

La collecte de l'eau

Directives pour de bonnes pratiques



La collecte de l'eau

Directives pour de bonnes pratiques

La collecte de l'eau

Directives pour de bonnes pratiques

u^b

UNIVERSITÄT
BERN

CDE
CENTRE FOR DEVELOPMENT
AND ENVIRONMENT

WOCAT

META
META

RAIN

Rainwater Harvesting
Implementation Network

Financé par :

FIDA

Ouvrir pour que les
populations rurales pauvres
se libèrent de la pauvreté



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Direction du développement
et de la coopération DDC

Co-édité par	Centre pour le développement et l'environnement (CDE) et l'institut de géographie de l'université de Berne ; Réseau de mise en oeuvre de la collecte des eaux de pluie (RAIN), Amsterdam ; MetaMeta, Wageningen ; Fonds international de développement agricole (FIDA), Rom
Financé par	Fonds international de développement agricole, Rom (FIDA) et Agence suisse pour le développement et la coopération, Berne (DDC)
Auteurs	Rima Mekdaschi Studer et Hanspeter Liniger (Centre pour le développement et l'environnement, CDE)
Contributeurs	Rudolph Cleveringa (Fonds international de développement agricole, FIDA) Robert Meerman et Maarten Onneweer (Réseau de mise en oeuvre de la collecte des eaux de pluie, RAIN) Frank Steenbergen et Lenneke Knoop (MetaMeta) Julie Zähringer et Zarina Osorova (Centre pour le développement et l'environnement, CDE)
Auteurs et compilateurs des études de cas	Haile Abraham Mehari, Daniel Dale Danano, Joris de Vente, Mongi Ben Zaïed, Mohamed Ouassar, Houcine Yahyaoui, Heinz Bender, VK Agrawal, David Gandhi, Ian Neal, Maimbo Malesu, Sabina Vallerani, Donald Thomas ; Kithinji Mutunga, Joseph Mburu, Oudou Noufou Adamou, Francis Turkelboom, Julius Althopheng, Madhav Dhakal, Daler Domullojonov, Sa'dy Odinashoev
Rédacteur technique	William Critchley (Sustainable Land Management Associates)
Traduction française	Barbara de Choudens et Brigitte Zimmermann
Figures	Dominique Liniger et Simone Kummer
Mise en page	Simone Kummer et Cinzia de Maddalena
Imprimé par	K-print, Tallinn, Estonie
Référence	Mekdaschi Studer, R. et Liniger, H. 2013. La collecte de l'eau : Directives pour de bonnes pratiques. Centre pour le développement et l'environnement (CDE), Bern, Réseau de mise en oeuvre de la collecte des eaux de pluie (RAIN), Amsterdam, MetaMeta, Wageningen, Fonds international de développement agricole (FIDA), Rom.
Droits d'auteurs	© 2013 par Fonds international de développement agricole (FIDA). Tous droits réservés. La reproduction et la diffusion de tout ou partie de ce document à des fins éducatives ou autres, non commerciales sont permises sans autorisation écrite préalable du détenteur des droits, à condition que les sources soient intégralement citées. La reproduction de tout ou partie de ce document à des fins commerciales et/ou à des fins lucratives est interdite.
Photos de couverture	HP. Liniger et C. Studer

ISBN 978-3-905835-36-6
Geographica Bernensia, Bern

Renseignements sur les coéditeurs

Université de Berne – CDE Hallerstrasse 10 3012 Berne Suisse www.cde.unibe.ch info@cde.unibe.ch	Réseau de mise en oeuvre de la Collecte des eaux de pluie (RAIN) Barentszplein 7 1013 JN Amsterdam Pays-Bas www.rainfoundation.org info@rainfoundation.org	MetaMeta Research / Management Paardskerkhofweg 14 5223 AJ 's-Hertogenbosch Pays-Bas www.metameta.nl fvansteenbergen(at)metameta.nl	Fonds international de développement agricole (FIDA) Via Paolo di Dono, 44 00142 Rom, Italie www.ifad.org ifad@ifad.org
--	---	--	---

Avertissement

Les opinions exprimées dans cette publication sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles du Fonds international de développement agricole des Nations Unies (FIDA) ou de la Direction du développement et de la coopération suisse (DDC). Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du FIDA ou de la DDC aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. Les appellations de pays "développés" et "en développement" sont employées à des fins de commodité statistique et ne reflètent pas nécessairement un jugement quant au stade atteint par tel ou tel pays ou telle ou telle région dans le processus de développement.

Table des matières

Avant-propos	VII
Préface	IX

Partie 1 : Classification de la collecte de l'eau

Introduction	1
Définition de la collecte de l'eau	4
But de collecte de l'eau	4
Principe, concept et composants	5
Collecte de l'eau dans le cadre de la gestion intégrée des ressources hydriques	7
Classification et catégorisation	7
Bénéfices et contraintes : les pour et les contres de la collecte de l'eau	13
Ce qui fonctionne, où et quand	15
Adoption et transposition à grande échelle	18
Planification	22
Conclusion	23
Références de la partie 1	24

Partie 2 : Applications de la collecte de l'eau

Introduction	29
Collecte de l'eau des crues	33
Irrigation de crue, Érythrée	45
Irrigation par les crues et le ruissellement, Éthiopie	49
Récolte d'eau pour l'irrigation par dérivation de cours d'eaux, Espagne	53
Seuils d'épandage pour la valorisation des vallées d'oued dégradées, Tchad	57
Jessour, Tunisie	63
Tabia, Tunisie	67
Collecte de l'eau par macro-captage	71
Structure à lit de cours d'eau recreusé, Inde	91
Petits barrages en terre, Zambie	95
Barrages de sable, Kenya	99
Puits filtrant, Tunisie	105
Collecte de l'eau par micro-captages	109
Tassa avec cordon pierreux, Niger	123
Récolte du ruissellement par des sillons, pour les oliviers, République arabe syrienne	127
Le système Vallerani, Burkina Faso	131
Les terrasses Fanya juu, Kenya	137
Collecte de l'eau sur les toits et dans les cours	141
Récolte d'eau pluviale en toiture, Botswana	159
Système de récolte d'eau de pluie, Nepal	163
Récolte d'eau de pluie en toiture avec stockage dans une citerne souterraine revêtue de polyéthylène, Tadjikistan	167
Récolte d'eau de pluie en toiture – réservoir en béton, Tadjikistan	171

Annexes

Annexe 1 : Différentes définitions de la collecte de l'eau	179
Annexe 2 : Utilisation finale de l'eau collectée – quelle technique est appropriée et sur quel site?	180
Annexe 3 : Questions abordées par la collecte de l'eau (CE) en matière d'amélioration de la disponibilité de l'eau et de développement	181
Annexe 4 : Réseaux et acteurs de la collecte de l'eau interrogés	182
Annexe 5 : Classification de la littérature passée en revue et des références citées	186

Avant-propos

La collecte de l'eau est réalisée avec succès depuis des millénaires dans les régions du monde entier – certaines interventions récentes ont également eu un impact local significatif. Pourtant, le potentiel de cette technique reste largement inconnu, non reconnu et non apprécié.

