

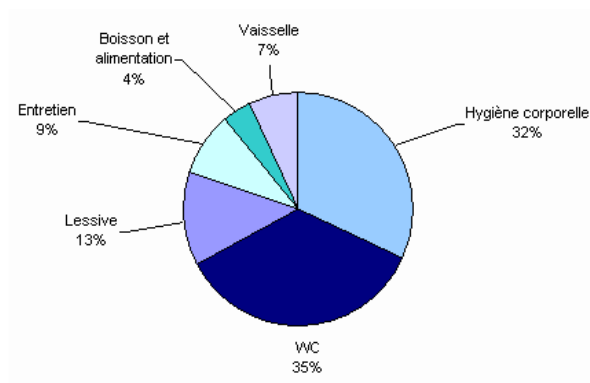


RECYCLER LES EAUX USÉES IN SITU

Epurer les eaux usées en vue de les réutiliser ou de les rendre au cycle naturel de l'eau par infiltration ou dans les eaux de surface.

PRINCIPES

CONTEXTE



Les eaux usées peuvent être facilement traitées afin d'être réutilisées au lieu d'être rejetées directement aux égouts.

En milieu urbain dense, la quantité d'eau récoltée sur les toitures est souvent trop faible pour couvrir l'ensemble des besoins répondant à cette qualité d'eau. Plutôt que de couvrir l'appoint avec de l'eau de distribution, il est possible de réutiliser les eaux usées recyclées. Les eaux usées grises de par leur pollution limitée se prêtent bien au recyclage après traitement.

Plus de la moitié de l'eau consommée par personne est ainsi potentiellement recyclable.

BESOINS EN EAU ET RÉPARTITION PAR POSTE DE CONSOMMATION EN BELGIQUE

Type d'usage	Valeurs moyennes [litres/jour/personne]	Répartition [%]	Remplaçable par une source d'eau alternative	Volume annuel d'eau nécessaire [m³/an/personne]
Sanitaires	42 l/jour/personne	35%	☺	15,33 m³/an
Lessive	16 l/jour/personne	13%	☹ (moyennant certaines précautions)	5,84 m³/an
Boisson	5 l/jour/personne	4%	☹ (contraintes sanitaires)	1,82 m³/an
Vaisselle	8 l/jour/personne	7%	☹ (contraintes sanitaires)	2,92 m³/an
Hygiène corporelle	38 l/jour/personne	32%	☹ (contraintes sanitaires)	13,87 m³/an
Entretien du bâtiment	6 l/jour/personne	5%	☺	2,19 m³/an
Arrosage du jardin	5 l/jour/personne	4%	☺	1,82 m³/an
TOTAL	120 litres/jour/personne	100 %	57% peuvent être couverts par une source d'eau alternative	+ -43,8 m³/an/personne de moyenne



Dans les logements, +/-43% des besoins en eau exigent le recours à une eau potable de qualité (eau de distribution). Pour le reste, on peut envisager le recours à des sources d'eau alternatives pour des usages qui ne nécessitent pas la qualité de l'eau de distribution : pour les chasses des WC, l'entretien du bâtiment, l'arrosage des espaces verts et l'entretien des abords. Pour la lessive un prétraitement devra être envisagé pour éviter certains risques (sanitaires, propreté du linge et encrassement des équipements).

Ce ratio se base sur des consommations moyennes. Des extrêmes peuvent être observés en fonction des habitudes comportementales.

Mais avant de songer à trouver des sources d'eau alternatives à l'eau potable du réseau de distribution, il faut d'abord en limiter la consommation par le choix d'un réseau et de points de puisage économes (cf. EAU02).

DEMARCHE

> Assainissement écologique :

Il s'agit d'expliciter ce que l'on entend traditionnellement par « assainissement des bâtiments » (évacuation des eaux de pluie, des eaux grises (peu sales, lavage), eaux noires (toilettes), protection contre l'humidité) d'une manière écologique.

L'assainissement écologique suppose :

- **La réduction du volume à traiter à la source.**

Certaines mesures préalables permettent une utilisation rationnelle de l'eau potable : réduire la pression de distribution d'eau potable, choisir des appareils sanitaires hydro-économiques (limiteurs de débit, douche, robinet... - cf. EAU02).

Le but étant de réduire le volume d'eau 'transporteur de déchets' produit pour faciliter le traitement ultérieur. Dans la mesure du possible, il faut éviter la trop grande dilution des eaux rejetées dans les réseaux d'égouts. Cela a un impact sur le fonctionnement (frais et rendement) des stations d'épurations collectives 'classiques'. Sur Bruxelles, le réseau unitaire d'assainissement ne permet pas la séparation des flux d'eaux (eaux noires chargées, eaux grises et eaux de pluie). Des solutions permettant une réduction, à la source, des volumes d'eau rejetés qui ne sont pas ou peu pollués seront donc pertinentes :

Infiltration des eaux de pluie sur la parcelle (cf. EAU01)

Récupération des eaux pluviales (cf. EAU03)

Recyclage des eaux grise 'in situ'

- **La réduction des pollutions à la source.**

Porter une attention particulière à la qualité des eaux rejetées. Il faut éviter de rejeter avec les eaux usées des produits pouvant affecter le fonctionnement de la fosse septique, pouvant perturber le fonctionnement de la station d'épuration collective ou individuelle et qui seront difficilement assimilables par les écosystèmes naturels en aval : savons, détergents, résidus dangereux (huiles minérales, résidus de produits chimiques, eau chlorée, métaux, hydrocarbures ...), et tous déchets véhiculés par l'eau.

Se pose également la question de l'utilisation d'eau potable pour le rinçage des toilettes. On pourra éviter de générer des eaux noires ou fécales (principale pollution de l'eau à Bruxelles) en mettant en place l'utilisation de toilettes sèches ou toilettes à litière bio-maîtrisée (voir descriptif du dispositif dans EAU02). On sépare ainsi à la source les polluants avant qu'ils ne contaminent l'eau potable.

- **Le choix de la qualité de l'eau appropriée aux usages et la séparation des flux.**

Prévoir l'utilisation de l'eau potable uniquement pour des usages où elle est indispensable (alimentation et hygiène corporelle) et qui n'entraînent pas une pollution évitable.

Envisager le recours à des eaux alternatives pour des usages qui ne nécessitent pas la qualité de l'eau de distribution : arrosage des espaces verts, entretien des abords,



entretien du bâtiment, chasses des WC...

Réaliser la séparation des flux suivants afin d'en permettre un traitement approprié et une réutilisation en fonction de la qualité obtenue :

- les eaux pluviales : après un prétraitement, elles peuvent être réutilisées dans le cycle de consommation pour des usages pouvant aller jusqu'à la potabilisation (voir EAU03) ;
 - les eaux grises (eaux de lavage : lavabos, douches, baignoires, machines à laver...)
 - les eaux noires (eaux vannes : WC).
- o **Le recyclage des eaux 'in situ'.**
En fonction des espaces disponibles et des contraintes du projet, deux approches peuvent être mises en place :
- L'assainissement intégré : suppression des eaux vannes par séparation des matières fécales à la source (système de type toilette à litière bio-maîtrisée – toilette sèche), avec compostage des matières organiques, et recyclage au sein du bâtiment des eaux grises après épuration (plus facilement réalisé car les eaux sont moins chargées). Les volumes utilisés en tant qu'eaux de lavages ne représentent qu'une petite proportion des eaux usées produites dans l'habitation. Il faut donc combiner le recyclage des eaux grises à la récupération des eaux de pluies ;
 - Une épuration 'in situ' des eaux usées : continuité avec la logique d'utilisation des WC telle qu'on la connaît actuellement (l'eau véhicule les matières organiques). Les eaux usées sont traitées par des techniques d'épuration, de préférence par voie naturelle. Etant donné leur faible pollution, les eaux grises pourront être traitées indépendamment et recyclées plus facilement que les eaux usées noires et grises mélangées. Les eaux sont traitées dans une optique de réutilisation des eaux après épuration pour un usage similaire ou moins contraignant (usage en cascade), en complément de la récupération d'eau de pluie (entretien du bâtiment, des abords et des espaces verts, chasses des WC).

> **Capacité épuratoire des écosystèmes naturels.**

L'assainissement écologique est basé sur l'observation des écosystèmes naturels. Les techniques se basent sur les propriétés de purification des écosystèmes aquatiques naturels, entre autres par la **filtration** des particules en suspension, l'extraction des substances dissoutes (minéraux, métaux lourds,...) par les **plantes**, la dégradation des produits à base de carbone par les **micro-organismes**, la décomposition des composés azotés par les fonctions oxydante et réductrice des **bactéries** de nitrification puis de dénitrification...

Ces procédés se basent donc essentiellement sur **la reconstitution d'un écosystème aquatique et semi-aquatique stable et performant** pour épurer les eaux usées domestiques et tertiaires.

> **Les chemins de l'eau**

Comme pour la gestion des eaux pluviales, l'assainissement des eaux usées peut être exploité au niveau de la conception architecturale. En fonction de la technique d'épuration mise en œuvre, l'épuration des eaux usées par voie naturelle peut présenter un intérêt paysager, des fonctions éducatives, pédagogiques, esthétiques, et devenir un élément de composition...

> **La simplicité.**

Les dispositifs d'assainissement alternatifs sur la parcelle n'ont de sens que s'ils conservent un caractère simple, font appel à des moyens techniques de base et sont faciles à entretenir : dans ce cas, ils seront désignés procédés extensifs d'épuration (en opposition aux procédés intensifs faisant appel à des équipements ou techniques plus complexes).

> **Qualité de l'eau**

Les eaux grises sont les eaux usées légèrement polluées provenant des lavabos, douches, baignoires et machines à laver. Leur charge organique sera moins importante que celle des eaux noires et les techniques employées devront plutôt se focaliser sur le dégraissage de l'effluent, la séparation des corps flottants et la décantation, l'épuration tertiaire (nitrates et principalement phosphates – cf. définition plus bas) et bactériologique.

Les eaux noires (provenant des toilettes), plus chargées en matières organiques et en



bactéries pathogènes, ne pourront pas être réutilisées aux mêmes fins que les eaux grises, sauf après utilisation d'un système d'épuration dimensionné de manière à traiter la charge organique supplémentaire.

La réutilisation de l'eau recyclée nécessite d'assurer l'obtention d'une qualité minimale de l'eau après le processus en rapport avec son usage, et donc de contrôle et de maintien de cette qualité.

L'eau grise récupérée doit être utilisée rapidement après traitement (max 24h) pour éviter la formation de bactéries et la détérioration de sa qualité. Des techniques implantées directement dans la citerne de stockage permettent de limiter la reformation des bactéries après épuration.

L'utilisation des eaux grises récupérées et traitées est déconseillée pour l'arrosage des légumes (risques de présence de germes pathogènes).

> Echelle de gestion

L'assainissement au niveau local s'inscrit dans un système plus large à l'échelle du bassin versant. L'assainissement écologique pose la question de l'échelle la plus pertinente pour épurer l'eau, de la gestion publique centralisée à la gestion individuelle.

Le traitement à la source de la pollution et l'efficacité des traitements d'eaux usées à l'échelle individuelle permettent d'atteindre un certain degré d'éco-efficience. Elles permettent la valorisation des produits de l'épuration à proximité de leur lieu de production : restituer l'eau traitée le plus localement possible et valoriser la biomasse et les boues produites 'in situ'.

> Système

La mise en œuvre d'un système de réutilisation des eaux grises vise à minimiser les quantités d'eaux destinées à être rejetées dans les égouts afin de les réutiliser dans d'autres systèmes comme les toilettes (WC) et les espaces verts.

Une gestion optimale de l'eau permet même la combinaison de systèmes de recyclage des eaux grises et de la récupération pluviale. L'eau grise est alors un excellent complément à l'eau de pluie lorsque la pluviométrie est faible.

La récupération des eaux grises prend tout son sens dans les zones à fort développement urbain, où les surfaces de récupération d'eau de pluie peuvent être limitées.

La maintenance doit être aisée et peu coûteuse.

INDICATEURS

Les indicateurs doivent renseigner sur le degré de pertinence du recyclage in situ: le recyclage est opportun dans certains cas, pas dans d'autres. On s'intéressera aux éléments suivants :

>Taux de récupération [%] :

Eau recyclée par rapport aux eaux grises produites

>Couverture des besoins en eau non potable [%]

>Réduction effective des consommations d'eau de ville [m³/an].

>Qualité de l'eau recyclée :

La qualité de l'eau peut être mesurée par différents paramètres physico-chimiques qui illustrent la performance épuratoire du procédé (rapport entre la qualité à l'entrée et à la sortie du système) :

- **La turbidité de l'eau [mg/litre] :** on mesure les Matières En Suspension (MES) qui représentent les matières sédimentables ou flottantes présentes dans l'effluent (indique le poids sec de matière recueillie). Elle représente la pollution primaire ou pollution physique.
- **La Demande Biochimique en Oxygène (DBO) et la Demande Chimique en Oxygène (DCO) [mg/litre]** indiquent toutes deux le degré de pollution de l'eau par des matières organiques. La première fait référence à la quantité de ces matières organiques qui sont biodégradables, c'est-à-dire dégradées par des microorganismes, tandis que la seconde prend en compte la quantité de matière organique qui est



oxydable, c'est-à-dire dégradée suite à une réaction avec l'oxygène présent dans l'eau. Elles représentent la pollution secondaire ou pollution organique.

- **La pollution tertiaire [mg/litre]** peut être quantifiée en mesurant les quantités d'azote (N) et de phosphore (P) présentes dans l'eau.
L'azote et le Phosphore proviennent en grande partie des matières organiques complexes (déchets alimentaires, matières fécales,...). Le phosphore provient également de certains produits de nettoyage, détergents et produits de vaisselle. On mesure la quantité d'azote total N_{tot} et la quantité de phosphore P_{tot} présents dans l'effluent.
- **La pollution que l'on pourrait définir comme quaternaire, la pollution microbienne,** se mesure par l'abattement de la charge bactériologique : on parle en puissances de 10 [unité \log_{10} = UL]. Une réduction d'au moins 4 UL correspond à un abattement de la charge bactériologique de 99,99%. On essaye de déterminer le nombre de coliformes totaux, fécaux et de streptocoques fécaux (indicateurs de la présence d'autres bactéries pathogènes plus dangereuses) par rapport à l'effluent de base.

> Indicateur du risque de coloration de l'eau pour le rinçage des toilettes.

>Un équivalent-habitant ou [E.H.] est une unité de mesure permettant d'évaluer la capacité d'une technique d'épuration. Cette unité de mesure se base sur la quantité de pollution émise par personne et par jour.

1 EH = 60 g de DBO5/jour soit 21,6 kg de DBO₅/an. La directive européenne du 21 mai 1991 définit l'équivalent-habitant comme la charge organique biodégradable ayant une demande biochimique d'oxygène en cinq jours (DBO5) de 60 grammes d'oxygène par jour.

