte de sang animée. En l'absence d'humains, elles se nourrissent sur des souris, rats, poulets et autres animaux. Pendant la journée, les punaises des lits se cachent dans des lieux sombres et secs (lits, matelas, fissures de murs et planchers, meubles, etc.). Elles utilisent aussi leurs cachettes pour se reproduire. Comme elles n'ont pas d'ailes, ces punaises ne peuvent parcourir que de courtes distances. Elles se répandent d'une maison à une autre essentiellement via les meubles de seconde main, la literie et parfois les vêtements.



### Impact sur la santé

Les punaises des lits n'interviennent pas dans la transmission de maladies mais leurs piqûres peuvent générer un inconfort, des irritations et une perte de sommeil significatifs. Dans les maisons fortement infestées, où les gens peuvent subir plus d'une centaine de piqûres par nuit, la perte de sang peut causer une légère anémie chez les jeunes enfants.

### Détection

Les punaises des lits peuvent se déplacer rapidement lorsqu'elles sont dérangées et ne sont pas faciles à détecter quand elles piquent. Une maison infestée de punaises des lits peut se reconnaître à l'odeur spécifique de ces punaises ainsi qu'aux taches de sang des punaises écrasées. Les infestations peuvent être détectées via l'examen de cachettes probables, susceptibles d'abriter des punaises vivantes, des enveloppes de nymphes abandonnées, des œufs et des excréta (petites taches brunes sur les draps de lit). Les punaises vivantes peuvent être repérées via la vaporisation d'un aérosol dans les fissures et crevasses, ce qui leur provoquera des irritations et les fera sortir de leur cachette.

### Méthodes de lutte

La lutte contre les punaises des lits devrait être intégrée systématiquement en cas de présence importante de cette nuisance. L'installation d'une moustiquaire imprégnée d'insecticide à longue durée (F.T. 7.16) et la pulvérisation d'insecticide à effet rémanent (F.T. 7.15) offrent une protection significative contre l'infection et les désagréments dus aux punaises des lits. Ceci en plus d'une aération régulière de la literie en plein soleil, de l'amélioration des mesures d'hygiène générales, ainsi que de l'utilisation de répulsifs et d'aérosols.

### Remarques

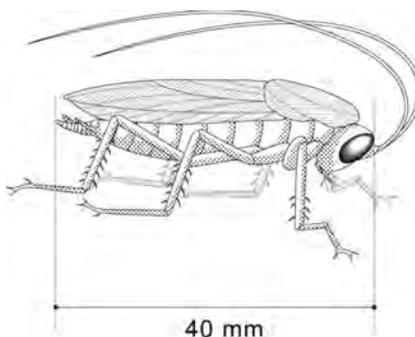
- En cas de pulvérisation d'insecticide à effet rémanent (F.T. 7.15), il convient d'accorder une attention particulière aux fissures et crevasses des murs et planchers. Les pièces doivent être traitées le matin afin d'être sèches et adéquates pour un retour en soirée. Il est possible de traiter les matelas et la literie à l'aide d'une poudreuse manuelle afin de ne pas les mouiller (F.T. 7.18). La literie peut aussi être imprégnée d'un insecticide qui n'irrite pas la peau (F.T. 7.17).

## F.T. 7.09 Cafards

Les cafards sont des insectes très agiles et rapides, qui vivent en colonies et mesurent 2 à 80 mm. Les cafards adultes peuvent être pourvus ou non d'ailes mais sont toujours capables de marcher.

### Biologie

Le cycle de vie d'un cafard comporte trois stades : œuf, nymphe et adulte. Les œufs éclosent après un à trois mois selon l'espèce, la température et l'humidité. Ils atteignent leur taille complète après 2 à 12 mois en fonction de l'espèce. Les cafards ont une alimentation variée allant des excréta à la nourriture humaine en passant par le carton et les vêtements.



Cafard

### Impact sur la santé

La documentation disponible indique que les cafards domestiques affectent la santé humaine de diverses manières. Ils prolifèrent dans les lieux les plus cachés (égouts, p.ex.), puis s'introduisent partout et peuvent jouer un rôle en tant que vecteurs mécaniques d'agents pathogènes ou de parasites (parasites intestinaux humains, p.ex.). Les cafards sont aussi connus pour véhiculer une grande variété d'agents pathogènes microbiens pour lesquels ils peuvent servir d'hôte transitoire. Certaines personnes peuvent devenir allergiques (asthme, p.ex.) aux cafards après une exposition fréquente.

### Détection

Les cafards sont particulièrement actifs pendant la nuit, lorsqu'ils cherchent de la nourriture dans les cuisines, magasins alimentaires, poubelles, drains et égouts. Un comportement spécifique des cafards réside dans leur habitude de régurgiter le fluide de leur bouche, lorsqu'ils défèquent sur leur site d'alimentation. Ils produisent aussi des sécrétions dégageant une odeur persistante et caractéristique aux endroits qu'ils visitent. En journée, ils se cachent dans des fissures de murs, des meubles et d'autres lieux sûrs comme les salles de bain, les armoires et les égouts. On a déjà vu des cafards sur le visage de personnes endormies, se nourrissant de leurs sécrétions oculaires, ainsi que dans la bouche de personnes en train de ronfler. La présence de plusieurs tailles de nymphes et oothèques indique une colonie bien établie.

### Méthodes de lutte

La lutte contre les cafards devrait être intégrée systématiquement en cas de présence importante de ce vecteur. La clé de la lutte contre les cafards réside dans la propreté. Les infestations peuvent être traitées via des mesures de lutte chimique, suivies par une gestion environnementale afin de priver les cafards de nourriture et d'abris.

La lutte chimique demeure la méthode la plus efficace pour lutter contre des infestations bien ancrées. Divers gels pesticides permettent une éradication rapide et drastique des cafards dans les structures de santé et les entrepôts moyennant l'application de quelques gouttes par m<sup>2</sup>. La pratique actuelle consiste à utiliser des produits relevant de plusieurs classes de substances chimiques afin de retarder l'apparition d'une résistance.

## F.T. 7.10 Caractéristiques des pesticides utilisés en santé publique

Les pesticides utilisés en santé publique sont des pesticides utilisés pour des activités de lutte revêtant une certaine importance dans le cadre de la santé publique. Ils incluent des pesticides de lutte anti-vectorielle, des insecticides ménagers ainsi que des pesticides professionnels pour la gestion des nuisances. Les pesticides utilisés en santé publique peuvent être classés en quatre groupes majeurs – pesticides organochlorés, organophosphates, carbamates et pyréthroïdes synthétiques – en fonction de leur structure chimique, de leur toxicité et de leurs précautions d'usage.

### Principes

#### Toxicité et niveaux de danger

La toxicité d'un insecticide correspond à la dose requise pour tuer 50% d'un échantillon d'animaux de laboratoire, souvent des rats, en un temps spécifique. Elle est appelée « dose létale 50 » (DL50) et s'exprime en mg/kg de poids corporel. Plus la valeur DL50 est basse, plus grande est la toxicité de l'insecticide. L'organisation mondiale de la santé (OMS) répartit les pesticides en cinq classes d'après le risque pour la santé suscitée par une brève exposition à l'insecticide en question.

Classe	Niveau de danger	Restrictions d'utilisation pour les opérateurs
Ia	Extrêmement dangereux	Licence spéciale pour l'opérateur
Ib	Très dangereux	Opérateur formé. Requiert une supervision stricte
II	Modérément dangereux	Opérateur formé. Doit respecter scrupuleusement les mesures de sécurité
III	Légèrement dangereux	L'opérateur doit observer des mesures de sécurité normales mais avec vigilance
0	Aucun danger en cas d'utilisation normale	L'opérateur doit respecter les étiquettes et appliquer des mesures d'hygiène adéquates

#### Classification des pesticides utilisés en santé publique

##### **Composés organochlorés**

Le principal représentant de cette classe est le DDT®, dont l'usage a considérablement décliné ces dernières décennies, surtout en raison de son impact environnemental et de son incidence potentielle sur la santé. L'effet résiduel du DDT® dure au moins six mois. Il est modérément dangereux pour les mammifères en fonction de la formulation. Le DDT® n'est pas recommandé pour la pulvérisation d'insecticide à effet rémanent (PER). Les autres membres de cette famille, utilisés dans le passé pour la lutte contre le paludisme, sont le Lindane® et le Dieldrin®. Le Dieldrin® a dû être abandonné en raison de sa toxicité pour les humains et le Lindane®, à cause de problèmes de résistance généralisés. Les composés organochlorés ne sont pas recommandés dans le cadre des programmes de soins de santé.

##### **Organophosphates**

Cette famille inclut quelques pesticides extrêmement toxiques. Les organophosphates utilisés pour la pulvérisation d'insecticide à effet rémanent sont légèrement à modérément toxiques pour les mammifères. En cas de pulvérisation, il est recommandé de soumettre les pulvérisateurs et autres personnes manipulant les insecticides à des examens médicaux réguliers. L'empoisonnement aux organophosphates doit être considéré comme une urgence médicale requérant un traitement immédiat. Leur effet rémanent dure deux à trois mois.

Les organophosphates utilisés pour la pulvérisation d'insecticide à effet rémanent sont le Malathion, le Fénitrothion et le Pirimiphos-méthyl. Le Téméphos est un organophosphate régulièrement utilisé en tant qu'ingrédient actif dans le larvicide Abate®. Le Téméphos présente une faible toxicité, mais a suscité quelques problèmes de résistance.

##### **Carbamates**

Plus coûteux que les organophosphates, les carbamates s'utilisent exclusivement contre les insectes adultes. Les carbamates ont un effet rémanent de deux à trois mois, et sont modérément dangereux pour les mammifères, avec une toxicité orale aiguë relativement élevée. Les formulations de poudres mouillables (PM) devraient être fournies en sachets solubles dans l'eau, chacun suffisant pour une charge de pompe. Ceci afin d'éviter la manipulation de pesage de la formulation et, par conséquent, l'exposition des opérateurs.

Le Propoxur et le Bendiocarb sont des carbamates utilisés en tant qu'ingrédient actif dans les poudres mouillables (PM) destinés à la PER (F.T. 7.15). Le Bendiocarb est modérément dangereux et très toxique pour les poissons et canards.

### ***Pyréthroïdes synthétiques***

Couramment utilisés sous diverses formulations dans le cadre de la santé publique, les pyréthroïdes synthétiques ont un effet rémanent pouvant durer un an mais une faible persistance dans l'environnement. Ils présentent une toxicité relativement basse pour les mammifères, mais sont très toxiques pour les poissons. L'utilisation de pyréthroïdes sur site, selon les concentrations recommandées et avec les précautions normales pour l'usage d'insecticides, n'entraîne que peu ou pas de dangers pour les applicateurs.

La Perméthrine est modérément dangereuse. Elle est efficace, peu ou pas irritante en cas de contact direct avec la peau, et couramment utilisée. La Deltaméthrine est elle aussi modérément dangereuse, efficace et couramment utilisée. Parmi les pyréthroïdes fréquemment utilisés figurent également l'Alpha-cyperméthrine, la Cyfluthrine, la Cyperméthrine, l'Etofenprox et la Lambda-cyhalothrine.

### ***Résistance aux pesticides utilisés en santé publique***

L'utilisation de pesticides à une échelle large et croissante s'est traduite par un développement considérable de la résistance à ces produits. On estime que l'approche la plus pratique pour la gestion de la résistance dans les programmes de pulvérisation consiste à alterner des pesticides utilisés en santé publique non liés entre eux selon un planning prédéfini en fonction des résultats obtenus suite à des tests de résistance (des pyréthroïdes synthétiques aux carbamates, p.ex.). L'OMS a élaboré des kits de test standard afin de déterminer la sensibilité aux pesticides de vecteurs et nuisances exerçant un impact sur la santé publique, ainsi que des lignes directrices sur le suivi de la résistance. Demandez conseil à votre technicien de référence avant de commander des pesticides utilisés en santé publique.

### ***Législation***

L'utilisation de pesticides utilisés en santé publique est réglementée en fonction du pays. Le produit doit être spécifiquement destiné à un usage dans le cadre de la santé publique et avoir été agréé par le système d'évaluation des pesticides de l'OMS ("WHOPES"). Avant qu'un insecticide puisse être utilisé dans un pays donné, il doit avoir été autorisé dans ce pays. Le Ministère de la Santé peut fournir une liste des pesticides utilisés en santé publique enregistrés. Demandez une lettre d'autorisation d'importation auprès des autorités compétentes avant d'acheter, d'expédier et d'importer des pesticides non enregistrés.

Les marchés internationaux et locaux proposent une grande variété de pesticides et équipements de qualité inférieure aux normes, qui peuvent s'avérer défaillants dans des conditions opérationnelles et susciter des risques inutiles pour la santé et l'environnement. Les pesticides utilisés en santé publique sont des articles fermés qui ne devraient pas être achetés localement. Ceci afin de garantir une qualité conforme aux spécifications du "WHOPES". Demandez conseil à votre technicien de référence avant de commander des pesticides utilisés en santé publique.

### **Remarques**

- Ne choisissez pas des pesticides utilisés en santé publique sans l'approbation de votre technicien de référence.
- Les pesticides utilisés en santé publique conformes aux spécifications du "WHOPES" pourraient être mis rapidement à disposition par le Ministère de la Santé ou le programme national de lutte contre le paludisme.

## F.T. 7.11 Compréhension des étiquettes de pesticides

Les pesticides utilisés en santé publique doivent être emballés et étiquetés conformément aux directives de l’OMS. L’étiquette doit spécifier le contenu, les instructions de sécurité (avertissements contre les dangers, tenues protectrices recommandées, etc.) ainsi que les interventions possibles en cas d’ingestion et/ou de contamination accidentelle.

### Principes

#### Noms commerciaux

Les composés insecticides peuvent être vendus sous diverses appellations. Ne confondez pas ces noms avec le type d’ingrédient actif (i.a.). À titre d’exemple, une formulation d’insecticide couramment utilisée pour la pulvérisation à effet rémanent est vendue sous le nom commercial K-Othrine®, mais son ingrédient actif est la deltaméthrine.

#### Concentration

Le nom commercial est suivi d’un numéro faisant référence à la concentration, c’est-à-dire le pourcentage d’ingrédient actif (i.a.) dans sa formulation. Les composés insecticides sont disponibles sous diverses concentrations.

Si la concentration de la poudre mouillable vaut 25%, cela signifie qu’il contient 250 grammes d’i.a. par kg. La quantité d’i.a. dans les formulations liquides est généralement exprimée en poids/volume (p/v). Ainsi, un concentré de suspension à **25%** contient 250 grammes d’i.a. par litre en **p/v**.

En cas d’expression sous la forme poids/poids (p/p), consultez attentivement l’étiquette : elle devrait également spécifier la quantité d’i.a. par litre. Convertissez cette valeur en pourcentage p/v avant de procéder aux calculs pour l’application. À titre d’exemple, si l’étiquette indique que la formulation vaut **8% p/p**, mais aussi qu’elle contient 100 g d’i.a. par litre, convertissez cela en pourcentage p/v (calcul : 100 g/1.000 ml = **10% p/v**).

Le nom commercial ne représente pas toujours exactement la concentration. Ainsi, par exemple, le « K-Othrine WP 50® » contient 50 g d’i.a. par kg, soit une concentration de 5% seulement.

#### Formulation

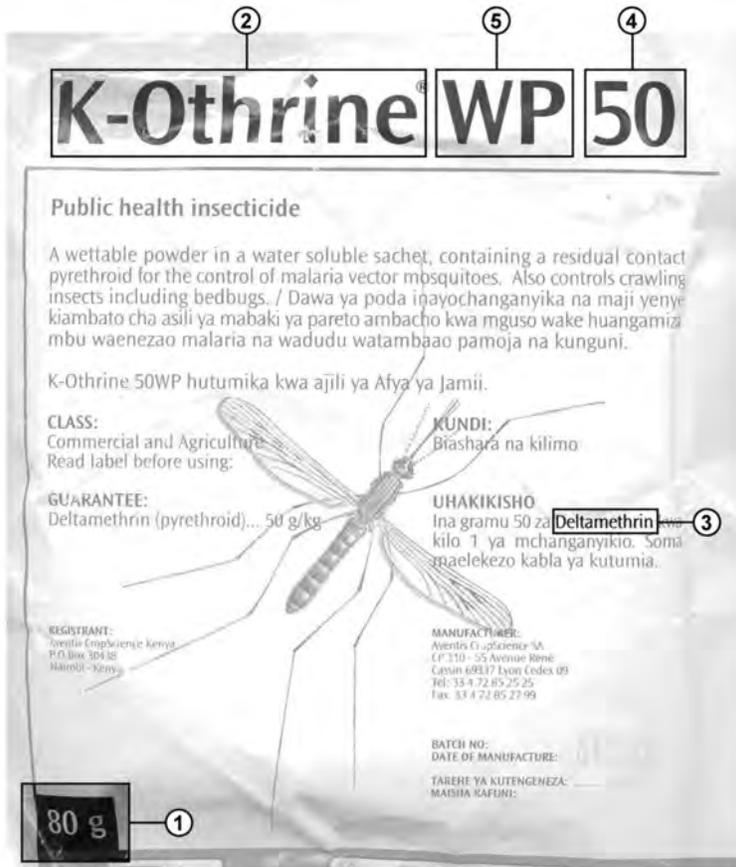
Les pesticides utilisés en santé publique sont rarement utilisés sous leur forme pure, mais sont disponibles sous des formulations spéciales, adaptées à la méthode d’application requise. Une formulation est un mélange d’un ou plusieurs ingrédients actifs (i.a.) et d’autres substances (solvants, excipients, etc.) afin d’obtenir un produit utilisable.

Le nom commercial et la concentration sont suivis par les codes internationaux des pesticides techniques et formulés. Ils se composent de 2 lettres indiquant le type de formulation. Certains de ces codes sont énumérés ci-dessous.

### Remarques

- Stockez toujours les pesticides dans leurs conteneurs d’origine.
- Consultez les étiquettes des produits pour les consignes de stockage et les conditions de transport.
- Les pesticides utilisés en santé publique sont souvent classés en tant que “substances chimiques toxiques” et sont donc sujets à des exigences strictes pour l’emballage et les certificats d’expédition dans le cadre du transport.
- N’utilisez pas de pesticides utilisés en santé publique restant dans votre stock s’ils ont été endommagés ou mal étiquetés.
- Les pesticides utilisés en santé publique peuvent être achetés dans toutes sortes de conteneurs ou en comprimés de tailles différentes. Ils sont également disponibles dans des sachets pré-pesés contenant la quantité exacte d’insecticide à diluer dans un pulvérisateur standard de 10 litres. Il est vivement recommandé d’utiliser ces produits, si possible, pour des raisons de commodité et de sécurité.
- Les pulvérisateurs utilisés pour l’insecticide ne doivent jamais être affectés à la pulvérisation de chlore vu que les deux produits sont incompatibles.

- La pulvérisation d'insecticide à effet rémanent avec poudre mouillable convient pour des surfaces poreuses telles que des murs de briques, des murs de boue, des structures à base d'herbe, et des murs revêtus de peinture à l'eau. En revanche, le produit n'adhère pas bien et est moins efficace sur des bâches en plastique, des tentes en toile et des peintures à l'huile.
- La pulvérisation d'insecticide à effet rémanent avec concentré en suspension peut être appliquée sur des bâches en plastique, des tentes en toile et des murs revêtus de peinture à l'huile mais pénètre et est inefficace sur des surfaces poreuses telles que les murs de briques, les murs de boue et les structures à base d'herbe.



### Légende

Informations fournies par l'étiquette d'un insecticide (exemple d'un sachet de poudre mouillable)

1. Poids
2. Nom commercial
3. Ingrédient actif (Deltaméthrine p.ex.)
4. Concentration
5. Formulation

Formulation	Description du contenu	Application	Avantage	Inconvénient
Poudre mouillable ("WP - wettable powder")	i.a. (2,5 - 80%) + excipient inerte + agent mouillant	PER (F.T. 7.15), après addition d'eau	- facile à transporter, stocker et utiliser - efficace sur des surfaces poreuses (boue, briques, béton) et sur les murs revêtus de peinture à l'eau - peu coûteuse - bonne homogénéité sur la surface traitée - adaptable à tout type d'i.a.	- dépôts sur les surfaces - la suspension requiert un remuage constant - inefficace sur les bâches en plastique, les tentes en toile, la peinture à l'huile
Concentré en suspension ("SC - suspension concentrate")	i.a. (10 – 50%) + agent mouillant (liquide, pas un solvant organique)	Pulvérisation d'insecticide à effet rémanent (PER) (F.T. 7.15), après addition d'eau	- facile à manipuler - bonne couverture de la surface traitée - lavable - efficace sur les surfaces lisses telles que les bâches en plastique, la toile de tente et la peinture à l'huile	- inefficace sur les surfaces poreuses et les murs revêtus de peinture à l'eau - coûteux - problèmes de stockage
Poudre saupoudrage ("DP - dustable powder")	i.a. (0,5 – 10%) + excipient inerte (talc, gypse)	Saupoudrage (F.T. 7.18)	- prête à l'emploi (pas besoin d'eau) - peu coûteuse - facile à traiter lorsque l'accès est difficile	- application homogène difficile - le nuage d'émissions est incontrôlable - problèmes de stockage dans des climats humides
Concentré émulsifiable ("EC - emulsifiable concentrate")	i.a. (2,5 - 25%) + solvant à base de pétrole + émulsifiant	PER (F.T. 7.15), après addition d'eau	- facile à manipuler - pas de résidus notables sur les surfaces - permet une large distribution de l'i.a. - bonne pénétration dans la végétation	- coûteux - odorant - sensible au froid lors du stockage - danger de (phyto) toxicité
Granulés (GR)	i.a. (0,5 – 5%) imprégné dans un excipient inerte (kaolin, etc.)	Traitement larvicide	- faciles et prêts à l'emploi - permettent une meilleure pénétration dans la végétation dense - pas de problèmes de stockage	- coûteux - lourds
Liquide pour application à ultrabas volume ("UL - ultra low volume liquid")	i.a. + solvant	Fumigation	- prêt à l'emploi - action rapide (effet incapacitant) - traitement de larges surfaces durant de brèves périodes - bonne pénétration dans une végétation dense	- expérience requise pour une utilisation sans danger (sécurité de l'opérateur et de la population) - le vent peut faire dériver le spray - coûteux

- Agent mouillant : permet un mélange avec l'eau.
- Agent émulsifiant : permet un mélange avec l'eau.
- Solvant : comme la plupart des pesticides utilisés en santé publique sont insolubles dans l'eau, les solvants les plus couramment utilisés sont le fuel, le kérosène ou même l'acétone ou le xylène.

## F.T. 7.12 Emballage, transport, stockage et élimination sans danger de pesticides

Les pesticides utilisés en santé publique sont relativement sûrs ; le problème le plus courant réside dans leur usage abusif. Cela dit, la nature toxique de ces produits exige certaines précautions au niveau de l'emballage, du transport, du stockage et de l'élimination. Les pesticides périmés posent un risque pour les personnes, les animaux et l'environnement. Une bonne gestion des commandes et achats ainsi que de la planification de leur usage devrait minimiser la nécessité de les éliminer.

### Principes

#### Emballage

- Achetez des pesticides préemballés.
- Assurez-vous que les pesticides puissent résister au transport, à la manipulation ainsi qu'aux conditions climatiques et de stockage auxquelles ils seront exposés. Les conteneurs de pesticides doivent être clairement étiquetés, rigides, exempts de fuites, et résistants aux intempéries ainsi qu'aux rats. Les poudres mouillables doivent être emballées dans des sacs imperméables afin de conserver une bonne sensibilité.
- Réemballez les pesticides si les conteneurs existants sont endommagés ou en voie de dégradation ; il conviendra également de les ré-étiqueter. Placez les sacs en papier ou plastique endommagés contenant des formulations solides dans un sac plastique en polyéthylène lourd et transparent, afin que le contenu et l'étiquette soient bien visibles.

#### Transport

- Ne transportez pas les pesticides dans des véhicules également affectés au transport d'aliments.
- Ne transportez pas de pesticides dans l'habitacle du conducteur.
- Maintenez le véhicule bien ventilé et évitez l'exposition des pesticides à la chaleur et à la lumière du soleil.
- Soyez particulièrement vigilant lorsque vous manipulez des fûts où la pression s'est accumulée, surtout si cette pression est tellement élevée qu'elle a fait gonfler le fût. Les couvercles de tels fûts ne doivent jamais être enlevés en un seul mouvement : il faut les ouvrir petit à petit afin de pouvoir contrôler le dégagement de pression.
- Réemballez toujours les fûts présentant des fuites ou ayant des bords usés à la base avant de les transporter. Placez de la paille (ou une autre matière absorbante) au fond du véhicule. Elle devra être incinérée dans un endroit approprié ou brûlée à l'arrivée.
- Procédez au chargement avec soin, rassemblez les fûts en les serrant bien et arrimez-les pour éviter les soubresauts.
- Protégez certains produits en poudre contre la pluie.
- Indiquez au conducteur qu'il doit garder les pesticides utilisés en santé publique à l'abri des enfants et animaux, et les protéger contre les dommages et le vol.
- Informez le conducteur des procédures d'urgence en cas d'accident (couper le moteur et débrancher la batterie, garder les curieux éloignés, contenir les déversements à l'aide de terre ou de sable, etc.).