Il est temps de transposer à plus grande échelle les « bonnes pratiques » de collecte de l'eau, celles qui ont survécu au temps ou qui ont émergé des nouvelles expériences, après des décennies de focalisation presque exclusive sur la maîtrise des flux d'eau douce dans les rivières et les lacs grâce à des investissements dans des infrastructures d'irrigation. La collecte de l'eau offre des opportunités sous-exploitées pour les systèmes principalement d'exploitation pluviale des zones arides dans le monde en développement. Celle-ci fonctionne mieux précisément dans les zones où la pauvreté rurale est la pire. Quand elle est bien réalisée, son impact est à la fois de réduire la faim et de lutter contre la pauvreté, tout en améliorant la résilience de l'environnement.

Le principe est simple : collecter le ruissellement pluvial potentiellement dommageable et l'utiliser pour la croissance des plantes ou l'approvisionnement en eau. Cela n'a de sens que là où les précipitations sont limitées, irrégulières ou peu fiables avec des périodes de sécheresse prononcée. Car, malgré ces précipitations limitées, le ruissellement se produit en raison de la forte intensité des averses et de la faible capacité de rétention d'eau des champs, des pâturages et des forêts. Et avec ces impacts du changement climatique déjà présents, voici une approche permettant de mieux utiliser une ressource locale pour la pérennité des moyens de subsistance. Ces directives pratiques offrent un menu de technologies qui



Kevin Cleaver

Vice président associé, Programmes
Département gestion des programmes
Fonds international de développement agricole (FIDA)

peuvent faire partie d'une stratégie globale d'adaptation pour les populations rurales : les agriculteurs et les nomades, les femmes et les hommes. Les technologies de collecte des eaux pluviales présentées dans ces lignes directrices sont souples et si nécessaire peuvent être ajustées au contexte local tout en étant intégrées dans des cadres institutionnels. Le Fonds international de développement agricole (FIDA) et l'Agence suisse pour le développement et la coopération (DDC) se sont réunis pour présenter la collecte de l'eau de manière à ce que les bonnes pratiques soient rendues à la fois compréhensibles et accessibles. Ces directives visent à informer les décideurs et les bailleurs de fonds, mais sont surtout orientées vers une utilisation directe par les praticiens sur le terrain, par tous les praticiens allant jusqu'aux planificateurs des bassins versants et fluviaux. Un vaste éventail de technologies est couvert : celles-ci vont de l'épandage des eaux de crue à grande échelle rendant les plaines alluviales cultivables, à des systèmes renforçant la production agricole, fourragère et forestière dans les petites exploitations, ainsi qu'à des pratiques de collecte et de stockage de l'eau à partir des composantes d'habitation.

Ces connaissances sur les technologies de collecte d'eau et sur les milieux dans lesquels elles ont tendance à donner de meilleurs résultats, représentent une véritable richesse cachée. Pour la première fois, ces connaissances sont traitées, rassemblées et rendues disponibles à travers un tel outil organisé, illustré et instructif reliant les technologies aux réseaux des connaissances, outil qui servira aux utilisateurs présumés de ces directives pratiques pour mieux comprendre et mettre en œuvre leurs choix.



Michel Mordasini

Directeur général adjoint
Agence suisse pour le développement et
la coopération (DDC)

Préface

Ces directives donnent une vue d'ensemble des bonnes pratiques éprouvées de collecte de l'eau dans le monde entier. Celles-ci constituent un guide de référence pratique tout en offrant un support et une expertise technique spécifique pour l'intégration des technologies de collecte de l'eau dans la planification et la conception de projets. Ainsi, les informations et les expériences existantes sont renforcées.

À plus grande échelle, l'objectif de ces lignes directrices est de faciliter, de partager et de transposer à plus grande échelle, les bonnes pratiques de collecte de l'eau en l'état actuel des connaissances. Les utilisateurs finaux ciblés comprennent les planificateurs / conseillers locaux et régionaux, les consultants en développement rural, les réseaux et communautés de praticiens de la collecte des eaux pluviales, les chefs de projet, les vulgarisateurs et autres personnels d'exécution. A travers l'information de ces professionnels, l'objectif est de stimuler la discussion et une réflexion nouvelle sur l'amélioration de la gestion de l'eau en général, et

la collecte de l'eau en particulier, dans l'agriculture pluviale, en particulier dans les zones arides. Le but ultime est de contribuer à sortir de la pauvreté, 80 millions de ruraux d'ici à 2015 : la sécurité en eau est une condition préalable à la sécurité alimentaire de ces personnes.

Dans la partie 1, les concepts sous-jacents à la collecte de l'eau sont introduits et une définition de travail est proposée. Cela conduit alors à l'élaboration d'un système harmonisé de classification. Suivent ensuite une évaluation de la pertinence, de l'adoption et de la mise à grande échelle, et les réflexions sur la planification de la collecte de l'eau. Dans la partie 2, sont données une vue d'ensemble des quatre groupes de collecte de l'eau (ou « catégories ») et, pour chacun, une sélection des bonnes pratiques sous la forme d'études de cas. Ces études de cas sont présentées selon un format systématique, cohérent et standardisé développé par le Panorama mondial des approches et technologies de conservation (WOCAT).

Partie 1





Partie 1 : Classification de la collecte de l'eau

Introduction

« Les plus grandes augmentations potentielles de rendement se situent dans les zones pluviales, là où vit une population en majorité pauvre et là où la gestion de l'eau en est la clé » (Molden, 2007).

Actuellement, sur les 1,5 milliard d'hectares de terres cultivées dans le monde, plus de 80 pour cent dépendent seulement de la pluie, contribuant ainsi à au moins les deux tiers de la production alimentaire mondiale (FAOSTAT, 2005 dans Rockström et al., 2007 ; Scheierling, 2011). Bien que la couverture de l'agriculture pluviale varie selon les régions (encadré 1), dans les régions en développement, notamment en Amérique latine et en Afrique subsaharienne, plus de 90 pour cent des terres cultivées sont en agriculture pluviale.

Selon la FAO, la population des pays les moins développés du monde est encore majoritairement rurale : près de 70 pour cent vivent dans les campagnes (FAOSTAT, 2012). Malgré d'énormes progrès dans la réduction de la pauvreté dans certaines parties du monde, au cours des deux dernières décennies – notamment en Asie orientale –, 1,4 milliard de personnes environ vivent encore avec moins de 1,25 US\$ par jour, et près de 1 milliard de personnes souffrent actuellement de la faim (IFAD, 2011). La majorité des pauvres des régions rurales touchées par l'insécurité alimentaire se trouve dans les zones semi-humides et semi-arides, comme illustré dans les figures 1 et 2. Ces zones sont particulièrement tributaires de l'agriculture pluviale et l'augmentation mondiale des prix alimentaires peut exacerber cette insécurité alimentaire. Toutefois ces défis fournissent en même temps des opportunités. Avec l'augmentation des prix du marché et l'accroissement des connaissances sur les systèmes de gestion productive et durable de l'eau et des terres, ces zones ont le potentiel de devenir au moins autosuffisantes, ou même exportatrices nettes de produits alimentaires (voir Tiffen, Mortimore et Gichuki, 1994, pour un exemple bien connu de l'est du Kenya).