DEFINITION DE LA POLLUTION	Taux d'occupation [m ² /personne]	Charge organique [g DBO ₅ par jour par personne]	Charge hydraulique [litres/jour]	Conc.moy. [mg DBO ₅ /litre]	Equivalent-habitant [E.H.]
Logements	35m ² /personne	60 g/jour. pers.	120 l/jour	400 mg/litre	1 habitant = 1 E.H.
Bureaux (y compris les circulations)	15-20m ² /personne	20 g/jour. pers.	25-50 l/jour	400 mg/litre	1 employé = 1/3 E.H.
Usine (avec douche)	55m ² /personne	30 g/jour. pers.	60-95 l/jour	340 mg/litre	1 ouvrier = 1/2 E.H.

OBJECTIFS



Minimum :

Réaliser la séparation des différents flux d'eaux et leur réserver une destination propre :

- les eaux pluviales : rétention sur la parcelle, évaporation, infiltration par percolation dans le sol (cf. EAU01) ou réutilisation domestique (cf. EAU02) ;
- les eaux grises : épuration, évaporation et infiltration par percolation dans le sol ;
- les eaux noires : rejet à l'égout, minimisation de leur production dans le cadre de l'éco-construction.



Conseillé :

Idem minimum avec système d'épuration gravitaire des eaux grises (énergie extérieure non nécessaire) et recyclage dans le cycle de consommation domestique en complément de l'eau de pluie.

Les eaux noires ne sont plus rejetées à l'égout. Elles sont retirées du cycle de l'eau par l'utilisation de systèmes de type toilettes à litière bio-maîtrisée ou traitées sur la parcelle par un procédé d'épuration optimisé pour l'épuration de toutes les eaux usées, de préférence par voie naturelle (procédés extensifs). Elles sont recyclées dans le cycle de consommation domestique.



***** Optimum :**

Idem conseillé, avec système d'épuration des eaux grises uniquement. Le procédé sera performant toute l'année (en serre) et/ou apparent avec un aspect didactique, pédagogique et démonstratif.

Les systèmes de séparation des matières organiques à la source, de type toilettes sèches, sont généralisés. L'eau ne sert plus à l'évacuation des déchets des toilettes. Les matières organiques sont valorisées sur la parcelle.



DISPOSITIFS D'ÉPURATION DES EAUX GRISES

Le tableau ci-dessous reprend de façon très synthétique les différents procédés d'épuration des eaux usées en illustrant :

- les techniques qu'ils mettent en œuvre ;
- la prise en compte ou non des différents types de pollutions ;

Pour chaque caractéristique : ● signifie que le dispositif y satisfait fortement
● signifie que le dispositif y satisfait faiblement
- signifie que le critère n'est pas pertinent pour ce dispositif

LES SYSTEMES D'UN PROCÉDE D'ÉPURATION DES EAUX USEES		TYPES DE POLLUTION				ASPECTS TECHNIQUES			AVANTAGES ENVIRONNEMENT AUX			ASPECTS ECONOMIQUES	
		Prétraitement – pollution primaire – pollution physique	Epuraton secondaire (pollution organique)	Epuraton tertiaire (pollution minérale)	Epuraton quaternaire (pollution bactériologique)	Adapté à la ville verte	Adapté à la ville dense	Encombrement (surface / E.H.)	Efficacité de l'épuration	Consommations énergétiques	Favorise la Biodiversité	Coût à l'investissement	Entretien / maintenance
LES ÉQUIPEMENTS	Filtre physique – dégrillage - dessablage	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	
	Décanteur	●	-	-	-	-	-	-	-	-	●	●	
	Séparateur de graisses	●	-	-	-	-	-	-	-	-	●	●	
	Fosse septique	●	●	-	-	-	-	-	-	-	●	●	
	Filtre UV ⁽¹⁾	-	-	-	●	-	-	-	-	●	●	●	
	Osmose inverse ⁽¹⁾	-	-	-	●	-	-	-	-	●	-	●	
LES TECHNIQUES INTENSIVES	Disques biologiques - Bio rotor	-	●	-	-	-	●	1-2m ² /EH	●	●	-	●	
	Lits bactériens	-	●	-	-	●	●	1-2m ² /EH	●	●	-	●	
	Boues activées	-	●	-	-	●	●	1-2m ² /EH	●	●	-	●	
	Biomasse fixée ou biomasse immergée	-	●	-	-	●	●	1-2m ² /EH	●	●	-	●	
	Séquentiel Batch Reactor (SBR)	-	●	●	-	-	●	1-2m ² /EH	●	●	-	●	
	Membrane Bio- Reactor (MBR)	-	●	●	●	-	●	1-2m ² /EH	●	●	-	●	
LES TECHNIQUES EXTENSIVES	Lagunages	●	●	-	-	●	-	10-15m ² /EH	●	-	●	●	
	Marais reconstitués	-	●	●	●	●	●	3-7m ² /EH	●	-	●	●	
	Procédés 'multi-étapes'	-	●	●	●	●	●	6-8m ² /EH	●	-	●	●	
	Procédés hélio biologiques	-	●	●	●	●	●	2-4m ² /EH	●	●	●	●	
	Procédés d'épuration des eaux grises	-	●	●	●	●	●	1-2m ² /EH	●	-	●	●	

(1) Les techniques de filtration de type filtres UV ou osmose inverse ne pourront être efficaces en épuration bactériologique des eaux usées qu'en ayant pris soin de réaliser les différents stades d'épuration amonts.



ELEMENTS DU CHOIX DURABLE

ASPECTS TECHNIQUES

Le choix d'un dispositif de gestion des eaux usées dépendra des contraintes propres au site, à ses caractéristiques, à la surface de parcelle disponible...

> **Contraintes liées aux constructions et installations**

Le choix des techniques mises en œuvre et le recyclage ou non des eaux pluviales et des eaux épurées (grises ou noires) dépendront :

- de la situation de la parcelle : en zone égouttable ou non égouttable ;
- du type d'égout collectif : unitaire ou séparatif ;
- du niveau et de la localisation de l'égout collectif existant ;
- de la présence d'un exutoire naturel pour les eaux après épuration : rivière, infiltration dans le sol si la perméabilité du sol le permet, mare artificielle (une partie des eaux sera évaporée, l'autre sera renvoyée à la rivière ou infiltrée dans le sol), irrigation des cultures (arboriculture, maraîchage...).

> **L'espace disponible et la configuration des lieux**

En raison de leur emprise au sol relativement importante, les techniques extensives sont principalement adaptées à la **ville verte** : urbanisme ouvert, milieux périurbains ou ruraux, avec des zones de recul importantes, des jardins, des parcs.

Dans la **ville dense**, la densité d'occupation et la fréquentation sont des contraintes qui favorisent l'utilisation de techniques d'épuration intensives plus compactes pouvant être intégrées dans le bâtiment. Ces techniques nécessitent toutefois un investissement, des consommations énergétiques et une maintenance plus importants.

Des techniques d'épuration extensives peuvent avoir leur sens en milieu dense, uniquement pour l'épuration des eaux grises. Les surfaces nécessaires pour réaliser l'épuration 'in situ' sont réduites étant donné la charge polluante plus faible. Dans cette optique, en zone égouttable, les eaux noires concentrées sont rejetées à l'égout pour y être traitées collectivement.

> **La topographie**

La topographie de la parcelle facilitera l'utilisation des techniques extensives plus rustiques en limitant l'utilisation de pompes. Une topographie optimale permettra un écoulement gravitaire entre les éléments constitutifs des différents procédés d'épuration.

> **L'entretien et la maintenance**

En fonction de la rusticité ou de la technicité du procédé choisi, les qualifications nécessaires au maintien de la qualité du procédé seront plus ou moins importantes. On privilégiera les techniques extensives, mettant en œuvre des équipements simples. L'entretien sera alors facilité et à la portée de tous (faucardage des plantations, purge des boues d'épuration tous les 5 à 10 ans...).

Dans certaines situations, telles que des installations semi-collectives ou collectives, les techniques pourront être gérées collectivement ; l'accès à des techniques plus élaborées sera dès lors facilité.

ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX

> **La ressource en eau**

Les techniques d'épuration et de recyclage des eaux usées permettront de préserver les ressources en eau et de ménager les nappes phréatiques en n'utilisant seulement l'eau de distribution pour les usages qui le requièrent (alimentation et hygiène corporelle).

Un système d'épuration et de recyclage des eaux 'in situ' permet de créer une boucle de recyclage des eaux usées et évite le gaspillage d'eau en cas de sécheresse et de restriction.

> **La biodiversité**

Les techniques extensives, recréant des écosystèmes aquatiques, semi-aquatiques et terrestres, favorisent le développement de la biodiversité. De préférence, on s'orientera vers un



choix de variétés de plantes locales adaptées aux conditions météorologiques régionales (limitent le besoin d'arrosage en période estivale), plus résistantes aux attaques parasitaires (limite l'utilisation de produits sanitaires) et qui favoriseront le développement de la biodiversité locale.

Ce choix se fera notamment pour éviter le risque d'invasion des milieux naturels environnants par des plantes et des organismes provenant des écosystèmes artificiels recréés pour l'épuration des eaux usées.

> La valorisation des sous-produits d'épuration

La biomasse produite au cours des procédés d'épuration par voie naturelle pourra être valorisée, par exemple par compostage sur le site-même.

Les techniques d'assainissement individuelles (notamment les techniques d'épuration extensives) contribuent à ne pas accumuler des boues d'épuration en trop grande quantité, contrairement à un système centralisé. Les plantations de roseaux, par exemple, permettent la réduction des boues d'épuration, leur déshydratation et l'amélioration de leur qualité hygiénique et chimique. Les boues ainsi produites seront plus facilement valorisables sur la parcelle comme fertilisant ou dans la filière agricole. Le traitement séparé des eaux grises permettra de n'en produire pratiquement plus et celles-ci pourront être valorisées 'in situ'.

Les eaux épurées peuvent à leur tour servir de ressources pour la production de cultures maraîchères (exemple de Kolding au Danemark). En Suisse, à Ruswil, une serre permet la production de fruits tropicaux. La chaleur est récupérée d'une station de compression de gaz proche. Les eaux circulent en cycle fermé, permettant un recyclage complet des nutriments présents dans les eaux usées pour la production des fruits et l'élevage de poissons par aquaculture.

ASPECTS ECONOMIQUES

> Les coûts

Le recyclage de l'eau grise permet de réaliser une économie non négligeable d'eau potable, en fonction du taux de récupération. On peut compter qu'entre 10 et 20% de l'eau à traiter sort de la boucle de recyclage par des processus d'évapotranspiration des plantes, d'évaporation des bassins, de stockage dans les boues...

L'investissement dans un traitement d'épuration individuel n'est à priori rentable que dans des conditions très particulières. Etant donné le prix actuel de l'eau de ville (qui pourrait toutefois augmenter) et des taxes de rejets, le bénéfice ne sera généralement retiré que pour le long terme au niveau collectif.

Les coûts d'investissement seront principalement liés à la qualité du sol, aux travaux de terrassement pour l'installation des cuves et/ou des bassins plantés et de réalisation des ouvrages (étanchéités, béton, membranes géotextiles...).

> L'entretien

Les frais de maintenance des installations varieront en fonction de la rusticité ou de la technicité du procédé choisi.

Les techniques d'épuration extensives offrent une grande flexibilité en termes de charges et débits appliqués. De par leur aspect 'rustique', l'entretien, la maintenance et les coûts associés sont limités. Une main d'œuvre aux connaissances spécifiques n'est par ailleurs pas nécessaire.

On privilégiera donc les techniques extensives mettant en œuvre des équipements simples et peu consommateurs d'énergie : limitation de l'utilisation de pompes, de techniques d'aération artificielle, etc.

Le coût le plus important lié aux techniques extensives sera celui de la vidange des boues de la fosse septique (tous les 2 à 5 ans). Dans le cas d'épuration sélective des eaux grises, la production des boues sera fortement réduite et la vidange presque nulle.



Pour les traitements de type Living Machine (cf. description plus bas), l'investissement plus important est principalement dû à la construction d'une serre et aux équipements (pompes, aérateurs...). Si le procédé peut être intégré dans un atrium ou une serre prévus dès le début du projet d'architecture, une partie des coûts sera supprimée.

ASPECTS SOCIAUX ET CULTURELS

Les procédés d'épuration par voie naturelle sont directement inspirés des phénomènes de pollution (eutrophisation des cours d'eau) et d'autoépuration (zones humides) qui se produisent dans les milieux aquatiques naturels. De par leur reproduction à l'échelle de l'assainissement individuel, ils rendent plus apparent et plus proche un cycle dont on n'a plus conscience, particulièrement en milieu urbain. Ils offrent un aspect pédagogique et didactique et permettent de conscientiser l'habitant sur les impacts du rejet⁽¹⁾ des eaux usées dans les milieux naturels.

Fonction sociale : peut générer des solidarités urbaines : tous responsables du milieu de vie.

Fonction culturelle : élément de conception, de composition.

ARBITRAGE / AIDE A LA DECISION

La récupération des eaux grises présente l'avantage de ne pas être dépendant de la surface de toiture disponible et du volume d'eau de pluie incident récupérable. En outre, l'encombrement est relativement faible au vu du potentiel de récupération d'eau et comparativement à une citerne d'eau de pluie.

Le recyclage 'in situ' des eaux grises peut être envisagé dans pratiquement tous les cas, en fonction des contraintes propres à la parcelle et du type de technique mise en œuvre.

Le recyclage des eaux usées reste donc pertinent dans la ville verte et certainement en milieu rural ou semi-rural. Selon les cas, il est également réalisable dans la ville dense.

Mais l'épuration des eaux usées 'in situ' est indispensable dans les zones non encore raccordées au réseau d'assainissement public (environ 10% des habitations bruxelloises doivent disposer d'un système d'épuration individuel).

Selon la directive européenne 91/271/CEE (extrait art.3), « *lorsque l'installation d'un système de collecte ne se justifie pas, soit parce qu'il ne présenterait pas d'intérêt pour l'environnement, soit parce que son coût serait excessif, des systèmes individuels ou d'autres systèmes appropriés assurant un niveau identique de protection de l'environnement sont utilisés* ».

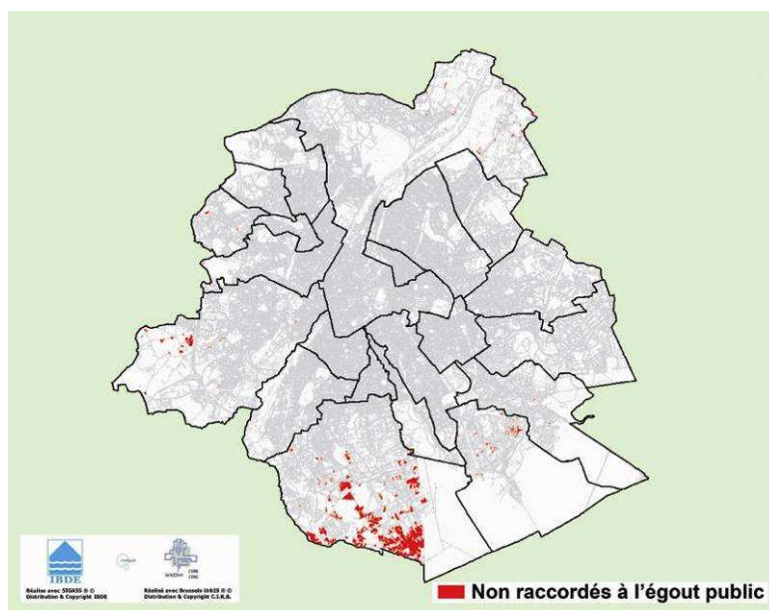


Illustration : IBDE – CIRB-CIBG – Vivaqua



En prenant en compte le fait que la durée de vie des centrales d'épuration est limitée (20 ans), il est envisageable qu'à terme, en lieu et place d'une reconduction vers des techniques d'épurations collectives, une approche plus intégrée du rapport aux eaux usées soit engagée. Cela laisse un délai pour une éco-restructuration de la gestion de l'eau à Bruxelles. Une première phase consisterait à développer des projets expérimentaux et démonstratifs sur Bruxelles.