#### Stockage

- Stockez les pesticides à un endroit qui peut être verrouillé et n'est pas accessible aux enfants ou à d'autres personnes non autorisées. Ne conservez jamais des pesticides à un endroit où on pourrait les confondre avec des aliments ou des boissons. Les conditions de stockage sont spécifiées sur le paquet de l'insecticide.
- Gardez les pesticides à un endroit sec, bien ventilé, à l'abri de la lumière du soleil et de la chaleur, et séparé d'autres substances chimiques (médicaments, combustible et chlore, p.ex.). Certains pesticides utilisés en santé publique peuvent se transformer en substances chimiques plus toxiques s'ils sont stockés à des températures élevées.
- Utilisez les pesticides plus anciens de l'entrepôt avant d'ouvrir des produits achetés plus récemment.
- Respectez scrupuleusement les dates de péremption spécifiées sur l'emballage de l'insecticide.
- Stockez en toute sécurité les conteneurs et boîtes en carton en piles de hauteur limitée afin d'assurer leur stabilité.
- Vérifiez régulièrement tous les conteneurs quant aux dommages, aux fuites, aux dates de péremption et à la décomposition des produits.
- Traitez les fuites ou déversements comme suit :
  - Réalisez un cercle de matière absorbante (sciure, terre sèche ou chaux, p.ex.) autour du produit déversé.
  - Humidifiez la zone à l'aide d'une solution de détergent (p.ex. une solution de carbonate de sodium saturée à 10% ou une solution de soude caustique à 5%).

- Frottez le sol à l'intérieur du cercle puis balayez la solution dans la matière absorbante.
- Encapsulez la matière absorbée après l'absorption de l'ensemble du liquide. Répétez la procédure si nécessaire.
- Nettoyez l'équipement à l'aide d'une solution de détergent.
- Surélevez les conteneurs par rapport au sol (palettes, p.ex.), surtout s'il y a le moindre risque d'inondation.
- Appliquez de la peinture antirouille si les fûts métalliques présentent la moindre trace d'oxydation.

### **Élimination**

Malheureusement, il n'y a que peu de méthodes d'élimination sûres et généralement applicables dans les pays à faibles revenus. Évitez dès lors l'accumulation de pesticides non souhaités. Exemples :

- Produits qui ne sont plus nécessaires pour l'usage prévu.
- Produits ayant dépassé leur date de péremption et ne devant donc plus être utilisés.
- Produits ayant subi une détérioration physique ou chimique à un degré qui les rend inutilisables.
- Produits qui ne peuvent être identifiés parce que leur étiquette est absente ou ne peut être lue en raison d'une dégradation ou de la langue utilisée.
- Conteneurs ayant fui et exposant des produits.
- Produits achetés puis interdits par la législation internationale et ne pouvant donc plus être utilisés.

Demandez toujours conseil à votre technicien de référence avant de recycler, neutraliser, détruire ou isoler des pesticides périmés, des déchets de pesticides, des conteneurs usagés et des matières contaminées.

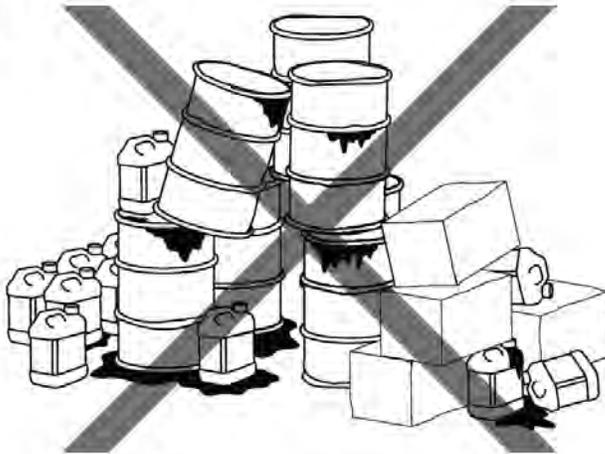
L'incinération à haute température (dans des fours à ciment, p.ex.) est la méthode privilégiée pour l'élimination sans danger de la plupart des pesticides non souhaités. L'encapsulation offre une alternative si l'incinération ne peut être envisagée.

Dans les pays à faibles revenus, les conteneurs d'insecticide vides ont souvent une grande valeur et sont vendus ou échangés pour le stockage d'autres éléments tels que des combustibles, des substances chimiques et même des aliments ou boissons. Ces pratiques sont dangereuses et doivent être évitées, par exemple en perçant tout conteneur d'insecticide vide ne pouvant être renvoyé au fournisseur en vue d'une élimination sûre ou d'une réutilisation. Les cartons extérieurs et matériaux d'emballage légèrement contaminés par des résidus de produits peuvent être incinérés dans une zone isolée en aval de l'habitation la plus proche. Les conteneurs en plastique doivent être rincés trois fois et incinérés de la manière recommandée pour les matériaux d'emballage légèrement contaminés. Le résidu de rinçage doit être utilisé pour diluer la prochaine solution de spray ou évacué de manière sûre dans des latrines à fosse, si disponibles, ou dans des fosses creusées spécialement à cette fin et éloignées de toutes sources d'eau potable. Les cendres peuvent être évacuées dans une fosse à cendres (F.T. 6.07). Les conteneurs d'insecticide non combustibles ne doivent pas être brûlés. Ils doivent être encapsulés après avoir fait l'objet d'un triple rinçage puis broyés ou déchiquetés. Les conteneurs peuvent être conservés afin de remplacer des fûts de produit identique présentant des fuites ou des détériorations. Les fûts anciens et détériorés peuvent aussi être utilisés en tant que matière première dans une fonderie. Ils doivent être rincés trois fois, percés et écrasés avant d'être envoyés à la fonderie.

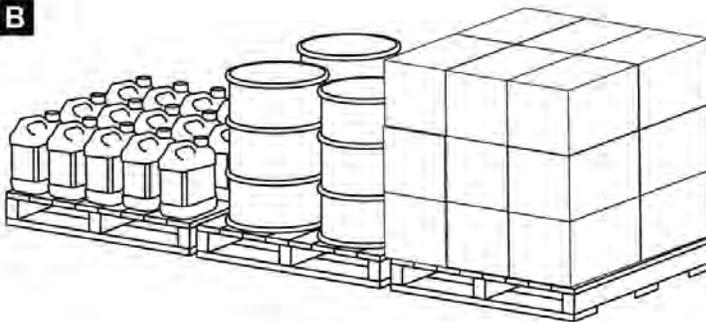
### **Remarques**

- Certains pesticides utilisés en santé publique, comme les formulations contenant de la deltaméthrine en ingrédient actif, exercent une action corrosive sur certains métaux.
- Portez les tenues appropriées chaque fois qu'il y a un risque d'exposition à des pesticides utilisés en santé publique (F.T. 7.20).
- Tous les conteneurs doivent arborer la mention « ne convient pas pour le stockage d'aliments ou d'eau ». Ils doivent être rangés en sécurité afin de prévenir les vols.
- Ne pas modifier la formulation des produits sans demander conseil à votre technicien de référence.
- Les pesticides excédentaires en bon état peuvent être transférés vers d'autres utilisateurs responsables. Les transferts devraient idéalement être réalisés via un fournisseur de pesticides réputé et familiarisé avec le produit.
- Ne jamais verser le reste de pesticide dans des rivières, étangs ou sources d'eau potable. Certains pesticides utilisés en santé publique, comme les pyréthroides, sont très toxiques pour les poissons.
- Les insecticides non souhaités doivent être éliminés d'une façon responsable en consultation avec votre technicien de référence.
- Les matières inorganiques ainsi que les produits organiques contenant des métaux lourds tels que le mercure et le plomb ne conviennent pas pour une incinération. Demandez conseil à votre technicien de référence afin de trouver une solution adaptée au contexte.

**A**



**B**



### Légende

- A. Stockage inadéquat de pesticides utilisés en santé publique
- B. Stockage adéquat de pesticides utilisés en santé publique

## F.T. 7.13 Utilisation sûre de pesticides utilisés en santé publique

Les pesticides utilisés en santé publique sont potentiellement dangereux en cas d'utilisation incorrecte car ils contiennent des substances chimiques toxiques dans une certaine mesure. Outre l'ingrédient actif, les composants de la formulation (solvants organiques, p.ex.) peuvent également générer des effets secondaires. L'absorption par les humains peut s'effectuer via contact (peau), inhalation (poumons) et ingestion (bouche). Il est essentiel de prendre des mesures de sécurité afin de protéger le personnel impliqué dans la lutte chimique contre les vecteurs ainsi que les bénéficiaires.

### Principes

#### Stratégie

- Prenez des précautions particulières au moment de choisir des pesticides utilisés en santé publique et de décider quand, comment et combien de temps les appliquer.
- Les pesticides peuvent causer des effets localisés s'ils entrent en contact avec le corps, ou des effets généraux étendus après y avoir pénétré. Les pesticides peuvent pénétrer dans le corps de trois manières :
  - Contact avec la peau : la peau ne forme pas une barrière absolue et les pesticides peuvent être absorbés dans le corps en cas de contact cutané.
  - Inhalation : les pesticides peuvent produire des fumées ou de la poussière susceptibles d'être absorbées par les poumons.
  - Ingestion : ce mode de pénétration est susceptible d'occasionner un empoisonnement plus grave. Il peut survenir par accident.

#### Précautions pour le personnel

- Lisez toujours les consignes d'utilisation et respectez les proportions d'application.
- Informez et formez correctement tout le personnel en insistant sur les pratiques sûres.
- Utilisez des tenues protectrices (F.T. 7.20) pour la manipulation et la pulvérisation de pesticides utilisés en santé publique.
- Évitez tout contact avec la peau. Ne jamais remuer des liquides ou transvaser des pesticides à mains nues. Si les pesticides entrent en contact avec la peau, lavez immédiatement à l'eau et au savon.
- Utilisez des équipements dédiés pour mesurer, mélanger et transvaser des pesticides. Assurez-vous que tout mélange est effectué en extérieur ou dans des lieux bien ventilés. Il est vivement recommandé d'acheter des pesticides préemballés en quantités appropriées, même s'ils sont plus coûteux.
- Soyez très vigilant lors de l'ouverture de contenants de pesticides.
- Ne jamais manger, boire ou fumer pendant le travail.
- Changez / lavez vos vêtements immédiatement s'ils sont imprégnés de pesticides.
- Lavez-vous les mains et le visage à l'eau et au savon après avoir pulvérisé et avant de manger, boire ou fumer.
- Prenez une douche ou un bain avec du savon à la fin de chaque journée de travail, et changez-vous en mettant des vêtements propres.
- Lavez vos combinaisons et autres tenues protectrices avec de l'eau et du savon à la fin de chaque journée de travail, et maintenez-les séparées du reste des vêtements de la famille (F.T. 7.20).
- Mettez deux jeux complets de tenues protectrices et d'équipement de protection individuelle à la disposition du personnel impliqué dans la lutte chimique contre les vecteurs. Cela leur permettra d'utiliser un jeu pendant que l'autre est au lavage.
- Incluez des informations sur les symptômes d'empoisonnement accidentel ainsi que le protocole de traitement immédiat dans toute formation destinée aux personnes manipulant des pesticides.
- Rappelez régulièrement aux travailleurs qu'il faut avertir immédiatement le superviseur s'ils ne se sentent pas bien ou en cas d'incident.

Si ces précautions sont scrupuleusement respectées, les risques seront extrêmement limités en cas de travail avec un personnel suffisamment formé et correctement supervisé.

## **Précautions pour les bénéficiaires**

- Planifiez toujours les activités de lutte anti-vectorielle en consultation avec les comités d'hygiène / de santé de la structure de santé.
- Lorsque des méthodes de lutte chimique sont mises en œuvre, informez les patients, le personnel de la structure de santé ou la communauté affectée concernant le type, le délai d'exécution et les risques de l'activité planifiée.
- Informez le personnel de l'hôpital / les ménages quant à la manière de reconnaître les symptômes d'empoisonnement.

## **Symptômes d'empoisonnement**

- Les symptômes d'empoisonnement ou de surexposition apparaissent rapidement, généralement dans l'heure suivant l'exposition.
- En cas d'empoisonnement par des organophosphates ou des carbamates, les nausées, les maux de tête, la fatigue et les troubles mentaux ou musculaires tendent à être les premiers symptômes, suivis par des vomissements, des crampes abdominales, une diarrhée, une forte transpiration et une importante salivation. Les cas critiques peuvent déboucher sur une paralysie et des problèmes respiratoires, suivis par des convulsions et une perte de conscience entraînant un coma, un arrêt respiratoire et la mort.
- Les pyréthroides ont une faible toxicité chez les mammifères et seules des doses orales supérieures à 15 g peuvent empoisonner les humains. En cas d'empoisonnement au travail (manipulation inappropriée), ils peuvent entraîner des sensations anormales du visage, des symptômes d'irritation de la peau et des voies respiratoires supérieures. En cas d'empoisonnement par ingestion, les symptômes initiaux sont essentiellement digestifs (douleurs épigastriques, nausées et vomissements).

## **Instructions de sécurité pour traiter un empoisonnement lié à un pesticide**

Tout le personnel doit être pleinement conscient des règles simples ci-après, à suivre en cas d'empoisonnement lié à un pesticide :

- Éloignez le patient du pesticide.
- Soyez calme, installez le patient confortablement et assurez-vous qu'il reste tranquille.
- Enlevez les vêtements contaminés, lavez soigneusement la peau exposée à l'eau et au savon.
- Rincez abondamment les yeux à l'eau claire pendant environ dix minutes s'ils sont entrés en contact avec du pesticide ; les paupières doivent être maintenues ouvertes durant le rinçage.
- Soyez attentif à la respiration, pratiquez la respiration artificielle si nécessaire.
- Couchez le patient sur le flanc, en position de sécurité.
- Faites vomir le patient s'il a avalé des produits hautement toxiques, mais uniquement s'il est conscient.
- Demandez l'aide d'un médecin.

## **Remarques**

- Le personnel médical doit savoir quels pesticides sont utilisés et quelles sont les mesures à prendre en cas d'empoisonnement. L'utilisation de certains pesticides tels que les rodenticides requiert la présence d'antidotes. Un stock d'atropine injectable doit être conservé à portée de main pour l'éventualité d'un empoisonnement aux organophosphates et carbamates.
- Les superviseurs du personnel travaillant avec des pesticides doivent pouvoir diagnostiquer rapidement un empoisonnement et prendre les mesures appropriées.
- Les tenues de protection peuvent s'avérer une source importante d'exposition pour les opérateurs si elles ne sont pas correctement lavées ou jetées après usage.
- Dans les pays à faibles revenus, les conteneurs de pesticides vides ont beaucoup de valeur et sont souvent vendus ou échangés en tant que conteneurs de stockage pour d'autres produits, voire des aliments et des boissons. Les conteneurs de pesticides ne pourront jamais être suffisamment nettoyés pour un usage sûr dans le cadre du stockage de nourriture ou de boissons. Ces pratiques sont dangereuses et doivent être évitées, par exemple en perçant et en encapsulant tout conteneur de pesticide vide ne pouvant être renvoyé au fournisseur en vue d'une élimination sûre ou d'une réutilisation.
- Veillez à toujours disposer d'un système de douche (seau d'eau et savon, p.ex.).

## F.T. 7.14 Pulvérisateur d'insecticide à effet rémanent

L'utilisation correcte d'un équipement de pulvérisation adéquat est le gage d'une application sûre et uniforme d'insecticide selon le dosage recommandé sur toutes les surfaces où des vecteurs sont susceptibles de se reposer, comme des plafonds, des murs et les surfaces inférieures de meubles volumineux.

### Principes

#### Application du spray

- Utilisez un pulvérisateur manuel constitué d'un réservoir contenant une formulation d'insecticide liquide, qui peut être pressurisée à l'aide d'une pompe manuelle fixée au dispositif. L'air comprimé chasse le liquide du réservoir via un tuyau doté d'une gâchette marche / arrêt, d'une lance et d'un bec doseur.
- Pulvérisez la suspension d'insecticide de façon homogène selon le dosage recommandé. Les facteurs suivants déterminent la quantité d'insecticide pulvérisée :
  - Concentration d'insecticide dans la suspension (généralement un sachet pré-pesé ou une dose par pulvérisateur de 10 litres).
  - Type de bec doseur (le bec doseur plat utilisé pour la pulvérisation sur un mur produit un faisceau de 80°).
  - Débit du pulvérisateur (760 ml/min. sous une pression de 280 kPa).
  - Pression d'air dans le pulvérisateur (maintenir à 170 - 380 kPa).
  - Distance entre l'extrémité du bec doseur et la surface à couvrir (0,45 m).
  - Vitesse d'application (19 m<sup>2</sup>/minute).
- Respectez ces facteurs de manière à appliquer 40 ml/m<sup>2</sup> (calcul : 760 ml/min. divisé par 19 m<sup>2</sup>/min. = 40 ml/m<sup>2</sup>). Cela signifie que 10 litres de suspension peuvent couvrir 250 m<sup>2</sup> (calcul : 10.000 ml divisé par 40 ml/m<sup>2</sup> = 250 m<sup>2</sup>).

#### Contrôle du pulvérisateur

- Utilisez un pulvérisateur manuel à compression agréé par l'OMS.
- Examinez le pulvérisateur afin de vous assurer que toutes ses pièces sont présentes, assemblées correctement et en bon état.
- Assurez-vous que le type de bec doseur adéquat est installé et qu'il n'est pas endommagé ou érodé.
  - Le bec doseur à jet plat (E8002) produit un jet en forme d'éventail et s'utilise pour la pulvérisation murale à effet rémanent. Ce bec doseur pulvérise l'insecticide selon un angle de 80° à raison de 760 ml par minute, sous une pression de réservoir standard de 280 kPa.
  - Le bec doseur à jet plein s'utilise pour traiter les fissures et crevasses afin de lutter contre les punaises des lits, les tiques molles, les cafards et les fourmis.
  - Le bec doseur à jet en cône creux peut être utilisée pour une pulvérisation sur les sites de reproduction des moustiques mais aussi les habitats de tiques et d'acariens dans la végétation.
  - Le bec doseur à jet en cône plein s'utilise pour la pulvérisation sur les sites de reproduction des moustiques.
- Protégez le bec doseur en plaçant la lance dans son support.

#### Test de la pulvérisation avec de l'eau

- Portez une tenue protectrice (F.T. 7.20).
- Utilisez de l'eau claire afin de vous assurer que l'équipement fonctionne correctement et ne fuit pas avant d'utiliser un insecticide (souvent une cause d'empoisonnement).
- Versez de l'eau claire dans le réservoir via un entonnoir avec tamis et ne remplissez jamais le réservoir au-delà de ¾ de sa contenance.
- Placez le couvercle et tournez la poignée pour le verrouiller en position.
- Actionnez la pompe avec les deux mains, en gardant un pied sur le repose-pied. Pompez jusqu'à l'obtention de la pleine pression de travail. Les limites inférieure et supérieure de la pression de travail sont de 170 kPa (25 psi) et 380 kPa (55 psi).
- Maintenez la pression entre ces deux valeurs durant la pulvérisation en pompant de temps en temps. Si vous entendez un sifflement indiquant une fuite d'air, le réservoir perd de la pression, très certainement via un accessoire, et il convient de le réparer.
- Assurez-vous qu'il n'y a pas de fuite le long de la lance et du tuyau, surtout à l'endroit où le tuyau rejoint le réservoir et au niveau de la gâchette marche / arrêt.
- Actionnez la gâchette marche / arrêt pour vous assurer que la pulvérisation fonctionne.
- Vérifiez la forme du jet émis par le bec doseur en pulvérisant l'eau sur un mur sec. Regardez si la forme est homogène et sans stries. Assurez-vous que le liquide ne coule pas du bec doseur lorsque la gâchette marche / arrêt est relâchée.

## **Vérification du jet du bec doseur**

- Pompez jusqu'à l'obtention de la pleine pression de travail.
- Ouvrez la gâchette marche / arrêt pendant une minute, recueillez le jet et mesurez la quantité obtenue dans un pot gradué. Répétez cette procédure deux fois et calculez le débit moyen.  
→ Le débit devrait valoir environ 760 ml/min. En cas d'écart, vérifiez si le bec doseur et les filtres à tamis ne sont pas obstrués. Remplacez le bec doseur si nécessaire. Répétez le test du débit jusqu'à l'obtention du volume adéquat.  
→ L'ouverture d'un bec doseur est très petite et ne doit pas être endommagée. Plongez les becs doseur obstrués plusieurs heures dans l'eau claire avant d'enlever l'obstruction à l'aide d'une brosse à dents très souple. Ne nettoyez jamais un bec doseur avec une tige dure ou un morceau de fil de fer, et ne mettez jamais le bec doseur dans votre bouche pour y souffler.

## **Préparation du spray insecticide**

- Identifiez un insecticide adéquat et approuvé par le "WHOPES" pour une utilisation dans le cadre de la santé publique. La plupart des pesticides utilisés en santé publique disponibles pour une pulvérisation à effet rémanent sont fournis en sachets pré-pesés contenant la quantité exacte d'insecticide à diluer dans un pulvérisateur standard de 10 litres. Notez que différentes surfaces telles que de l'herbe ou une bâche en plastique peuvent requérir une formulation ou un insecticide différent (F.T. 7.11).
- Procurez-vous, si possible sur le site, l'eau requise pour le mélange d'insecticides.
- Préparez le spray d'insecticide dans un récipient distinct conformément aux instructions du fabricant, mélangez bien et versez le produit dans le pulvérisateur via un entonnoir avec tamis. Ne remplissez jamais le réservoir au-delà de 3/4 de sa contenance.

## **Technique de pulvérisation**

- Pompez jusqu'à ce que le manomètre indique 380 kPa (55 psi).
- Effectuez une pulvérisation sur une bande verticale du plafond au sol, avec un mouvement descendant.
- Temporez la pulvérisation de manière à couvrir un mètre toutes les 2,2 secondes, soit 4,5 secondes pour un mur de 2 m de hauteur. Vous pouvez faciliter le timing en comptant mentalement « mille quatre-vingt-un - mille quatre-vingt-deux - mille quatre-vingt-trois - ... ».
- Déplacez-vous latéralement et pulvérisez avec un mouvement ascendant du sol au plafond. Appliquez un chevauchement de 5 cm par rapport à la bande précédente.
- Maintenez le bec doseur de pulvérisation à environ 45 cm du mur, afin d'assurer la largeur de bande correcte de 75 cm. Penchez-vous en avant pendant que vous pulvérisez depuis le haut du mur et reculez en descendant le bec doseur. Avancez à nouveau quand vous approchez du sol.
- Secouez régulièrement le réservoir afin de maintenir une formulation homogène.
- Ne laissez pas le produit goutter sur le sol.
- Continuez à pulvériser sur toute la surface en alternant les mouvements descendants et ascendants.
- N'exposez pas une pompe sous pression au soleil.
- Pressurisez le réservoir lorsque le manomètre descend en dessous de 170 kPa (25 psi).

## **Nettoyage et stockage de l'équipement après usage**

- Videz le réservoir du pulvérisateur après usage ; ne stockez jamais un produit de pulvérisation dans l'appareil. Les murs des latrines peuvent être traités avec le reste de solution insecticide dans le réservoir (F.T. 7.02).
- Dépressurisez le réservoir. Versez tout insecticide restant dans des latrines à fosse ou une fosse à infiltration spécifique ; tout insecticide a besoin d'être dilué avec davantage d'eau avant d'être jeté dans des fosses.
- Remplissez le réservoir à moitié avec de l'eau claire.
- Fermez le couvercle, pompez jusqu'à une pression de 380 kPa (55 psi) et pulvérisez l'eau via le bec doseur.
- Dépressurisez le réservoir et secouez-le de manière à nettoyer toutes les surfaces internes.
- Versez l'éventuel reste d'eau dans des latrines à fosse ou dans une fosse d'élimination spécifique.
- Enlevez, nettoyez et remontez le filtre du vaporisateur, situé dans la poignée de la gâchette marche / arrêt.
- Enlevez, nettoyez et remontez l'extrémité du bec doseur.
- Vérifiez soigneusement si les pièces (comme les becs doseur et joints) présentent des signes d'usure.
- Assurez-vous que les pièces mobiles sont légèrement huilées à intervalles réguliers.
- Nettoyez l'extérieur du réservoir.
- Retournez le réservoir avec son couvercle ouvert, ouvrez la gâchette marche / arrêt et laissez toute l'eau sortir du tuyau et de la lance.
- Assurez-vous que la lance est placée dans son support en cas d'inutilisation ; cela protège le bec

doseur. Si vous stockez le pulvérisateur pendant une période prolongée, suspendez-le à l'envers avec le couvercle ouvert pour permettre une circulation d'air.