L'agriculture pluviale est pratiquée dans presque toutes les zones agro-écologiques / hydro-climatiques de la planète. Les rendements peuvent être élevés dans les régions tempérées, avec des précipitations relativement fiables et des

Encadré 1 : Pourcentage approximatif des terres agricoles sous agriculture pluviale

Région	%
Amérique latine	90
Moyen Orient et Afrique du Nord	75
Asie de l'Est	65
Asie du Sud	60
Afrique sub-saharienne	95

(FAOSTAT, 2005 dans Rockström et al., 2007 ; Scheierling et al., 2013).

Encadré 2 : Etendue régionale des zones arides (en 000 km²)

Région	Zone d'aridité							
	Aride	%	Semi-aride	%	Sèche subhumide	%	Toutes les terres sèches	%
Asie (incl. Russie)	6'164	13	7'649	16	4'588	9	18'408	39
Afrique	5'052	17	5'073	17	2'808	9	12'933	43
Océanie	3'488	39	3'532	39	996	11	8'016	99
Amérique du Nord	379	2	3'436	16	2'081	10	5'996	28
Amérique du Sud	401	2	2'980	17	2'233	13	5'614	32
Amérique Centrale et Caraïbes	421	18	696	30	242	10	1'359	58
Europe	5	0	373	7	961	17	1'339	24
Total mondial	15'910	12	23'739	18	13'909	10	53'558	40

(dans WRI, 2012).



HP. Liniger



HP. Liniger

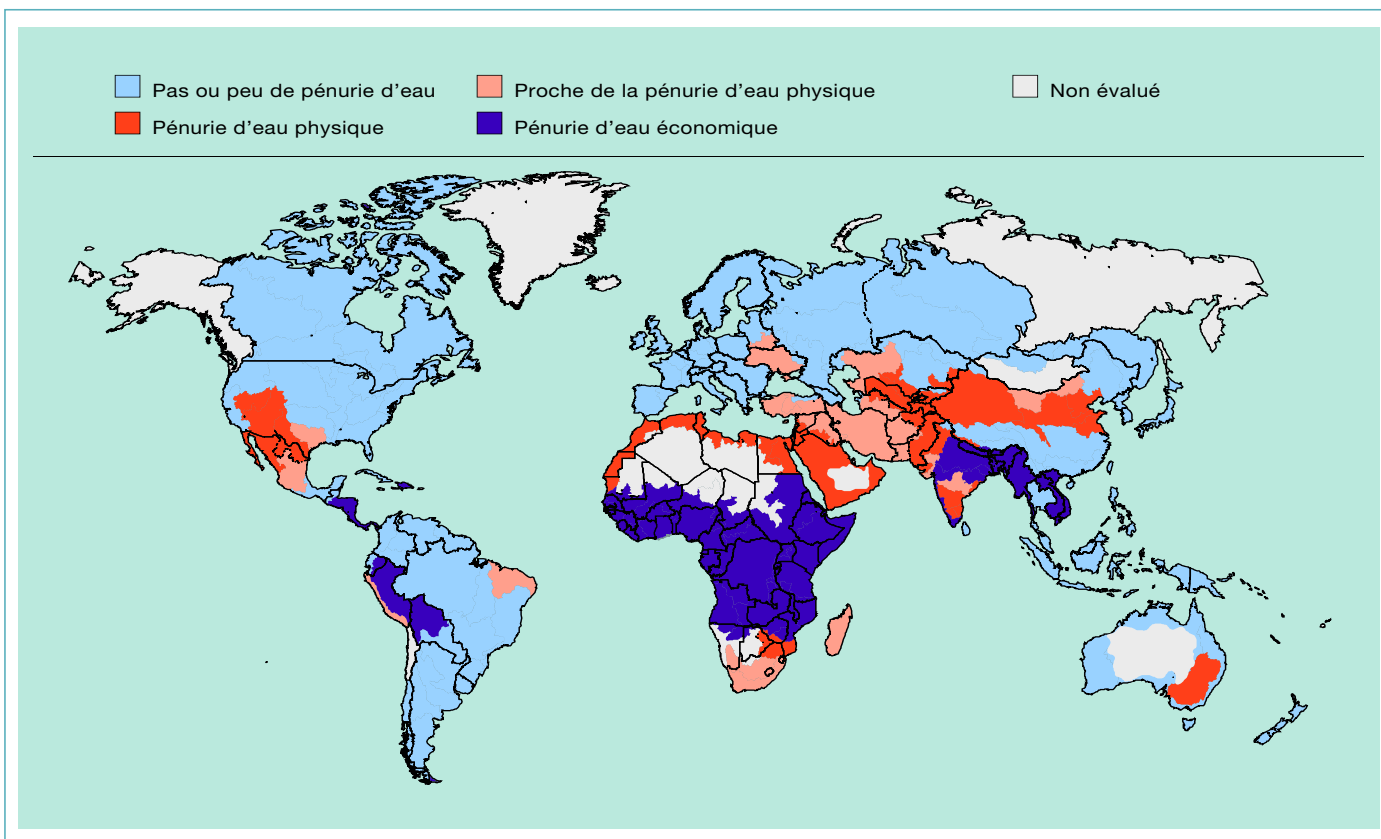


Figure 1 : Zones de pénurie d'eau physique et économique à l'échelle du bassin en 2007 (IWMI, 2008).

sols productifs ; et également dans les régions tropicales, en particulier dans les zones subhumides et humides. Mais dans les zones arides, qui couvrent environ 40 pour cent de la surface émergée du globe (à l'exception du Groenland et de l'Antarctique, encadré 2), les rendements des principales cultures ont tendance à être relativement faibles, entre un quart et la moitié de leur potentiel (Rockström et al., 2007 ; Wani et al., 2009 ; Scheierling et al., 2013).

Les défis de l'agriculture pluviale sont nombreux en zones arides, semi-arides, subhumides et même en régions humides. L'eau pour la production continue d'être une contrainte majeure de l'agriculture, en raison de précipitations très variables, de longues saisons sèches et de sécheresses récurrentes ainsi que d'inondations. Si le niveau des pluies est inférieur au niveau des besoins en eau des cultures, il est clair que les rendements réels seront inférieurs aux rendements potentiels ; par ailleurs l'impact de la variabilité des précipitations dépend fortement de la nature du sol et du

stade de la période de croissance des cultures (Critchley et Scheierling, 2012).

De plus, le changement climatique affectera les régions où les moyens de subsistance sont largement fondés sur des systèmes de cultures pluviales et céréalières ou des systèmes d'élevage. De récents scénarios de changements climatiques projettent qu'entre 2000 et 2050, et pour des niveaux de réchauffement allant de 1,8 ° C à 2,8 ° C (2,2 ° C à 3,2 ° C par rapport aux températures préindustrielles), les rendements diminuent de 14 à 25 pour cent pour le blé, de 19 à 34 pour cent pour le maïs et de 15 à 30 pour cent pour le soja (sans tenir compte des effets possibles de la fertilisation par le CO₂ (Deryng et al., 2011).