Un autre aspect concerne l'augmentation de la densité d'occupation des logements à Bruxelles qui, à terme, entraînerait une augmentation de la production des eaux usées et une saturation des stations d'épuration existantes.

Notons que l'efficacité des stations d'épuration collective de type intensif est relative (niveaux d'épuration tertiaire et quaternaire limités, saturation en cas d'orage...). Elles ne sont qu'une réponse au problème créé par le regroupement des eaux usées en réseau d'égout et leur rejet en un point du réseau aquatique de surface. Le traitement individuel et extensif réparti à l'échelle de la région pourrait permettre un traitement approprié au cas par cas des eaux usées, avec ou sans réutilisation sur la parcelle ou rejet dans le milieu naturel. Des qualités d'épuration plus fines peuvent d'ailleurs être atteintes par les procédés d'épuration extensifs (par voie naturelle) avec des coûts d'investissement, de maintenance et un impact sur l'environnement moins préjudiciables pour la collectivité.



SYNTHÈSE		ASPECTS TECHNIQUES					ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX					ASPECTS ECONOMIQUES	
		Encombrement – Rendement [surface/ E.H.]	Efficacité de l'épuration	Rejet en eau de surface (1)	Intérêt si variations de s charges (organique / hydraulique) (2)	Facilité de gestion, entretien et maintenance	Utilisation de produits chimiques [santé – environnement)	Consommations énergétiques	Risques de pollution du milieu (sous-sol et nappes aquatiques)	Sous-produits de l'épuration valorisables	Bénéfices apportés à l'environnement naturel et humain	Coût à l'investissement	Entretien / maintenance
LES TECHNIQUES INTENSIVES EN STEP CENTRALISEES	- Disques biologiques - Lits bactériens - Boues activées - Biomasse fixée ou immergée	😊 <1m²/EH	MES DBO ₅ -DCO N – P Pathogènes	😊/😞	😞 Rejet des eaux usées diluées sans épuration	😊/😞 Personnel qualifié	😞 - Flocage - Chloration, eau de Javel - Soude	😊/😞 (0,51–1,06 kWh/m³)	😞 → fuites dues au réseau d'égout, gestion et maintenance du réseau	- Boues - Méthane - Bactéries d'épuration	😞 - production d'énergie si CH ₄ valorisé	😞 700 à 1.200€/E.H.	😞 400€/E.H.
	- Séquentiel Batch Reactor (SBR) - Membrane Bio-Reactor (MBR)...	😊 <1m²/EH	MES DBO ₅ -DCO N – P pathogènes	😊	😊/😞 Rejet des eaux usées diluées sans épuration	😞 Personnel très qualifié	😞 - Flocage - Chloration, eau de Javel - Soude	😞 (1,13– 2,39 kWh/m³)	😞 → fuites dues au réseau d'égout, gestion et maintenance du réseau	- Boues - Méthane - Bactéries d'épuration	😞 - production d'énergie si CH ₄ valorisé	😞 700 à 1.600€/E.H.	😞 400€/E.H.
LES TECHNIQUES EXTENSIVES DECENTRALISEES	Lagunages (bassins eau libre)	😞 10-15m²/EH	MES DBO ₅ -DCO N – P pathogènes	😊/😊	😊 Flexibilité : long temps de séjour	😊 Sans qualification particulière	😊 (déconseillé)	😊 (<0,1 kWh/m³)	😊 → veiller à une bonne étanchéité des fonds de lagunes	- Boues - Méthane - Biomasse végétale - Biomasse animale (poissons...) - Eau après épuration	- Refuge/relais de biodiversité (animale et végétale) - Aspects pédagogiques - production d'énergie (CH ₄)	😊 350 à 600€/E.H.	😊 15€/E.H.
	Ecosystèmes artificiels - EPUVAL - A.E.A.R - M.H.E.A.	😞 5-8m²/EH	MES DBO ₅ -DCO N – P pathogènes	😊	😊 Flexibilité : long temps de séjour	😊 Sans qualification particulière	😊 déconseillé)	😊 (<0,1 kWh/m³)	😊 → veiller à une bonne étanchéité des fonds de bassins	- Boues - Méthane - Biomasse végétale (plante ornementale...) - Biomasse animale (poissons...) - Eau après épuration	- Refuge/relais de biodiversité (animale et végétale) - Aspects pédagogiques - production d'énergie (CH ₄)	😊/😞 350 à 1.600€/E.H.	😊 30€/E.H.

(1) L'impact sur le rejet en eau de surface est estimé selon la directive européenne 91-271-CEE qui classe la plupart des cours d'eau en Belgique comme étant sensibles à l'eutrophisation. Cela implique par conséquent un traitement approprié qui permette l'épuration tertiaire complète (azote et phosphore).

(2) L'intérêt des techniques extensives réside dans leur grande flexibilité lors des variations des charges organiques (concentrations), lors par exemple d'un phasage du projet, ou des charges hydrauliques, notamment en cas d'orage (cas pour l'épuration collective en cas de réseau d'assainissement public unitaire).



MISE EN ŒUVRE – POINTS COMMUNS A TOUS LES DISPOSITIFS

ASPECTS REGLEMENTAIRES

(Sources : IBGE-BIM et AGENCE BRUXELLOISE POUR L'ENTREPRISE, <http://www.abe-bao.be>)

Des conditions générales de déversement sont en vigueur pour les eaux usées domestiques. En ce qui concerne les entreprises, tout déversement est soumis à autorisation (= Permis d'Environnement).

En présence d'un égout public :

> Le rejet des eaux usées domestiques normales dans les égouts est autorisé à condition de ne pas contenir :

- des fibres textiles, des emballages plastiques, des déchets ménagers solides organiques ou non;
- des huiles minérales, des produits inflammables, des solvants volatils;
- d'autres matières extractibles à l'éther de pétrole, c'est-à-dire les matières grasses à une teneur supérieure à 0,5 g/l;
- d'autres substances susceptibles de rendre les eaux d'égout toxiques ou dangereuses.

> Le rejet d'eaux usées autres que domestiques normales dans les égouts publics est autorisé aux conditions suivantes :

- pH : entre 6 et 9,5;
- température : inférieure ou égale à 45°C;
- matières en suspension ne pouvant ni dépasser 1 cm et 1 g/l, ni nuire au fonctionnement des stations de relèvement et d'épuration;
- ne pas contenir de gaz dissous inflammables ou explosifs ou des produits susceptibles de provoquer le dégagement de tels gaz;
- ne pas provoquer d'émanation dégradant le milieu;
- matières extractibles à l'éther de pétrole c'est-à-dire les matières grasses : $\leq 0,5$ g/l;
- ne pas contenir, sans autorisation expresse, des substances susceptibles de provoquer un danger pour le personnel d'entretien des égouts et des installations d'épuration, une détérioration ou une obstruction des canalisations, une entrave au fonctionnement de la station d'épuration ou des installations de refoulement, ou une pollution grave de l'eau de surface réceptrice.

En l'absence d'un égout public :

> Le rejet des eaux usées domestiques normales (sauf les eaux contenant des matières fécales) dans les voies d'écoulement pluviales est autorisé aux conditions suivantes :

- les eaux doivent être traitées efficacement par un dispositif d'élimination des matières grasses, des matières décantables et flottantes ;
- les eaux ne peuvent contenir plus de 5 mg/l de matières extractibles à l'éther de pétrole c'est-à-dire les matières grasses ;
- les eaux ne peuvent provoquer le dégagement d'odeurs incommodantes.

S'il y a des matières fécales, les eaux doivent répondre aux conditions suivantes :

- les eaux doivent être traitées dans une installation d'épuration facilement accessible et permettant un prélèvement aisé d'échantillons;
- les eaux ne peuvent être nuisibles à la faune ou la flore aquatique et aux animaux qui s'y abreuveraient ;
- pH : entre 6,5 et 9 ;
- pas de germes pathogènes en quantité dangereuse sinon une désinfection s'impose ;
- demande biochimique en oxygène en 5 jours à 20°C (DBO5) : ≤ 15 mg/l ;
- pas de décoloration avant 3 jours d'une solution au bleu de méthylène sous certaines conditions ;
- matières sédimentables : $\leq 0,5$ ml/l;
- matières en suspension : ≤ 60 mg/l;
- hydrocarbures non polaires extractibles au tétrachlorure de carbone : ≤ 3 mg/l.



> Pour les eaux usées autres que les domestiques normales, le déversement dans les voies artificielles d'écoulement des eaux pluviales est interdit.

CARACTERISTIQUES DU PROJET

Les caractéristiques du projet et de la parcelle influenceront le choix de la technique la plus adaptée et le degré d'épuration.

Les techniques à caractère extensif seront plus adaptées aux parcelles disposant d'un espace ouvert favorisant les aménagements paysagers.

En fonction du choix de recycler ou non les eaux après épuration, de leur destination après traitement, de leur infiltration ou de leur rejet en eau de surface, certaines techniques seront plus ou moins adaptées.

Ce choix se fera au cas par cas en ayant pris soin de répertorier toutes les contraintes et opportunités du projet :

- Les variations des charges organiques et hydrauliques en fonction du phasage des constructions sur la parcelle ;
- La topographie du lieu facilitera ou non un écoulement gravitaire entre les différents éléments constitutifs du procédé d'épuration. Un relevé des pentes devra être réalisé au préalable ;
- La présence d'un exutoire naturel ;
- La capacité d'infiltration du sol ;
- Les variétés des plantes et des biotopes indigènes ;
- ...

CHOIX DU SYSTEME

Son choix dépendra du rapport entre la quantité de besoins à couvrir et celle de ressources disponibles.

La nature et la superficie de la parcelle influenceront le choix de la technique (extensive ou/et intensive), l'objectif d'épuration (eaux grises uniquement ou toutes les eaux usées) et la destination des eaux épurées (usages qui ne nécessitent pas une qualité irréprochable ou la potabilisation).

Plus la construction sera dense et la parcelle petite, plus les techniques extensives seront limitées à un rôle d'affinage de l'épuration voir totalement supprimées au profit des techniques plus intensives. Gardons à l'esprit que dans certains cas, l'écobilan de l'ensemble de l'installation (énergie consommée, infrastructure mise en place, entretien et maintenance...) pourra être négatif ; il sera alors préférable d'avoir recours au traitement collectif des eaux usées ou de ne traiter qu'une partie des eaux rejetées (eaux grises en combinaison avec l'eau de pluie par exemple).

OBJECTIFS D'ÉPURATION

La qualité de l'épuration et le maintien de cette qualité dépendront essentiellement de la destination des eaux :

- rejet dans le milieu naturel, auquel cas il faut se référer aux normes de rejets locales ;
- réutilisation dans le cycle de consommation du bâtiment (sanitaires, entretien du bâtiment et des abords).

La réutilisation dans les toilettes est la moins contraignante du point de vue qualité des eaux (pas de contact direct, risque minime de contact direct dans le cas d'urinoirs). D'autres usages (arrosage des plantes, lavage des surfaces) présentent ce risque de contact ou de nébulisation en quantité limitée.

> Qualité de l'épuration secondaire

Les objectifs de DBO5 résiduelle (cf. définition p. 5) pourraient être relevés par rapport aux normes de rejet dans une eau de surface. La Directive du 21 mai 1991 concernant l'assainissement des agglomérations impose de façon générale 25 mg DBO5/l ou 70 à 90% de



réduction et 125mg DCO/l ou 75% de réduction. En zone sensible, le seuil est abaissé entre 10 et 20 mg DBO5/l suivant diverses conditions.

À titre indicatif :

- LEVINE & ASANO rapportent, en usage urbain, 10 à 30 mg de DBO5 par litre suivant la proximité du public ;
- SUZUKI et al. citent, pour le Japon, l'absence de limite de DBO pour les chasses de WC. Pour les plans d'eau récréatifs, les nouvelles normes sont établies avec un maximum de 10 mg DBO5 par litre en cas d'absence de contact physique avec l'eau et à 3mg/l en cas de possibilité de contact.

Il n'y a pas d'informations précises quant à une limite de DBO5 par rapport à des risques de nuisance du type "fermentation de l'eau stockée" liée au stockage. On peut supposer que la valeur maximale de 20 mg/l peut permettre un maintien de la qualité des eaux épurées pendant le stockage.

> Qualité bactériologique

Un objectif réaliste de qualité bactériologique des eaux pourrait être la norme de qualité d'eau de baignade (AR du 17/02/84) qui fixe, en valeurs impératives, des seuils de 2000 CF/100ml et 10.000 CT/100ml (les valeurs guides correspondantes sont resp. 100 et 500).

À titre indicatif :

- LEVINE & ASANO rapportent en usage urbain une norme pour les coliformes fécaux, allant de la non-détection (0CF/100ml) à proximité du public à 200 CF/100 ml lorsque l'accès du public est contrôlé ;
- SUZUKI et al. citent, pour le Japon, une norme initiale de max. 1000 CF/100ml pour les chasses de WC. Pour les autres usages, les normes ont été élargies à la même valeur en cas d'absence de contact physique avec l'eau et à 50 CF/100 ml en cas de possibilité de contact.

L'objectif de qualité peut être fixé à 1.000 CF/100 ml pour la bactériologie. Toutefois, la désinfection reste à garder à l'esprit pour des raisons "psychologiques" ou de certitude de l'absence de risque sanitaire ou d'apparition de nuisances. Pour toutes les techniques de désinfection : cf. EAU03.

PRETRAITEMENT (EPURATION PRIMAIRE)

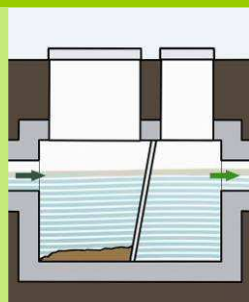


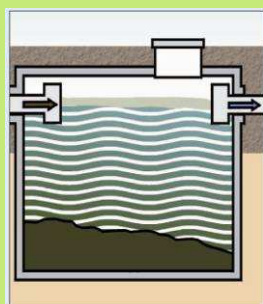
Image CERAA

Dégrillage

Chambre de réception pourvue d'une ou plusieurs grilles à mailles serrées pour retenir les objets de plus ou moins grosse taille.

Le dégrillage a pour but d'empêcher le passage, dans les canalisations et tuyaux de connexion, de corps 'grossiers' ou objets qui risqueraient d'obstruer ou de déranger les traitements en aval.

Il peut être utilisé dans le cadre de l'évacuation des eaux usées ainsi que pour les eaux de surface.



Décanteur

Cette citerne fonctionne suivant le principe de la décantation, les particules en suspension plus lourdes que l'eau sont entraînées vers le fond par leurs poids. Pour un bon fonctionnement, l'eau doit être aussi immobile que possible.