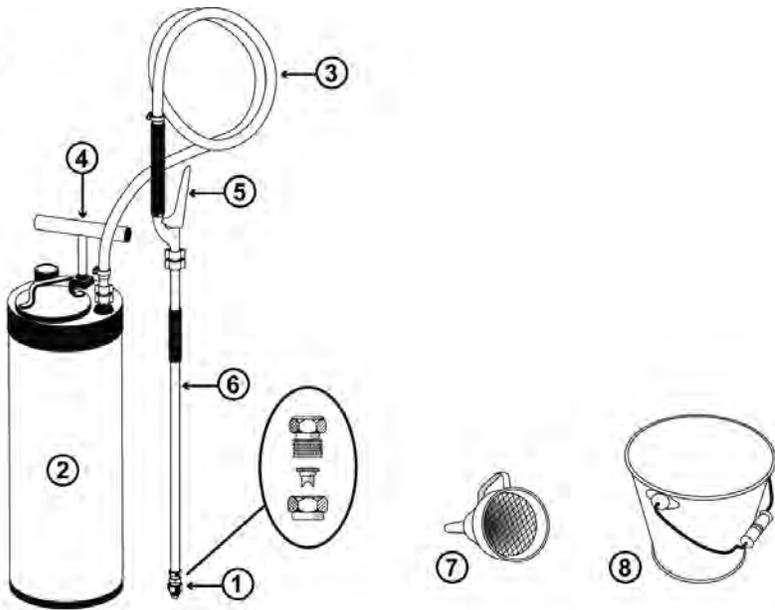
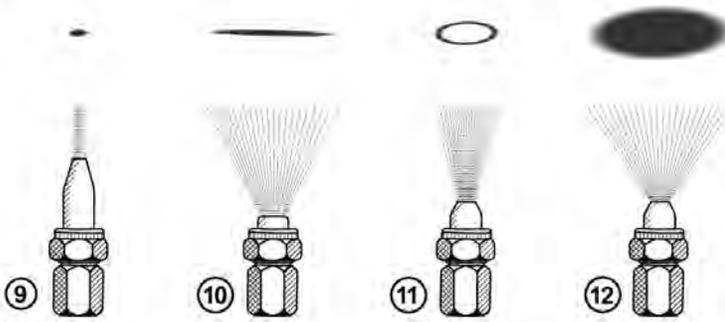
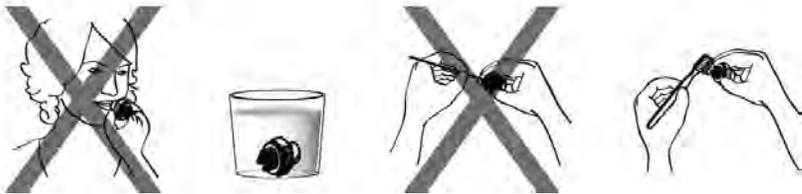
### Remarques

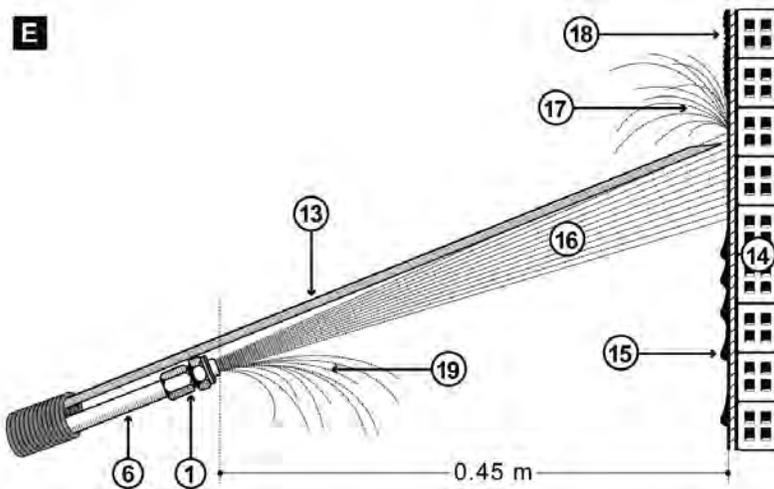
- Si vous pulvérisez sur des surfaces lisses comme une bâche en plastique, une toile de tente ou de la peinture à l'huile, l'écoulement peut s'avérer trop important avec un taux de couverture de 1 mètre toutes les 2,2 secondes. Dans ce cas, doublez la vitesse d'application, laissez sécher la surface traitée puis pulvérisez une seconde fois afin d'obtenir le dosage recommandé (g i.a./m<sup>2</sup>).
- L'insecticide et l'équipement de pulvérisation doivent avoir été agréés par le système d'évaluation des pesticides de l'OMS ("WHOPEs"). Il est vivement conseillé de commander des pesticides utilisés en santé publique via votre technicien de référence. Des produits adéquats peuvent éventuellement être mis à disposition par le Ministère de la Santé ou des programmes nationaux de lutte contre le paludisme.
- Les personnes chargées de la pulvérisation doivent porter des tenues protectrices (F.T. 7.20) et utiliser les pesticides utilisés en santé publique de manière sûre (F.T. 7.13). Dans les climats chauds et humides, le port de tenues protectrices peut s'avérer inconfortable. Les pesticides utilisés en santé publique devraient dès lors être appliqués durant les heures plus fraîches de la journée, afin de minimiser l'éventuel non-respect des règles de sécurité.
- Aménagez une zone de formation pratique afin que chaque personne chargée de pulvériser puisse apprendre la technique correcte pour une pulvérisation au débit adéquat, de manière à couvrir 19 m<sup>2</sup> par minute. Il faut pulvériser neuf bandes verticales. Les opérateurs doivent pulvériser selon un débit uniforme en commençant par le coin supérieur gauche du mur et en descendant jusqu'au bas. Il convient de maintenir une distance de 45 cm entre l'extrémité du bec doseur et la surface à couvrir. Un bâton de bois peut être fixé à la lance pour respecter cette distance durant la formation.
- Tenez compte de la nécessité de disposer de pièces de rechange lors de la planification d'activités de pulvérisation. À titre d'exemple, les extrémités de bacs doseur doivent être remplacées tous les 20 jours de travail.
- Un nettoyage et un entretien réguliers des pulvérisateurs à compression est essentiel pour assurer des performances optimales et maximiser leur durée de vie utile.
- Veillez toujours à porter les tenues protectrices adéquates lors des activités de nettoyage et de maintenance.
- Respectez les précautions d'usage lors de la pulvérisation : ne pas fumer, manger ou boire, éviter de toucher d'autres personnes, se laver les mains et enlever l'équipement protecteur après la pulvérisation. Ne pas pulvériser par temps venteux.

### Légende

### Apport

<p>A. Pulvérisateur manuel à compression agréé par le "WHOPEs"</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bec doseur</li> <li>2. Réservoir de pulvérisation</li> <li>3. Tuyau</li> <li>4. Pompe</li> <li>5. Gâchette marche / arrêt</li> <li>6. Lance</li> <li>7. Entonnoir avec tamis</li> <li>8. Seau pour la préparation de l'insecticide en spray</li> </ol> <p>B. Types de bacs doseur</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9. Jet plein</li> <li>10. Jet plat</li> <li>11. Cône creux</li> <li>12. Cône plein</li> </ol> <p>C. Comment déboucher un bec doseur</p> <p>D. Technique de pulvérisation</p> <p>E. Forme du jet sur une surface verticale</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>13. Bâton en bois fixé à la lance</li> <li>14. Mur</li> <li>15. Écoulement</li> <li>16. Faisceau de 80°</li> <li>17. Rebond</li> <li>18. Dépôt d'insecticides</li> <li>19. Retombées</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compresseur manuel</li> <li>- Bacs doseur (jet plein, jet plat, jet en cône creux, jet en cône plein)</li> <li>- Seau</li> <li>- Entonnoir avec tamis</li> <li>- Conteneur gradué</li> <li>- Chronomètre</li> <li>- Insecticide</li> <li>- Brosse à dents</li> <li>- Équipement de protection (chapeau, masque de protection faciale, respirateur, combinaison, gants, tablier, bottes)</li> <li>- Surface verticale (19 m<sup>2</sup>)</li> <li>- Bâton en bois</li> </ul>
--	--

**A****B****C**

**D****E**

## F.T. 7.15 Campagne relative à la pulvérisation d'insecticide à effet rémanent

La pulvérisation d'insecticide à effet rémanent (PER) est utilisée à grande échelle pour la lutte contre les vecteurs, et plus particulièrement les moustiques, triatomés et phlébotomes. Elle a pour objectif d'assurer l'application sûre et correcte d'un insecticide à effet rémanent sur les surfaces où les vecteurs sont susceptibles de se reposer : généralement les plafonds, les murs et les surfaces inférieures de meubles volumineux. Il peut s'avérer nécessaire de répéter la pulvérisation au moins tous les 6 mois selon la durée de la saison de transmission et la durée de vie résiduelle de l'insecticide sur la surface traitée.

### Principes

#### Conditions essentielles pour le succès d'une campagne de PER

- Possibilité de déterminer si une prévention du paludisme est appropriée pour le groupe-cible (Chapitre 1, section 7.2.3).
- Le vecteur local entre dans les habitations pour se nourrir puis se repose à l'intérieur.
- Le vecteur local n'est pas résistant à l'insecticide envisagé.
- La majorité de la population vit dans des abris dotés de murs pleins tels que des huttes, tentes ou maisons. Les huttes en branchages avec de larges vides ou interstices seront difficiles à traiter par pulvérisation.
- La population dort à l'intérieur durant la principale période de piqûre du vecteur.
- La population n'est pas nomade ; les structures doivent être (semi-)permanentes et ne pas changer au cours de la semaine / du mois suivant.
- Acceptation de la pulvérisation par la population.
- Capacité d'organiser les activités de pulvérisation à temps. La détermination du moment idéal pour la mise en œuvre de la campagne de PER demande un examen des données précédentes en matière de paludisme. Dans les zones où la transmission est saisonnière, la mise en œuvre doit s'effectuer de préférence avant l'intensification de la transmission. Dans les zones de transmission intense toute l'année, la PER sera très efficace à chaque mise en œuvre vu que la pulvérisation sera répétée au moins tous les 6 mois (selon la durée de vie résiduelle de l'insecticide utilisé comme expliqué à l'encadré C).
- Possibilité de collecter et cartographier l'emplacement et le nombre d'abris à traiter.
- Capacité de traiter une proportion suffisamment importante de maisons et pièces dans la zone-cible afin de s'assurer que la majorité des moustiques sont exposés à l'insecticide ou que plus de 80% des abris seront correctement traités pour garantir un effet de protection en masse.
- L'équipe de pulvérisation est formée à l'application sûre et efficace d'insecticides.
- Capacité d'organiser une campagne d'information pour la population ciblée concernant la PER, son objectif et ses avantages. Les informations à diffuser dépendront du résultat de l'évaluation initiale. Sans le soutien du personnel hospitalier et/ou de la communauté, de ses chefs et des autorités, une campagne de PER risque fort d'échouer.

#### Exigences liées à l'insecticide

- Estimez la surface totale A (m<sup>2</sup>) à traiter compte tenu du nombre d'unités concernées et de la surface moyenne de chaque unité (m<sup>2</sup>). Les portes et fenêtres doivent être traitées à l'intérieur et à l'extérieur. Les murs et plafonds doivent être traités au niveau de l'intérieur. Les planchers et murs externes ne requerront pas de pulvérisation.
- Déterminez le type de surface (boue, herbe, briques, bâche en plastique, peinture à l'huile / à l'eau) à traiter.
- Identifiez un insecticide adéquat et approuvé par le "WHOPES" pour une utilisation dans le cadre de la santé publique (encadré C). Notez que différentes surfaces telles que de l'herbe ou une bâche en plastique peuvent requérir une formulation ou un insecticide différent (F.T. 7.11). Avant qu'un insecticide puisse être utilisé dans un pays donné, il doit avoir été autorisé dans ce pays (F.T. 7.10).
- Tenez compte du fait que la plupart des pesticides utilisés en santé publique disponibles pour une pulvérisation à effet rémanent sont fournis en sachets pré-pesés contenant la quantité exacte d'insecticide à diluer dans un pulvérisateur standard de 10 litres.
- Notez qu'un pulvérisateur de 10 litres peut traiter 250 m<sup>2</sup> (F.T. 7.14). Déterminez le nombre de sachets pré-pesés à commander d'après la surface totale A (m<sup>2</sup>) à traiter.
- Calculez la quantité exacte à diluer dans un pulvérisateur standard de 10 litres (si l'insecticide est fourni en vrac) conformément à l'encadré A, B ou C. Comme un pulvérisateur de 10 litres peut traiter 250 m<sup>2</sup>, calculez la quantité totale d'insecticide requise sur la base de la surface totale A (m<sup>2</sup>) à traiter.

## Équipe de pulvérisation

- Le nombre de personnes nécessaires dépendra du contexte (niveau d'urgence, compétences et expérience de l'équipe, climat, terrain, nombre et densité des abris, support logistique, etc.). La zone traitable par une personne chargée de pulvériser peut être estimée entre 1 000 et 2 000 m<sup>2</sup> par jour. Déterminez le nombre de pulvérisateurs à commander d'après la surface totale A (m<sup>2</sup>) à traiter.
- Pour rendre la pulvérisation efficace, mobilisez au minimum deux personnes par pulvérisateur manuel à compression : une pour la pulvérisation effective et un accompagnant (éventuellement un agent de santé communautaire) afin de vous assurer que les abris sont vides avant la pulvérisation effective et de fournir des informations sur la transmission de maladies ainsi que l'objectif et les avantages de la PER. Éventuellement aussi pour installer une MILD et expliquer comment l'utiliser.
- Pour des raisons de sécurité, la journée de travail des préposés à la pulvérisation dépendra de la densité des ménages. Selon la durée d'exposition, elle variera de 4 heures (haute concentration des ménages) à 6 heures maximum (densité des ménages plus faible).
- Une équipe peut être constituée d'un responsable et de maximum 5 pulvérisateurs et 5 accompagnants, selon les caractéristiques des emplacements à traiter. Un superviseur peut suivre 4 équipes maximum.
- Un magasinier devrait être affecté à la campagne de PER afin de suivre la préparation, la distribution, le stock et l'entretien du matériel.
- Une formation devrait être organisée pour tout le personnel impliqué dans la PER. Une telle formation dure souvent environ deux jours et devrait inclure :
  - quelques informations de base sur le moustique Anophèles et la transmission du paludisme (F.T. 7.01 et section 7.2.3),
  - la communication de messages fondamentaux sur la maladie abordée ainsi que l'importance d'un traitement précoce,
  - l'objectif de la campagne de PER et l'importance d'un travail de qualité,
  - des informations fondamentales sur les pesticides utilisés en santé publique (F.T. 7.10, 7.11, 7.12),
  - des explications sur la manière d'utiliser, de nettoyer et d'entretenir le pulvérisateur (F.T. 7.14),
  - la préparation des infrastructures avant la pulvérisation (évacuation de la nourriture et des ustensiles de cuisine, p.ex.),
  - les aspects liés à la sécurité pour la manipulation de pesticides utilisés en santé publique (F.T. 7.13),
  - le diagnostic et le traitement d'un empoisonnement aux pesticides (F.T. 7.13),
- Il convient de vérifier que les personnes chargées de la pulvérisation portent correctement leur équipement de protection (F.T. 7.20).

## Infrastructure

- Informez le chef du ménage quant au programme et à l'objectif de la pulvérisation, en lui laissant le temps de préparer et d'évacuer l'immeuble.
- Faites nettoyer dans la mesure du possible les murs avant la pulvérisation afin d'éviter l'enlèvement de résidus d'insecticide en cas de nettoyage après la pulvérisation.
- Assurez-vous que les occupants quittent l'immeuble avant la pulvérisation. Les pièces occupées par des personnes malades qui ne peuvent être déplacées ne doivent pas faire l'objet d'une pulvérisation.
- Enlevez tous les éléments ménagers, y compris l'eau, la nourriture, les ustensiles de cuisine et les jouets du bâtiment, et mettez-les à l'abri de la pluie. Les éléments qui ne peuvent être déplacés doivent être correctement recouverts. Déplacez et couvrez, ou sortez les meubles afin de permettre un accès aisé aux murs pour la pulvérisation.

## Pulvérisation

- La pulvérisation des plafonds doit s'effectuer avec une attention particulière pour toutes les poutres, et selon le même mouvement que pour les murs. Ne vous placez pas directement sous les retombées du jet.
- Déplacez, dans la mesure du possible, les meubles et objets situés contre le mur, afin de pouvoir pulvériser derrière eux. Les armoires doivent être vidées pour permettre la pulvérisation de leur intérieur. Nettoyez soigneusement les tables afin d'enlever les retombées de spray.
- Les personnes chargées de la pulvérisation doivent porter des tenues protectrices (F.T. 7.20) et utiliser les pesticides utilisés en santé publique de manière sûre (F.T. 7.13). Dans les climats chauds et humides, le port de tenues protectrices peut s'avérer inconfortable. Les pesticides utilisés en santé publique devraient dès lors être appliqués durant les heures plus fraîches de la journée, afin de minimiser l'éventuel non-respect des règles de sécurité.

## Procédures après pulvérisation

- Recommandez aux occupants de rester dehors pendant deux heures après la pulvérisation.
- Demandez au personnel de l'hôpital ou aux occupants de balayer ou nettoyer le sol ainsi que toutes les surfaces planes afin d'enlever les retombées avant que des patients, d'autres personnes ou des objets ne puissent revenir sur les lieux. Signalez-leur qu'il ne faut pas nettoyer les surfaces traitées.
- Assurez-vous que tous les emballages vides sont renvoyés au superviseur en vue d'une élimination sans danger. Organisez l'élimination appropriée des restes d'insecticide et des emballages vides (F.T. 7.12).
- Ne jamais verser l'insecticide restant dans des sources d'eau potable ou des rivières et étangs car les poissons sont extrêmement sensibles aux pyréthroïdes.

### **Encadré A**

**Application d'une poudre mouillable / de granulés** (pour utilisation sur des murs poreux : briques, boue, structures à base d'herbe, murs revêtus de peinture à l'eau, etc.)

Un litre de solution en suspension peut être préparé via la formule suivante :

$$X = S \times Y \times 100/C$$

**Où :**

X = poids de poudre / granulés dispersables dans l'eau requis pour préparer un litre de solution en suspension (g)

Y = dosage recommandé (g/m<sup>2</sup>) ; dépend de l'insecticide (encadré C)

C = concentration d'ingrédient actif dans la formulation comme indiqué sur l'emballage (%)

S = 25 m<sup>2</sup> de surface couverts avec un litre de spray en suspension. En cas de procédure standard, pulvériser à raison de 40 ml/m<sup>2</sup> ou 1 l/25 m<sup>2</sup> (F.T. 7.14)

**Exemples :**

1. La deltaméthrine (poudre mouillable à 2,5%) doit être pulvérisée selon un dosage de 0,025 g i.a./m<sup>2</sup>.

$$X = 25 \times 0,025 \times 100/2,5 = 25 \text{ g}$$

Pour un réservoir de 10 litres, il faut 250 g de poudre mouillable (calcul : 10 x 25 g).

2. L'alphacyperméthrine (poudre mouillable à 5%) doit être pulvérisée selon un dosage de 0,03 g i.a./m<sup>2</sup>

$$X = 25 \times 0,03 \times 100/5 = 15 \text{ g}$$

Pour un réservoir de 10 litres, il faut 150 g de poudre mouillable (calcul : 10 x 15g).

### **Encadré B**

**Application d'un concentré en suspension** (pour une utilisation sur des tentes en toile, des bâches en plastique, et des murs revêtus de peinture à l'huile)

Un litre de solution en suspension peut être préparé via la formule suivante :

$$X = S \times Y \times 100/C$$

**Où :**

X = quantité de concentré en suspension requise pour préparer un litre de solution en suspension (ml)

Y = dosage recommandé (g/m<sup>2</sup>) ; dépend de l'insecticide (encadré C)

C = concentration d'ingrédient actif dans la formulation comme indiqué sur l'emballage (% poids/volume)

S = 25 m<sup>2</sup> de surface couverts avec un litre de solution en suspension. En cas de procédure standard, pulvériser à raison de 40 ml/m<sup>2</sup> ou 1 l/25 m<sup>2</sup> (F.T. 7.14)

**Exemple :**

L'Alpha-cyperméthrine (concentré en suspension à 6%) doit être pulvérisée selon un dosage de 0,03 g i.a./m<sup>2</sup>.

$$X = 25 \times 0,03 \times 100/6 = 12,5 \text{ ml}$$

Pour un réservoir de 10 litres, la quantité de concentré en suspension est de 125 ml (calcul : 12,5 ml x 10).

Verser le produit dans un récipient et ajoutez de l'eau jusqu'à 10 litres.

## Encadré C

(adapté de la liste "WHOPES" des insecticides approuvés pour la PER – pour les mises à jour, consulter le site web "WHOPES")

Composés insecticides et formulations (1)	Famille (2)	Dosage (g d'i.a./m <sup>2</sup> )	Mode d'action	Durée d'action effective (mois)
Malathion (PM)	OP	2	contact	2 - 3
Fénitrothion (PM)	OP	2	contact et aéroporté	3 - 6
Pirimiphos-méthyl (PM et CE)	OP	1 - 2	contact et aéroporté	2 - 3
Bendiocarbe (PM)	C	0,1 - 0,4	contact et aéroporté	2 - 6
Propoxur (PM)	C	1 - 2	contact et aéroporté	3 - 6
Alpha-cyperméthrine (PM et CS)	P	0,02 - 0,03	contact	4 - 6
Bifenthrine	P	0,025 - 0,05	contact	3 - 6
Cyfluthrine (PM)	P	0,02 - 0,05	contact	3 - 6
Deltaméthrine (PM, GM)	P	0,01 - 0,025	contact	2 - 3
Étofenprox (PM)	P	0,1 - 0,3	contact	3 - 6
Lambda-cyhalothrine (PM, SC)	P	0,02 - 0,03	contact	3 - 6

(1) SC : suspension de capsules ; CE : concentré émulsifiable ; CS : concentré en suspension ; GM : granulés mouillables ; PM : poudre mouillable ; (2) OC : organochlorés ; OP : organophosphates ; C : carbamates ; P : pyréthroides

### Remarques

- L'insecticide et l'équipement de pulvérisation doivent avoir été agréés par le système d'évaluation des pesticides de l'OMS ("WHOPES"). Il est vivement conseillé de commander des pesticides utilisés en santé publique via votre technicien de référence. Des pesticides utilisés en santé publique adéquats peuvent éventuellement être mis à disposition par le Ministère de la Santé ou des programmes nationaux de lutte contre le paludisme.
- Respectez les précautions lors de la pulvérisation : ne pas fumer, manger ou boire, éviter de toucher d'autres personnes, enlever l'équipement protecteur après la pulvérisation et se laver les mains.
- Les insecticides sont souvent classés en tant que "substances chimiques toxiques" et sont donc sujets à des exigences strictes pour l'emballage et les certificats d'expédition dans le cadre du transport. Les exigences liées à l'emballage de poudres mouillables sont moins strictes que pour les formulations liquides, et ces poudres sont généralement les formulations les plus faciles à envoyer par transport aérien.
- Certains insecticides peuvent occasionner des réactions d'allergie telles que des démangeaisons. Il est donc important de ventiler la surface traitée et d'empêcher les gens d'accéder à l'infrastructure avant que l'insecticide ait séché. Le temps requis pour que l'insecticide sèche dépend du contexte. Vous pouvez appliquer une feuille de papier toilette sur la surface traitée afin de vérifier s'il a séché ou non.
- Avant d'entamer la formation d'une équipe, déterminez s'il y a des personnes qualifiées dans la région (à titre d'exemple, une équipe de lutte contre les poux n'a pas été formée pour gérer un programme de lutte contre le paludisme et aura besoin d'une formation supplémentaire).
- Une PER est particulièrement recommandée dans les régions où la transmission du paludisme est largement confinée à une seule saison. La PER peut s'avérer très efficace si elle est menée une fois par an avant le début de la saison de transmission. Dans les régions où la transmission du paludisme est plus ou moins constante toute l'année, la PER devra être répétée tous les trois à huit mois (en fonction des conditions locales, des types d'habitations et de l'insecticide utilisé), avec des implications en termes de coûts et de ressources humaines.
- La nature de la surface à traiter joue un rôle essentiel dans la durée de l'effet rémanent de l'insecticide. Les surfaces d'origine organique (bois, bambou, feuilles de palmier ou chaume et boue) sont adsorbantes et peuvent rompre la structure chimique de l'insecticide. Elles requièrent des taux d'application plus élevés pour obtenir une action rémanente satisfaisante. Les surfaces alcalines telles que les murs blanchis à la chaux affectent les insecticides. Ne pulvérisez pas sur un toit en tôles de fer ondulées exposé au soleil car l'accumulation de chaleur peut rapidement inactiver les insecticides ou écailler les surfaces traitées.

## F.T. 7.16 Moustiquaires imprégnées d'insecticide à longue durée (MILD)

Les moustiquaires imprégnées d'insecticide sont l'un des principaux modes de lutte contre le paludisme. Largement acceptées par les communautés dans les régions affectées, elles exercent deux types d'effet protecteur : l'un pour les personnes directement installées sous les moustiquaires et l'autre pour la communauté au sens large.