Outre les défis de faire face à la pénurie d'eau et au stress dû à la variabilité climatique, la dégradation des terres résultant de l'érosion hydrique et éolienne des sols, et la mauvaise gestion de la fertilité des sols contribuent à la faible efficacité



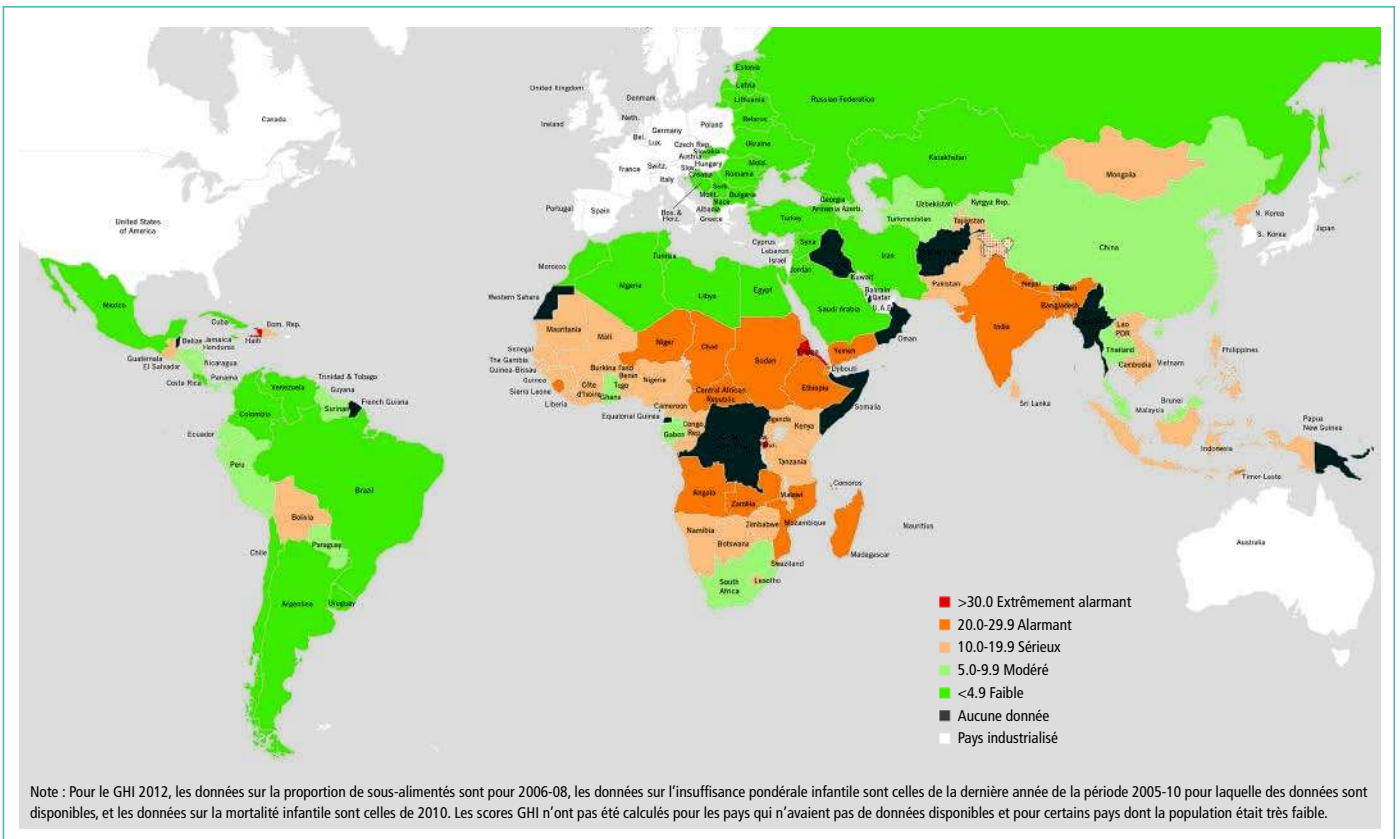


Figure 2 : Niveaux de gravité de l'indice de la faim dans le monde en 2012 (GHI, Global Hunger Index) (Von Grebmer et al., 2012). Le GHI combine trois indicateurs à pondération égale : 1. La sous-alimentation, 2. L'insuffisance pondérale des enfants et 3. La mortalité infantile.

de l'utilisation des eaux de pluie. Les mauvaises pratiques de gestion de l'eau et des terres sont les principales causes de la faible productivité des cultures. Jusqu'à 70-85 pour cent des précipitations peuvent être effectivement « perdues » pour les cultures dans les zones arides de l'Afrique sub-saharienne (Rockström, 2000 ; Rockström et al., 2007 ; Liniger et al., 2011). L'eau dans un système de production agricole peut être perdue par évaporation à la surface du sol, par ruissellement de surface (ce qui provoque simultanément l'érosion) et par percolation / drainage en profondeur, laquelle peut parfois être récupérée plus tard pour l'irrigation par ailleurs (voir figure 3).

Ces pertes en eaux de pluie, peuvent cependant être transformées en « eau verte » productive : cela signifie que l'eau du sol est directement utilisée par transpiration pour la croissance de la plante (Figure 3). Ainsi, les pertes deviennent

des avantages : le ruissellement alimente les systèmes de collecte d'eau qui stockent celle-ci directement dans le profil du sol. Les pertes peuvent également être transformées en « eau bleue » utile : c'est-à-dire que l'eau recueillie dans les plans d'eau, est alors rendue disponible pour l'irrigation. De même, les eaux souterraines dont la disponibilité est accrue, en plus de stimuler la croissance des plantes, peuvent être extraites non seulement pour l'irrigation d'appoint des cultures, mais aussi pour l'usage domestique et la consommation du bétail. A ce titre, la collecte de l'eau et l'utilisation productive des sources d'eau bleue, ont des effets positifs sur la nutrition et la pauvreté par l'augmentation de la production agricole et l'amélioration la sécurité alimentaire. Un supplément de 10-25 pour cent d'eaux de ruissellement recueillies et mises à disposition pendant les périodes critiques de croissance des plantes peut doubler ou tripler les rendements (Liniger et al., 2011) ou tout simplement per-



HP. Liniger

page précédente : (à gauche) ruissellement de surface, Afrique du Sud ; (à droite) cordons pierreux combinés à des lignes de détritux végétaux, Kenya

gauche : Eau potable à partir d'un barrage de sable. Embu, Kenya.

droite : Puits en barrage de sable. Embu, Kenya.

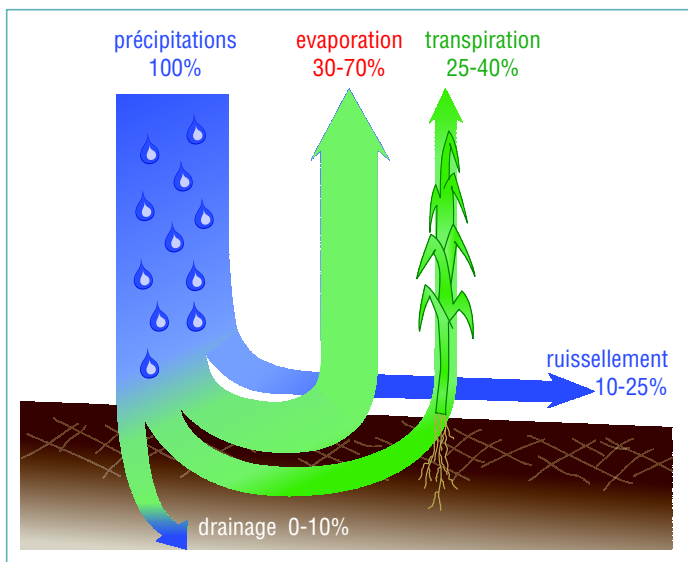


Figure 3 : Eau productive et pertes en eau sans mesures de conservation ou de collecte d'eau en zones arides. (Liniger et al., 2011 basé sur Rockström et al., 2007)

Remarque : L'eau stockée dans le sol et utilisée directement par les plantes par transpiration est appelée « eau verte ». Les eaux de ruissellement, le drainage profond, la recharge des nappes phréatiques et les cours d'eau d'alimentation sont appelés « eau bleue ».

mettre la réussite régulière de cultures là où les risques de mauvaises récoltes sont grands (Critchley et Gowing, 2012).