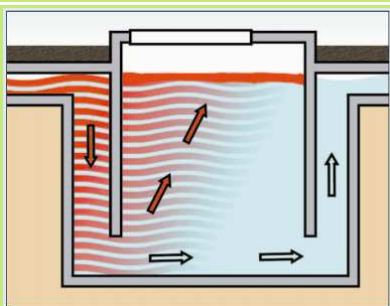
L'eau décantée en surface poursuit son traitement dans une seconde chambre, les boues dans le fond de la cuve sont évacuées plus ou moins régulièrement en fonction de la charge organique.

Un curage sera réalisé et les boues enlevées par un



camion-citerne (voir le point entretien et maintenance)

Le but est d'éviter tous risques de colmatage des canalisations par des dépôts.



Séparateur de graisses

Installation du séparateur sur l'évacuation des eaux de la cuisine, aussi près que possible de la "source". Indispensable si la fosse septique est à plus de 10 ou 15 m de la source.

Les particules d'huiles et de graisses, plus légères, sont séparées de celles de l'eau en remontant à la surface.

Il nécessite un entretien régulier.

Fosse septique

Ce prétraitement a pour but d'initier les processus épuratoires ainsi que de réduire les charges organiques et les matières en suspension (action physique de décantation et de flottation des matières en suspension et action biologique qui consiste en la digestion, par les micro-organismes, de la charge polluante biodégradable reçue).

La fosse septique 'toutes eaux' (fosse Imhoff) doit être dimensionnée en fonction du nombre d'équivalents-habitants :

- entre 1-10 EH : 600 litres/EH ;
- au-delà de 10 EH : 450 litres/EH (minimum 6000 litres).

Elle sera vidangée régulièrement tous les 2 ou 3 ans. La vidange ne doit en aucun cas être complète et un volume d'ensemencement d'environ 20 % des boues doit subsister.

Au niveau de la fosse septique, il faut exclure toute réception d'eaux pluviales ou de ruissellement en provenance des toitures ou d'autres surfaces imperméables (terrasses, ...). La fosse septique traditionnelle ne se charge que des eaux fécales.

Le rendement d'une fosse septique dans le cadre du traitement des eaux usées (grises+noires) peut être de 30% de réduction de la charge organique. Dans le cas du traitement des eaux grises uniquement, ce rendement passe à 60-80%. Dans ce second cas également, les eaux de lavages sont, dans un premier temps, traitées par un séparateur de graisses (cuisine).

Les cuves sont disponibles en béton ou en matière synthétique (PE) et peuvent être préfabriquées. Elles ne peuvent pas être raccordées sur le réseau d'eau pluviale.

Une attention particulière doit être apportée à la résistance des parois qui pourraient se dégrader suite à l'action corrosive des gaz de fermentation produits à la surface du liquide (H_2S) ; à cet effet, l'agrégation et des garanties apportées par le fournisseur sont nécessaires.

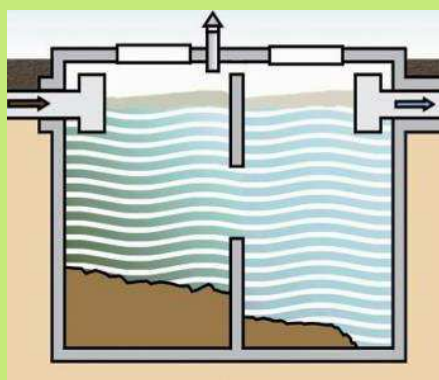


Illustration: VMM «waterwegwijzer voor architecten - een handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning »



STOCKAGE ET DISTRIBUTION

La problématique du stockage avant redistribution dans le cycle de consommation du bâtiment rejoint celle de la récupération des eaux pluviales (voir EAU03), à ceci près qu'il n'y a pas lieu de prévoir de volume tampon lié aux variations de débit en cas d'orage.

Le maintien de la qualité des eaux après épuration dépendra de l'efficacité du procédé d'épuration : diminution effective de la charge organique, de la pollution tertiaire et des bactéries.

La réduction de la pollution tertiaire (azote et phosphore) est importante dans le cadre d'un recyclage en boucle. Ainsi, il existe un risque d'accumulation et de précipitation des minéraux dans des endroits peu souhaitables tels que les chasses des WC, canalisations de distribution, pompes...

L'abattement de la charge bactériologique est aussi un paramètre primordial du recyclage. Il faut éviter la reformation des colonies de bactéries, engendrant une diminution de la qualité de l'eau stockée, des risques de prolifération bactérienne, une augmentation de la turbidité, etc.

Des techniques existent pour maintenir la qualité de l'eau tout au long du stockage. Elles consistent par exemple à oxygéner le milieu pour éviter une fermentation anaérobie de l'eau stockée, ou à mettre en œuvre des techniques de désinfection (ultrasons, rayons UV, osmose inverse, javellisation...). Mais ces techniques sont coûteuses, énergivores et/ou polluantes.

Un by-pass sur le tuyau d'amenée des eaux après épuration doit être prévu (éventuellement raccordé au réseau d'égouttage) pour éviter une pollution plus importante de la réserve d'eau non potable en cas de dysfonctionnement du procédé d'épuration.

> Caractéristiques et dispositifs de la citerne

Elle devra être étanche, équipée d'un puisard, d'un indicateur de niveau, d'un trou d'homme pour l'entretien, d'un trop-plein d'évacuation, d'une jauge ou d'une sonde de niveau, ainsi que d'un dispositif d'appoint en eau de ville déconnecté de l'eau épurée.

La citerne de stockage des eaux après épuration pourra jouxter la ou les citernes d'eau de pluie. Elle sera réalisée en béton étanche (préfabriqué ou coulé sur place avec couche de finition garantissant l'étanchéité) ou en matériaux synthétiques.

Pour éviter que la citerne d'alimentation en eau non potable ne soit vide, en cas d'utilisation pour le rinçage des toilettes ou pour toute autre utilisation régulière, la citerne doit prévoir un raccordement à l'eau de ville par disconnection.

Les réseaux de distribution véhiculant de l'eau de ville et de l'eau non potable (eaux usées épurées ou eau de pluie) devront être clairement identifiés et différenciés.

Cette signalétique comprendra :

- un schéma de principe de l'installation identifiant les différents composants ;
- le marquage et l'identification des tuyaux de distribution des deux réseaux ;
- des pancartes et étiquettes « eau non potable » aux points de puisage.

De plus, les robinets extérieurs seront mis hors de portée des enfants (ht : 160cm) ou seront sécurisés. Des clés spéciales seront enfin prévues pour certains robinets techniques.

Pour tous les équipements propres à la distribution d'eau non potable et/ou à sa potabilisation en vue de sa consommation, consulter la fiche EAU03 (pompes de transfert, groupes hydrophores, filtres UV, filtres à charbon, osmose inverse...).

Le trop-plein de la citerne est nécessaire en cas de débordement. Il est bon que la citerne déborde une dizaine de fois par an pour évacuer la pellicule de poussière se trouvant inévitablement à la surface de l'eau, et pour que le siphon ne s'assèche pas. Une purge régulière, éventuellement provoquée, ne peut être que bénéfique pour évacuer les composants minéraux qui auraient tendance à s'accumuler au cours de cycles de recyclage.

L'évacuation du trop-plein se fait vers l'égout collectif ou, si possible, vers une cuve de temporisation permettant l'entretien, la réparation des équipements défectueux, la vidange des citernes tout en permettant une occupation continue du bâtiment.

Le trop-plein sera équipé d'un siphon et éventuellement d'un clapet anti-retour pour éviter les



retours d'odeur de l'égout ; il sera situé, de préférence, plus haut que celui-ci afin de permettre un écoulement naturel.

> Entretien et maintenance des citernes

Un entretien doit se faire régulièrement. De façon générale, le nettoyage et la désinfection de chaque citerne devraient être effectués au moins une fois par année ou à la suite de tout événement pouvant y perturber la qualité. La vidange est réalisée par camion-citerne via un tuyau d'aspiration, tandis que le nettoyage s'effectue au moyen d'un nettoyeur à haute pression, de brosses et/ou racloirs pour les parois intérieures des cuves, etc.

La chloration est à priori à éviter, à moins d'une infection sérieuse.

Dans les bâtiments plus importants, une entreprise spécialisée (liée ou non à l'installateur) peut effectuer les contrôles réguliers et l'entretien/maintenance de l'installation.

Une gestion technique centralisée (GTC) du bâtiment permettra la récolte des informations/données fournies par les sondes de niveaux, le suivi des groupes hydrophores de distribution (alarme spécifique en cas de disfonctionnement) et, de manière générale, permettr la gestion de l'ensemble des équipements de l'installation.



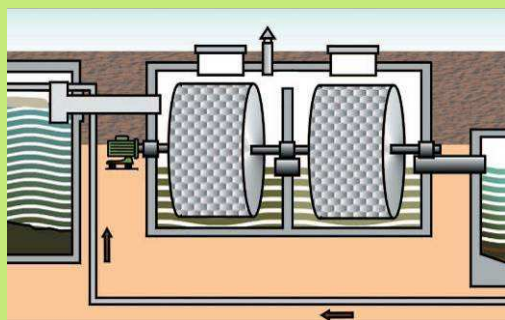
MISE EN ŒUVRE – POINTS PARTICULIERS POUR CHAQUE DISPOSITIF

EPURATION BIOLOGIQUE (EPURATION SECONDAIRE) : LES TECHNIQUES INTENSIVES D'EPURATION DES EAUX USEES URBAINES

Les techniques abordées ci-dessous concernent principalement l'épuration des eaux usées (eaux noires et eaux grises). Elles font partie des techniques couramment utilisées dans l'épuration des eaux usées urbaines, tant à l'échelle collective qu'individuelle.

Ces techniques pouvant être qualifiées d'intensives, au vu de l'encombrement nécessaire pour permettre le traitement des eaux usées, ne sont pas pour autant des plus efficaces dans tous les domaines de l'épuration. Leur efficacité reste limitée en ce qui concerne la pollution tertiaire (azote et phosphore) et quaternaire (bactériologique). De plus, leur bilan environnemental reste négatif ; ces techniques sont par ailleurs plus énergivores que les techniques extensives présentées par après (utilisation de pompes, d'aérateurs, de supprimeurs...). Leur entretien nécessitera également une main d'œuvre nettement plus qualifiée pour leur maintenance régulière. Toutes ces techniques sont commercialisées pour toutes les tailles de projets (depuis 1 E.H.) sous forme de micro-station d'épuration.

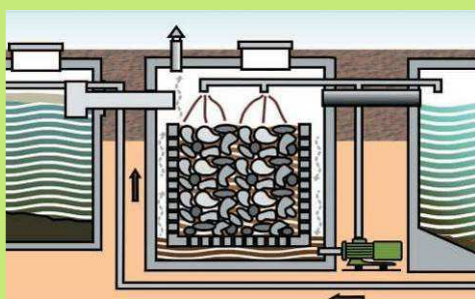
Pour ces raisons, ces technologies ne sont abordées que de manière succincte. Elles restent toutefois pertinentes dans le cadre de l'épuration des eaux usées dans des projets dont la densité ne permet pas le traitement par voie naturelle (généralement en centre urbain) en gardant à l'esprit que dans ces cas, l'optimum sera d'épurer uniquement les eaux grises et de rejeter les eaux noires concentrées dans les égouts, voire de ne pas en produire du tout.



Disques biologiques - Biorotor

Les disques biologiques utilisent le principe de transformation et de destruction des matières organiques par des micro-organismes fixés sur un support. Les cultures de bactéries forment un biofilm ou film biologique épurateur à la surface des disques. Les disques semi-immergés sont en rotation sur un axe, ce qui permet l'oxygénation de la biomasse fixée (épuration en aérobie). L'effluent est prétraité par décantation. Un décanteur est également disposé en post traitement pour permettre la recirculation des boues d'épuration.

Le biorotor utilise le même procédé de rotation du support mais à la place de disques, on utilise des cylindres composés de matériaux qui maximisent les surfaces permettant le développement du biofilm.



Lit bactérien aérobie

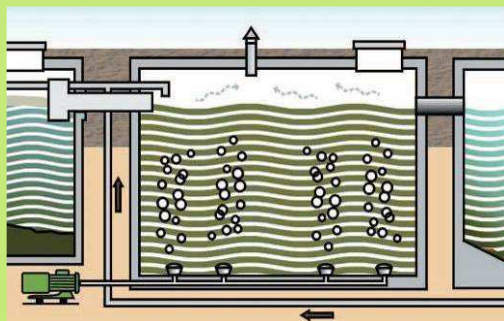
Les bactéries ou micro-organismes sont fixés sur un support placé au-dessus du niveau de l'eau usée.

L'eau à traiter est dispersée en pluie à la surface du filtre. Le filtre n'est jamais submergé par l'effluent à traiter. Il est constamment aéré par aération naturelle ou par ventilation forcée.

Le support utilisé comme filtre doit avoir une grande surface spécifique (matériaux poreux ou caverneux) : des pierres volcaniques, du gravier, des matières synthétiques...

Illustrations: VMM «waterwegwijzer voor architecten - een handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning»



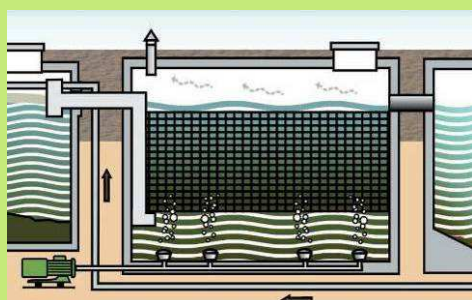


Boues activées

Ce processus d'épuration consiste en une aération intensive. Des éléments d'aération placés en fond de cuve assurent l'oxygénation (disperseurs). Les bactéries ou micro-organismes flottent en flocons dans les eaux usées. La dégradation des matières organiques se fait principalement en aérobie par mélange des micro-organismes épurateurs et de l'effluent à traiter.

Avantage : production de boues relativement faible

Inconvénient : consommation relativement importante d'énergie pour l'oxygénation



Biomasse immergée aérobie

Les bactéries ou micro-organismes sont fixés sur un support entièrement immergé dans les eaux usées ou flottent en flocons. Des éléments d'aération placés sous le support (filtre) assurent l'oxygénation des bactéries.

Ces bactéries vont se nourrir, en partie, des nutriments (azote, phosphore) contenus dans les eaux usées mais vont essentiellement se servir du carbone des matières organiques pour synthétiser leur propre matière. Elles en retirent l'énergie nécessaire à leur survie. Les bactéries mortes forment des flocons, qui sédimentent sous forme de boues plus facilement récupérables.



(illustration : www.remofrit.be)

SBR

"Sequential Batch Reactor" ou Procédé de Réacteur Discontinu Séquentiel, ce système peut se rapprocher de la technique des boues activées associée à un système de décantation.

3 périodes se succèdent : **une période en anaérobie** (l'effluent pénètre dans le SBR et est mélangé), **une période en aérobie** (l'effluent est mélangé et une aération artificielle est réalisée) et **une période de décantation/déposition des boues** (repos).

Avantage : un condensé de plusieurs fonctions qui se présentent séparément dans un système de traitement conventionnel.