### Principes

#### Protection individuelle et effet de masse

L'effet de protection individuelle d'une moustiquaire imprégnée d'insecticide à longue durée (MILD) pour les personnes qui dorment en dessous se manifeste de trois manières. D'abord, l'insecticide incorporé dans le tissu de la moustiquaire tue les moustiques (et/ou d'autres insectes piqueurs) entrant en contact avec lui. Ensuite, la MILD repousse une partie des moustiques mais cette fonctionnalité dépend de l'insecticide qu'il comporte. Enfin, la moustiquaire oppose une barrière mécanique aux piqûres. Cette barrière mécanique offre moins de protection, ce qui explique pourquoi les moustiquaires sans insecticide sont moins efficaces que celles traitées. Une moustiquaire déchirée et non traitée n'offre que peu, voire pas de protection, tandis qu'une moustiquaire déchirée mais traitée fonctionne toujours dans une certaine mesure.

L'effet de masse est important mais souvent ignoré. Il étend la protection au-delà des individus sous la moustiquaire et fonctionne de trois manières. D'abord, la couverture de masse par les MILD raccourcit la durée de vie des moustiques. Ensuite, elle réduit le nombre de moustiques dans la communauté. Outre leur effet létal, ces MILD empêcheront aussi les moustiques de se nourrir, réduisant ainsi leur potentiel de reproduction. Enfin, avec certaines espèces Anophèles, la couverture de masse peut inciter les moustiques à ne plus piquer les humains mais bien les animaux, réduisant dès lors la transmission d'humain à humain. Combinés, ces effets sur la population de vecteurs peuvent réduire considérablement la transmission de maladies, mais uniquement si la couverture des moustiquaires est suffisamment élevée.

La protection individuelle fournie par les MILD permet un déploiement progressif à partir d'une faible couverture de la population. Une extension rapide ciblant une couverture complète est toutefois vivement recommandée car leurs effets de lutte massive contre les vecteurs deviennent plus manifestes à mesure que la couverture des ménages augmente. Chaque MILD contribue donc non seulement à la sécurité de son ou ses utilisateurs mais aussi à la sécurité d'autres personnes.

#### Caractéristiques

Les MILD sont des moustiquaires prêtes à l'emploi et prétraitées en usine dont l'insecticide est incorporé dans ou appliqué autour des fibres. Les moustiquaires imprégnées d'insecticide à longue durée conservent leurs propriétés pendant deux à cinq ans, soit la durée de vie physique d'une moustiquaire. Une MILD ne requiert un nouveau traitement qu'après 20 lavages. Par conséquent, et si elles sont utilisées correctement, elles ne requièrent pas d'autre traitement pendant leur durée de vie normale. Le polyester et le polyéthylène sont les tissus les plus couramment utilisés à l'heure actuelle pour les moustiquaires, mais on utilise aussi de la fibre de coton. Les moustiquaires carrées sont les moins en contact avec les personnes et sont souvent préférées. Il n'est pas recommandé d'avoir un rabat pour l'entrée. Le format de maille indique le nombre de trous par pouce carré dans la moustiquaire. Le plus fréquent est 156. Dans les climats tropicaux, un maillage supérieur à 156 peut se traduire par une ventilation insuffisante pour un usage confortable. Mais dans les régions désertiques où les nuits sont froides, le "Dumuria®", une moustiquaire non transparente, peut s'avérer plus approprié. La valeur en "deniers" d'une moustiquaire donne une indication du poids de la fibre et donc de sa résistance. Les moustiquaires de moins de 100 deniers ne sont pas recommandées car elles se déchirent assez aisément. Dans la pratique, la taille de la moustiquaire relève des préférences de l'utilisateur et dépend des habitudes culturelles.

## **Conditions essentielles pour le succès d'une distribution de MILD**

- Aptitude à déterminer si une MILD convient au groupe-cible (Chapitre 1, section 7.2.3).
- Au moins une partie des vecteurs piquent à des heures et des endroits où les gens dorment sous la moustiquaire.
- La population ciblée présente un potentiel de changement comportemental, de sorte que les gens utiliseront correctement les moustiquaires, en sachant que leur distribution devrait s'accompagner d'une promotion adéquate et de messages clairs en termes de sensibilisation.
- La population a l'envie et la possibilité d'utiliser les moustiquaires (abris suffisamment spacieux pour l'installation d'une moustiquaire, p.ex.).
- La population ne doit pas faire de feu dans la zone de sommeil de l'abri.
- Possibilité d'organiser et de mener une campagne de promotion communautaire efficace avant la distribution. Les informations à diffuser dépendront du résultat de votre évaluation. Sans le soutien du personnel hospitalier et/ou de la communauté, de ses chefs et des autorités, une campagne de distribution de MILD risque fort d'échouer.
- Disponibilité d'un système de distribution adéquat, ainsi que d'informations sur le nombre et les emplacements des maisons et dortoirs requérant des moustiquaires.
- Les MILD sont disponibles ou peuvent être mises à disposition en temps opportun. Ce type de moustiquaire peut faire l'objet de longs délais d'expédition et de livraison, ce qui risque de retarder leur déploiement ainsi que l'obtention d'une protection efficace.
- Possibilité de gérer la distribution aux groupes-cibles dans les délais impartis. La détermination du moment idéal pour la distribution demande un examen des données précédentes en matière de paludisme. La mise en œuvre sera effectuée de préférence avant le début de la saison du paludisme pour les régions où il est saisonnier. Dans les zones où la transmission du paludisme est intense toute l'année, la distribution sera efficace à chaque mise en œuvre.
- La distribution de moustiquaires ne doit pas susciter un danger pour la population (risque de vol, pillage, etc.).
- Les espèces de moustiques concernées ne sont pas résistantes à l'insecticide qui imprègne les MILD.

## **Plan d'activité pour la distribution de MILD**

- Déterminez la taille, la forme et la couleur des moustiquaires à distribuer. Les MILD sont disponibles avec des formes rectangulaires et circulaires, de multiples couleurs et des voiles de coton transparents ou opaques (Dumuria®, p.ex.). En cas d'urgence, distribuez le modèle disponible en stock afin de permettre un déploiement rapide (ex. : MILD individuelle rectangulaire de 1,30 m de largeur pour les patients de centres de santé et MILD de 1,90 m de largeur pour les familles).
- Désignez les bénéficiaires. Une distribution ciblant des groupes à risques (femmes enceintes, enfants de moins de 5 ans dans des espaces ouverts via des cliniques prodiguant des soins anténataux, programmes d'immunisation, centres nutritionnels, campagnes de vaccination, etc.) ou une distribution en masse visant une bonne couverture des ménages.
- Déterminez comment et où les moustiquaires seront distribuées (ex. : diffusion en masse lors d'une distribution générale d'aliments, via les chefs locaux, ou de porte à porte en installant les MILD durant la distribution, ce qui exercera un impact positif sur leur utilisation).
- Établissez une campagne de promotion / sensibilisation dûment préparée pour les MILD. Contactez votre technicien de référence afin d'obtenir les formulaires d'enquête existants, qui devront néanmoins être adaptés aux données collectées sur le contexte local (F.T. 1.01).
- Déterminez une méthode de contrôle post-distribution afin de vous assurer que les bénéficiaires ciblés ont effectivement reçu / conservé leur MILD et l'utilisent correctement.

## Remarques

- Dans les camps de réfugiés ou de personnes déplacées, la pulvérisation d'insecticide à effet rémanent (F.T. 7.15) sera probablement préférable à la distribution de MILD étant donné les taux de rétention notoirement médiocres pour les MILD en phase d'urgence aiguë. Confrontées à des rations alimentaires limitées, les familles se résoudront souvent à vendre leur moustiquaire afin de pouvoir acheter temporairement davantage de nourriture.
- L'utilisation de MILD peut entraîner des démangeaisons ou des réactions allergiques, de sorte qu'il vaut mieux les ventiler 24 heures avant usage. Le personnel manipulant de nombreuses moustiquaires neuves doit porter des tenues protectrices (gants et longues manches).
- Pour réduire le risque de revente des MILD par les bénéficiaires, les moustiquaires devraient être retirées de leur emballage, marquées d'un numéro ou d'un nom et signées pour réception par le responsable du ménage. Certaines MILD sont fournies d'office avec un numéro individuel imprimé. Cette méthode peut également faciliter le suivi de la distribution ainsi que l'évaluation des objectifs prédéfinis.
- Dans les régions où une étude préalable à la distribution indique que les moustiquaires distribuées aux femmes enceintes sont en grande partie utilisées par leur mari ou d'autres membres de leur famille, distribuez deux moustiquaires pour chaque femme enceinte.
- Si possible, les moustiquaires doivent être commandées bien avant une distribution planifiée, afin d'assurer une livraison en temps opportun et des coûts de transport raisonnables.
- La forme et la couleur sont des critères importants car certaines couleurs peuvent être refusées / utilisées à mauvais escient par les bénéficiaires en raison de leur signification pour la population (à titre d'exemple, les moustiquaires blanches pourraient être utilisées pour envelopper des cadavres ou confectionner des robes de mariées). Les moustiquaires blanches pourraient aussi être lavées plus souvent que les moustiquaires colorées.
- Une intervention adéquate au moyen de MILD dans les pays frappés par un paludisme endémique consiste à attribuer une moustiquaire par lit dans les dortoirs d'écoles.
- Des huttes ou abris préfabriqués peuvent être utilisés durant les campagnes de promotion afin d'expliquer clairement le mode d'installation des MILD (p.ex. : pour garder les moustiques et autres insectes à l'extérieur, veillez à rentrer le bas de la moustiquaire sous le matelas ou laissez-la pendre de sorte qu'elle touche le sol tout autour).
- Il peut s'avérer important de fournir des clous et du cordage durant la distribution afin de faciliter l'installation des MILD.
- Il peut s'avérer important de remplacer les moustiquaires anciennes et endommagées par de nouvelles durant la distribution.
- Dans les zones propices au paludisme, assurez-vous que la moustiquaire est utilisée chaque nuit, même si on ne voit ou entend pas de moustiques.
- Évitez de faire du feu à proximité de la moustiquaire ou de fumer en dessous.
- On constate souvent que les gens utilisent des moustiquaires pour pêcher, se vêtir (robe de mariée) ou protéger des récoltes. Afin d'éviter ces pratiques, tenez compte de cette possibilité lors de la distribution de moustiquaires et parlez-en dans les messages de la campagne de promotion.
- Si une MILD a été utilisée par un patient atteint d'une maladie très contagieuse (Ébola, p.ex.), elle doit être détruite car elle ne peut être désinfectée ; les insecticides et le chlore ne sont pas compatibles.
- Certaines moustiquaires (MILD) ont besoin de temps (jusqu'à une semaine) pour recouvrer après un lavage leurs propriétés insecticides. Ce processus peut être accéléré par la chaleur (par exemple, placez la MILD sous une couverture au soleil pendant une journée ; la couverture est nécessaire car les UV provoquent une décomposition des insecticides).

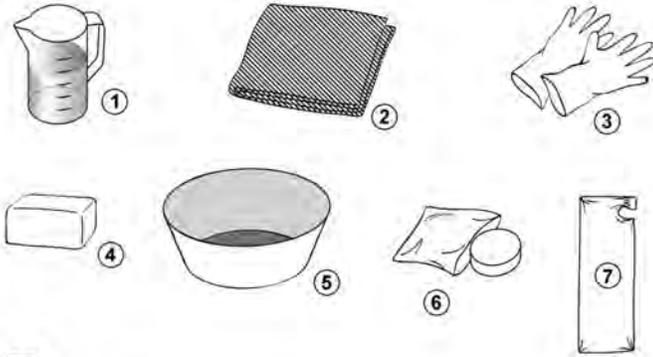
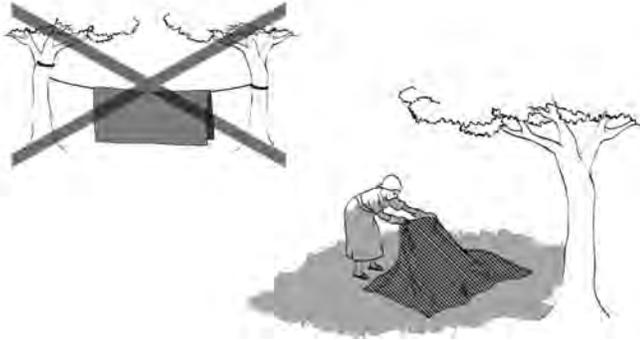
## F.T. 7.17 Imprégnation de moustiquaires, vêtements et rideaux

Une moustiquaire imprégnée de pesticides utilisés en santé publique est bien plus efficace qu'une moustiquaire non traitée. Si une moustiquaire n'est pas traitée, les moustiques trouveront rapidement toute partie du corps en contact avec la moustiquaire ou laissée accidentellement sans couverture. Les moustiquaires traitées à l'insecticide empêchent les moustiques, mais aussi les punaises des lits, les poux, les puces, les phlébotomes et les cafards de piquer. Les vêtements et rideaux peuvent aussi être imprégnés.

### Principes

Pour l'imprégnation d'une moustiquaire et sa conversion en moustiquaire imprégnée d'insecticide à longue durée (MILD), il est recommandé d'utiliser une dose unique préemballée. Ces doses sont disponibles sous la forme d'un kit contenant une dose d'insecticide, un sachet d'agglutinant, des gants, un conteneur (ou sac) de mesure en plastique et les consignes d'imprégnation. Il est généralement plus efficace de traiter plusieurs moustiquaires en même temps en utilisant une dose par moustiquaire. Les moustiquaires déjà utilisées doivent être lavées et séchées avant traitement. La procédure d'imprégnation suivante peut également être appliquée aux rideaux et vêtements. Identifiez la formulation de l'insecticide adéquate pour imprégner des vêtements avec l'aide de votre technicien de référence (à titre d'exemple, une formulation intégrant de la deltaméthrine en ingrédient actif irritera la peau et ne convient absolument pas).

- Procurez-vous l'équipement requis : bassine ou sac en plastique, gants, savon, moustiquaire et kit d'imprégnation (insecticide, agglutinant, conteneur ou sac de mesure en plastique).
- Assurez-vous que la moustiquaire est propre. Sinon, lavez-la à l'eau et au savon et séchez-la avant l'imprégnation.
- Choisissez un site approprié pour procéder à l'imprégnation. Il est préférable de traiter la moustiquaire à l'ombre, en extérieur. Si vous devez traiter la moustiquaire en intérieur, faites-le dans une pièce avec les fenêtres ouvertes.
- Enfilez des gants de protection en caoutchouc.
- Mesurez la quantité correcte d'eau dans le sac de mesure et versez-la dans la bassine ou le sac plastique : il faut 0,5 litre pour une moustiquaire synthétique (polyester ou polyéthylène, p.ex.) et 2 litres pour une moustiquaire en coton, indépendamment de la taille de la moustiquaire. Si la moustiquaire est exceptionnellement large ou épaisse, il faudra peut-être un peu plus d'eau.
- Ajoutez la quantité adéquate d'agglutinant, si disponible, à l'eau et mélangez vigoureusement.
- Ajoutez la quantité adéquate d'insecticide à l'eau. La quantité ou "dose" d'insecticide requise pour traiter une moustiquaire peut se présenter sous la forme d'un comprimé, d'une petite bouteille ou d'un sachet de liquide.
- Mélangez soigneusement l'eau et l'insecticide.
- Dépliez la moustiquaire et placez-la dans la bassine ou le sac en plastique avec la solution d'insecticide que vous avez préparée.
- Laissez la moustiquaire tremper suffisamment longtemps pour vous assurer qu'elle est entièrement imprégnée.
- Sortez la moustiquaire et tordez-la doucement. Ne la tordez pas trop fort – comme pour le lavage de vêtements – sinon l'insecticide sera perdu.
- Ne suspendez pas la moustiquaire à une corde, sinon l'insecticide sera réparti de façon inégale ou pourra même s'égoutter. Étendez la moustiquaire à plat dans l'ombre pour la faire sécher. Ne laissez pas la moustiquaire au soleil car les insecticides peuvent se décomposer sous l'effet des UV. Elle pourra être suspendue par la suite afin d'achever le séchage.
- Utilisez n'importe quel reste de mélange d'eau et d'insecticide pour traiter les rideaux. Sinon, évacuez-le dans les latrines ou un trou spécifique, mais loin des étangs, rivières, fleuves, puits, sources, forages, maisons ou abris d'animaux. Ne stockez jamais le mélange d'eau et d'insecticide.
- Lavez la bassine avec du savon et beaucoup d'eau.
- Évacuez les gants usagés, les sacs en plastique et les conteneurs d'insecticide vides (F.T. 7.12).
- Lavez-vous les mains à l'eau et au savon.

**A****B****C****Légende**

A. Matériel nécessaire pour l'imprégnation

B. Imprégnation de la moustiquaire

C. Séchage adéquat de la moustiquaire

1. Conteneur de mesure ou sac
2. Moustiquaire propre
3. Gants
4. Savon
5. Bassine ou sac en plastique
6. Formulation d'insecticide
7. Agglutinant

## Remarques

- Si elle est correctement utilisée et entretenue, une moustiquaire non traitée peut opposer une barrière physique aux moustiques femelles affamés. Des piqûres restent possibles s'il y a une petite déchirure dans la moustiquaire, si la moustiquaire ne couvre pas l'ensemble du lit ou si une partie du corps est en contact avec la moustiquaire. Si elle est traitée à l'insecticide, la moustiquaire sera beaucoup plus efficace, générant un halo chimique au-delà de ses contours physiques. Cette action tend à empêcher les moustiques de piquer ou à raccourcir leur durée de vie et à réduire la transmission du paludisme. Même une moustiquaire traitée avec des trous exercera cet impact car le moustique devra entrer en contact avec la moustiquaire pour repérer un trou.
- L'utilisation de MILD est recommandée (F.T. 7.16). Les MILD sont des moustiquaires prêtes à l'emploi, prétraitées en usine. Les moustiquaires imprégnées d'insecticide à longue durée conservent leurs propriétés insecticides pendant deux à cinq ans, soit la durée de vie physique de la moustiquaire. Une MILD ne requiert un nouveau traitement qu'après 20 lavages. Si elle est utilisée correctement, elle n'a donc pas besoin d'un traitement supplémentaire pendant sa durée de vie normale.
- Dans les structures de santé, les moustiquaires doivent être lavées si elles sont souillées (sang, excréta, vomi, etc.) ou au moins à intervalles réguliers (chaque mois, p.ex.). Dans ce cas particulier, les MILD seront lavées 20 fois après quasi deux ans, donc avant la fin de leur durée de vie. Si les MILD sont encore en bon état à ce moment, elles devront être ré-imprégnées avant d'être réutilisées (F.T. 7.17).
- Les MILD doivent également être ré-imprégnées lorsqu'il n'y a pas d'information sur le moment de leur installation dans les structures de santé et le nombre de lavages qu'elles ont subi (F.T. 7.17).
- N'utilisez que des pesticides utilisés en santé publique recommandés pour l'imprégnation de moustiquaires. Les moustiquaires ne peuvent être traitées à l'aide d'une formulation à base de poudre mouillable. En effet : à mesure que la moustiquaire sèche, la poudre mouillable cesse d'adhérer aux fibres souples et retombe. Une personne utilisant la moustiquaire risque alors d'inhalier l'insecticide et de l'accumuler sur la peau exposée durant la nuit.
- Si une concentration supérieure au dosage recommandé est utilisée, les bénéficiaires peuvent avoir des irritations oculaires ou cutanées lorsqu'ils dorment sous la moustiquaire.
- Un contact direct de la peau avec l'insecticide imprégnant une moustiquaire encore mouillée peut causer une sensation de fourmillement et doit être évité.
- Après traitement, la moustiquaire peut dégager une légère odeur d'insecticide. Cette odeur partira après quelques jours et n'est pas nocive pour les personnes dormant sous la moustiquaire.

## F.T. 7.18 Saupoudrage d'insecticide

Une poudre insecticide se compose de talc, ou d'une autre poudre-support inerte, mélangée avec des insecticides. Particulièrement utiles pour le traitement contre les puces du rat ainsi que les puces humaines, les poux corporels et les tiques, ces poudres peuvent être appliquées à l'aide de poudreuses entre le corps et les sous-vêtements ou dans des murs creux, de faux plafonds ou d'autres cachettes difficiles à atteindre. La poudre se disperse bien et peut pénétrer profondément dans les fissures et crevasses.

### Principes

#### Puces du rat

- Appliquez, en cas d'épidémies urbaines de peste, de la poudre insecticide contre les puces du rat une semaine avant la diffusion de poisons anti-rats. Ceci afin d'éviter que les puces n'optent pour des hôtes humains lorsque les rats seront tués.
- Appliquez de la poudre insecticide sur les terriers, chemins et autres sites où les rongeurs sont susceptibles de s'en imprégner. Lorsque les rongeurs font leur toilette, ils répandent la poudre sur leur fourrure et tuent donc les puces. Avant d'entamer le processus de lutte, il est important de savoir où se trouvent les terriers et chemins des rongeurs. Pour économiser de l'insecticide, commencez par obturer les terriers ; seuls ceux qui seront rouverts par les rats doivent être traités.
- Soufflez de la poudre insecticide dans chaque terrier à l'aide d'une poudreuse. Appliquez une couche de 1 cm d'épaisseur autour de l'ouverture.
- Déposez des portions de poudre faisant 15 - 30 cm de large et 1 cm d'épaisseur le long des chemins de rongeurs.
- N'appliquez de la poudre qu'aux endroits où elle ne sera pas dispersée par les humains, le vent ou la pluie. La poudre insecticide restera efficace pendant 2 à 4 mois si elle est utilisée dans des endroits secs sans perturbations.
- N'appliquez pas de poudres sur des surfaces mouillées car cela réduit leur efficacité.
- En cas d'utilisation en combinaison avec la pulvérisation d'insecticide à effet rémanent (F.T. 7.15), n'appliquez de la poudre que si les surfaces traitées ont séché.

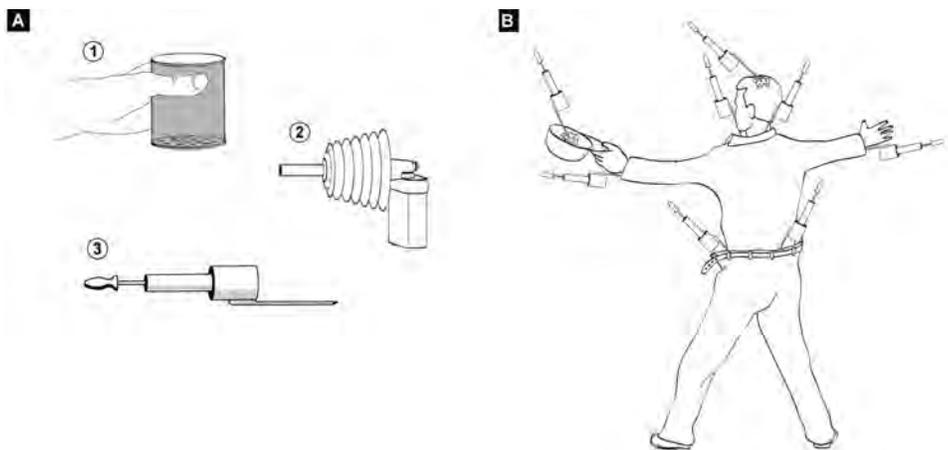
#### Puces humaines

- Appliquez la poudre sur les matelas, les lits et les crevasses de planchers où les puces se reposent en journée.
- Utilisez une poudre qui ne cause pas d'irritations en contact avec le corps. Les poudres incluant 1% de perméthrine maximum en tant qu'ingrédient actif sont recommandées. Les préparations prêtes à l'emploi sont l'option la plus sûre et la plus recommandée.
- Tenez compte du type de talc utilisé dans la formulation ; certains ne sont destinés qu'aux animaux et d'autres sont spécifiquement réservés à un usage humain.
- Ne traitez pas la literie pour bébé à la poudre insecticide, mais lavez-la régulièrement et en profondeur.

#### Poux corporels

- Appliquez environ 30 - 50 g de poudre sur les surfaces de vêtements en contact étroit avec le corps pour un traitement individuel. La poudre sera appliquée sur le sujet entièrement habillé au niveau du col et du tronc, la moitié à l'avant et la moitié à l'arrière, puis étendue par friction afin d'assurer une couverture intégrale. Soyez particulièrement attentif aux coutures des sous-vêtements, manches et chaussettes si elles sont usées. Assurez-vous que la poudre est appliquée compte tenu du contexte culturel, surtout entre la peau et les sous-vêtements. Laissez-la 12 à 24 heures. C'est la méthode privilégiée pour un traitement en masse.
- N'appliquez pas de poudre sur des plaies ouvertes (éraflures dues à la gale, par exemple).
- Traitez également les couvre-chefs, vêtements supplémentaires, couvertures et literies (p.ex., ajoutez environ 30 - 50 g de poudre à un sac plastique contenant les vêtements supplémentaires).
- Réalisez des distributeurs manuels en perçant une extrémité d'une canette (environ 2,6 trous/cm<sup>2</sup> et 3 mm de diamètre). L'application à l'aide d'une cuillère à soupe est également simple et pratique. Une cuillère à soupe représente environ 15 grammes : utilisez-en une à l'avant et une à l'arrière.