Dans les zones à pluviométries faibles et irrégulières, l'irrigation continue de jouer un rôle important dans l'augmentation de la production agricole et de l'approvisionnement alimentaire. Toutefois, de grands projets d'irrigation ont suscité la controverse en raison des problèmes de coûts élevés, de mauvaise gestion, d'écosystèmes endommagés, de ressources limitées en eau, de salinisation, de surexploitation et de l'augmentation des conflits avec la raréfaction de l'eau. L'irrigation d'appoint est souvent une alternative plus viable pour la production à petite échelle, qui complète les précipitations pendant les périodes de déficit hydrique ou de stress aux stades sensibles de la croissance des plantes. De nombreuses technologies qui contribuent à l'approvisionnement en eau de l'irrigation d'appoint existent. Celles-ci vont des barrages collectant l'eau pour l'approvisionnement et l'irrigation à grande échelle, aux mares de fermes et puits peu profonds dont l'eau peut être extraite avec des pompes à pédales (ou autre) pour la micro-irrigation.

Pour déverrouiller le potentiel de la petite agriculture pluviale, des investissements doivent être soulignés vers une meilleure gestion de l'eau. Dans les zones les plus arides, la collecte de l'eau couplée avec in situ une gestion de l'eau ainsi que l'amélioration de la gestion des sols, des éléments nutritifs et des cultures ont un grand potentiel. Dans les zones humides, les technologies de gestion de l'eau in situ comme l'agriculture de conservation (fondée sur le semis direct, le paillage et la rotation des cultures) sont généralement plus adéquates et appropriées (Wani et al., 2009 ; Liniger et al., 2011 ; Critchley et Gowing, 2012). Ces lignes directrices se limitent ici à la collecte de l'eau, tout en ayant conscience que les systèmes in situ de gestion de l'eau sont tout aussi importants, mais restent pertinents pour des zones moins arides, où la priorité est de garder les précipitations sur place, plutôt que de tenter d'accroître activement leur disponibilité à travers la collecte des eaux de ruissellement.

Définition de la collecte de l'eau

La collecte de l'eau (*water harvesting* en anglais) est définie et classée de multiples façons par différents auteurs au fil des ans. Les définitions dans leur grande majorité sont étroitement liées, la différence principale provenant de l'étendue d'application : en d'autres termes, savoir ce qui est inclus et ce qui est laissé de côté. L'annexe 1 présente un aperçu des différentes définitions de la collecte de l'eau. Après les avoir examinées, et dans le contexte de ces lignes directrices, la collecte de l'eau est définie comme suit :

« La collecte de l'eau est la récupération et la gestion des eaux de crue ou de ruissellement des eaux pluviales permettant d'accroître la disponibilité de l'eau pour un usage domestique et agricole, ainsi que la durabilité des écosystèmes ». ¹

But de la collecte de l'eau

L'objectif de la collecte de l'eau est de recueillir les eaux de ruissellement ou souterraines à partir des zones de surplus ou lorsque celles-ci ne sont pas utilisées, de les stocker, et de les rendre disponibles où et quand il y a pénurie d'eau. Il en résulte une augmentation de la disponibilité de l'eau soit (a) en entravant et piégeant le ruissellement de surface, (b) en maximisant le stockage de l'eau de ruissellement ou (c) en piégeant et collectant l'eau du sous-sol (collecte des eaux souterraines). La collecte de l'eau rend davantage d'eau disponible pour l'usage domestique, l'élevage et l'agriculture en faisant tampon et en assurant la transition lors des périodes



de sécheresse et des saisons sèches grâce à son stockage. Ainsi, la collecte de l'eau réaffecte délibérément la ressource en eau dans un paysage et au fil du temps. La récupération de l'eau capte l'eau à des fins d'utilisations domestiques, ou reconstitue les réserves en eau verte, ou augmente localement l'eau bleue disponible (voir annexe 2).

Encadré 3 : La collecte de l'eau à travers l'histoire

A travers l'histoire, la collecte de l'eau a été utilisée en Inde, au Moyen-Orient, dans les Amériques et en Afrique, et a été l'épine dorsale de l'agriculture, surtout dans les zones arides et semi-arides du monde entier. Une part de l'agriculture la plus ancienne a été fondée au Moyen-Orient sur des techniques telles que le détournement des écoulements des oueds wadi vers les champs agricoles. En Inde, la récupération de l'eau est une technique ancienne qui remonte à 4'000 / 5'000 ans. En Amérique du Nord, l'agriculture de nombreux peuples autochtones dans ce que sont aujourd'hui les États du Sud était historiquement dépendante de méthodes simples de collecte de l'eau des crues.

Au début du 20ème siècle, l'objectif principal des agences de conservation était le contrôle de l'érosion des sols, visant à réduire les pertes de sol ; cela a évolué vers la conservation de l'eau et des sols, fondée notamment sur des mesures structurelles (terrasses, barrages de gabions, etc.). La collecte du ruissellement, qui faisait partie de certaines pratiques de conservation des sols, était plus ou moins un effet secondaire dont le potentiel restait méconnu. De plus, le succès de la révolution verte, à base de semences hybrides, d'engrais minéraux et de pesticides, a entraîné une expansion rapide de zones irriguées – et cela a été considéré comme la voie « moderne » à suivre pour améliorer la gestion agricole de l'eau. Cependant, cette expansion atteignit bientôt ses limites en raison de la surexploitation, de la diminution et de la salinisation des ressources en eau, qui conduisirent à davantage d'appauvrissement et à des conflits dans certaines situations. Enfin, les problèmes écologiques liés à l'édification de barrages devinrent des obstacles à de nouvelles constructions.

Dans les années 1970, la pénurie d'eau et les importantes sécheresses en Afrique ont conduit à une prise de conscience croissante du potentiel de la récupération de l'eau pour améliorer la production agricole. Après une période plus calme dans les années 1980, la collecte de l'eau est redevenue à la fin du siècle, l'objet d'études et de mises en œuvre de projets, et les pratiques locales retrouvèrent créances. Dans la Chine d'aujourd'hui, la récupération de l'eau est considérée comme un élément majeur à la réduction de l'exode rural et au contrôle de l'érosion sévère des sols et fait l'objet de projets spécifiques, visant à aider des millions de personnes.