Inconvénient : entretien complexe, grand consommateur d'énergie.



MBR

"Membrane Bio-Reactor" : ce système associe les avantages d'une **ultrafiltration par des membranes** placées dans des caissons immergés et d'une **oxygénation du milieu** par production de bulles d'air sous les caissons (dégradations en aérobie – action biologique).

Les bactéries épuratrices sont laissées en suspension dans l'effluent à traiter. Une re-circulation en sens inverse est prévue pour permettre le décolmatage des bactéries/particules déposées sur les membranes. Le M.B.R. prévoit aussi des phases de **nitrification** et de **dénitrification** des composés azotés. Enfin on peut s'attendre à une **épuration bactériologique efficace**.



Avantages : Faible coût des membranes, encombrement minimal, qualité d'épuration ...

Inconvénients : Utilisation de produits chimiques pour l'entretien des membranes, procédé énergivore (aération, pompes...)

Illustrations et sources: VMM «waterwegwijzer voor architecten - een handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning» - Geo-Engineering «Bio réacteurs aux membranes»

Le procédé de filtration et d'épuration par membranes (**M.B.R.**) reste une technologie intéressante dans la ville dense où les contraintes d'occupation et la fréquentation impose une compacité importante. Elle permet un traitement efficace des eaux usées (autant noires que grises) et atteint des performances d'épuration intéressantes sans l'utilisation d'autres techniques d'affinage sauf éventuellement dans le cadre d'une boucle de recyclage qui risque de provoquer l'accumulation de certains composants minéraux.

EPURATION BIOLOGIQUE ET PAR VOIE NATURELLE (EPURATION SECONDAIRE ET TERTIAIRE) : LES TECHNIQUES EXTENSIVES D'EPURATION DES EAUX USEES URBAINES

LE LAGUNAGE NATUREL (eaux usées urbaines)

> Description

Le lagunage correspond à une zone physique du milieu aquatique où l'eau "stagne", où la vitesse d'écoulement est ralentie. Dans son utilisation dans des bassins étanches, le lagunage reproduit les réactions biochimiques qui se produisent au sein d'une lagune, d'un lac ou d'une mare. Le lagunage est un écosystème aquatique en eau libre.

Différents types de lagunages existent. Les plus utilisés sont les lagunages à microphytes (algues, micro-phytoplanctons...) où la transformation des charges polluantes (matières organiques) est réalisée par voie aérobie (en présence d'oxygène). D'autres procédés utilisent une réduction des matières organiques en anaérobie dans les sédiments, offrant l'avantage de stabiliser les boues d'épuration.

Des efficacités différentes pourront être obtenues selon l'utilisation de microphytes (qui nécessitent la pénétration de la lumière profondément dans les bassins) ou de macrophytes (qui limitent le développement de ces micro-algues). On retrouve aussi des lagunages à plantes immergées, émergentes (prairies flottantes) ou enracinées, des lagunages à rhizophytes fixés, des lagunages aérés artificiellement (mécaniques)...

Étant donné les surfaces importantes que requièrent les bassins de lagunages et l'efficacité relativement faible de cette technique d'épuration employée seule, elle ne sera pas conseillée dans le cadre de ce guide pratique destiné à des projets inférieurs à 1.000 m². Néanmoins, dans le cadre de l'extension des villes et collectivités rurales, des systèmes de lagunage peuvent être envisagés pour l'épuration collective des eaux usées urbaines.

Les aspects techniques seront malgré tout abordés pour leurs caractères communs aux autres techniques intensives d'épuration par voie naturelle. Notamment dans certains procédés plus complexes comme le M.H.E.A. (cf. description des procédés combinant plusieurs technologies sous forme d'écosystèmes naturels), les principes du lagunage naturel seront mis en œuvre dans un bassin placé en début de filière afin de profiter de leur efficacité dans le traitement des matières organiques et dans la récolte des boues en début de traitement.



> Aspects techniques

o Mise en œuvre :

Il est préférable de réaliser un prétraitement physique des eaux avant de les diriger vers les lagunes (valable pour toutes les techniques d'épuration). Ce prétraitement comprend un dégrillage, un dessablage et/ou un déshuilage.

Les installations doivent être dimensionnées et conçues de manière à permettre la photosynthèse dans les lagunes. Elles doivent avoir un volume adéquat pour la dégradation des matières organiques (temps de séjour) et être hydrodynamiques, pour faciliter l'écoulement permanent dans toutes les zones de bassins. Etant donné le caractère très extensif de cette technique, le temps de séjour qui doit être assez long (> 50 jours)

Le lagunage naturel demande des superficies relativement importantes, entre 10 et 15m²/E.H., ainsi qu'un nombre minimum de trois bassins en succession. La profondeur des bassins variera entre 1m et 1,70m, voire plus selon le caractère aérobie ou anaérobie de l'installation.

Il est important d'insister sur l'imperméabilisation des surfaces où vont s'implanter les lagunes ou tout autre traitement des eaux usées par voie naturelle. En effet, de par leurs caractéristiques et leur provenance, ces eaux sont chargées de multiples polluants qui ne peuvent absolument pas pénétrer le sol et atteindre une nappe phréatique.

L'étanchéité de l'écosystème aquatique peut être assurée par l'installation d'une membrane non biodégradable, garantie pour ce type d'usage (épaisseur minimum 1,5 mm, résistance aux UV et aux variations de température).

La conception d'un bassin étanche en argile (ou en terre argileuse compactée) est à déconseiller parce qu'elle nuirait à une récolte facile des boues et pourrait entraîner des risques d'inétanchéité des fonds de bassin (pollution du sol).

Les autres paramètres de la technique d'épuration par lagunage sont le type de plantes (s'il y en a), le substrat utilisé (granulométrie, composition), la profondeur des lagunes et leur nombre.

o Coûts : Souvent qualifié de rustique, l'aménagement des installations d'un lagunage est techniquement simple étant donné le peu de technologies mises en œuvre. Les coûts d'investissement sont principalement liés à la qualité du sol qui doit être le moins perméable possible (limite l'utilisation des systèmes de lagunage). Le coût d'installation comprend en outre les prix des matériaux de terrassement et de réalisation des ouvrages (étanchéités, béton, membranes géotextiles...).

Les frais de fonctionnement représentent environ 20% de ceux d'une station d'épuration classique, cette proportion variant en fonction du coût de l'énergie (Badia-Gondard Française – 2003).

o Entretien et maintenance : il est nécessaire de prévoir un minimum d'entretien des ouvrages, bassins, canalisations et abords. Il faut en outre veiller au bon écoulement des flux entre bassins, vérifier la présence de corps flottants, l'état des digues et l'apparition d'odeurs.

Si l'installation est sous-dimensionnée, non entretenue ou mal gérée, des problèmes olfactifs peuvent apparaître.

Les écosystèmes d'eau libre peuvent favoriser la prolifération de moustiques (eaux pratiquement stagnantes). Dans ce contexte, il est préférable d'éviter les bras morts dans la conception des lagunes (formes hydrodynamiques). D'autre part, des solutions existent au niveau de l'utilisation de prédateurs des larves de moustiques tels que les poissons ou le zooplancton qui se nourrissent de larves d'insectes, etc.

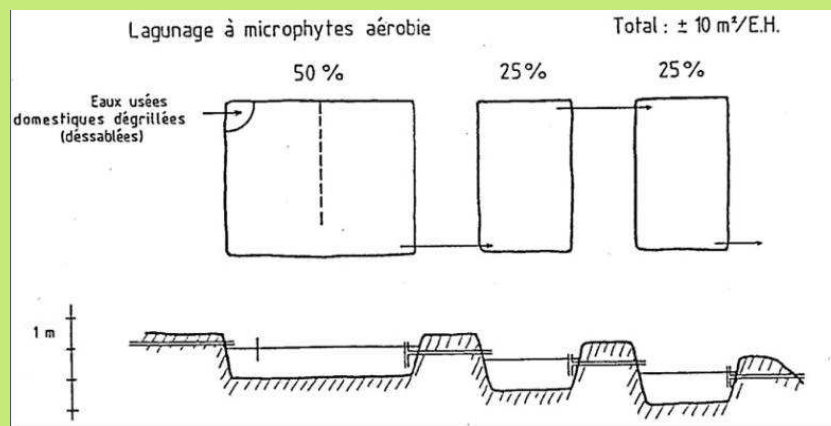
Enfin, un des inconvénients du système est la production importante de boues au fond des lagunes. Ces boues doivent être curées tous les 10 à 12 ans.



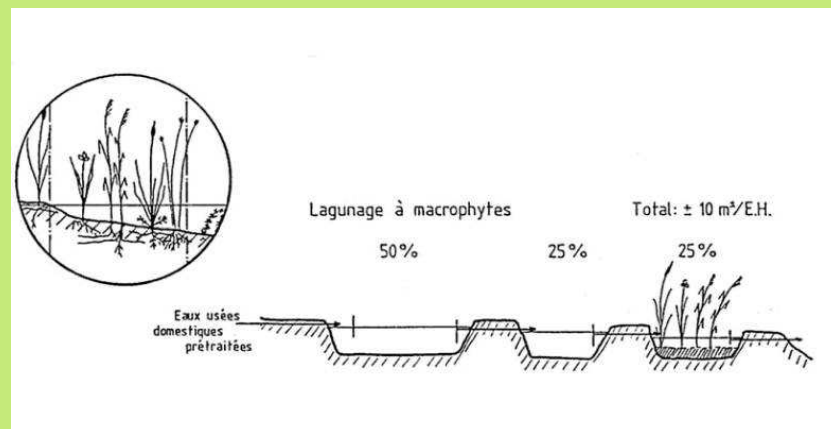
> Différents types de lagunages naturels



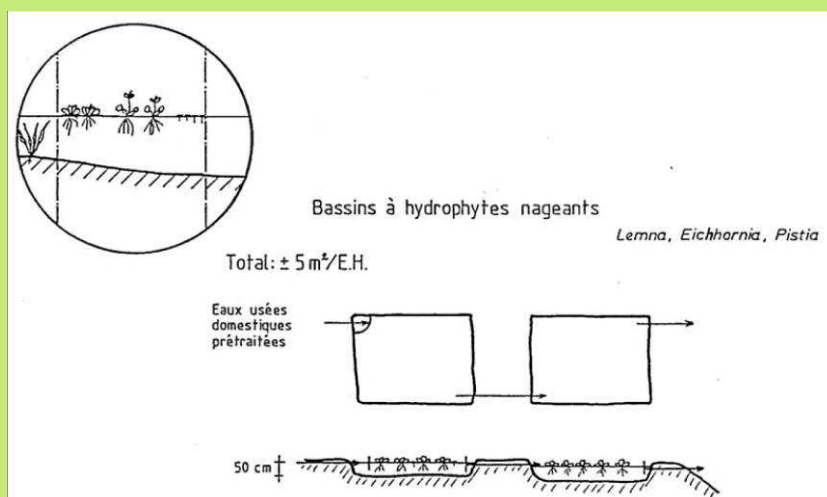
Lagunage collectif des eaux urbaines des villes de Rochefort et Fort-Mahon - Sources: Internet (www.ville-rochefort.fr www.photos-aeriennes.fr)



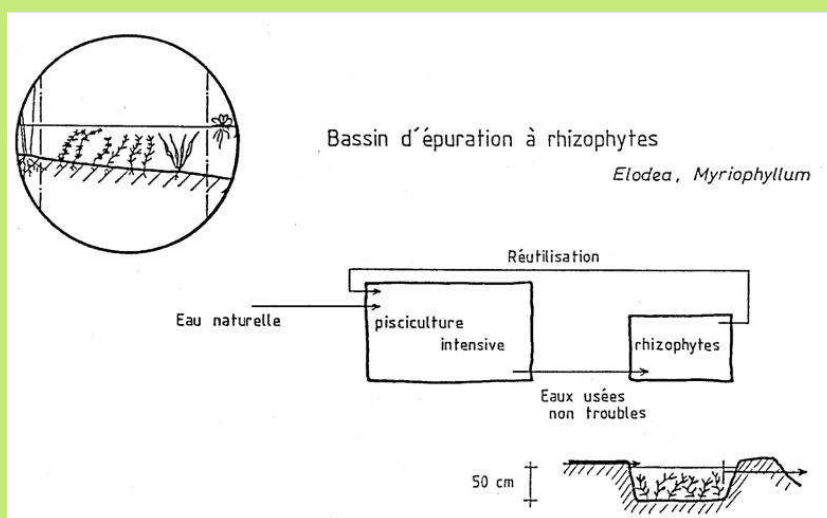
Sources: Michel RADOUX (Fondation Universitaire Luxembourgeoise)



Sources: Michel RADOUX (Fondation Universitaire Luxembourgeoise)



Sources: Michel RADOUX (Fondation Universitaire Luxembourgeoise)



Sources: Michel RADOUX (Fondation Universitaire Luxembourgeoise)

LES MARAIS ARTIFICIELS (eaux usées – eaux grises)

> Description

Les systèmes de traitement par marais filtrants reproduisent les phénomènes observés dans les marais naturels. Ils agissent comme filtres pour l'enlèvement de la matière organique (carbone, azote et phosphore), des matières en suspension et des éléments pathogènes. Les marais filtrants sont ensemencés de plantes semi-aquatiques et alimentés par mode séquentiel dans des unités à écoulement vertical ou à écoulement horizontal sous la surface.

Ces procédés consistent à faire circuler les effluents à traiter au fil de bassins aménagés en paliers successifs, dans lesquels on a pris soin de créer un milieu favorable à la formation d'un écosystème aquatique artificiel (combinaison de l'action de végétaux, de bactéries abritées dans la rhizosphère, de micro-organismes et de substrat) qui aura une fonction épuratoire.

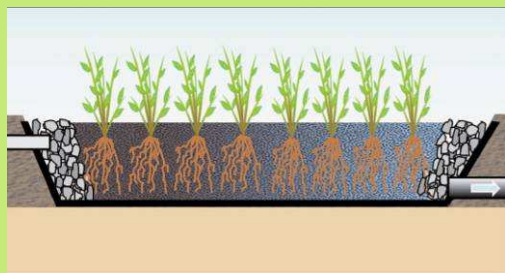
Deux modes de circulation des eaux au sein de bassins plantés sont généralement mis en œuvre : **la circulation par percolation** (système de filtration **verticale**) et **la circulation en translation** (système de filtration **horizontale**).

En Europe, on retrouve couramment des marais artificiels de type Seidel, plantés de roseaux :



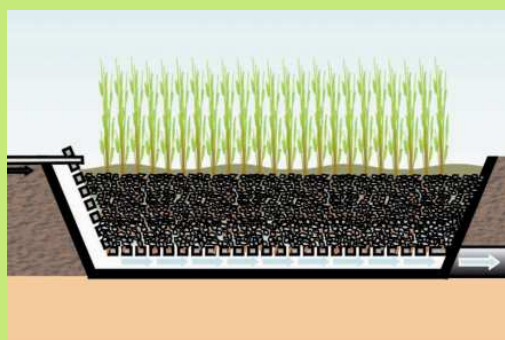
ce sont les “reed bed treatment systems” (RBTS). L'utilisation de roseaux à croissance rapide (*phragmites australis*) et très tolérants vis-à-vis des variations du niveau d'eau (caractéristique du procédé Seidel), réduisent la production des boues d'épuration. Celles-ci seront stabilisées et de bonne qualité hygiénique ; elles seront donc plus facilement valorisables.