- N'utilisez que des poudres incluant 1% de perméthrine maximum en tant qu'ingrédient actif. Les préparations prêtes à l'emploi sont l'option la plus sûre et la plus recommandée.
- Tenez compte du type de talc utilisé dans la formulation ; certains ne sont destinés qu'aux animaux et d'autres sont spécifiquement réservés à un usage humain.
- Appliquez la poudre sur les patients avant leur admission dans une structure de santé car chaque accès de fièvre ou chute de température importante (décès, p.ex.) favorise le déplacement des poux vers un autre hôte.
- Un traitement unique devrait suffire mais un retraitement peut s'avérer nécessaire par intervalles de 8 - 10 jours si les infestations persistent.



### Légende

- A. Dispositifs utilisés pour le saupoudrage d'insecticide  
 B. Traitement des poux corporels à la poudre insecticide
1. Distributeur manuel
  2. Poudreuse à soufflet
  3. Poudreuse à piston

### Remarques

- Veillez à ne pas appliquer des pesticides utilisés en santé publique aux endroits où ils risquent de contaminer des aliments ou des enfants en train de jouer.
- Lors de l'application d'une poudre sur des personnes, assurez-vous d'expliquer l'objectif car la poudre insecticide laisse des traces visibles sur les vêtements.
- Les formulations de saupoudrage prêtes à l'emploi sont l'option la plus sûre et la plus recommandée. Contactez votre technicien de référence si d'autres options sont envisagées.
- Il est possible de mener une lutte combinée contre les rongeurs et les puces à l'aide de pièges à appâts mêlant des caractéristiques insecticides et rodenticides. Après l'ingestion de l'appât, la puce mourra d'abord à cause de l'insecticide diffusé à travers la peau du rongeur, et ce dernier mourra plus tard suite à l'exposition au rodenticide. Cette stratégie peut s'avérer intéressante en cas d'épidémie de peste ou de typhus murin. Contactez votre technicien de référence si cette option est envisagée.

## F.T. 7.19 Lutte contre les rongeurs

Les méthodes les plus importantes pour réduire la population de rongeurs sont la protection mécanique, l'assainissement, les pièges et le poison. Il faut souvent une combinaison de ces méthodes pour provoquer une réduction significative de leur population. Une éradication totale reste très difficile à obtenir vu que cette lutte ne permet de cibler qu'une zone limitée. Les campagnes d'éradication doivent s'accompagner d'une promotion relative à la santé.

### Principes

#### Protection mécanique

L'objectif est d'empêcher l'accès des rongeurs à des zones importantes ou vulnérables :

- Bouchez ou protégez toutes les ouvertures de plus de 6 mm avec du ciment ou un treillis métallique (fil de 1 mm, maille de moins de 6 mm de diamètre).
- Installez un obstacle (disques, p.ex.) au niveau des câbles reliant des toits.
- Peignez une bande lisse (peinture à l'huile) d'au moins 30 cm de largeur sur les murs, à 1 m du sol, afin d'empêcher le passage sur les surfaces verticales rugueuses.
- Fixez des tôles galvanisées (1 mm d'épaisseur) au bas des portes et sur les plinthes.
- Gérez les entrepôts avec un soin particulier (réfection si nécessaire, nettoyage régulier, etc.).

#### Assainissement général de l'environnement

La présence de sources de nourriture et d'abris dans des zones d'habitat humain attire les rongeurs et pourrait être associée à des épidémies de peste. L'assainissement général de l'environnement ainsi qu'une hygiène ménagère adéquate peuvent favoriser considérablement la réduction de tout type d'infestation par des rongeurs, et plus particulièrement les mesures suivantes :

- Limiter l'accès des rongeurs à la nourriture (p.ex. récolter les fruits en temps opportun, permettre le stockage de toute nourriture dans des conteneurs à l'épreuve des rats).
- Installer un système adéquat pour l'élimination des résidus alimentaires et des ordures.
- Éliminer ou du moins réduire le couvert végétal offrant une protection cruciale aux rongeurs. Tailler les arbustes de sorte que le sol sous eux soit clairement visible. Tondre, tailler ou enlever les plantes formant le tapis végétal. Empiler le bois à brûler, le bois de charpente et les autres matériaux à 30 cm au moins des murs et clôtures et au moins à un demi-mètre au-dessus du sol.
- Maintenir la propreté des canaux d'irrigation et de drainage.
- Éviter, si possible, l'accès à toute source d'eau par temps sec et chaud. Sauf si vous voulez les attirer et les piéger.

#### Pièges

- Les pièges peuvent être répartis en trois catégories :
  - Pièges à ressort : ils peuvent être efficaces mais ne doivent pas être utilisés à proximité d'enfants ou d'animaux non ciblés.
  - Pièges à cage : permettent de capturer les rongeurs (vivants pour une observation ou un examen si nécessaire).
  - La colle à rat est disponible en tubes et doit être appliquée sur un morceau de carton avec un peu d'appât au milieu.
- Tenez compte du fait que les rongeurs sont très soupçonneux, empruntent toujours les mêmes chemins et apprennent très vite. Il convient donc d'utiliser de nombreux pièges, sur une courte période, et sur des sites choisis avec soin, perpendiculairement aux chemins des rongeurs. Il est également préférable de laisser les pièges inactifs pendant quelques jours après leur installation afin de réduire la méfiance à leur égard.
- Vérifiez les pièges deux fois par jour afin d'enlever les rats capturés et de réapprovisionner l'appât si nécessaire.
- Ne placez pas de carton encollé à des endroits où des enfants ou d'autres animaux non ciblés pourraient y toucher. Remplacez souvent les cartons encollés, car ils perdent leur efficacité lorsqu'ils sont couverts de poussière ou d'insectes. L'efficacité est également réduite par la chaleur et l'humidité, d'où la recommandation de n'utiliser ces cartons qu'à l'intérieur.



## Remarques

- Dans le cas d'une maladie transmise par les puces (peste ou typhus murin, par exemple), la lutte contre les puces doit précéder celle contre les rongeurs afin d'empêcher les puces d'opter pour des hôtes humains lorsque les rats seront tués. Dans le cas contraire, la propagation de ces maladies transmises par les puces peut être favorisée (F.T. 7.18).
- Tous les conteneurs de rodenticide doivent être clairement désignés par des étiquettes d'avertissement et être stockés en lieu sûr.
- Une campagne de promotion de la santé pour solliciter l'aide des groupes et individus de la communauté constitue sans doute le facteur le plus essentiel dans la lutte contre les rongeurs.
- Les rodenticides peuvent s'avérer très efficaces mais leur usage requiert une supervision et un suivi par un personnel dûment formé.
- Avant de placer un appât, assurez-vous que les rats ne complètent pas le régime alimentaire de la population / des réfugiés. Si tel est le cas, contactez votre technicien de référence. Quoi qu'il en soit, informez la population quant à la campagne de lutte et aux risques engendrés par les rodenticides.
- Les boîtes à appât inviolables se ferment à clé. Elles doivent être fixées au sol afin que la population ne puisse pas les emporter et les utiliser à d'autres fins telles que le stockage d'aliments. Ces boîtes représentent une manière sûre d'installer des appâts, contrairement au PVC ou au bambou qui sont couramment utilisés mais permettent quand même aux enfants d'accéder à l'appât.
- Avant d'entamer une campagne liée aux rodenticides, limitez l'accès des rongeurs aux sources d'aliments et lieux de nidification. Tant que ces mesures n'auront pas été prises, la population de rongeurs augmentera et retrouvera rapidement son niveau précédent. L'impact de la campagne sera dès lors négligeable.
- Les activités de lutte utilisant des ultrasons pour effrayer les rats ne sont pas recommandées.
- L'offre de récompenses aux personnes ramenant des queues de rats à titre de preuve pour chaque rat tué s'est avérée contre-productive car elle incitait les gens à élever des rats.
- Veillez tout particulièrement à protéger les réfugiés vulnérables (personnes âgées et malades) contre les morsures de rats. Ceux atteints de lèpre peuvent s'avérer particulièrement exposés durant leur sommeil en raison de leur perte de sensation au niveau des doigts et orteils.
- Les rodenticides peuvent être utilisés dans des structures de santé et des entrepôts mais ne sont généralement pas recommandés pour les camps de réfugiés. Vu le grand nombre d'enfants n'ayant guère de choses à faire et peu de jouets, il est risqué de placer des pièges à appât empoisonné aux abords du camp.
- Pour des raisons de sécurité, utilisez des rodenticides préemballés prêts à l'emploi et déjà mélangés avec des appâts.
- L'appât ne doit pas être placé au hasard. Veillez à le placer à un endroit où le rongeur le trouvera mais pas les enfants et les autres animaux.
- Vérifiez deux fois par jour s'il faut réapprovisionner les appâts.
- La collecte et l'élimination des cadavres doivent s'effectuer avec le plus grand soin : placez les rats morts de manière sûre dans un sac plastique et enterrez-les dans une fosse profonde.
- Manipulez les rongeurs piégés avec prudence (p.ex., le rat multi-mamelles est le réservoir naturel du virus de la fièvre de Lassa, qu'il propage via son urine. S'ils sont piégés, ces rats urinent sauvagement et sont alors recouverts du virus. Leurs cadavres doivent être évacués sans contact direct).
- L'impact de la lutte contre les rats peut être observé après 3 semaines pour le rat brun, et 4 à 5 semaines pour le rat noir / la souris.

## F.T. 7.20 Tenue de protection

Tous les pesticides utilisés en santé publique sont toxiques dans une certaine mesure. L'absorption peut s'effectuer via contact (peau), inhalation (poumons) et/ou ingestion (bouche). Il est impératif de porter une tenue de protection spécifique conformément aux consignes de sécurité figurant sur l'étiquette du produit.

### Principes

#### Utilisation générale de l'insecticide

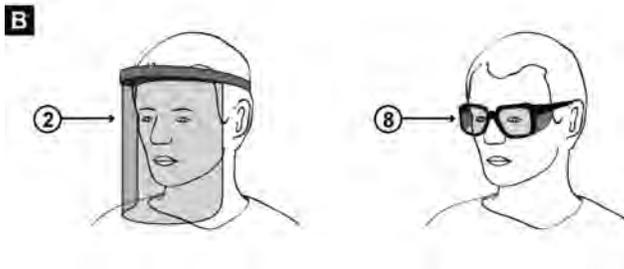
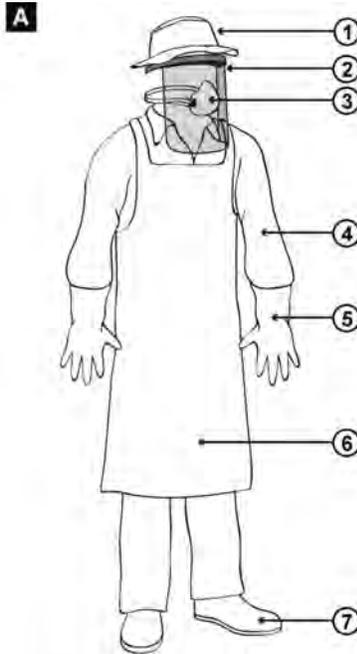
Même pour l'application apparemment directe de pesticides utilisés en santé publique (placement de poison contre les cafards, imprégnation de tissus, etc.), il faut un minimum de tenues protectrices.

#### Pulvérisation / saupoudrage / emballage

Lors d'activités de pulvérisation, de saupoudrage ou d'emballage, une absorption d'insecticide peut survenir par contact, inhalation et/ou ingestion. Il est donc indispensable de porter une tenue de protection spécifique couvrant toutes les parties du corps.

#### Entretien et utilisation des tenues de protection

- Lavez les tenues tous les jours. Maintenez-les en bon état et vérifiez régulièrement s'il n'y a pas de déchirures ou de zones usées. Maintenez les tenues dans un lieu fermé et ventilé, hors de portée des enfants.
- Enlevez la tenue immédiatement après la fin du travail et ne l'emportez pas à la maison. Les tenues protectrices mouillées doivent être changées. Une tenue protectrice de rechange est donc utile sur le terrain.
- Changez le respirateur chaque jour. Il permet d'éviter l'exposition du visage (protection du nez et de la bouche contre les particules du spray en suspension dans l'air) et l'inhalation de vapeurs.
- Protégez la tête, le visage et le cou des gouttelettes de spray en portant un chapeau à rebord large.
- Lavez régulièrement le masque de protection faciale ou les lunettes de sécurité pour maintenir la visibilité. Ces équipements gardent les yeux à l'abri des gouttes d'insecticide.
- Portez une combinaison, même s'il fait chaud, afin de protéger le corps et lavez-la régulièrement. Portez des vêtements en dessous (sous-vêtements, T-shirt, etc.).
- Portez des bottes pour protéger le bas des jambes. Le pantalon de la combinaison doit être tiré par-dessus les bottes.
- Portez des gants en plastique pour protéger les mains lors de la manipulation et de la pulvérisation de l'insecticide. Les manches de la combinaison doivent être rentrées dans les gants. Après usage, rincez les gants à l'eau avant de les enlever. Ils doivent être lavés chaque jour au savon, séparément des autres vêtements. L'intérieur des gants doit également être lavé. En cas de réutilisation de gants, veillez à ne pas les porter à l'envers.
- Mettez des installations de lavage adéquates (après le travail) à la disposition du personnel impliqué dans la lutte anti-vectorielle.



### Légende

A. Tenue de protection pour la pulvérisation d'insecticide à effet rémanent

B. Protection faciale / oculaire

1. Chapeau à rebord large
2. Masque de protection faciale
3. Respirateur
4. Combinaison à longues manches (garder le pantalon à l'extérieur des bottes)
5. Longs gants en caoutchouc (garder la combinaison à l'intérieur des gants)
6. Tablier en caoutchouc ou plastique
7. Bottes
8. Lunettes de sécurité

## Remarques

- Utilisez des pesticides utilisés en santé publique de manière sûre (F.T. 7.13).
- La qualité du respirateur doit être adaptée au pesticide de santé publique et à la formulation utilisés. Il convient de la vérifier en collaboration avec votre technicien de référence (ex. : minimum FFP2 pour les pyréthroïdes, minimum FFP3 pour les carbamates).
- Selon la situation, un système centralisé de stockage et d'entretien peut s'avérer la meilleure option, avec une distribution de tenues protectrices avant les activités de lutte, pour ensuite procéder à leur collecte et à leur nettoyage. Cette méthode permet d'optimiser le suivi et l'entretien de l'équipement.
- Un masque de protection faciale est l'option privilégiée pour une protection faciale et oculaire complète. Ils sont moins chauds lorsqu'ils sont portés et ne se couvrent pas aussi vite de buée que les lunettes de sécurité. S'il n'y a pas de masque de protection faciale disponible, une paire de lunettes de sécurité est une alternative acceptable.
- Si elles ne sont pas correctement lavées ou jetées après usage, les tenues de protection peuvent s'avérer une source importante d'exposition pour les opérateurs.
- Dans les climats chauds et humides, le port d'une tenue protectrice peut s'avérer inconfortable et la sueur générée accroît l'absorption d'insecticide. Les pesticides utilisés en santé publique devraient dès lors être appliqués durant les heures plus fraîches de la journée, afin de minimiser l'éventuel non-respect des règles de sécurité et de garantir l'usage de tenues protectrices. Il incombe au personnel de supervision de s'assurer que les tenues de protection adéquates soient portées en toutes circonstances.
- Si vous suspectez un empoisonnement, demandez immédiatement une aide médicale. Quelques indices d'empoisonnement par insecticides : faiblesse et fatigue extrêmes, irritation de la peau ou sensation de brûlure, démangeaisons des yeux, nausées, vomissements, diarrhée, mal de tête, toux, douleur à la poitrine, perte de conscience (F.T. 7.13).
- Les combinaisons devraient être disponibles en double exemplaire afin de permettre un lavage et un séchage quotidiens, voire en trois exemplaires dans des circonstances particulières comme lors de la saison des pluies ou sous des climats humides où le séchage prend plus d'une journée.



# Prise en charge des cadavres

Narratif

Fiches techniques

- F.T. 8.01 Précautions particulières pour la prise en charge  
des cadavres
- F.T. 8.02 Morgue
- F.T. 8.03 Cimetière
- F.T. 8.04 Crémation

## Chapitre 8



## 8.1 Pourquoi prendre en charge les cadavres ?

On pense souvent à tort que les cadavres qui ne sont pas ou ne peuvent pas être pris en charge sur-le-champ entraîneront forcément des épidémies. Or, les cadavres liés à des guerres, famines ou catastrophes naturelles ne représentent pas un risque direct et immédiat pour la santé publique. Évitez dès lors de transmettre cette conception erronée à la population affectée car elle ne fera qu'accroître son traumatisme. Il est néanmoins recommandé de prendre en charge les cadavres au plus vite pour les raisons suivantes :

- Respect envers les rites funéraires de la population.
- La proximité de cadavres, souvent après une expérience traumatisante, peut causer des troubles mentaux aux survivants, de même que la prise en charge des cadavres sans cérémonie.
- Nuisances telles que les odeurs.
- Charognards et vecteurs qui seront attirés et peuvent susciter un risque indirect pour la santé.

En revanche, les victimes décédées suite au choléra, à la peste, au typhus et à des fièvres hémorragiques virales (Ébola, Marburg, etc.) peuvent influencer sur la propagation de la maladie concernée vers une population plus étendue et donc représenter un risque direct pour la santé. Ce type de cadavre doit être pris en charge rapidement et avec des précautions particulières. Vous trouverez une description approfondie de la façon correcte de traiter les victimes décédées suite à ces maladies dans les manuels respectifs (section 8.5 Bibliographie recommandée).

## 8.2 En quoi consiste la prise en charge des cadavres ?

La prise en charge des cadavres peut inclure la localisation des personnes décédées, la collecte et la visualisation du corps (avec une désinfection éventuelle du corps et du cadre de vie des défunts ; F.T. 8.01), l'enregistrement, la préparation du corps (la mise en cercueil, par exemple), le transport (avec une éventuelle désinfection du véhicule) et l'enterrement ou la crémation.

D'une manière générale, la culture et les souhaits des proches doivent être respectés autant que possible, afin d'aider les survivants à faire leur deuil. Il convient néanmoins de respecter des règles particulières (enterrement rapide, p.ex.) pour les victimes de maladies spécifiques comme décrit ci-dessous (F.T. 8.01 et section 8.5 Bibliographie recommandée) vu qu'elles peuvent provoquer des épidémies. Il est essentiel d'expliquer correctement aux proches et voisins les risques inhérents aux contacts avec des personnes décédées suite à des maladies hautement infectieuses, sinon ils pourraient s'avérer réticents à amener les malades aux centres de santé.

## 8.3 Où, quand et par qui les cadavres devraient-ils être pris en charge ?

Les cadavres doivent évidemment être pris en charge le plus vite possible. Il convient d'encourager vivement les proches à assumer eux-mêmes la responsabilité du cadavre, au cas où le défunt aurait été victime d'une guerre, d'une famine ou d'une catastrophe naturelle. Cette opération peut être effectuée compte tenu de leurs coutumes et rites religieux, notamment pour la préparation et l'exposition du corps. Ces étapes sont souvent effectuées à domicile. Elles exercent une influence positive sur le ressenti psychologique et émotionnel des proches vu leur rôle essentiel dans le processus de deuil.

Néanmoins, les agences humanitaires devront souvent fournir des zones funéraires adaptées :

- Morgue. Ce type d'installation devrait être disponible dans toutes les structures de santé avec hospitalisation. Il faudra parfois en aménager d'autres après des catastrophes naturelles ou causées par l'homme (guerre, p.ex.) en raison du grand nombre de victimes, ou dans des centres d'isolation traitant des maladies spécifiques (F.T. 8.02).
- Cimetière (F.T. 8.03) ou site de crémation (F.T. 8.04).

Ces installations doivent être conformes à certaines spécifications. Les sites doivent être choisis en collaboration avec les autorités locales et, de préférence, avec les communautés affectées.

Si nécessaire, les agences humanitaires peuvent également aider à fournir à la population affectée des linceuls et/ou le transport. Dans des contextes particuliers (nombreux cadavres après une catastrophe naturelle, par exemple), les agences humanitaires devront peut-être rassembler et prendre en charge les corps.

Le rôle des agences humanitaires (médicales) dans la prise en charge des corps est encore plus important en cas de lutte contre une épidémie de maladies hautement infectieuses. Pour les fièvres hémorragiques virales, par exemple, la préparation du cadavre (désinfection du corps, sac mortuaire étanche, etc.) doit être prise en charge par une équipe dûment formée (F.T. 8.01) afin d'éviter une propagation de l'épidémie. Dans un tel contexte, il est important de promouvoir et superviser la mise en œuvre d'enterrements sans danger, et éventuellement de désinfecter les lieux de vie des défunts.

## 8.4 Comment prendre en charge des cadavres ?

Le suivi de l'identification des corps, l'information des proches, les droits de l'homme et les aspects légaux sont très importants mais sortent du champ d'application de ce manuel (section 8.5 Bibliographie recommandée).

Lors d'épidémies de maladies hautement infectieuses, les cadavres devront être évacués avec des précautions spécifiques. Dans tous les autres cas, il n'est pas nécessaire et il est même déconseillé de désinfecter les cadavres. Les cadavres qui ne peuvent pas être évacués directement (cadavres abandonnés en rue dans un contexte d'insécurité, par exemple) peuvent être recouverts de chaux. Comme le pH élevé de la chaux "désinfecte" superficiellement le corps dans une certaine mesure mais n'affecte pas les agents pathogènes internes, son efficacité est limitée. La chaux peut toutefois réduire l'odeur des cadavres qui commencent à se décomposer.

Il convient d'accorder une attention particulière aux tenues protectrices des personnes en contact avec des cadavres ayant des plaies ouvertes, ou avec des personnes décédées suite à des maladies hautement infectieuses, conformément aux manuels respectifs. Dans tous les autres cas, les proches traitant les corps ne requièrent pas de tenues protectrices particulières. Il est néanmoins recommandé que toutes les personnes entrées en contact avec des cadavres se lavent soigneusement à l'eau et au savon (de préférence antiseptique).

Si les rites et pratiques funéraires traditionnels sont importants pour les proches (processus de deuil, p.ex.), ils doivent être adaptés aux victimes de maladies hautement infectieuses car ils pourraient aggraver la propagation d'une épidémie. De même, l'indispensable campagne de promotion de la santé devra aborder la supervision des funérailles en combinaison avec d'autres procédures de sécurité afin d'éviter une propagation accrue de la maladie en question.

Outre les linceuls, on utilise souvent des cercueils pour enterrer les défunts. En cas d'urgence aiguë, ceux-ci sont rarement disponibles en quantités suffisantes et des couvertures, des nattes ou, de préférence, des sacs mortuaires appropriés peuvent offrir une alternative. Mais lors d'épidémies de maladies hautement infectieuses, il est vivement recommandé d'utiliser des sacs mortuaires étanches (en plus de cercueils).

Dans la plupart des cas, le corps est porté par les proches en procession jusqu'à sa dernière demeure. Mais lors de situations épidémiques, l'agence humanitaire devra peut-être assurer le transport de la personne décédée. Il sera alors très important de désinfecter correctement les véhicules affectés au transport de cadavres infectieux, conformément aux normes en vigueur pour la maladie en question (section 8.5 Bibliographie recommandée).

En général, la procédure finale retenue est l'enterrement dans un cimetière car elle est très simple et bon marché. Elle requiert néanmoins beaucoup d'espace (prévoyez environ 1.500 m<sup>2</sup> pour une population de 10.000 personnes ; F.T. 8.03). Si possible, privilégiez l'enterrement individuel plutôt que les fosses communes, afin que les proches puissent visiter la tombe du défunt. Dans certaines cultures, les cadavres sont embaumés avant d'être transportés vers leur dernière demeure.

Si les proches ne l'exigent pas spécifiquement, il est vivement recommandé de ne pas incinérer les cadavres et certainement d'éviter une crémation en masse (F.T. 8.04), même si les corps sont atteints de maladies hautement infectieuses. La crémation demandera d'énormes quantités de combustible. Et souvent, elle ne s'effectuera que partiellement, surtout s'il y a une pénurie de personnel expérimenté et qualifié pour exécuter cette tâche. La fumée générée durant la crémation peut en outre s'avérer dangereuse pour la santé car elle contient des dioxines et éventuellement des agents pathogènes thermorésistants.

## 8.5 Further reading

### **Médecins Sans Frontières**

*Cholera guidelines*

Médecins Sans Frontières, 2004

### **PAHO/OMS/IFRC/CICR, Genève**

*Gestion des dépouilles mortelles lors de catastrophes : manuel pratique à l'usage des premiers intervenants*

Publication du CICR, 2006

### **P. Harvey, S. Baghri, B. Reed**

*Emergency Sanitation*

Water, Engineering and Development Centre (WEDC), 2002

### **Médecins Sans Frontières**

*Fièvres Hémorragiques Virales à Filovirus*

Médecins Sans Frontières, 2007

## F.T. 8.01 Précautions particulières pour la prise en charge des cadavres

La prise en charge des cadavres ne requiert généralement pas de précautions particulières en dehors de pratiques d'hygiène normales. Il convient néanmoins de prendre des précautions spécifiques si des personnes sont mortes suite à des maladies hautement infectieuses. Ces précautions peuvent notamment inclure le port d'équipements de protection, la désinfection du corps et la restriction des pratiques funéraires traditionnelles. Mais quelles que soient les circonstances, il faudra tout mettre en œuvre pour s'assurer que le corps est traité avec respect et dignité.