Source : Hudson, 1987 ; Critchley et Siegert, 1991 ; Prinz, 1996 ; Falkenmark et al., 2001 ; Worm et Hattum, 2006 ; Critchley et Gowing, 2012 ; Oweis et al., 2012 ; Scheierling et al., 2013.

Principe, concept et composants

La collecte de l'eau doit être considérée comme partie intégrante de la gestion durable des terres (et de l'eau) (voir encadré 4).

Encadré 4 : Une définition de la gestion durable des terres (GDT)

La GDT est l'utilisation des ressources naturelles, y compris les sols, l'eau, les animaux et les plantes, pour la production de biens afin de répondre à l'évolution des besoins de l'homme, tout en assurant le potentiel productif à long terme de ces ressources et leurs fonctions environnementales.

Source : Liniger et Critchley, 2007 ; Liniger et al., 2011.

Le principe de base de la collecte de l'eau est de récupérer les précipitations tombant sur une zone, de les transférer vers une autre, augmentant ainsi la quantité d'eau disponible dans la seconde.

Les composants de base d'un système de collecte de l'eau sont une zone de captage ou de collecte, le système d'adduction d'eaux de ruissellement, une composante de stockage et une zone d'application. Dans certains cas, tous ces composants sont adjacents les uns des autres, dans d'autres cas, ceux-ci sont reliés par un système d'adduction (voir figure 4). Les zones de stockage et d'application peuvent également être les mêmes ; c'est généralement là où l'eau est concentrée dans le sol pour une utilisation directe par les plantes.

- **Zone de captage ou de collecte** : c'est la zone où la pluie est collectée sous forme de ruissellements. Le captage peut faire quelques mètres carrés ou plusieurs kilomètres carrés. Il peut s'agir d'un toit, d'une route goudronnée, de surfaces compactées, de zones rocheuses ou de pâturages ouverts, de terres cultivées ou non et de pentes naturelles.
- **Système d'adduction d'eau** : c'est par ce système que l'eau de ruissellement est acheminée à travers des gouttières, des tuyaux (en cas de collecte grâce au toit) ou par voie terrestre, rigole, ravine ou canal d'écoulement puis soit est détournée vers les champs cultivés (où l'eau est stockée dans le sol) ou soit est stockée dans des installations spécialement conçues.
- **Composante de stockage** : l'eau de ruissellement récoltée est stockée à ce niveau jusqu'à ce que les habitants, les animaux ou les plantes l'utilisent. L'eau peut être



¹ La disponibilité de l'eau comprend la recharge en eau du sol, les eaux souterraines et l'eau stockée dans les réservoirs. La collecte de l'eau pour la durabilité de l'écosystème ainsi que pour l'usage industriel sont des applications récentes : l'essentiel des technologies de collecte de l'eau qui ont été développées à travers l'histoire sert à un usage domestique et agricole.

Habituellement, les termes de collecte de l'eau (CE) et collecte de l'eau de pluie (CEP) sont interchangeable. Mais le terme générique de collecte de l'eau est généralement plus utilisée, désignant un ensemble de méthodes de récupération et de gestion des eaux de ruissellement et souterraines, incluant la collecte d'eau sur les toits, l'irrigation à partir des ruissellements, l'irrigation de crue (Critchley et Siegert, 1991 ; Falkenmark et al., 2001 ; Critchley et Gowing, 2012 ; Oweis, Prinz et Hachum, 2012 ; Scheierling et al., 2013).

gauche : diguettes semi-circulaires, Niger.

centre : cordons pierreux sur des pâturages, Niger.

droite : captage rocheux, Mukogodo, Kenya.

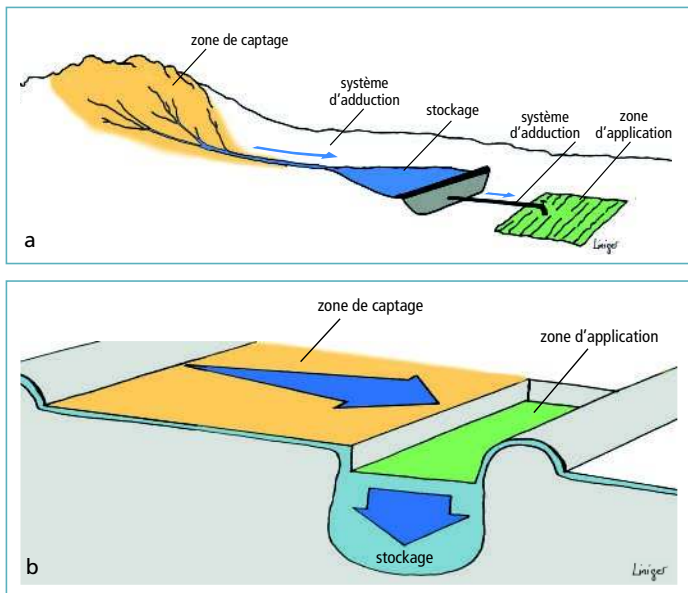


Figure 4 : Composants de base de deux systèmes de CE : a) les zones de captage, de stockage et d'application sont clairement séparées et reliées par des systèmes d'adduction ; b) la zone de captage est limitrophe de la zone d'application. Le stockage se fait dans le sol ou en sous-sol de la zone d'application, ne nécessitant aucun système d'adduction supplémentaire.

stockée dans le profil du sol comme humidité du sol ou en hors sol (jarre, mare ou réservoir), ou dans le sol (citerne) ou en eaux souterraines (aquifères proches de la surface) (Oweis et al., 2012). Quand les eaux de ruissellement concentrées sont directement déviées vers les champs, la zone d'application est identique à la zone de stockage, les plantes peuvent ainsi directement utiliser l'eau accumulée dans le sol. Une grande variété de systèmes de stockage conserve l'eau jusqu'à ce qu'elle soit utilisée soit tout à côté des installations de stockage soit plus loin.

- **Zone d'application ou zone cible** : c'est la zone où l'eau récoltée est mise en service, soit pour la consommation domestique (eau potable et autres usages domestiques), soit pour la consommation du bétail, soit pour l'utilisation agricole (y compris l'irrigation d'appoint).

La récupération de l'eau peut se produire naturellement, par exemple dans des zones de dépressions ou « artificiellement » grâce à l'intervention humaine. La collecte artificielle implique souvent des interventions visant à améliorer le recueil des précipitations et à diriger le ruissellement vers la zone d'application. Le ruissellement pour cette collecte est encouragé et, quand il est très faible, il peut être induit par exemple, par le lissage ou le compactage de la surface du sol, le nettoyage des surfaces rocheuses, l'étanchement des surfaces ou l'utilisation de revêtements imperméables.

Le rapport surface de captage sur surface d'application (C:A) représente le degré de concentration des précipitations / ruissellements dans les systèmes de récupération de l'eau, et il compare la taille du captage à celle de la zone d'application. Il est généralement employé lorsque le ruissellement est stocké dans le sol pour la production végétale. Dans la conception de systèmes de collecte de l'eau, ce ratio est déterminé en tenant compte des précipitations saisonnières, des besoins en eau des cultures, et des caractéristiques physiques à la fois de la zone de captage et de la zone de concentration. Idéalement, la zone de captage (à l'exception de la récupération de l'eau par les toits) nécessite des sols argileux ou peu profonds avec de faibles taux d'infiltration, ces sols étant susceptibles d'étan-

chéité et d'encroûtement, ou des surfaces dures avec des coefficients de ruissellement élevés tels que des routes ou des collines rocheuses. En revanche, les sols profonds avec une forte capacité d'infiltration et de stockage de l'eau sont souhaitables dans une zone d'application de systèmes où le ruissellement est stocké dans le sol pour une utilisation par les plantes.