Mais ces procédés pris individuellement montrent certaines limites dans le degré d'épuration de certains paramètres de pollution. Comme on le verra, les procédés les plus efficaces au niveau de la qualité et de la fiabilité d'épuration seront ceux qui combinent les avantages et pallient aux défauts des différentes techniques - extensives/extensives (type M.H.E.A) et intensives/extensives (type I.N.C.O.M.A.T.S, Living Machine, Eco-machine...).



Procédé Kickuth (5m²/EH pour les eaux usées)

Le procédé Kickuth met en œuvre des bassins dans lesquels les eaux usées circulent par **translation horizontale** dans le substrat. Ce dernier sert à l'enracinement de plantes semi-aquatiques et/ou terrestres qui y développent un complexe de racines (rhizosphère). Au sein de ces bassins, des processus bio-chimiques en aérobie et en anaérobie permettent l'épuration des eaux usées. Le procédé est assez efficace pour l'épuration primaire et secondaire (DBO et DCO) mais reste limité pour l'épuration tertiaire (40 à 60%). C'est un des procédés les plus courants d'épuration des eaux usées par voie naturelle.



Procédé Seidel (3-7m²/EH pour les eaux usées)

Le procédé Seidel met en œuvre des bassins dans lesquels les eaux usées circulent par **filtration verticale (percolation)** dans le substrat. C'est un système à étages successifs branchés en parallèle. Ils sont alimentés par intermittence en eaux usées brutes afin d'alterner périodes sous eau et de mise au repos. De ce fait, le substrat peut être plus fragile quant à la charge hydraulique qu'il peut supporter.

Le procédé Seidel permet une nitrification importante de l'effluent. Pour réaliser la dénitrification, l'idéal est de placer, après les filtres plantés, des bassins à écoulement horizontal. En combinant les deux procédés, on arrive donc à des résultats plus intéressants qu'en utilisant les techniques séparément.

Illustrations: VMM «waterwegwijzer voor architecten - een handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning »

> Aspects techniques

Les marais filtrants requièrent une superficie qui dépend des caractéristiques des eaux usées, des exigences de rejet et des conditions du terrain. Les dimensions du système dépendront donc de la charge massique, de l'espace disponible et de la topographie du terrain. Dans le cadre de la finalisation du traitement des eaux grises, les surfaces mises en œuvre seront réduites à 1 ou 2 m²/E.H. en comparaison des 5 à 10m²/E.H. nécessaires pour l'épuration de l'ensemble des eaux usées.

o Mise en œuvre :

- La profondeur des bassins est généralement comprise entre 60 cm et 1 m ;
- Le procédé doit être construit sur une fondation étanche afin de garantir son imperméabilité et éviter le risque de pollution des nappes phréatiques souterraines. Cette étanchéité peut être assurée par l'installation, conformément aux recommandations du fabricant, d'une membrane non biodégradable et garantie pour ce type d'usage (épaisseur >1,5mm, résistance aux UV, aux variations de température et résistante aux rongeurs). Ces bassins peuvent aussi être conçus en béton étanche,



éventuellement préfabriqué. La conception d'un bassin étanche en argile (ou en terre argileuse compactée) n'a plus de contre-indication : en effet, la couche argileuse n'est jamais concernée par une opération de gestion.

- Les bassins sont remplis d'un substrat dont la texture est du type 'sable grossier' idéalement à granulométrie décroissante de bas en haut (2-8mm). Le substrat est donc très perméable et permet une circulation homogène de l'eau à travers le sol. Les entrées et sorties des filtres plantés doivent avoir une granulométrie différente du reste du bassin (concassé 60-100mm – procédés Kickuth) ;
- Tous les autres dispositifs d'entrée, de transfert ou de sortie des eaux en traitement, doivent être conçus de manière à être à l'abri du gel (utilisation de chambres de visite enterrées...) ;
- Les tuyaux de raccordement du bâtiment à la fosse septique doivent avoir une pente de 2 à 4%. Les eaux sortant de la fosse sont conduites par des tuyaux rigides en pente régulière de 1% ;
- Les filtres plantés ont une pente minimale de 1% ;
- Il est essentiel que la fosse septique dispose d'une ventilation autonome suffisante, sans quoi les bassins implantés en aval risquent de disperser les odeurs désagréables produites par la digestion des matières organiques de la fosse septique. Le conduit d'évacuation des gaz devra être placé à une hauteur suffisante (plus de 3 m) et à bonne distance des ouvrants donnant sur les espaces d'occupation (min. 1m), des espaces extérieurs accessibles (terrasses, coursives...)...

o Entretien et maintenance :

La plupart des opérations à mener sont identiques à celles que demande l'entretien d'un jardin d'agrément comportant des espaces terrestres et semi-aquatiques : entretien des abords (accessibilité), des bassins (murets de soutènement, ouvrages et tuyaux de connexions entre bassins..), faucardage annuel des biomasses aériennes en fin de période de végétation (septembre-octobre) et leur exportation, purge des boues d'épuration (tous les 5 à 10 ans)...

Comme dans tout jardin, il faut prévoir une surveillance phytosanitaire et éventuellement lutter contre des attaques parasitaires importantes (pucerons, par exemple).

Ces technologies 'douces' d'épuration des eaux fonctionneront préférentiellement de façon gravitaire et sans ajout de produits chimiques. Certains projets, ne bénéficiant pas d'une déclivité naturelle suffisante (dénivelé de 60 à 80 cm entre la sortie des eaux des bâtiments et la sortie des bassins), nécessiteront l'utilisation de pompes immergées pour relever le niveau de l'effluent.

La maintenance doit comprendre la surveillance des dispositifs d'alimentation et d'évacuation des eaux.

- o Efficacité épuratoire en période hivernale : la diminution des capacités épuratoires (dilution liée aux précipitations et à la baisse de la température ambiante) est en réalité peu conséquente. Tous les processus biologiques et naturels d'épuration (liés aux communautés bactériennes, micro-organismes, microphytes et macrophytes) dépendent effectivement de la température mais ils restent tous fonctionnels et donc actifs en hiver (y-compris les végétaux supérieurs dont les biomasses souterraines sont vivaces). Leur ralentissement saisonnier est simplement compensé par un dimensionnement suffisant des installations.

En hiver, l'important est de maintenir toute la surface opérationnelle malgré le gel de surface et donc de s'assurer que l'eau puisse circuler partout : de bassin à bassin, ouvrages de liaison et arrivées/sorties des bassins à l'abri du gel...

- o Recommandations : les bassins recréant un écosystème artificiel d'eau libre ou faisant circuler les eaux brutes prétraitées en fosse septique (conditions anaérobiques voir anoxiques) à l'air libre, susceptibles de provoquer exceptionnellement des perturbations olfactives à proximité immédiate, devront être implantés en tenant compte des vents dominants et à une distance raisonnable des bâtiments.

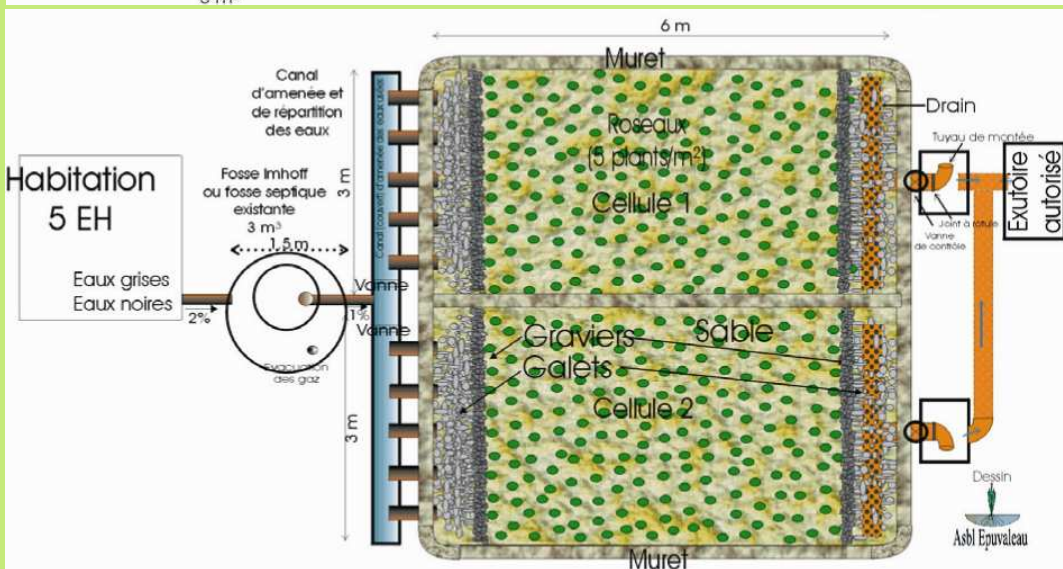
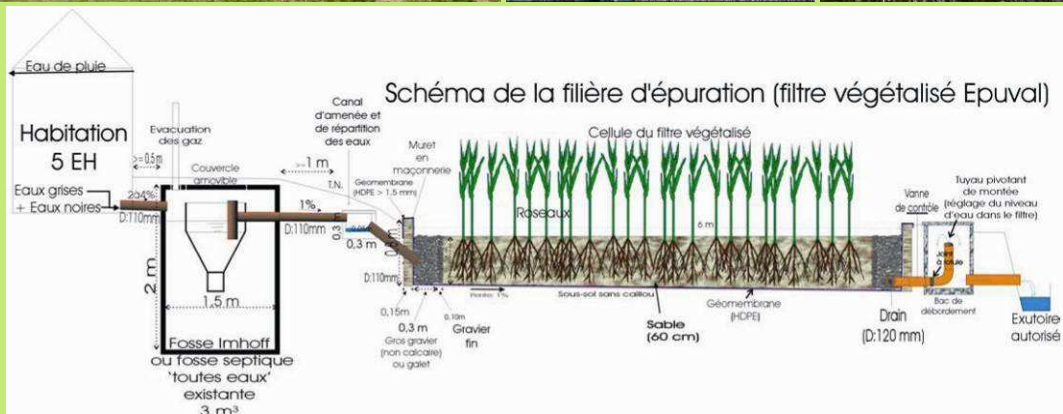


3 procédés d'épuration par voie naturelle sont agréés en Région Wallonne : EPUVAL (filtres à roseaux – EPUVALEAU asbl – Dimitri XANTHOULIS), A.E.A.R. (Agencement d'Ecosystèmes Aquatiques Reconstitués – Ecologie au quotidien asbl – Christian HEYDEN) et M.H.E.A (Eloy&Fils – Michel RADOUX).

> Exemples de procédés d'épuration par voie naturelle en Belgique

Le filtre végétalisé EPUVAL (Dimitri XANTHOULIS - 7m²/E.H.)

La filière d'épuration développée par l'ASBL Epuvaleau et la Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux reprend les principes du procédé Kickuth à écoulement horizontal. Elle comprend un prétraitement en fosse septique 'toutes eaux' et deux cellules disposées en parallèle plantées de roseaux, et dans lesquelles l'effluent à traiter circule sous le substrat.



Illustrations: Asbl Epuvaleau, brochure «votre système d'épuration des eaux usées par filtre végétalisé EPUVAL»



Agencement d'Ecosystèmes Aquatiques Reconstitués (Christian HEYDEN – 6-8m²/E.H. pour les eaux usées)

Le procédé comprend un premier traitement en fosse septique.

Les filières d'épuration par voie naturelle du procédé A.E.A.R. présentent une succession d'écosystèmes aquatiques et semi aquatiques :

- un bassin peuplé de macrophytes enracinés dans un substrat constitué de gravier : le roseau et l'iris des marais. Le gravier sert de filtre physique pour les matières en suspension, de substrat pour les plantes aquatiques et de support pour le plancton. L'écoulement se fait horizontalement à travers le substrat.
- une lagune composée de microphytes (algues unicellulaires vertes) qui colonisent l'eau de ce bassin spontanément. Cette présence d'algues permet le développement de daphnies, des micro-crustacés, du plancton qui permettent de clarifier l'eau par consommation des algues, une ingestion de germes fécaux.
- un marais reconstitués : filtre par infiltration et percolation à travers un substrat et sert de support à des micro-organismes épuratoires. Des plantes ont été choisies pour leurs qualités épuratoires et leur côté esthétique.
- une lagune comprenant des variétés de plantes immergées : le potamot à feuilles crépues (*Potamogeton crispus*) et le cornifle (*Ceratophyllum demersum*), le nénuphar blanc (*Nymphaea alba*), le sagittaire (*Sagittaria sagittifolia*), le rubanier simple (*Sparganium emersum*) et le jonc fleuri (*Butomus umbellatus*).

Ce dernier bassin est un "refuge pour la vie aquatique indigène", deux espèces de poissons devenus rares de la famille des Cyprinidés : la bouvière (*Rhodeus sericeus amarus*) et l'able de Heckel (*Leucaspis delineatus*) ont été réintroduites. On retrouve aussi un mollusque bivalve : l'anodonte (*Anodonta sp.*) qui sert de filtre pour les matières en suspension dans l'eau. Ces espèces animales jouent le rôle d'indicateurs biologiques précieux pour la qualité de l'effluent épuré.



la bouvière (*Rhodeus sericeus amarus*)

Sources : Christian HEYDEN (Ecologie au quotidien asbl) – Les Amis de la Terre, « La mare », n°62, 2001.

Le procédé MHEA (Michel RADOUX – 6-8m²/E.H. pour les eaux usées)

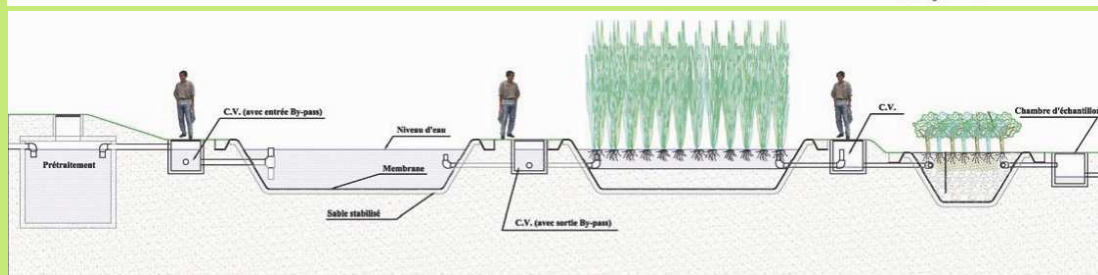
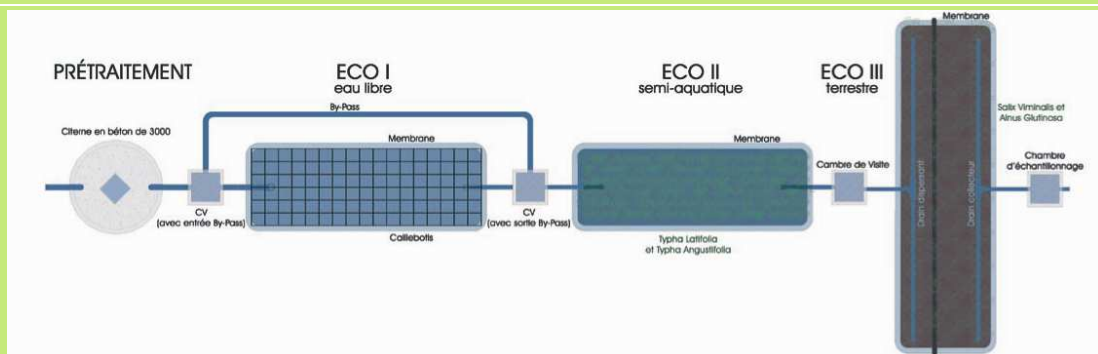
La filière MHEA optimisée (Mosaïque Hiérarchisée d'Ecosystèmes Artificiels) comporte **3 écosystèmes artificiels placés en série** : un écosystème aquatique, un écosystème semi-aquatique et un écosystème terrestre. La filière nécessite le prétraitement des eaux usées en fosse septique.