Le tableau suivant indique les précautions recommandées pour les maladies hautement infectieuses susceptibles d'être rencontrées sur le terrain.

Précaution	Choléra	Ébola, Marburg	SRAS	Typhus, peste	Tuberculose	VIH/SIDA
<b>Port d'équipements de protection spécifiques</b>	Oui • gants en caoutchouc • combinaison • tablier • (boîtes en caoutchouc) • lunettes de sécurité (protection contre les éclaboussures de chlore)	Oui • respirateur FFP2 • lunettes de sécurité • double gants en caoutchouc • blouse • capuchon • bottes en caoutchouc • tablier	Oui • respirateur FFP2 • lunettes de sécurité • gants en caoutchouc • blouse • capuchon • bottes en caoutchouc	Oui • gants en caoutchouc • combinaison • tablier • respirateur FFP2 (en cas de peste pneumonique)	Oui • gants en caoutchouc • respirateur FFP2	Oui • gants en caoutchouc
<b>Désinfection du corps (avec une solution chlorée)</b>	2%	0,5%	0,5%	Non	Non	Non
<b>Saupoudrage d'insecticide sur le corps et les vêtements</b>	Non	Non	Non	Oui	Non	Non
<b>Obstruction des orifices corporels</b>	Oui	Non	Non	Non	Non	Non
<b>Sac mortuaire (ou équipement similaire)</b>	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
<b>Enterrement immédiat (dans les 12 heures)</b>	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non
<b>Limitation des rassemblements funéraires</b>	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
<b>Promotion de pratiques funéraires sans danger</b>	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non
<b>Supervision des cérémonies funéraires</b>	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non
<b>Désinfection du lieu de vie des défunts</b>	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non

### Remarques

- L'éventuelle désinfection d'un corps ne peut être considérée comme une désinfection totale car le corps contiendra encore des agents pathogènes. Elle améliorera toutefois la sécurité lors du transfert du corps vers le sac mortuaire (étanche) ou lors de son enveloppement dans une bâche plastique.
- En cas de choléra, il est recommandé de confier l'obstruction des orifices à un membre du personnel (para-médical).
- L'utilisation de sacs mortuaires (étanches) est recommandée pour toutes les maladies infectieuses.
- Il convient d'envisager une supervision des cérémonies funéraires si les pratiques traditionnelles entraînent des risques particuliers pour la santé de la famille, des voisins et de la communauté.
- S'il faut récupérer des corps ayant commencé à se décomposer, la pulvérisation d'un insecticide et d'une solution chlorée autour du corps et sur les liquides de décomposition avoisinants (le cas échéant) peut s'avérer utile. Cette opération peut être effectuée à l'intérieur d'une maison ou d'un bâtiment mais également à l'extérieur, à ciel ouvert.
- Dès que la personne est décédée, apprêtez le corps correctement afin d'éviter une rigidité cadavérique dans une position manquant de dignité.

## F.T. 8.02 Morgue

Toutes les structures de santé accueillant des patients pour la nuit devraient disposer d'une morgue, mais il peut aussi s'avérer nécessaire d'aménager une morgue en cas d'urgence telle qu'une épidémie, une catastrophe naturelle ou une catastrophe causée par l'homme (guerre, p.ex.), avec comme conséquence des nombreux décès. Si nécessaire, il faudra prévoir une morgue dès le début (déclenchement d'une urgence, p.ex.).

### Construction

- Informez-vous correctement auprès de la population locale et du personnel médical concernant les aspects coutumiers et culturels liés à la mort. Ils pourront vous donner des informations sur l'apparence que doit avoir une morgue, la durée de séjour du défunt, et la façon dont les proches récupéreront le corps.
- Réservez un espace dans la zone "technique" de la structure de santé, à proximité de la clôture et avec une sortie spécifique pour la morgue. Cela permettra aux proches de voir et récupérer discrètement le défunt, sans créer de sentiment de malaise pour les autres patients et visiteurs de la structure de santé.
- Clôturez bien cette zone afin d'en empêcher l'accès aux personnes non autorisées. Prévoyez également un peu d'espace supplémentaire pour l'éventuelle extension (temporaire) de la morgue (lors d'urgences, p.ex.).
- Intégrez dans la morgue :
  - un espace (calme et paisible) où les proches peuvent attendre et faire leur deuil (ce lieu peut être situé à l'extérieur de la morgue mais sera de préférence ombragé dans les pays chauds).
  - un espace pour entreposer les registres et les effets personnels des défunts.
  - une pièce où les défunts peuvent être apprêtés et éventuellement vus par leurs proches. Pour les petites structures de santé (environ 20 lits, par exemple), une capacité pour 1 ou maximum 2 corps est suffisante. Pour les structures de santé plus étendues, la capacité doit être déterminée en collaboration avec le personnel médical.
- Évitez les fenêtres dans le bâtiment de la morgue. Il est préférable de réaliser des trous de ventilation dans la partie supérieure des murs, puis de les protéger à l'aide de grilles pour empêcher l'accès des rongeurs.
- Recouvrez le sol de béton lisse avec une pente de 1% menant vers un drainage. Cela permettra l'évacuation des eaux usées et fluides corporels vers un système d'infiltration via un bac dégraisseur (chapitre 4). Assurez-vous que les petits animaux ne peuvent pénétrer dans le tuyau de drainage acheminant les eaux usées vers l'extérieur.
- Fournissez, lors d'urgences chroniques et de situations stabilisées, des tables de maçonnerie afin de ne pas devoir déposer des cadavres sur le sol. Pour maintenir ces tables propres et hygiéniques, il est recommandé de les recouvrir de carrelage. Ces tables devraient être en pente douce vers leur centre, avec une rainure pour le drainage des fluides corporels et eaux usées dans un seau.
- Prévoyez un rideau en plastique entre les tables pour permettre une certaine intimité quand des proches viennent voir leurs défunts.
- Installez un éclairage à l'intérieur de la morgue pour des raisons de sécurité.
- Aménagez un point d'eau à proximité de la morgue (< 20 m) pour la désinfection et le lavage des corps, conformément aux coutumes locales.

### Remarques

- Dans la toute première phase d'une urgence, on aménage souvent la morgue sous une tente. Elle devra être remplacée au plus vite par une structure semi-rigide temporaire afin de mieux protéger les corps contre les conditions climatiques défavorables, les vecteurs tels que les rats, les charognards et les pillards. La partie inférieure du bâtiment doit être en briques ou renforcée à l'aide de plaques métalliques si la structure est entièrement en bois. Le sol devrait être en béton.
- La morgue doit faire partie de l'infrastructure de santé afin d'être gardée comme le reste du bâtiment.
- Seules les personnes autorisées devraient avoir accès à la morgue.
- La morgue doit rester propre et faire l'objet d'une désinfection régulière à l'aide d'une solution chlorée (F.T. 2.20).
- S'il s'avère nécessaire de garder les corps, ils seront idéalement conservés à une température de 4°C, mais cela est quasi impossible dans de nombreux pays à faible revenus en raison des contraintes logistiques engendrées.
- Dans les pays chauds / à faible revenus, les corps seront souvent enterrées / incinérées dans les 24 heures, de sorte qu'il est généralement inutile de disposer de locaux spécifiques pour les entreposer.
- S'il n'y a pas de lieu d'entreposage froid et que la famille ou l'accompagnant n'a pas récupéré le défunt après plus d'un jour, le corps sera de préférence enterré / incinéré rapidement par un personnel formé, compte tenu du contexte spécifique (précautions spéciales en cas de maladie infectieuse, p.ex., sinon en fonction des rites funéraires usuels). Il convient toutefois d'identifier le défunt ou du moins de prendre une photo avant les funérailles afin de pouvoir informer les proches.

À moins qu'une autre solution / procédure ne soit spécifiquement demandée par les proches, l'enterrement est la méthode privilégiée pour l'évacuation finale des corps. Il faudra prévoir un cimetière dès le début (déclenchement d'une urgence, par exemple). Un cimetière requiert toutefois une surface de terrain suffisante et conforme à des critères spécifiques.

### Construction

- Calculez la surface de cimetière minimale requise d'après les données démographiques :  
**environ 1.500 m<sup>2</sup> pour une population de 10.000 personnes**
- Choisissez une zone éloignée d'au moins 500 m des habitations. Soyez attentif à la distance par rapport aux points d'eau : elle ne devrait jamais être inférieure à 50 m et doit se situer en amont par rapport au cimetière. Le niveau maximal de la nappe phréatique (au terme de la saison des pluies) doit se situer à 3 m de profondeur minimum. Le site doit être sélectionné en collaboration avec les autorités locales et de préférence avec la population résidente et la population affectée.
- Clôturez correctement la zone afin d'éviter que des gens n'y installent leur habitation.
- Aménagez une allée centrale et, éventuellement, des sentiers entre les rangées des (futures) tombes.
- Creusez une tranchée de drainage tout autour de la zone afin d'éviter que les eaux de ruissellement n'érodent la terre des tombes. Cette tranchée doit mener vers un canal de drainage afin d'évacuer les eaux de ruissellement lors de fortes pluies.
- Réalisez une passerelle en travers de la tranchée à l'entrée du cimetière pour un accès aisé.

### Procédure

- Creusez de préférence des fosses individuelles pour que les proches puissent visiter la tombe de leur défunt. L'orientation de la tombe peut aussi être importante dans certaines cultures. La tombe doit faire au moins 1,5 m de profondeur, et son fond doit se situer au moins 1,5 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique afin d'éviter sa contamination biologique (si la terre est homogène).
- Laissez les proches se charger de la cérémonie funéraire conformément aux rites culturels et religieux locaux car cela les aidera dans leur processus de deuil - à moins que la victime n'ait succombé à une maladie hautement infectieuse. Dans ce dernier cas, l'enterrement doit être supervisé par un personnel formé et expérimenté, en respectant les rites culturels et religieux locaux autant que la sécurité le permet.
- Assurez-vous que le corps soit recouvert d'au moins 1 m de terre. Cette profondeur est importante pour éviter les mauvaises odeurs et empêcher les chiens et autres nécrophages de déterrer les cadavres.
- Gardez le cimetière en ordre (pas de déchets aux abords, contrôle de la végétation) et digne.

### Remarques

- L'enterrement requiert beaucoup de terrain mais il est relativement simple et peu coûteux.
- Il peut s'avérer nécessaire de prévoir plusieurs cimetières ou, du moins, de scinder le cimetière en plusieurs zones en cas de cohabitation de religions et/ou groupes ethniques différents.
- Le fond des tombes doit être situé plus de 1,5 m au-dessus de l'aquifère afin d'éviter la pollution microbiologique des eaux souterraines par les cadavres. La profondeur de la nappe phréatique peut être estimée via la vérification du niveau de l'eau dans les puits proches. Une autre option consiste à introduire une barre métallique telle qu'un fer à béton ou un ou plusieurs tuyaux galvanisés de 1/2" dans le sol, à 1,5 m sous la profondeur de tombe requise. Lors de leur extraction, le fer à béton ou le tuyau avec la terre qu'il contient doivent être secs. Les terres saturées d'eau après de fortes pluies peuvent donner une fausse idée du niveau réel de la nappe phréatique.
- Normalement, il n'est pas nécessaire de revêtir l'intérieur des tombes. Mais dans les sous-sols instables, il est recommandé d'installer un support rectangulaire (en bois) amovible jusqu'à ce que le corps soit descendu dans la fosse. Destiné à éviter l'effondrement de la couche de terre supérieure, ce support doit avoir la taille du trou et une hauteur d'au moins 0,5 m contre les bords de la tombe.
- Il est recommandé de toujours avoir quelques tombes creusées en réserve mais pas trop à la fois car elles s'effondreront au fil du temps. Le taux brut de mortalité donne une indication du nombre de tombes qui devraient être disponibles par jour.

- En cas d'urgences aiguës, lorsque le taux brut de mortalité est élevé, l'excavation de tombes individuelles peut prendre trop de temps. Les longues tranchées (éventuellement creusées à l'aide d'une pelle mécanique) où les corps sont alignés tête-bêche peuvent offrir une solution, vu qu'elles permettent encore d'identifier chaque tombe et offrent donc aux proches une possibilité de visiter leur défunt. Tâchez néanmoins d'éviter autant que possible les fosses communes avec de nombreux corps empilés les uns sur les autres car la visite d'un défunt fait partie du processus de deuil pour les proches.
- Assurez-vous que le cercueil est bien fermé (et le couvercle solidement fixé) afin d'éviter la chute du corps en cas d'incident durant le transport ou l'enterrement.
- Donnez aux proches la possibilité de se procurer une pièce de tissu (blanc) pour recouvrir le défunt.
- Tenez compte du fait que dans certaines cultures, les défunts sont enterrés en position debout ou assise. Informez-vous sur les pratiques locales avant la cérémonie.
- Lors de grandes catastrophes, avec de nombreux morts, l'enterrement des défunts peut être pris en charge par l'agence humanitaire. De même, lors d'épidémies de type choléra, Ébola ou Marburg, il est recommandé de disposer d'une équipe dûment formée à même d'assurer (la supervision de) l'enterrement après la désinfection du cadavre et son placement dans un sac mortuaire étanche / scellé, afin de contenir la maladie.
- Une clôture et, de préférence, des gardiens, sont vivement recommandés pour garantir l'utilisation correcte du cimetière. Lors d'urgences, les gardiens devraient également faire office de surveillants du cimetière, chargés du comptage et des rapports quotidiens relatifs aux nouvelles tombes.
- Une équipe d'entretien sera nécessaire pour creuser de nouvelles tombes et maintenir le cimetière ordonné. Cette tâche peut aussi être assumée par les gardiens selon la taille du cimetière.
- Assurez-vous que l'éventuel portail du cimetière soit ouvert lorsqu'un défunt y est amené.
- Au cimetière, le personnel affecté à la manipulation des corps doit disposer de tenues de protection.
- Des installations de lavage (au moins avec de l'eau et du savon) avec les systèmes associés pour les eaux usées devraient toujours être disponibles sur site.

## Légende

## Apport

### A. Cimetière

#### B. Distances minimales de sécurité

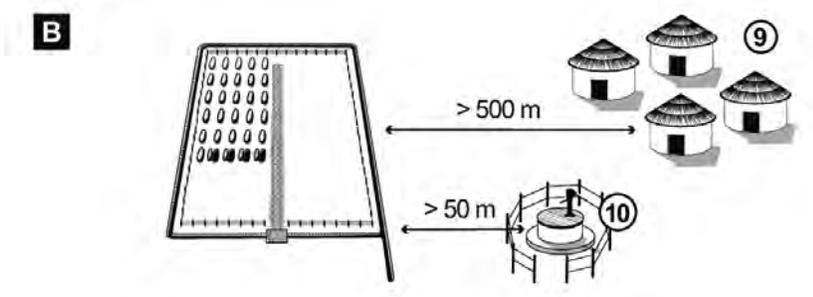
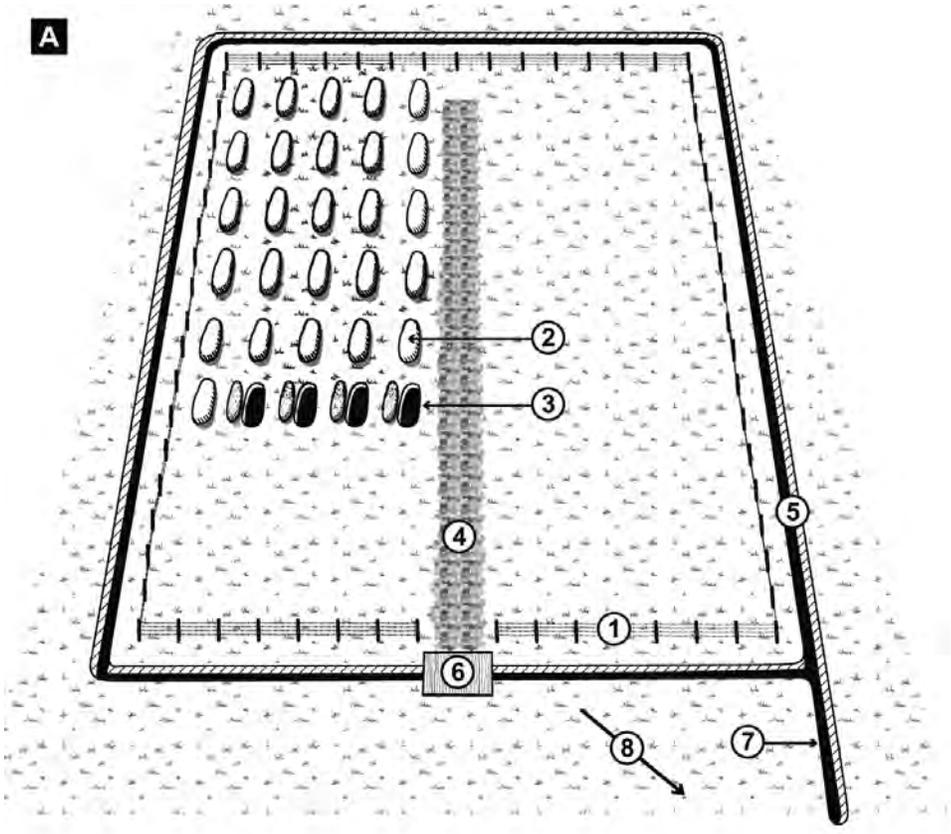
1. Clôture
2. Tombes utilisées
3. Tombes de réserve
4. Allée
5. Tranchée de drainage
6. Passerelle en travers de la tranchée
7. Coin le plus bas vers le dispositif d'infiltration avec système de trop-plein
8. Sens du ruissellement
9. Habitations
10. Puits

#### *Construction*

- Terrain (1.500 m<sup>2</sup>/10.000 personnes)
- Piquets et matériaux de clôture
- Pieux ou troncs d'arbres pour construire une passerelle au-dessus de la tranchée de drainage
- Pelles, houes et pioches pour creuser la tranchée

#### *Procédure*

- Pelle mécanique ou plusieurs ouvriers
- Pelles, houes et pioches
- Personnel formé, en permanence au cimetière
- Tenues protectrices pour le personnel



## F.T. 8.04. Crémation

La crémation ne devrait être envisagée que si elle est spécifiquement demandée par les proches, car elle relève de leur tradition ou de leur préférence. Complexe et coûteuse, cette technique peut entraîner des risques pour la santé. S'il s'agit d'une option courante, il convient de prévoir un site de crémation dès le début (situation d'urgence, p.ex.).

### Construction

- Informez-vous correctement auprès d'autochtones expérimentés en matière de crémation. Ils seront à même de vous donner des informations détaillées sur la crémation, le site, les infrastructures et l'équipement requis.
- Choisissez une zone éloignée d'au moins 500 m et sous le vent par rapport aux habitations. Soyez attentif aux distances par rapport aux points d'eau : elles ne devraient jamais être inférieures à 50 m. La sélection du site doit s'effectuer en concertation avec les autorités locales, les personnes expérimentées en crémation et, de préférence, la population résidante et la population affectée.
- Clôturez bien la zone afin d'empêcher les personnes non autorisées d'y accéder ou d'y construire leurs habitations. Un gardien est recommandé. Il pourra également enregistrer le nombre de personnes incinérées.
- Creusez une tranchée de drainage tout autour de la zone afin d'évacuer les eaux usées vers un canal de drainage.
- Réalisez une passerelle au-dessus de la tranchée à l'entrée du site de crémation pour un accès aisé.
- Prévoyez une éventuelle aire d'évacuation pour les cendres, conformément aux coutumes locales (dispersion des cendres dans une zone bien définie, p.ex.). Si des résidus (non brûlés) doivent être enterrés, le fond des fosses ou tranchées à résidus doit se situer à plus de 1,5 m au-dessus de la nappe phréatique afin d'éviter la pollution microbiologique des eaux souterraines. La profondeur de la nappe phréatique peut être estimée via la vérification du niveau de l'eau dans les puits proches. Une autre option consiste à introduire une barre métallique telle qu'un fer à béton ou un ou plusieurs tuyaux galvanisés de ½" dans le sol, à 1,5 m sous la profondeur de "tombe" requise. Lors de leur extraction, le fer à béton ou le tuyau avec la terre qu'il contient doivent être secs. Les sols saturés d'eau après de fortes pluies peuvent donner une fausse idée du niveau réel de la nappe phréatique.

### Procédure

- Confiez le processus de crémation, conformément aux rites culturels locaux, à des autochtones expérimentés.
- Si d'éventuels résidus non brûlés sont enterrés, veillez à ce qu'ils soient recouverts d'au moins 1 m de terre et respectez les recommandations énoncées à la F.T. 8.03.
- Maintenez le site de crémation digne et ordonné.

### Remarques

- La prise en charge des victimes décédées suite à des maladies hautement infectieuses n'exige PAS de crémation. Si la crémation n'est pas spécifiquement réclamée par les proches, l'enterrement demeurera privilégié.
- Cette technique demande beaucoup de combustible et est donc coûteuse. Pour incinérer un corps, il faut au moins 300 kilos de bois à brûler, d'où une importante sollicitation de l'environnement local. Si la crémation est l'option retenue pour la prise en charge de nombreux corps (après une catastrophe naturelle, p.ex.), il est recommandé d'acheminer du bois d'un autre endroit où il est coupé de façon industrielle ou de choisir un autre combustible si possible. Cela atténuera en outre la pression sur l'environnement.
- Comme la crémation traditionnelle s'effectue avec des moyens limités, elle dégagera également d'éventuels agents pathogènes thermorésistants ainsi que des gaz dangereux contenant des composants toxiques tels que des dioxines. Plus il y aura de corps incinérés simultanément, plus élevée sera la concentration de gaz dangereux. Il vaut donc mieux éviter la crémation massive en toutes circonstances.
- Il peut s'avérer nécessaire de prévoir plusieurs sites de crémation ou, du moins, de scinder le site en plusieurs zones en cas de cohabitation de religions et/ou groupes ethniques différents.
- Une clôture et, de préférence, des gardiens, sont vivement recommandés pour garantir l'utilisation correcte du site de crémation.
- Des installations de lavage (au moins avec de l'eau et du savon) avec les systèmes connexes pour les eaux usées devraient toujours être disponibles sur site.
- Il faudra peut-être des sites d'enfouissement pour les résidus non brûlés.
- Seul un personnel spécialisé devrait effectuer cette tâche.
- Une équipe d'entretien est essentielle pour maintenir l'ordre sur le site de crémation.

## Glossaire

<b>Absorption</b>	Incorporation d'une substance par une autre (par exemple d'un gaz par un liquide ou d'un liquide par le sol).
<b>Adsorbant</b>	Polluants (dissous et donnant une couleur, une odeur, un goût ou une turbidité) collant (adhérant) au matériau filtrant sur une (très) grande surface spécifique (charbon actif, par exemple).
<b>Aérobique</b>	Micro-organisme se développant ou processus survenant en présence d'oxygène.
<b>Aiguille</b>	Tige d'acier creuse et pointue, utilisée à des fins de ponction ou d'injection.
<b>Aire de déchets</b>	Lieu de collecte des déchets solides, où les ordures sont rassemblées et éventuellement traitées puis éliminées ou transférées vers un lieu de traitement et/ou d'élimination.
<b>Aire de lavage</b>	Endroit ou dispositif réservé aux lessives ou à l'hygiène personnelle (dalle, bac lavoir,...).
<b>Ampoule</b>	Réceptacle en verre contenant une solution ou poudre médicinale.
<b>Anaérobique</b>	Micro-organisme se développant ou processus survenant dans un milieu sans oxygène.
<b>Analyse bactériologique</b>	Identification de bactéries du groupe coliforme (E-coli et coliformes thermo- tolérants / fécaux) et/ou d'autres micro-organismes indiquant la contamination de l'eau potable par des matières fécales d'animaux à sang chaud, y compris des humains. Les coliformes totaux ne sont pas un bon indicateur de la pollution bactériologique de l'eau potable.
<b>Analyse chimique</b>	Tests destinés à identifier les substances chimiques indésirables ou toxiques dont les concentrations maximales admissibles déterminent la potabilité de l'eau d'après des niveaux prédéfinis scientifiquement.
<b>Antiseptique</b>	Substance tuant les éléments pathogènes ou inhibant leur prolifération, et inoffensive en cas d'application à des tissus vivants (peau, muqueuses).
<b>Aquatique</b>	Vivant dans l'eau ou associé à l'eau.
<b>Aquifère</b>	Couches de sable, de gravier ou de roche poreuses et saturées d'eau qui peuvent stocker l'eau et sont suffisamment perméables pour laisser passer l'eau en quantités utilisables.
<b>Arbovirus</b>	Groupe de virus pathogènes transmis à des vertébrés par des arthropodes suceurs de sang (moustiques, tiques, etc.), générant des arboviroses.
<b>Arthropode</b>	Invertébré à membres articulés, corps segmenté et squelette externe, tel que les insectes, crustacés et araignées.
<b>Bac dégraisseur</b>	Dispositif spécial destiné à séparer les graisses ou huiles des eaux usées ménagères / eaux grises avant un traitement secondaire ou une évacuation finale dans un système d'infiltration (puits perdu, tranchées d'infiltration, etc.), ou dans les égouts.
<b>Bactéries</b>	Organismes unicellulaires microscopiques qui se multiplient généralement par division cellulaire, et dont certains sont des agents pathogènes. Certains peuvent néanmoins s'avérer utiles dans la lutte contre la pollution en métabolisant des matières organiques ou d'autres polluants dans les eaux usées, déversements d'hydrocarbures, etc.
<b>Bassin collecteur / Collecteur</b>	Construction permettant de collecter les liquides provenant de différents tuyaux afin de les transférer vers un seul tuyau.
<b>Biodégradation / Décomposition biologique</b>	Processus naturel de destruction des matières organiques résultant de l'activité micro-biologique.
<b>Blessure par piqûre d'aiguille</b>	Préjudice causé par une piqûre involontaire au moyen d'une aiguille. Source potentielle d'infections nosocomiales telles que l'hépatite B, l'hépatite C et le VIH/SIDA.
<b>Boue</b>	Mélange aqueux de matières insolubles provenant de certaines techniques et installations de traitement des polluants.
<b>Bougie</b>	Élément filtrant de céramique en forme de bougie (taille des pores : souvent 0,45 µm).