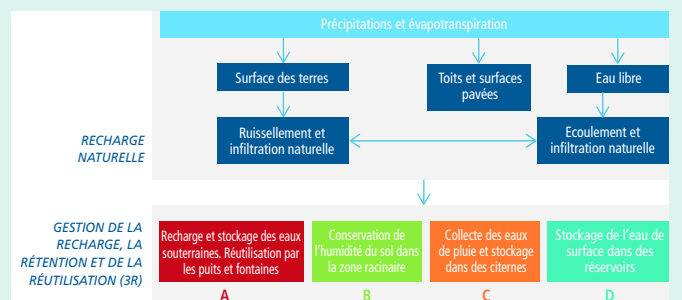
La collecte de l'eau – ensemble avec la conservation in situ de l'eau – peut également être conceptualisée dans l'approche « 3R » (Van Steenberg et Tuinhof, 2009). Dans ce contexte, les 3R sont « Rétention, Recharge et Réutilisation » des ressources en eau. L'approche 3R est expliquée dans l'encadré 5. En bref, elle est fondée sur « la capacité tampon de l'eau », où l'accent est mis sur le renforcement des processus naturels de stockage de l'excès d'eau, au-dessus et en dessous du sol, pour une utilisation productive ultérieure et pour des bénéfices environnementaux.

Encadré 5 : Le concept des 3R en bref

Cette approche met l'accent sur le principe de tampon de l'eau afin de mieux gérer la recharge naturelle en eau, et d'étendre la chaîne d'utilisation de l'eau. Lorsque l'eau est abondante, une grande partie est généralement perdue, inutilisée à travers des inondations, du ruissellement et de l'évaporation de surface. Grâce à ces techniques tampons, cette eau non utilisée peut être retenue comme il est indiqué dans la figure ci-dessous. Quatre catégories ou stratégies principales de tampon, peuvent être distinguées :

- Recharge et stockage des eaux souterraines. C'est un stockage « fermé » où les pertes par évaporation sont plus faibles qu'un stockage ouvert de l'eau. L'eau n'est pas directement disponible car des puits sont nécessaires pour y accéder à partir du sol. Ce sont par exemple, les digues de sable, les mares d'infiltration et l'irrigation de crue.
- Conservation de l'humidité du sol dans la zone racinaire. Cette option de stockage est relativement fermée car l'eau est stockée dans la partie supérieure du sol : la zone racinaire. Une partie de l'eau peut être utilisée par les cultures bien qu'une autre partie s'infilte plus profondément pour recharger la nappe phréatique. Ce sont par exemples, les bandes enherbées, les labours profonds, et l'agriculture de conservation.
- Stockage en réservoir fermé. Cette méthode permet de stocker l'eau d'une manière propre, à proximité de l'endroit où elle est employée comme eau potable. Ce sont par exemple les réservoirs sur les toits, les citernes souterraines et les filets capteurs de brouillard.
- Stockage ouvert de l'eau en surface. Cette méthode permet de stocker des volumes d'eau plus importants et peut être utilisée à des fins agricoles et industrielles. Ce sont par exemples, les petits réservoirs de stockage, la récupération de l'eau sur la route et les diguettes trapézoïdales.

Chaque catégorie d'option tampon présente ses forces et ses faiblesses, et les conditions locales permettent habituellement de savoir laquelle utiliser. En général, la capacité tampon augmente à mesure que l'on passe d'un stockage de petite à grande échelle, et d'un stockage de surface à un stockage dans le sol ou sous-sol. Différents types de stockage se complètent souvent mutuellement en matière de tampon hydrique à l'échelle d'un paysage et d'un bassin.



Source : Van Steenberg et Tuinhof, 2009 ; Tuinhof et al., 2012, www.bebuffered.com

Collecte de l'eau dans le cadre de la gestion intégrée des ressources hydriques

Les utilisateurs finaux gèrent l'eau selon différentes stratégies et principes, en fonction de la quantité des précipitations, de l'évapotranspiration potentielle et du système de culture (ou de toute autre utilisation de l'eau). Quatre différentes stratégies de gestion de l'eau (basées sur Hudson, 1987) peuvent être reconnues :

1. Gestion de l'excès d'eau provenant des pluies ou d'inondations saisonnières à travers le drainage contrôlé et le stockage de l'eau pour une utilisation future. C'est la stratégie la plus appropriée aux conditions humides et subhumides ainsi qu'aux conditions semi-arides et arides (collecte de l'eau des crues).
2. Augmentation de la capture et de la disponibilité des eaux de pluie, en utilisant le ruissellement de surface ; stratégie adaptée aux conditions sèches subhumides à arides (collecte des eaux de pluie).
3. Réduction in situ des pertes d'eau : amélioration de l'infiltration directe de l'eau et réduction de l'évaporation ; les pratiques de conservation de l'eau au sol qui empêchent le ruissellement de surface et gardent l'eau de pluie sur place (par exemple, l'agriculture de conservation, les banquettes à niveau, le paillage, la collecte de rosée) ; adaptée aux conditions subhumides à semi-arides (conservation de l'eau in situ).
4. Augmentation de l'efficacité d'utilisation de l'eau (par exemple de bonnes pratiques agronomiques, y compris l'utilisation de matériel de plantation plus adapté et la gestion de la fertilité).

Dans le but d'améliorer la productivité de la manière la plus durable qui soit, une combinaison de ces stratégies afin d'assurer les fonctions est souvent nécessaire.

La gestion de l'eau est le terme général qui recouvre toutes les pratiques améliorant la disponibilité de l'eau. La figure 5 montre les différentes pratiques agricoles de gestion de l'eau sur la gamme de systèmes de production purement pluviale à entièrement irriguée.

Classification et catégorisation

Les deux critères les plus fréquemment utilisés pour classer les systèmes de collecte de l'eau sont le type et la taille du captage, et la méthode de stockage de l'eau².

Encadré 6 : Collecte d'eaux souterraines

Un autre groupe de CE fondé sur le type de captage et présenté par un certain nombre d'auteurs est « la collecte d'eaux souterraines », où les eaux de crue et de ruissellement de surface récoltées permettent de recharger et de réalimenter ces nappes phréatiques. Celles-ci sont conservées, stockées, puis réutilisées pour allonger les périodes de croissance et / ou pour l'irrigation d'appoint pendant les périodes sèches. La collecte d'eaux souterraines couvre tous les moyens traditionnels comme non conventionnels de captage d'eaux souterraines (par exemple, les systèmes de qanats, les puits horizontaux, etc.)

Source : Critchley et Siegert, 1991 ; Prinz et Singh, 2000 ; Van Steenberg et Tuinhof, 2009.