L'implantation d'un écosystème aquatique trouve sa justification dans le fait que les eaux usées prétraitées peuvent véhiculer des matières en suspension (MES) en quantité encore très élevée. Il est donc fondamental d'abattre suffisamment la pollution primaire au niveau de l'écosystème aquatique pour éviter toute perturbation dommageable de la conductivité hydraulique dans l'écosystème terrestre situé en aval. Par ailleurs, l'écosystème "eau libre" est le plus pratique pour la récolte périodique des boues produites.

Le deuxième stade est un écosystème semi-aquatique planté de différentes variétés de plantes semi-aquatiques *Typha latifolia/angustifolia*, *Phragmites australis*, *Iris pseudacorus*, *Scirpus lacustris*... Le système semi-aquatique est nécessaire notamment pour limiter le développement des microphytes, très important en eau libre.

Dans la dernière étape, le flux d'eau est distribué à plusieurs unités représentant des écosystèmes terrestres. Différentes essences d'arbustes et d'arbres peuvent être employées (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn – *Alnus cordata* (Loisel.) – *Populus tremula* L. – *Prunus padus* L. – *Fraxinus excelsior* L. – *Salix cinerea* L....).

Les écosystèmes terrestres améliorent significativement les rendements épuratoires des pollutions primaire et secondaire. Pour ce qui est du traitement tertiaire, les bassins plantés d'arbustes ont montré systématiquement des efficacités épuratoires supérieures. Il est important de signaler qu'il existe des variations assez conséquentes selon le type de plantations : les arbres tels que le saule et le peuplier (deux variétés à forte croissance) donnent les résultats les plus intéressants.



Sources : Michel Radoux (Fondation Universitaire Luxembourgeoise) et Eloys&Fils



LE TRAITEMENT SELECTIF DES EAUX GRISES

Le système Traiselect (Joseph ORZÀGH – 1-2m²/E.H. – eaux grises)

L'épuration sélective des eaux grises n'a réellement de sens que pour ceux qui ne produisent pas d'eaux fécales. Dans ce cas, on découvre que les problèmes liés à la pollution domestique des eaux concernent principalement le traitement de la charge en matières organiques. Pour la technique des Toilettes à Litières Biomaitrisées (toilettes sèches) : cf. EAU02.

Le procédé nécessite un traitement en fosse septique. Comme déjà vu plus haut, le rendement de la fosse septique s'en voit amélioré : on passe de 30% de réduction de la charge organique (dans le cas du traitement des eaux grises et noires) à 60-80% pour les eaux grises seules. Cela est valable si les eaux sont traitées en anaérobie directement après leur production (eaux encore chaudes).

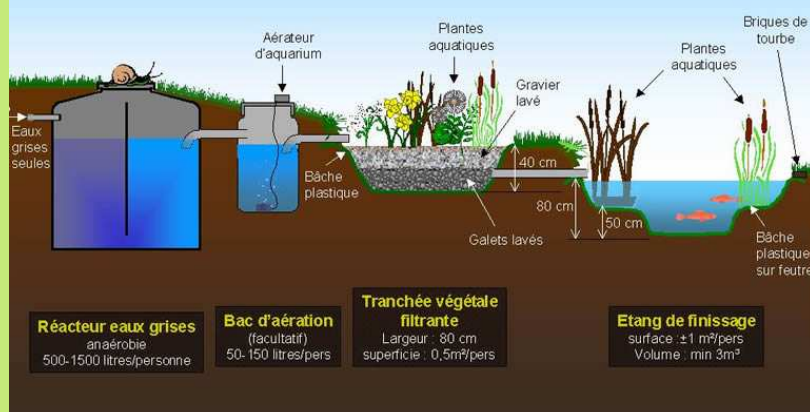
Le traitement des eaux grises uniquement produit peu de boues d'épuration.

La seconde étape du procédé consiste en une cuve tampon avec aération de l'effluent (réacteur à eaux grises) : oxygénation du milieu et élimination des odeurs désagréables issues de la fermentation anaérobie. Dans cette cuve enterrée (souvent en plastique), d'une capacité de 50 à 100 litres par personne, on place le disperseur de bulles produites par un surpresseur (de type aérateur d'aquarium).

La finalisation du traitement pourra être réalisée par un filtre planté de type marais artificiel et/ou d'un étang de finissage : mare artificielle, écosystème semi-aquatique ou terrestre. Si l'implantation d'un jardin filtrant ne peut pas être prévue faute de superficie adéquate, des techniques de traitement plus intensives peuvent permettre de recycler les eaux grises épurées dans le cycle de consommation du bâtiment (chasses des WC si conservées, entretien du bâtiment et des abords). Les volumes utilisés en tant qu'eaux de lavages ne représentent qu'une petite proportion des eaux usées produites dans l'habitation. Il faut donc combiner le recyclage des eaux grises à la récupération des eaux de pluies.



Épuration sélective des eaux grises suivant le système TRAISELECT



Sources : Joseph Orzagh – Eautarcie « *Pluvalor & Traiselect – introduction à la gestion écologique de l'eau dans la maison* » – www.eautarcie.com



Le système WATER CONVERT® (recyclage en cascade des eaux grises)

Le système Water Convert est un système de récupération d'eau grise de la douche ou du bain pour le rinçage de la cuvette des WC. Chaque utilisation de la douche et du bain permet de récupérer, de traiter et de stocker l'eau grise. Cette eau est ensuite utilisée pour rincer la cuvette du ou des WC de l'habitation.

L'eau grise provenant de la baignoire ou de la douche est ainsi récupérée par un petit réservoir placé sous la baignoire ou la douche, ou à côté. Ce réservoir contient un filtre mécanique et une pompe. Quand le réservoir du WC est plein ou en cas de coupure de courant, l'eau s'évacue par un trop plein vers les égouts. Quand le réservoir n'est pas plein, une sonde informe la pompe et celle-ci envoie l'eau dans le réservoir via un tuyau souple placé en chape ou en plinthe.

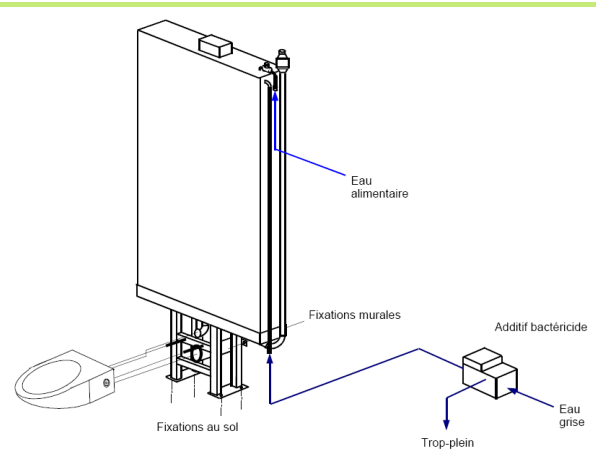
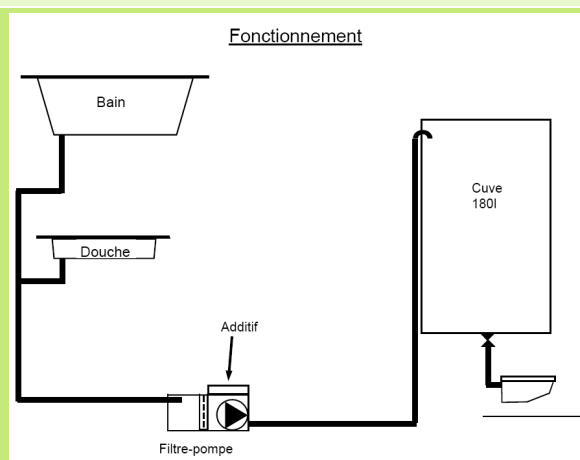
Le système est très compact et se place simplement derrière la cuvette du WC. L'entretien est très simple, pas besoin d'un technicien.

L'eau est traitée automatiquement par un doseur avec une solution aqueuse colorée en bleu, parfumant et bactéricide. Le dosage recommandé est de 4ml pour une chasse de 10l soit l'équivalent de +/- 750 chasses de 10l. Cette solution contient des agents antitartre et s'oppose ainsi à la formation de dépôts tartreux dans les réservoirs et canalisations des WC. Il ne nuit pas aux stations d'épuration. Une technique équivalente est utilisée dans les avions et les trains à grande vitesse.

En cas de pénurie d'eau grise, le système peut utiliser automatiquement l'eau de distribution.

L'appareil est géré par un système électronique. Un écran LCD signale si le filtre est encrassé, si la pompe est défectueuse. Pour les hôtels, le réceptionniste peut utiliser l'écran LCD pour transmettre les messages aux clients. Les systèmes sont alors raccordés en réseau et gérés par un logiciel.

En rénovation, le Water Convert remplace favorablement le système de chasse existant sans encombrement supplémentaire et sans travaux importants d'aménagement.



Sources : Principe de fonctionnement du système WaterConvert (source www.waterconvert.com)

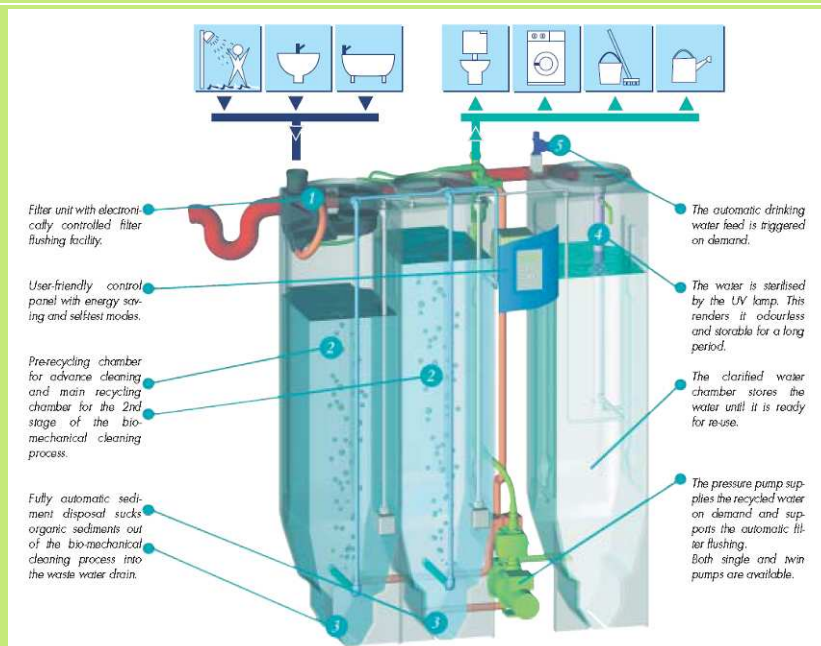
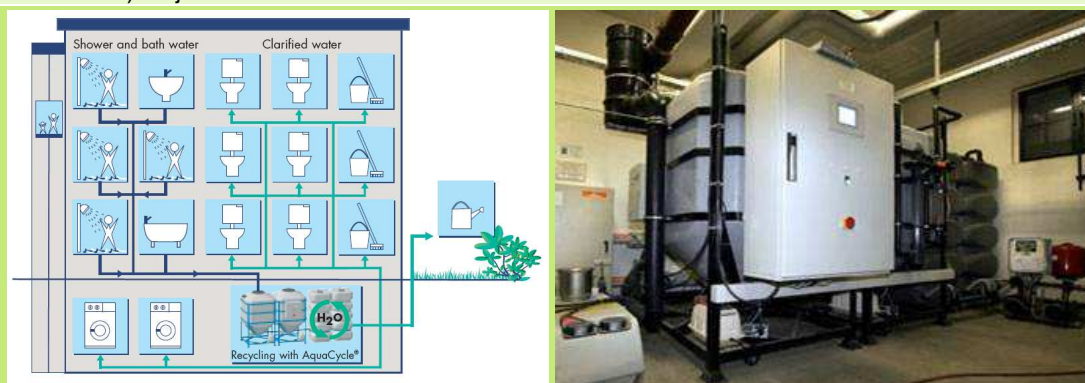


Le système Pontos Aquacycle (Hansgrohe – eaux grises)

Le système de recyclage des eaux de la salle de bains (eau des douches et des baignoires des lavabos et des lave-mains) est composé des éléments suivants :

- Unité de prétraitement étanche à l'humidité et aux odeurs, en polyéthylène pour le traitement aérobie et biologique des eaux grises (eaux de la salle de bains), composée d'un lit fluidisé (morceaux de mousses synthétiques) permettant de fixer la biomasse, et fonctionnant comme un réacteur biologique séquentiel avec une unité d'aération fonctionnant par intermittence, évacuation des sédiments réglable et automatique, et un filtre avec nettoyage à contre-courant automatique, intégré dans le réservoir.
- Unité principale de traitement: étanche à l'humidité et aux odeurs en polyéthylène pour le traitement aérobie et biologique des eaux grises (eaux de la salle de bains), composé d'un lit fluidisé (morceaux de mousses synthétiques) permettant de fixer la biomasse, fonctionnant comme un réacteur biologique séquentiel avec une unité d'aération fonctionnant par intermittence et évacuation des sédiments réglable et automatique.
- Désinfection à l'aide de rayonnements ultraviolets UV-C.
- Alimentation en eau claire: Réservoir d'eau claire (eau traitée) en polyéthylène avec alimentation secondaire en eau fraîche conforme à la norme DIN 1988 et groupe de surpression (DEA) avec unité de commande.
- Commande de l'installation entièrement automatique du fonctionnement de l'installation avec affichage des défauts, possibilité de modifier le réglage usine des paramètres du processus et du module de programmes pour une exécution automatique du démarrage après rodage.

La qualité de l'eau traitée générée correspond aux exigences hygiéniques/microbiologiques de la directive CEE concernant la qualité des eaux de baignade du 8 décembre 1975 ainsi que du tableau 3 de la notice H201 du fbr (association allemande professionnelle de l'utilisation des eaux pluviales et industrielles) de janvier 2005.