<b>Buse</b>	Cylindre court en béton soutenant et recouvrant les parois d'un puits / d'une fosse afin de les rendre imperméables et/ou de les stabiliser.
<b>Buse de captage</b>	Cylindre perforé ou poreux enfoui sous le niveau de la nappe phréatique et au travers duquel l'eau suinte.
<b>Captage</b>	1. Partie du puits située sous le niveau de la nappe et permettant à l'eau de s'écouler dans le puits. 2. Zone d'émergence d'une source où de l'eau salubre peut être collectée.
<b>Cavitation</b>	Formation de bulles de gaz (vapeur d'eau) et leur implosion sur les aubes d'une roue (rotor) de pompe ou sur l'obturateur d'une vanne. La puissance de cette implosion peut provoquer une usure par piqûres voire la destruction de la roue à aubes ou de la vanne.
<b>Chambre de distribution</b>	Construction destinée à la collecte d'eaux usées (effluent d'une fosse septique, par exemple) et à leur distribution uniforme via plusieurs tuyaux (drains d'un système d'infiltration à plusieurs tranchées, par exemple).
<b>Charbon actif</b>	Charbon en poudre ou granulés spécialement préparé et utilisé dans le traitement final de l'eau potable par adsorption, en particulier pour éliminer les polluants (organiques) dissous donnant une couleur, un goût et des odeurs à l'eau.
<b>Charognard</b>	Animal qui dépend des cadavres / ordures (provenant de décharges) pour sa survie.
<b>Chaux</b>	Ca(OH) <sub>2</sub> . Pierre ou poudre blanc jaunâtre. Elle peut être présente dans l'environnement et servir à diverses fins : construction, traitement de l'eau, évacuation des déchets, etc.
<b>Chaux chlorée</b>	Produit générateur de chlore sous forme de poudre, contenant 30% de chlore actif. Moins stable que l'hypochlorite de calcium.
<b>Chlore</b>	Élément réactif (Cl) au pouvoir oxydant élevé, utilisé pour la désinfection (de l'eau).
<b>Chlore actif</b>	Teneur en chlore pur d'un produit générateur de chlore, exprimée en pourcentage, en degrés chlorométriques, en ppm ou en mg/l (ex. : 65 - 70% pour l'hypochlorite de calcium ; 1° = environ 0,3%, 1 ppm = 1 mg/l = 0,0001% de chlore actif).
<b>Chlore résiduel combiné (CRC)</b>	Partie du chlore ajouté à l'eau qui n'a pas été consommée et n'est pas librement active dans l'eau, mais s'est combinée avec certaines substances présentes dans l'eau.
<b>Chlore résiduel libre (CRL)</b>	Fraction du chlore ajouté à l'eau qui n'est pas consommé ni combiné avec certaines substances dans l'eau, mais reste libre en surplus après un temps de contact d'au moins 30 minutes, et a donc conservé une capacité de désinfection rapide. (concentration souhaitée : 0,2 à 0,5 mg/l si pH < 8 ; 0,4 à 1,0 mg/l si pH > 8)
<b>Choléra</b>	Toxi-infection intestinale, strictement humaine, due à une infection par la bactérie <i>Vibrio cholerae</i> .
<b>Clapet anti-retour</b>	Clapet autorisant le passage de l'eau dans un seul sens.
<b>Coagulation</b>	Partie du processus de traitement où la charge électrique négative des particules en suspension dans l'eau devient neutre suite à l'addition d'un composé chimique ou biologique. Cette étape sera suivie par une floculation et, éventuellement, par une sédimentation et/ou une filtration.
<b>Coliformes thermo-tolérants (CTT) / fécaux</b>	Groupe bactérien utilisé comme indicateur dans l'analyse micro-biologique de la pollution fécale (par des animaux à sang chaud, y compris les humains). Un pourcentage très important (plus de 80%) des CTT est constitué par les <i>Escherichia</i> coliformes.
<b>Collecte de l'eau de pluie</b>	Collecte et stockage contrôlés de l'eau de pluie, à l'intention d'activités humaines.
<b>Compost</b>	Produit de type humus généré par la décomposition contrôlée de matières organiques ; excréments ou boue mélangées à de la matière organique riche en carbone (comme des ordures ou de la sciure) ; et valorisés en tant qu'engrais ou essentiellement en tant que conditionneur de sol.
<b>Contamination</b>	Introduction, dans tout environnement, de micro-organismes potentiellement pathogènes ou de substances chimiques présentant des risques pour la santé.

<b>Conteneur à objets piquants / tranchants / coupants (PTC, "sharps")</b>	Réceptif utilisé dans les infrastructures médicales pour le tri, le stockage temporaire, le transport et l'élimination finale de déchets tranchants.
<b>Cours d'eau</b>	Rivière, fleuve ou canal dont l'eau s'écoule d'amont en aval.
<b>Crépine</b>	Crible destiné à retenir les grosses impuretés présentes dans l'eau. Elle doit être installée au bas d'une conduite d'aspiration, souvent en combinaison avec un clapet antiretour. Elle est aussi directement intégrée sur les pompes immergées et d'épuisement / vide-cave.
<b>Cycle biologique</b>	Stades de développement ou phases traversées par un organisme au cours d'une génération.
<b>Dangereux</b>	Propriété ou capacité intrinsèque d'un élément pouvant causer du tort.
<b>DCCNa</b>	Dichloro isocyanurate de sodium. Produit générateur de chlore sous forme de granulés ou de pastilles, contenant généralement 55 à 60% de chlore actif. De loin le plus stable des produits générateurs de chlore (Anglais : NaDCC).
<b>Débit</b>	Vitesse à laquelle un fluide s'écoule à travers une section, naturellement ou suite à une intervention humaine (pompes, par exemple). Exprimé en volume par unité de temps (ex. : litres par seconde, m <sup>3</sup> par heure).
<b>Décharge contrôlée</b>	Méthode d'élimination de déchets solides par enfouissement en couches successives, dans un terrain exclusivement réservé à cet usage. Voir "Site d'enfouissement sanitaire".
<b>Décharge sauvage / dépotoir</b>	Site utilisé pour éliminer des déchets (solides) sans contrôles environnementaux. Voir "Élimination finale".
<b>Déchets</b>	Tous les éléments qui ne sont plus considérés comme utiles et peuvent donc être éliminés.
<b>Déchets chimiques</b>	Résidus ou restes contenant des substances susceptibles de réagir, d'affecter ou d'interférer chimiquement avec l'environnement (réactifs de laboratoire, solution de développement de clichés aux rayons X, désinfectants périmés, solvants, etc.).
<b>Déchets cytotoxiques</b>	Toute matière entrée en contact avec des médicaments cytotoxiques, qui peuvent exercer une action destructive spécifique sur les cellules.
<b>Déchets dangereux</b>	Déchets (souvent médicaux) considérés comme dangereux pour la santé ou l'environnement : médicaments périmés ou non souhaités, réactifs de laboratoire, insecticides, déchets liés aux rayons X, désinfectants périmés, etc.
<b>Déchets de centre de santé</b>	Déchets générés par toutes sortes d'activités médicales, y compris les déchets médicaux (déchets piquants / tranchants / coupants (PTC, "sharps"), brûlables ("soft"), organiques et dangereux), les excréta et les eaux usées.
<b>Déchets humains</b>	Matières fécales et urine (excréta).
<b>Déchets médicaux</b>	Déchets générés par toutes sortes d'activités médicales, à l'exception des excréta et eaux usées. Ce manuel répartit les déchets médicaux en quatre catégories : piquants / tranchants / coupants (PTC, "sharps"), brûlables ("soft"), organiques et dangereux.
<b>Déchets ménagers / Ordures ménagères</b>	Résidus de matières solides putrescibles (organiques) ou non putrescibles provenant d'activités domestiques. Voir "Déchets solides".
<b>Déchets organiques</b>	Déchets biodégradables. Déchets engendrés dans des infrastructures médicales : membres amputés, placentas, organes, sang, résidus alimentaires, etc.
<b>Déchets pharmaceutiques</b>	Tous les médicaments qui ne peuvent plus être utilisés, comme les produits ouverts mais non consommés, les vaccins dont la chaîne du froid n'a pas été respectée, ainsi que les médicaments périmés et indésirables.
<b>Déchets radioactifs</b>	Matière contenant ou contaminée par des radionucléides à des concentrations ou degrés d'activité supérieurs aux niveaux de sécurité. Voir "Radionucléide".

<b>Déchets solides</b>	Tous les déchets non liquides.
<b>Décontamination</b>	Action consistant à réduire les risques de contamination à des niveaux inoffensifs pour les personnes ou l'environnement.
<b>Défécation</b>	Expulsion des matières fécales.
<b>Demande en chlore</b>	Différence entre la quantité de chlore ajoutée dans l'eau et la quantité de chlore résiduel demeurant après 30 minutes minimum, indiquant que le chlore a été consommé durant le processus de désinfection.
<b>Densité</b>	Masse de matière dans un volume donné.
<b>Désinfectant</b>	Agent chimique capable de réduire la viabilité de micro-organismes sur des surfaces, des liquides (eau, par exemple) ou des objets (instruments médicaux, poubelles, etc.).
<b>Désinfection</b>	Traitement visant à réduire le nombre de micro-organismes à des niveaux sûrs ou relativement sûrs sur des surfaces, dans des liquides (comme l'eau) ou sur des objets (instruments médicaux, poubelles, etc.).
<b>Détergence</b>	Action physico-chimique d'un produit combinée à une action mécanique de brossage et de rinçage.
<b>Détergent</b>	Composé utilisé dans des produits de nettoyage (lessive, par exemple), souvent trouvé dans les eaux ménagères.
<b>Déversoir</b>	1. Mur ou panneau placé dans une canalisation ouverte afin de mesurer le débit d'eau. 2. Mur ou obstruction utilisé pour contrôler le flux de bassins de décantation et clarificateurs afin d'assurer un débit uniforme et d'éviter les court-circuitages.
<b>Dichloro isocyanurate de sodium.</b>	Produit générateur de chlore sous forme de granulés ou de pastilles, contenant 55 à 60% de chlore actif, souvent appelé "DCCNa" (Anglais : NaDCC). De loin le plus stable des produits générateurs de chlore.
<b>Dioxines</b>	Les préoccupations y afférentes sont liées à leur toxicité (potentielle) en tant que contaminants dans des produits commerciaux ou dans les gaz d'échappement de réducteurs de volume / d'incinérateurs. Des tests effectués sur des animaux de laboratoires indiquent qu'elles comptent parmi les produits anthropiques les plus toxiques.
<b>Dioxyde de soufre (SO2)</b>	Gaz âcre et incolore essentiellement généré par la combustion de combustibles fossiles ; devient un polluant lorsqu'il est présent en grandes quantités.
<b>DPD 1</b>	Substance chimique utilisée sous forme de pastilles avec un comparateur colorimétrique ("pool tester", par exemple) afin de mesurer la concentration en chlore résiduel libre.
<b>DPD 3</b>	Substance chimique utilisée sous forme de pastilles et ajoutée à un comparateur colorimétrique ("pool tester", par exemple) auquel une pastille de DPD 1 a déjà été ajoutée afin de mesurer la concentration en chlore résiduel total. La différence entre le chlore résiduel total (CRT) et le chlore résiduel libre (CRL) donne la concentration en chlore résiduel combiné (CRC).
<b>Drain</b>	Conduit souterrain percé de trous ou doté de fentes afin de permettre l'écoulement et l'infiltration de l'eau.
<b>Drainage</b>	Opération consistant à évacuer des eaux de ruissellement ou des eaux usées par le biais de canaux (système "ouvert") ou de conduites (système "fermé").
<b>Eau de javel</b>	Produit générateur de chlore (NaOCl) sous forme de liquide contenant 4 à 15% de chlore actif. Moins stable que les formules solides. Voir également "Hypochlorite de sodium".
<b>Eau de pluie</b>	Eau des précipitations atmosphériques pouvant être collectée ou former / contribuer à la formation d'une étendue d'eau.
<b>Eau de surface</b>	Eau de rivières, fleuves, lacs, étangs, marais.
<b>Eau souterraine</b>	1. Eau infiltrée contenue dans les couches poreuses du sous-sol et formant un aquifère, qui peut alimenter des puits, forages et sources. 2. Toute l'eau située sous le sol dans la zone saturée ou non saturée.

<b>Eau turbide</b>	Eau contenant de fines particules en suspension qui lui confèrent un aspect trouble. La turbidité est souvent exprimée en (N)TU.
<b>Eaux de ruissellement</b>	Partie des précipitations (pluie, neige, grêle, neige fondante) ou de l'eau d'irrigation s'écoulant naturellement sur le sol vers des étendues d'eau de surface (rivière, lac, etc.).
<b>Eaux ménagères / Eaux grises</b>	Eaux usées domestiques ne contenant pas d'excréta, également appelées "eaux grises".
<b>Eaux pluviales</b>	Eau de pluie ruisselant sur le sol (collectée et évacuée séparément des eaux usées). Voir "Eaux de ruissellement".
<b>Eaux stagnantes</b>	Eaux provenant de pluies ou d'activités humaines et demeurant statiques à la surface du sol.
<b>Eaux usées</b>	Ensemble des eaux vannes et des eaux grises (ménagères). Les eaux usées contenant des matières dissoutes ou en suspension sont souvent pathogènes.
<b>Eaux vannes</b>	Eaux usées contenant des excréta. Parfois appelées "eaux noires".
<b>Effluent</b>	Eaux usées partiellement ou totalement traitées sortant d'une unité de traitement et acheminées vers un traitement secondaire ou une évacuation finale dans l'environnement.
<b>Élimination finale</b>	Enfouissement volontaire, mise en décharge, mise au rebut, de tous déchets / résidus solides dans tout site terrestre en tant que destination finale.
<b>Emergence</b>	Endroit où l'eau d'une source apparaît à l'air libre.
<b>Encapsulation</b>	Méthode d'élimination finale utilisée pour immobiliser des déchets dangereux (par exemple des produits pharmaceutiques périmés ou indésirables) par confinement dans un mélange de ciment, de chaux et d'eau (3/3/1 parts par poids) dans un fût scellé.
<b>Enfouissement / Inhumation</b>	Action consistant à recouvrir de terre (déchets, cadavres, etc.).
<b>Engrais</b>	Substance (chimique ou organique) utilisée dans l'agriculture afin d'améliorer la fertilité du sol.
<b>Épandage souterrain</b>	Traitement et élimination des eaux usées par infiltration dans le sous-sol.
<b>Escherichia coliforme (E-coli)</b>	Groupe bactérien souvent utilisé comme indicateur privilégié dans l'analyse microbiologique de la pollution fécale (par des animaux à sang chaud, y compris les humains).
<b>Étang</b>	Petite étendue d'eau de surface.
<b>Évacuation finale</b>	Évacuation des liquides (eaux usées) effectuée sans intention de récupération à un stade ultérieur.
<b>Évapotranspiration</b>	Processus naturel par lequel l'eau est enlevée / dissipée dans l'atmosphère via une combinaison d'évaporation directe au sol et de transpiration végétale. Ce principe peut être utilisé pour l'évacuation finale d'eaux usées, plus particulièrement dans des zones arides.
<b>Excréta</b>	Déchets humains, plus particulièrement les excréments et l'urine.
<b>Ferrociment</b>	Technique de construction de parois via l'application de plusieurs couches de mortier de ciment sur une armature de grillage métallique.
<b>Feuillées</b>	Longues tranchées peu profondes utilisées pour la défécation durant les premiers stades de certains sites d'établissements (camps, par exemple).
<b>Feuillées améliorées</b>	Version améliorée des feuillées ordinaires avec des dalles préfabriquées (en plastique) et une superstructure de base en plastique pour plus d'intimité, toujours destinée aux urgences (aiguës).
<b>Filtration</b>	Passage de l'eau au travers d'un milieu poreux (filtre) qui arrête les particules solides et parfois dissoutes. Ce processus peut s'effectuer naturellement ou via une intervention humaine afin d'enlever des éléments indésirables et/ou dangereux pour la santé (particules en suspension, agents pathogènes, etc.).

<b>Filtre à sable lent</b>	Système de traitement de l'eau à faible vitesse combinant filtration mécanique (lit de sable) et épuration biologique (Schmutzdecke).
<b>Filtre à sable rapide</b>	Système de traitement de l'eau à vitesse rapide (4 - 50 m/h) au moyen d'une filtration mécanique (lit de sable).
<b>Floc</b>	Agrégat de solides en suspension formé dans l'eau suite à une réaction biologique ou chimique. Voir "Floculation".
<b>Floculation</b>	Processus par lequel des solides en suspension dans l'eau s'agrègent suite à une réaction biologique ou chimique (coagulation), afin de pouvoir être séparés de l'eau par sédimentation ou filtration.
<b>Fosse septique</b>	Réceptacle de collecte et de traitement partiel des eaux usées (essentiellement eaux vannes et potentiellement eaux ménagères / grises) avant un traitement ultérieur et/ou évacuation finale (dans un drainage souterrain ou un égout confiné, par exemple).
<b>Fouilleur</b>	Personne qui creuse le sol afin d'y trouver quelque chose
<b>Fumier</b>	Excréta d'origine animale, généralement des matières fécales produites par du bétail.
<b>Furane</b>	Substance / contaminant présent en diverses concentrations dans la fumée de combustion (bois, par exemple), et donc également dans les gaz d'échappement de moteurs et incinérateurs, selon la qualité de la combustion. Le furane est carcinogène pour les humains et son principal mode de transmission est l'inhalation.
<b>Fût</b>	Tout récipient cylindrique de grande taille (200 litres, par exemple).
<b>Germe</b>	Terme général désignant des micro-organismes tels que les bactéries, protozoaires, virus et champignons nocifs pour la santé.
<b>Gestion des déchets</b>	Toutes les activités administratives et opérationnelles mises en œuvre dans le tri et le conditionnement potentiels, le stockage temporaire, la manutention (y compris le transport), le traitement et l'élimination finale des déchets.
<b>Granulométrie</b>	Gamme et dimension moyenne des grains de sable ou autres matériaux utilisés comme milieu filtrant.
<b>Gravier</b>	Petites pierres (de rivière), utilisées dans la construction, que l'on peut trouver à l'état naturel ou produire en concassant de plus grosses pierres.
<b>Habitation</b>	Espace de vie utilisé au sein ou à proximité d'un site d'établissement.
<b>Helminthes</b>	Nom scientifique des vers.
<b>Hôte</b>	Organisme vivant (ex. : patient humain, animal) qui maintient ou abrite un agent infectieux (virus, bactérie ou parasite). Considéré comme intervenant dans la transmission de maladies.
<b>Hygiène</b>	Pratiques liées à la propreté et à la santé, étant donné qu'elles évitent la propagation de maladies.
<b>Hypochlorite de calcium (Ca(ClO)<sub>2</sub>)</b>	Produit générateur de chlore sous forme granulée (également disponible en pastilles) contenant 65 à 70% de chlore actif, obtenu via la réaction du chlore avec de l'hydroxyde de calcium. Également appelé HTH® (nom de marque).
<b>Hypochlorite de sodium</b>	Produit générateur de chlore (NaOCl) sous forme liquide, contenant 4 à 15% de chlore actif, souvent appelé "eau de javel". Beaucoup moins stable que l'hypochlorite de calcium et le DCCNa (Anglais : NaDCC).
<b>Impact environnemental</b>	Effets positifs et négatifs d'une action donnée sur la population, les milieux environnants (air, sol, eau, etc.) et le climat.
<b>Incinérateur</b>	Four destiné à brûler les déchets (médicaux) dans des conditions contrôlées, souvent utilisé dans les structures de santé en tant que dispositif de traitement des déchets. Dans ce manuel, le terme "incinérateur" désigne essentiellement des fours à double chambre de combustion, contrairement aux réducteurs de volume qui ne comportent qu'une seule chambre de combustion.

<b>Incinération</b>	Processus de traitement des déchets impliquant leur destruction via une combustion contrôlée à hautes températures, de manière à réduire les déchets volumineux en cendres.
<b>Inertage / inertisation</b>	Immobilisation de certains déchets dangereux en poudre / à l'état solide (après concassage) via leur enrobage dans un mélange de ciment, chaux et eau (3/3/1 parts par poids) qui se solidifie, afin de minimiser le risque de migration des substances toxiques contenues dans ces déchets vers l'environnement. Utilisé pour l'élimination de déchets pharmaceutiques.
<b>Infection nosocomiale</b>	Infection secondaire contractée par les patients ou le personnel au sein d'une structure médicale. Souvent qualifiée d'infection en milieu hospitalier.
<b>Infiltration, taux d'infiltration</b>	Quantité d'eau pouvant pénétrer dans le sol en un laps de temps donné, généralement exprimée en litres par m <sup>2</sup> de surface d'infiltration et par jour (l/m <sup>2</sup> -jour).
<b>Injection sûre</b>	Injection qui ne cause pas de tort au patient, ne suscite aucun risque pour le personnel soignant et n'engendre pas de déchets dangereux pour les personnes qui les manipulent et/ou la communauté.
<b>Insecte</b>	Type d'arthropode. Les insectes possèdent trois zones corporelles distinctes (tête, thorax et abdomen), trois paires de pattes, une paire d'antennes et généralement une ou deux paires d'ailes au stade adulte.
<b>Inspection sanitaire</b>	Observation sur site moyennant divers critères afin d'évaluer le statut d'hygiène environnementale d'un site d'établissement (camp de réfugiés, par exemple). Elle doit inclure l'inspection des points d'eau (puits, rivière, etc.) et infrastructures sanitaires (ex. : latrines, système d'évacuation des eaux usées), le cas échéant.
<b>Lancette</b>	Dispositif de ponction destiné à recueillir des gouttes de sang à des fins d'analyse médicale.
<b>Larve</b>	Stade intermédiaire entre l'œuf et la puppe, dans le développement d'un arthropode. Voir "Arthropode".
<b>Larvicide</b>	Composé chimique ou biologique qui tue spécifiquement les larves d'insectes.
<b>Latrine</b>	Lieu d'aisance (externe) destiné au dépôt, à la rétention et parfois à la décomposition des excréta.
<b>Latrine à double fosse</b>	Lieu d'aisance comportant deux trous de défécation et deux fosses totalement séparées, utilisées alternativement.
<b>Latrine à siphon d'eau</b>	Lieu d'aisance dont la dalle comporte une cuvette et un siphon d'eau fonctionnant par rinçage manuel.
<b>Latrine ventilée améliorée (VIP)</b>	Latrine à fosse équipée d'un tuyau de ventilation pour atténuer les odeurs ainsi que d'un treillis à l'extrémité du tuyau afin de piéger les mouches.
<b>Liquide de fermentation</b>	Liquide généré par la décomposition de matières organiques dans une poubelle, des décharges ou des sites d'enfouissement, parfois rejoint par des eaux ruisselantes. Il peut en résulter une contamination des eaux de surfaces / souterraines ou du sol par des substances dangereuses.
<b>Lutte anti-vectorielle, contrôle des vecteurs</b>	Mesures utilisées pour maintenir la population d'organismes nuisibles sous certains niveaux via des méthodes ou techniques environnementales, chimiques et biologiques.
<b>Matière organique</b>	Résidus ou extraits d'organismes vivants.
<b>Matières en suspension</b>	Petites particules organiques et minérales en suspension dans un fluide (eau).
<b>Membres amputés</b>	Extrémités du corps humain enlevées accidentellement ou par intervention chirurgicale (ex. : bras, jambe).
<b>Métal lourd</b>	Éléments métalliques à masse atomique élevée (mercure, chrome, cadmium, arsenic, plomb, etc.) susceptibles de causer du tort à des êtres vivants à basses concentrations et tendant à s'accumuler dans la chaîne alimentaire.

<b>Micro-organisme</b>	Toute entité microbiologique, cellulaire ou non, capable de répliquer ou transférer un matériel génétique sous certaines variables environnementales. Inclut les bactéries, virus, protozoaires et champignons microscopiques.
<b>Monoxyde de carbone (CO)</b>	Gaz incolore, quasi inodore et toxique généré par une combustion incomplète. Sa toxicité est due à sa grande affinité avec l'hémoglobine, la myoglobine et les cytochromes, qui réduisent le transport et empêchent l'utilisation de l'oxygène dans le corps humain.
<b>Motopompe</b>	Pompe de surface alimentée par un moteur. Dans ce manuel, le terme "motopompe" désigne essentiellement un moteur à combustion.
<b>Nitrates (NO3)</b>	Nutriments végétaux et engrais inorganiques, les nitrates sont présents dans les systèmes septiques, parcs d'élevage, engrais agricoles, déjections animales, eaux usées industrielles, sites d'enfouissement sanitaires, et décharges. Les taux de nitrates élevés dans l'eau potable doivent être évités pour les nouveau-nés, les jeunes enfants et les femmes enceintes, car ils peuvent nuire gravement à la santé.
<b>Objets piquants / tranchants / coupants (PTC, "sharps")</b>	Équipement médical tel que les aiguilles, scalpels, lames de rasoir, lancettes, ampoules vides, fioles et verres brisés qui peuvent occasionner des blessures. Considérés comme une catégorie distincte de déchets médicaux après usage.
<b>Ordures, déchets</b>	Déchets généralement solides et ménagers.
<b>Organisme nuisible</b>	Insecte, rongeur, nématode, herbe, champignon inopportun ou autre forme de vie végétale ou animale terrestre ou aquatique néfaste à la santé ou à l'environnement.
<b>Oxyder</b>	Faire passer à l'état oxydé. Ce processus implique normalement l'addition chimique d'un élément (par exemple l'oxygène) pour décomposer les polluants ou déchets organiques.
<b>Parasite</b>	Organisme vivant, pendant l'entière ou une partie de sa vie, dans ou sur le corps d'un autre organisme (l'hôte) et en retirant sa nourriture, sans causer la mort de l'hôte. Les parasites incluent les champignons, arthropodes, protozoaires et helminthes.
<b>Parties prenantes</b>	Organisation, instance gouvernementale ou individu ayant un intérêt dans ou susceptible d'être affecté par une approche donnée concernant la réglementation environnementale, la prévention de la pollution, l'économie d'énergie, etc.
<b>Pathogène</b>	Tout organisme ou substance provoquant des maladies.
<b>Percolation</b>	Écoulement de l'eau selon un trajet descendant et radial au travers des couches du sous-sol, généralement jusqu'à la nappe phréatique. Suintement lent de l'eau au travers d'un filtre.
<b>Perméabilité</b>	Caractéristique ou mesure de la facilité avec laquelle l'eau peut couler au travers / s'infiltrer dans un milieu solide / sol.
<b>Pesticide</b>	Substance ou mélange destiné à prévenir, détruire ou à repousser les organismes nuisibles ou à atténuer leurs effets.
<b>pH</b>	Expression indiquant le degré d'acidité ou d'alcalinité d'une substance sur une échelle de 0 à 14. La valeur 7 est considérée comme neutre, tandis que les valeurs inférieures sont acides et les valeurs supérieures, alcalines (basiques).
<b>Pluviométrie</b>	Historique de la distribution et de la quantité des pluies dans une zone donnée.
<b>Pompe vide-cave / d'épuisement</b>	Pompe pouvant être totalement ou partiellement immergée, tant que son mécanisme de pompage est sous la surface de l'eau. Ces pompes peuvent généralement traiter de l'eau (relativement) sale.
<b>Pompe de surface</b>	Pompe manuelle ou motorisée avec la partie active en surface et un tuyau d'aspiration sous l'eau (hauteur d'aspiration limitée à 7 m).
<b>Pompe immergée</b>	Pompe entièrement placée sous la surface de l'eau, en ce compris le corps de pompe et le moteur électrique. Normalement conçue pour pomper de l'eau claire.
<b>Porosité</b>	Ratio d'espace ouvert par rapport au volume total (de sol), qui indique l'aptitude d'un milieu à se laisser traverser par des fluides.
<b>ppm</b>	Parts par million

<b>Précipitation</b>	Eau tombant de l'atmosphère sous forme de pluie, neige fondante, grêle ou neige sur le sol et les étendues d'eau.
<b>Protozoaires</b>	Groupe de micro-organismes unicellulaires plus grands et plus complexes que les bactéries, dont certains peuvent causer des maladies chez les humains (amibes, par exemple).
<b>Puits</b>	Trou foré ou creusé mécaniquement ou manuellement dans le sol et rejoignant une nappe d'eau souterraine (nappe phréatique) afin de permettre son captage.
<b>Puits perdu</b>	Trou comblé de (grosses) pierres, utilisé pour l'infiltration d'eaux usées prétraitées (provenant d'une fosse septique / d'un bac dégraisseur).
<b>Pupe</b>	Stade intermédiaire entre la larve et l'adulte dans le développement d'un insecte.
<b>Radionucléide</b>	Atome (nucléide) présentant des propriétés de désintégration spontanée, libérant de l'énergie et émettant divers types de radiations (extrêmement nocives).
<b>Réducteur de volume</b>	Four à chambre de combustion unique destiné à brûler les déchets (médicaux) dans des conditions contrôlées, souvent utilisé dans les structures de santé de petit format et/ou d'urgence en tant que dispositif de traitement des déchets.
<b>Résurgence</b>	Eau de surface passée dans le sous-sol et revenue en surface, souvent interprétée à tort comme une source.
<b>Rétention</b>	1. Période durant laquelle des eaux usées sont conservées dans un dispositif afin d'y subir un traitement (ex. : 1 à 3 jours dans une fosse septique). 2. Période durant laquelle des gaz de combustion sont conservés dans l'environnement à haute température d'un incinérateur.
<b>Revêtement interne / Paroi</b>	Dispositif renforçant / protégeant / soutenant une structure généralement souterraine, par exemple dans le cas de puits creusés à la main, de latrines à fosse et de fosses à déchets.
<b>Risque</b>	Probabilité qu'un danger cause un problème, et la gravité de ce problème.
<b>Rongeur</b>	Mammifères incluant les rats, souris, écureuils, rats musqués, castors, etc. Les problèmes qu'ils suscitent sont dus à leur taux d'infestation élevé, qui provoque des dégâts aux infrastructures et stocks alimentaires, et peut engendrer des risques pour la santé.
<b>Rouge de phénol</b>	Composé chimique utilisé pour mesurer le pH par comparaison colorimétrique ("pool tester", par exemple), souvent sous forme de pastilles (Anglais : Phenol Red).
<b>Sable</b>	Composé de silice granulaire existant à l'état naturel et utilisé comme matériau de construction et milieu de filtration dans les stations d'épuration / de traitement de l'eau.
<b>Scalpel</b>	Instrument médical constitué d'une poignée et d'une lame tranchante jetable, utilisé lors de dissections chirurgicales.
<b>Schmutzdecke</b>	Membrane biologique jouant un rôle épurateur à la surface d'un filtre à sable lent. Voir "Filtre à sable lent".
<b>Sédimentation</b>	Processus de dépôt d'impuretés dans l'eau (solides en suspension, par exemple) jusqu'au fond d'un réservoir sous l'effet de la gravité.
<b>Seringue autobloquante</b>	Seringue jetable de conception spécifique, dotée d'une aiguille fixe, qui est automatiquement désactivée via le blocage de son piston après un seul usage. Très souvent utilisée pour la vaccination, par exemple lors d'un Programme Élargi de Vaccination (PEV) ou d'une vaccination de masse.
<b>Seringue jetable</b>	Seringue entièrement en plastique à usage unique.
<b>Seringue Luer</b>	Seringue sur laquelle une aiguille peut être fixée puis enlevée par coulissement.
<b>Seringue Luer-Lock</b>	Seringue sur laquelle une aiguille peut être fixée puis enlevée par vissage.
<b>Sillon d'irrigation / jardin irrigué</b>	Potager arrosé à partir des eaux perdues propres récupérées aux points d'eau (pompe à main, rampe de distribution, etc.).

<b>Site d'enfouissement sanitaire</b>	Site de mise au rebut pour des déchets solides non dangereux déposés en plusieurs couches, compactés au plus petit volume possible, et recouverts de sol appliqué à la fin de chaque journée d'activité. Dans certains cas, une partie spécifique du site peut être affectée aux déchets dangereux ou, plus globalement, aux déchets médicaux.
<b>Site ou zone de reproduction</b>	Endroit où des insectes prolifèrent, où ils pondent leurs œufs et où les œufs éclosent.
<b>Sol</b>	Mélange complexe de matières inorganiques (argile, limon, gravier et sable), de matières organiques en décomposition, d'eau, d'air et d'organismes vivants qui couvre la surface de la Terre.
<b>Solution mère</b>	Solution concentrée à 1%, utilisée pour le traitement (chloration, coagulation, floculation) d'un volume d'eau connu.
<b>Source</b>	Eau d'une nappe souterraine qui suinte naturellement à la surface du sol. Une source peut être saisonnière ou permanente.
<b>Sous-sol</b>	Mélange complet de matières inorganiques (argile, limon, gravier, sable) sous la surface du sol et au-dessus du soubassement rocheux.
<b>Stérile</b>	Tout objet ou milieu qui ne contient pas de germes ou d'autres formes de vie.
<b>Stérilisation</b>	Élimination de tous les micro-organismes (virus, bactéries et champignons microscopiques) présents dans de l'eau, des objets ou sur une surface.
<b>Stockage des déchets</b>	Placement des déchets dans un lieu approprié assurant l'isolation, la préservation de l'environnement et la protection de la santé.
<b>Surface de la nappe / nappe phréatique</b>	Niveau supérieur des eaux souterraines.
<b>Tablier</b>	1. Surface bétonnée entourant la tête d'un puits à des fins de protection et de drainage. 2. Tissu protecteur porté sur des vêtements (de travail) lorsqu'il faut accomplir des tâches salissantes ou dangereuses.
<b>Taux d'accumulation</b>	Quantité de matières fécales demeurant après dégradation dans une latrine, exprimée en m <sup>3</sup> par personne et par an et utilisée pour le calcul du volume utile de la fosse.
<b>Temps de contact</b>	1. Période nécessaire à la réaction du chlore avec la matière organique contenue dans l'eau (au moins 30 minutes pour le chlore, selon le pH et la température de l'eau à traiter). 2. Temps durant lequel une concentration de chlore élevée demeure au sein d'un puits / d'un forage / d'un réservoir afin de les désinfecter (période tributaire de la méthode appliquée).
<b>Thiosulfate de sodium</b>	Substance chimique sous forme de cristaux utilisée pour déchlorer l'eau potable (lors d'échantillonnages d'eau chlorée à des fins d'analyse microbiologique).
<b>Tranchée d'infiltration</b>	Structure permettant d'évacuer les eaux usées via un drainage souterrain, au moyen de tranchées et de drains.
<b>Transmission féco-orale</b>	Transmission d'agents pathogènes des matières fécales au système digestif via la bouche (ex. : contamination fécale de l'eau, des aliments, des mains, etc.).
<b>Transmission vectorielle (maladie à)</b>	Maladie transmise par des vecteurs.
<b>Tri</b>	Séparation des déchets (médicaux) en différentes catégories : piquants / tranchants / coupants ("sharps"), brûlables ("soft"), organiques et dangereux. Il sera de préférence effectué à la source des déchets.
<b>Vecteur</b>	Organisme, souvent un arthropode ou un rongeur, véhiculant une maladie.
<b>Virus</b>	Agent inframicroscopique qui ne peut se multiplier qu'au sein de cellules vivantes. Généralement très nocif.
<b>Zone de déchets</b>	Lieu où les déchets médicaux triés sont collectés, éventuellement traités et éliminés

## Tables de conversion

### Distances

1 km	=	0,6214 mile
1 m	=	1,0936 yard
1 cm	=	0,3937 pouce
1 mile	=	1,6093 km
1 yard (yd)	=	0,9144 m
1 pied (‘foot’, ft)	=	0,3048 m = 30,48 cm
1 pouce (‘inch’, in)	=	2,54 cm

### Surface

1 km <sup>2</sup>	=	100 ha	=	0,386 mile <sup>2</sup>
1 ha	=	10.000 m <sup>2</sup>	=	2,471 acres
1 m <sup>2</sup>	=	10.000 cm <sup>2</sup>	=	1,196 yd <sup>2</sup>
1 mile <sup>2</sup>	=	2,59 km <sup>2</sup> 259 ha	=	240 acres
1 acre	=	0,405 ha	=	4.840 yards <sup>2</sup>
1 yard <sup>2</sup>	=	0,836 m <sup>2</sup>	=	9 pieds <sup>2</sup>
1 pied <sup>2</sup>	=	0,093 m <sup>2</sup> = 930 cm <sup>2</sup>	=	144 pouces <sup>2</sup>
1 pouce <sup>2</sup>	=	6,45 cm <sup>2</sup>		

### Volume

1 m <sup>3</sup>	=	1,308 yards <sup>3</sup>	=	1.000 litres
		= 35,32 pieds <sup>3</sup>		
1 cm <sup>3</sup>	=	0,061 pouce <sup>3</sup>	=	1 ml
1 yard <sup>3</sup>	=	27 pieds <sup>3</sup>	=	765 litres
1 pied <sup>3</sup>	=	1.728 pouces <sup>3</sup>	=	28,32 litres
1 pouce <sup>3</sup>	=	16,39 cm <sup>3</sup>	=	16,39 ml

### Capacité

1 litre	=	0,22 gallon UK
	=	1,76 pinte UK
	=	0,26 gallon US
	=	2,11 pintes US
1 ml	=	0,0675 fl.oz
1 gallon UK (UK gal)	=	4,546 litres = 1,20 gallon US
1 gallon US (US gal)	=	3,791 litres = 0,83 gallon UK

### Poids

1 tonne	=	0,984 tonne UK
	=	1,102 tonne US
	=	2.204 livres
1 kg	=	2,2046 livres
	=	35,27 onces
1 g	=	0,03 oz
1 tonne UK (‘long ton’)	=	1,1 tonne US
	=	1.016 kg = 2.240 livres
1 tonne US (‘short ton’)	=	907,01 kg
1 livre (‘pound’, ‘lb’)	=	0,4536 kg = 16 onces
	=	453,6 g
1 once (‘ounce’, ‘oz’)	=	28,35 g

### Températures

$$^{\circ}\text{C} = 5/9 (^{\circ}\text{F} - 32)$$

$$^{\circ}\text{F} = 9/5^{\circ}\text{C} + 32$$

Exemples :

$$0^{\circ}\text{C} = 32^{\circ}\text{F}$$

$$100^{\circ}\text{C} = 212^{\circ}\text{F}$$

$$0^{\circ}\text{F} = -17,78^{\circ}\text{C}$$

$$100^{\circ}\text{F} = 37,78^{\circ}\text{C}$$

## Estimations relatives aux matériaux et au travail requis

(adaptation à partir de : A Handbook of Gravity-Flow Water Systems)

<b>EXCAVATIONS</b>		<b>Par m<sup>3</sup></b>
Terre ordinaire	0,55 homme-jour (h-j)	
Terre graveleuse	0,77 h-j	
Mélange de roches	1,10 h-j	
Découpe de roches semi-dures	1,60 h-j	
Découpe de roches dures	2,50 h-j	

<b>MAÇONNERIE EN BRIQUES</b> (mortier 1-4)		<b>Par m<sup>3</sup></b>
Briques	75 %	
Ciment	0,063 m <sup>3</sup>	
Sable	0,25 m <sup>3</sup>	
Main-d'œuvre de maçonnerie	1,4 h-j	
Main-d'œuvre non qualifiée	2,8 h-j	

<b>TRAVAIL DU BOIS</b>		<b>Par m<sup>3</sup></b> <b>de bois fini</b>
Main-d'œuvre (M.O.) qualifiée	18 h-j	
Main-d'œuvre non qualifiée	18 h-j	

<b>MAÇONNERIE EN MOELLONS</b> (mortier 1-4)		<b>Par m<sup>3</sup></b>
Ciment	0,088 m <sup>3</sup>	
Sable	0,35 m <sup>3</sup>	
Main-d'œuvre de maçonnerie	1,4 h-j	
Main-d'œuvre non qualifiée	3,2 h-j	

<b>PRODUCTION DE GRANULATS DE PIERRES</b> Par m <sup>3</sup> de roche broyée	
Main-d'œuvre non qualifiée	14 h-j

<b>MAÇONNERIE EN PIERRE DE TAILLE</b> (mortier 1-4)		<b>Par m<sup>3</sup></b>
Ciment	0,075 m <sup>3</sup>	
Sable	0,30 m <sup>3</sup>	
Main-d'œuvre de maçonnerie	2,8 h-j	
Main-d'œuvre non qualifiée	5,0 h-j	

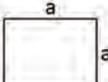
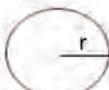
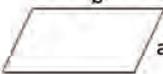
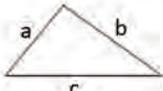
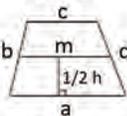
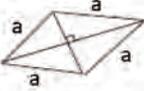
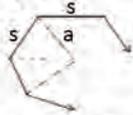
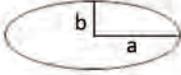
<b>BÉTON</b> Par m <sup>3</sup>	<b>Béton</b>	<b>Béton maigre</b>
	<b>Mélange</b> 1-2-4	<b>Mélange</b> 1-4-8
Ciment	0,25 m <sup>3</sup>	0,125 m <sup>3</sup>
Sable	0,50 m <sup>3</sup>	0,50 m <sup>3</sup>
Granulats	1,00 m <sup>3</sup>	1,00 m <sup>3</sup>
M.O. maçonnerie	1,1 h-j	1,1 h-j
M.O. non qualifiée	4,0 h-j	4,0 h-j

<b>PLÂTRE* par m<sup>3</sup></b>	<b>Mélange</b> <b>1-3</b>
Ciment	0,003 m <sup>3</sup>
Sable	0,01 m <sup>3</sup>
Main-d'œuvre de maçonnerie	0,14 h-j
Main-d'œuvre non qualifiée	0,22 h-j

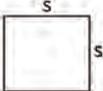
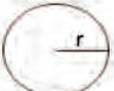
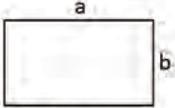
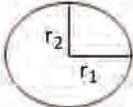
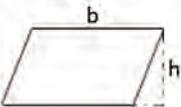
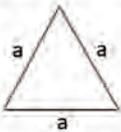
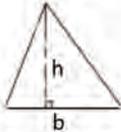
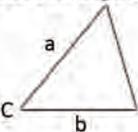
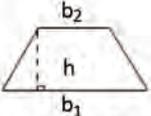
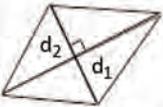
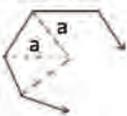
\* Chaque couche de plâtre : 1 cm d'épaisseur

<b>POIDS SPÉCIFIQUES</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>
Ciment de Portland	1.440
Maçonnerie en briques	2.120
Maçonnerie en pierres	2.450
Béton	2.409
Bois séché	650
Eau	1.000
Maçonnerie en pierres sèches	2.000

## Périmètre

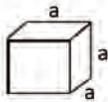
<p><b>Carré</b></p>  <p>Périmètre = <math>4a</math></p>	<p><b>Cercle</b></p>  <p>Périmètre = <math>2 \times \pi \times r</math></p>
<p><b>Rectangle</b></p>  <p>Périmètre = <math>2a + 2b</math></p>	<p><b>Parallélogramme</b></p>  <p>Périmètre = <math>2a + 2b</math></p>
<p><b>Triangle</b></p>  <p>Périmètre = <math>a + b + c</math></p>	<p><b>Trapèze</b></p>  <p>Périmètre = <math>a + b + c + d = 2m + c + d</math></p>
<p><b>Losange</b></p>  <p>Périmètre = <math>4a</math></p>	<p><b>Polygone régulier</b></p>  <p>Périmètre = <math>ns</math>, <math>n = \#</math> de côtés (<math>s</math>)</p>
<p><b>Ellipse</b></p>  <p>Périmètre = <math>2 \pi \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{2}}</math></p>	

## Surface

<p style="text-align: center;"><b>Carré</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Surface = <math>s^2</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Cercle</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Surface = <math>\pi \times r^2</math></p>
<p style="text-align: center;"><b>Rectangle</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Surface = <math>a \times b</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Ellipse</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Surface = <math>\pi \times r_1 \times r_2</math></p>
<p style="text-align: center;"><b>Parallélogramme</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Surface = <math>b \times h</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Triangle équilatéral</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Surface = <math>\frac{\sqrt{3}}{4} (a^2)</math></p>
<p style="text-align: center;"><b>Triangle</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Surface = <math>1/2(b \times h)</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Triangle avec CAC</b> (deux cotés et l'angle opposé)</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Surface = <math>1/2 \times a \times b \times \sin C</math></p>
<p style="text-align: center;"><b>Trapèze</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Surface = <math>1/2h(b_1 + b_2)</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Losange</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Surface = <math>1/2 \times d_1 \times d_2</math></p>
<p style="text-align: center;"><b>Polygone régulier</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Surface = <math>\frac{1}{2} n a^2 \sin\left(\frac{360}{n}\right)</math></p> <p style="text-align: center;"><math>n = \# \text{ de côtés}</math></p>	

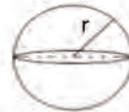
## Volume

**Cube**



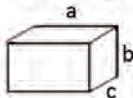
$$\text{Volume} = a^3$$

**Sphère**



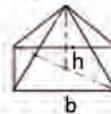
$$\text{Volume} = (4/3) \times \pi \times r^3$$

**Prisme rectangulaire**



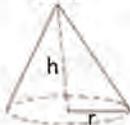
$$\text{Volume} = a \times b \times c$$

**Pyramide**



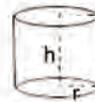
$$\text{Volume} = (1/3) \times b \times h$$

**Cone**



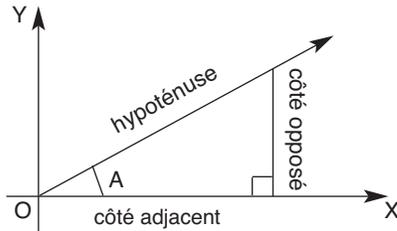
$$\text{Volume} = (1/3) \times \pi \times r^2 \times h$$

**Cylindre**



$$\text{Volume} = \pi \times r^2 \times h$$

## Formule trigonométrique

$\sin A = \frac{\text{côté opposé}}{\text{hypoténuse}}$	
$\cos A = \frac{\text{côté adjacent}}{\text{hypoténuse}}$	
$\tan A = \frac{\text{côté opposé}}{\text{côté adjacent}}$	
$\cot A = \frac{\text{côté adjacent}}{\text{côté opposé}}$	
$\sec A = \frac{\text{hypoténuse}}{\text{côté adjacent}}$	
$\csc A = \frac{\text{hypoténuse}}{\text{côté opposé}}$	

<b>Triangle abc, avec les angles A,B,C ; a est opposé à A, b à B et c à C :</b>	
$a/\sin(A) = b/\sin(B) = c/\sin(C)$	<b>(Loi des sinus)</b>
$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos(C)$	<b>(Loi des cosinus)</b>
$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos(B)$	
$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos(A)$	
$(a - b)/(a + b) = \tan [(A-B)/2] / \tan [(A+B)/2]$	<b>(Loi des tangentes)</b>

## Dans la même collection

*Guide clinique et thérapeutique*

Existe aussi en anglais et espagnol

*Médicaments essentiels - guide pratique d'utilisation*

Existe aussi en anglais, espagnol et arabe

*Prise en charge d'une épidémie de rougeole*

Existe aussi en anglais

*Soins obstétricaux et néonataux essentiels*

Existe aussi en anglais et arabe

*Tuberculose*

Existe aussi en anglais

*Rapid health assessment of refugee or displaced populations*

En anglais uniquement

- Belgique** Médecins Sans Frontières / Artsen Zonder Grenzen  
46 Rue de l'Arbre Bénit, 1050 Bruxelles  
Tél. : +32 (0)2 474 74 74  
Fax : +32 (0)2 474 75 75  
E-mail : info@msf.be
- Espagne** Medicos Sin Fronteras  
Nou de la Rambla 26, 08001 Barcelona  
Tél. : +34 933 046 100  
Fax : +34 933 046 102  
E-mail : oficina@barcelona.msf.org
- France** Médecins Sans Frontières  
8 rue Saint-Sabin, 75544 Paris cedex 11  
Tél. : +33 (0)1 40 21 29 29  
Fax : +33 (0)1 48 06 68 68  
E-mail : office@paris.msf.org
- Pays-Bas** Artsen Zonder Grenzen  
Plantage Middenlaan 14, 1018 DD Amsterdam  
Tél. : +31 (0)20 52 08 700  
Fax : +31 (0)20 62 05 170  
E-mail : office@amsterdam.msf.org
- Suisse** Médecins Sans Frontières  
78 rue de Lausanne - Case postale 116 - 1211 Genève 27  
Tél. : +41 (0)22 849 84 84  
Fax : +41 (0)22 849 84 88  
E-mail : office-gva@geneva.msf.org