Sources : Principe de fonctionnement de l'unité de traitement et vue du système Aquacycle 500 Immeuble de logement pour étudiants (62 appartements) à Hanovre (www.pontos-aquacycle.de)



LES PROCÉDES MIXTES COMBINANT PLUSIEURS TECHNOLOGIES D'ÉPURATION

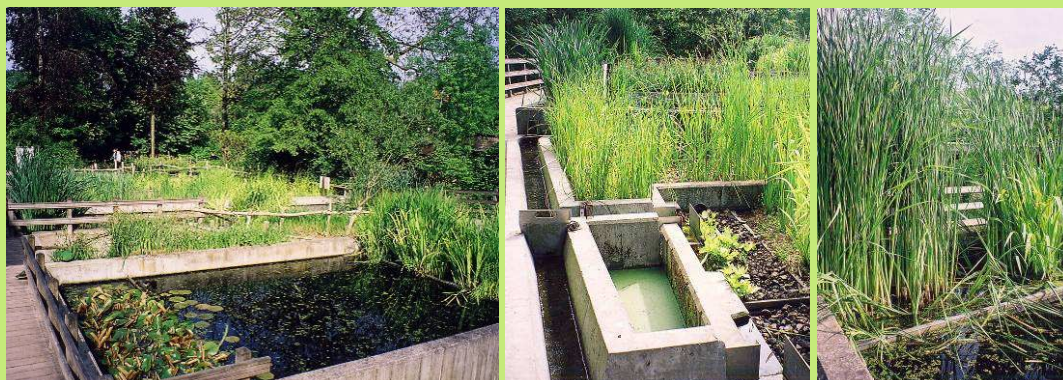
Le procédé INCOMATS (Rik VAN DE WERF, Tony DEWIT – eaux usées)

Le traitement des eaux usées INCOMATS® (Integrated Conventional Macrophyte Treatment System) a été conçu par le bureau d'étude spécialisé MVL, dans le domaine de Planckendael du Jardin Zoologique National d'Anvers, à Malines.

Ce procédé a été conçu sur base de deux systèmes indépendants et intégrés : un Biorotor avec boues activées et des bassins combinés en marais à héliophytes. : combinaison des technologies conventionnelles intensives et des technologies extensives par voie naturelle.

Le premier traitement, plus intensif, utilise la technique des bio-disques ou Biorotor et des boues activées. Ces dernières consistent en une cuve d'aération et une cuve de sédimentation (décanteur secondaire).

La deuxième partie du traitement comprend un bassin à macrophytes et un marais à héliophytes. On y utilise des plantes aquatiques flottantes ou fixées sur substrat. Le marais à héliophytes se base sur la circulation des eaux usées à travers une couche de gravier (hauteur de 30 à 90 cm) où se trouvent les racines des plantes aquatiques (rhizosphère). En pratique, le marais est composé de plusieurs bassins en parallèle et ces derniers sont alimentés alternativement par les eaux usées prétraitées. Cette alternance donne aux différents bassins l'opportunité de passer d'une période d'anaérobie à une période d'aérobie dans la rhizosphère. Ces deux périodes donnent plusieurs avantages aux micro-organismes présents : les phénomènes de nitrification et de dénitrification sont stimulés ainsi que l'élimination des phosphates.



Sources : MVL «Auto-épuration naturelle par des plantes aquatiques – un ancien problème dans un ensemble contemporain - Etude spécifique : le Jardin Zoologique National d'Anvers (Localisation : Planckendael)»

Photos : Art&Build 2002



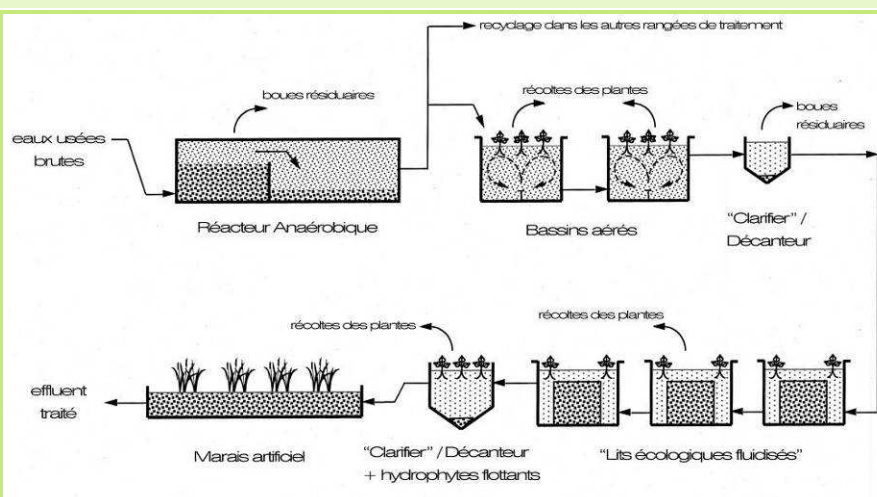
LES PROCÉDES HELIOBIOLOGIQUES

Le procédé Living Machine – Eco-Machine (John TODD – en serre – 2-4m²/E.H. - eaux usées)

Ce procédé profite des nutriments contenus dans les eaux polluées pour développer une chaîne trophique complète comprenant les producteurs primaires (diverses variétés de plantes aquatiques, macrophytes...), les consommateurs de cette production primaire (zooplancton, escargots, mollusques, poissons...) et les décomposeurs (bactéries, organismes benthiques...).

La Living Machine est constituée de cuves, généralement cylindriques et placées en série. Ces cuves sont aérées artificiellement par des aérateurs qui insufflent de fines bulles d'air dans leur fond, créant un phénomène d'upwelling (remontée des matières organiques en surface) permettant aux racines des plantes d'être alimentées en continu. Plusieurs écosystèmes artificiels différents, sous formes de cellules, sont mis en communication les uns avec les autres, grâce au flux d'eau, à l'intérieur d'une serre qui leur sert d'abri biologique. Cet abri permet un meilleur contrôle des paramètres de température, concentration en oxygène, luminosité, rayonnement solaire pour la photosynthèse, etc. et donc une plus grande efficacité épuratoire.

Il existe une grande variété de bassins différents employés en combinaison : réacteurs ouverts plantés de macrophytes flottants, réacteurs biologiques fonctionnant en présence d'oxygène insufflé par des aérateurs, marais artificiels, décanteurs (clarificateurs), "lits écologiques fluidisés" etc.



Textes: John Todd - Beth Josephson « *The desing of living technologies for waste treatment* » - Photos: Art&Build



LES PLANTES SUPÉRIEURES UTILISÉES POUR LE TRAITEMENT DES EAUX USÉES URBAINES

Sur le plan visuel, les procédés d'épuration par voie naturelle s'intégreront idéalement au milieu naturel sur le plan paysager et dans l'environnement, pour autant que les variétés de plantes choisies soit présentes 'naturellement' dans l'écosystème environnant. Dans les écosystèmes artificiels recréés pour l'épuration des eaux usées, il faut éviter d'implanter des variétés qui pourraient proliférer faute de prédateurs, de parasites et/ou de concurrence même par reproduction végétative (limitation du risque 'd'invasion').

Des plantes indigènes seront mieux adaptées aux conditions climatiques extérieures, seront plus résistantes et favoriseront le développement de la biodiversité locale.

Les procédés d'épuration extensifs par voie naturelle pourraient même servir de 'refuge' pour des espèces ou des variétés de plantes menacées d'extinction dans leur environnement naturel (pression humaine, modification du milieu d'accueil...).

D'autres variétés pourront être choisies parmi la palette de plantes qui présentent des avantages et une bonne efficacité dans l'épuration de certains polluants contenus dans les eaux usées :

- Certains macrophytes flottants comme les jacinthes d'eau (*eichhornia crassipes*), la salade du Nil (*pistia stratiotes*) ou les variétés de lentilles d'eau (*lemna minor* et *lemna gibba*), efficaces dans l'épuration des matières organiques ;
- Les roseaux (*phragmites australis*) pour la gestion des boues d'épuration ;
- Les scirpes ou joncs des Tonneliers (*scirpus lacustris*) ainsi que la menthe aquatique pour leur action contre les bactéries pathogènes et les coliformes responsables de la pollution bactériologique des eaux ;
- L'*hydrocotyle umbellata*, *eichhornia crassipes* et *phragmites australis* sont efficaces dans la dénitrification ;
- Le trèfle d'eau, (*Menyanthes trifoliata*) est une plante-hôte pour les chenilles de papillons ;
- Des arbustes mellifères du type *prunus padus* utilisés dans les derniers stades de l'épuration serviront de relais pour le développement de papillons adultes ;
- les arbustes tels que le saule et le peuplier, deux variétés à forte croissance, sont performants pour l'épuration des composés azotés et phosphorés ;
- D'autres plantes seront efficaces pour épurer les métaux lourds : la moutarde brune (*brassica juncea*) peut accumuler 60% de son poids sec en plomb qui pourra être recyclé après faucardage. Le tournesol (*Helianthus annuus*) a montré un rôle important dans l'épuration des métaux lourds contenus dans des eaux usées ou dans des eaux de ruissellement des voiries.



Variétés aquatiques

Lentilles d'eau – *lemna minor*Nénuphars – *nuphar lutea*Nénuphars blancs – *nymphaea alba*

Variétés semi aquatiques

Trèfle d'eau - *Menyanthes trifoliata*Reine-des-prés - *Filipendula Ulmaria* : plante médicinaleSalicaire - *Lythrum Salicaria*Queue de lézard - *Saururus Cernuus*gazon aquatique - *Eleocaris Acicularis*Jonc japonais panaché - *Acorus Gramineus*Carex des rives - *Carex Riparia*Cresson de fontaine - *Nasturtium officinale*



Roseau commun - *Phragmites Australis* : traitement des boues d'épuration (volume, qualité et hygiène)



Massette ou Quenouille - *Typha latifolia / angustifolia / minima* (espèce protégée)



Jonc des Tonneliers - *Scirpus lacustris* : intérêt pour l'épuration bactériologique



Jonc fleuri - *Butomus Umbellatus*

Rubaniér - *Sparganium Erectum*

Iris des marais - *Iris pseudacorus*Iris de Sibérie - *Iris sibirica*Pontédérie à feuilles en coeur - *Pontederia Cordata*

Variétés terrestres

Saules - *Salix cinerea*Peupliers - *populus tremula*Pruniers - *prunus padus*

Variétés spécifiques

Moutarde brune - *Brassica Juncea*
(intérêt pour les métaux lourds)Tournesol - *Helianthus annuus*
(intérêt pour les métaux lourds)Menthe d'eau - *Mentha aquatica* (épuration
bactériologique)

INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

AUTRES ELEMENTS A GARDER À L'ESPRIT

Voici une liste de fiches dont les thématiques croisent celles de l'épuration des eaux usées :

- EAU 01 – Gérer les eaux sur la parcelle
- EAU 02 – Faire un usage rationnel de l'eau
- EAU 03 – Récupérer les eaux de pluie

BIBLIOGRAPHIE

- ADEME, Qualité environnementale des bâtiments; manuel à l'usage de la maîtrise d'ouvrage et des acteurs du bâtiment, ADEME Editions, 2002.
- ASBL EPUVALEAU, Brochure destinée aux acquéreurs «Votre système d'épuration des eaux usées par filter végétalisé EPUVAL »
- BADIA-GONDARD Françoise, L'assainissement des eaux usées, éd. Techni.Cités, Voiron, 2003.
- BRIX Hans, How "green" are aquaculture, constructed wetlands and conventional wastewater treatment systems?, in *Water Science and Technology*, vol. 40, n° 3, p. 45-50, 1999.
- COMMISSION EUROPEENNE, Procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités, éd. Office des publications officielles des Communautés européennes, Luxembourg, 2001.
- DINAER Laurent, La zone humide naturelle – source d'inspiration pour l'épuration des eaux usées, TFE ULB-IGEAT, 2003.
- HABERL R., PERFL er R. et MAYER H., Constructed Wetlands in Europe, *Water Science and Technology*, vol. 32, no 3, p. 305-315, 1995.
- HOPKINS Ben et John R. ARGUE, Constructed "source" wetland concepts applied to urban landscapes, *Water Science and Technology*, vol. 29, no 4, p. 133-140, 1994.
- LEVINE A.D. & ASANO T. Recovering Sustainable Water from Wastewater, in *Envir.Sc.&Technol.*, p.202-208, June 1, 2004.
- NANDA Kumar, DUSHENKOV Viatcheslav, MOTTO Harry et RASKIN Ilya, Phytoextraction : the use of plants to remove heavy metals from soils , in *Environment Science and Technology*, vol. 29, p. 1232-1238,1995.
- NANDA Kumar, DUSHENKOV Viatcheslav, MOTTO Harry et RASKIN Ilya, Rhizofiltration : the use of plants to remove heavy metals from aquaeous streams , in *Environment Science and Technology*, vol. 29, p. 1239-1245,1995.
- ORZAGH Joseph, Pluvalor et Traiselect, Introduction à la gestion écologique de l'eau à la maison, Mons, 1998.
- PIETRASANTA Yves et Daniel BONDON, Le Lagunage écologique, éd. ECONOMICA, 1994.
- RADOUX M., D. CADELLI et M. NEMCOVA, A comparison of purification efficiencies of various constructed ecosystems (aquatic, semi-aquatic and terrestrial) reciving urban wastewaters, in Vymazal J. (éd.), *Wetlands Ecology and Management – Nutrient cycling and retention in wetlands and their use in Wastewater Treatment (special issue)*, vol.4, n°3, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, p.207-217, 1997.
- RADOUX Michel, Les Mosaïques Hiérarchisées d'Écosystèmes Artificiels - Groupe de recherches MHEA® (Station Expérimentale de Viville – F.U.L - Conception, structure, particularités techniques et gestion.), 2003.
- RADOUX Michel (Fondation Universitaire Luxembourgeoise – Station expérimentale de Viville), Épuration des eaux usées par voie naturelle – Les Mosaïques Hiérarchisées d'Ecosystèmes Artificiels MHEA®, 2003.
- SUZUKI Y. et al., Large-Area and On-Site Water Reuse in Japan, p16, (www.pwri.go.jp/Kokusai/Conference).



- TODD John et JOSEPHSON Beth (Ocean Arks International), *The design of living technologies for waste treatment*, in *Ecological Engineering*, vol. 6, n° 1-3, p. 109-136, Mai 1996.
- VAN DE WERF R., R. VERBEKEN et T. DEWIT, (Bureau d'Etude et de Conseil en Environnement, Alimentaire et Agriculture - MVL), *Auto-épuration naturelle par des plantes aquatiques – un ancien problème dans un ensemble contemporain*, étude spécifique : le Jardin Zoologique National d'Anvers (localisation : Planckendael), 1994.
- VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ, *waterwegwijzer voor architecten - een handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning*, 2002.
- WWF-Belgique, *Vivons l'eau ; guide pratique pour une utilisation rationnelle de l'eau*, mai 2002.

SITES INTERNET

- www.ibgebim.be (Institut bruxellois pour la gestion de l'Environnement, l'Administration de l'Environnement de la Région de Bruxelles-Capitale)
- www.epuval.eu (Asbl Epuvaleau)
- www.eautarcie.com (Joseph Orzagh – informations sur l'épuration sélective des eaux grises suivant le système TRAISELECT)
- <http://aqua.eloy.be> (Entreprise qui commercialise le procédé M.H.E.A.)
- www.toddecological.com/ecomachines.html (Living Machine - Eco Machine)
- www.ciger.be (INASEP, Intercommunale Namuroise de Services Publics)