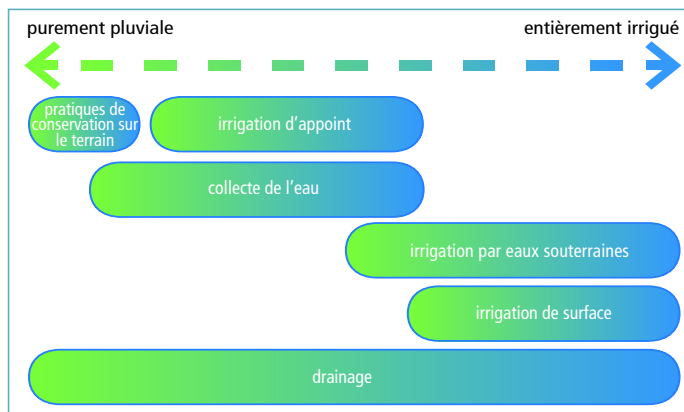


Figure 5 : Spectre de la gestion agricole de l'eau (Molden, 2007). Les pratiques de conservation sur le terrain se rapportent à des pratiques de conservation in situ de l'eau.

La classification de la collecte de l'eau fondée sur le type de captage est choisie comme base de ces lignes directrices et donc de la structure de la partie 2. Ainsi, quatre groupes sont distingués : la collecte de l'eau des crues, les systèmes de macro-captage, les systèmes de micro-captage, et la collecte de l'eau sur les toits / cours.

Cette catégorisation prend en compte la taille du captage, les méthodes de stockage et l'utilisation finale. Celle-ci intègre les classifications employées par Critchley et Siegert (1991), Oweis et al. (2012) et Tuinhof et al. (2012).

Les tableaux 1 et 2 réunissent les quatre groupes de la collecte de l'eau selon le type de captage.

Selon le système de classification proposé, la répartition des pratiques de CE en quatre groupes est au fond simple, sauf pour la CrueCE et la MacroCE. En fonction de leur taille, plusieurs technologies peuvent être classées dans les 2 dernières catégories. Par exemple, les grands systèmes de réhabilitation des ravines, de collecte des ruissellements des routes, les seuils d'épandage, les barrages de sable, souterrains et à percolation peuvent être déclarés comme CrueCE, tandis que les petits systèmes de ces mêmes technologies peuvent être classés dans MacroCE. En outre, des technologies similaires peuvent avoir différents noms (noms locaux) dans des régions différentes par exemple, *tassa* et *zai* ; *limans* et *tabias*.

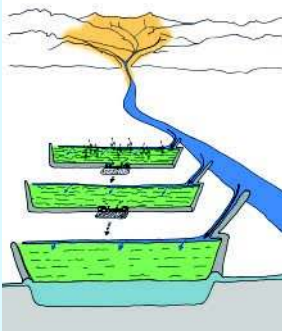

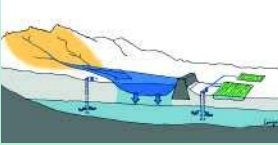
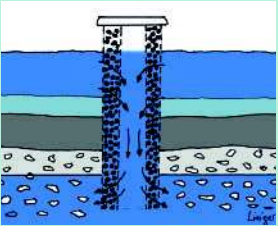
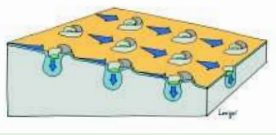
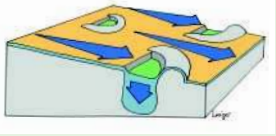
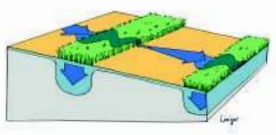
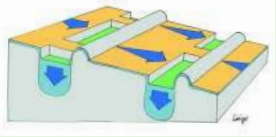
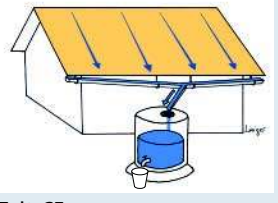
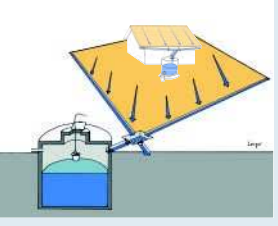
² Les technologies de collecte de l'eau peuvent être classées ou catégorisées en différents groupes, de différentes manières en fonction du critère / aspect mis en avant : il peut s'agir notamment de la zone agro-climatique, des risques hydro-climatiques (par exemple Falkenmark et al., 2001.), de l'échelle spatiale de la collecte des eaux de ruissellement, de la taille (par exemple Botha et al., 2011 ; Oweis et al., 2012), du type de captage (par exemple Critchley et Siegert, 1991 ; FAO, 1994 et 2001), des systèmes et stratégies de stockage (par exemple, Van Steenberg et Tuinhof, 2009 ; Tuinhof et al., 2012), de la zone géographique, de la topographie (par exemple, Banque africaine de développement, 2009), de la source d'eau collectée (par exemple Fox, 2001 cité dans Falkenmark et al., 2001), de l'utilisation de l'eau (p. ex Oduor et Gadain, 2007 ; Faurès et Santini, 2008), ou de son origine (par exemple Barry et al., 2008).

Tableau 1 : Classification de la collecte de l'eau en fonction du type de captage

Collecte de l'eau (CE)				
Eau de crue		Ruissellement des eaux pluviales		
Groupe	(1) Collecte de l'eau des crues (CrueCE)	(2) Macro-captage (MacroCE)	(3) Micro-captage (MicroCE)	(4) Collecte de l'eau sur les toits et dans les cours (Toits-CoursCE)
Stratégie	Récupérer l'excès d'eau provenant de l'extérieur de l'exploitation ou des champs et diffuser les eaux de crue	Piéger le ruissellement provenant de l'extérieur de l'exploitation ou des champs	Piéger le ruissellement localisé dans les champs	Piéger le ruissellement provenant des habitations
Zone agro-climatique	Climats subhumides secs, semi-arides et arides ; Zones sèches avec des cours d'eau éphémères et peu d'événements forts	Climats subhumides secs, semi-arides et arides ; Lorsque quelques événements de ruissellement sont attendus à chaque saison des pluies	Climats subhumides secs et semi-arides ; Lorsque les précipitations sont plus fiables, mais dispersées et / ou mal réparties dans la saison	Tous les climats ; Avec des périodes de sécheresse et où les précipitations sont saisonnières
Captage	Externe: Grands captages ou bassins hydrographiques ; Distinction entre la zone de captage collinaire et les champs cultivés dans la plaine ; Un seul système avec une seule zone de captage	Externe : Petits captages ou bassins hydrographiques ; Zone de captage et d'application clairement séparée ; Un seul système avec une seule zone de captage	Dans les champs ; Zone de captage et d'application répartie uniformément dans les champs ; Réplication du système à plusieurs reprises avec des structures identiques	Fermes / habitations Un seul système avec une seule zone de captage
Eau de ruissellement	Canal d'écoulement avec un débit plus ou moins défini	Écoulement en nappe et rigole (ruissellement terrestre mouvementé) ; Canal d'écoulement court	Écoulement en nappe et parfois en rigole	Écoulement en nappe à partir de toits et de surfaces étanches
Stockage	Humidité du sol dans la zone racinaire ; Recharge de la nappe phréatique	Humidité du sol dans la zone racinaire ; Recharge de la nappe phréatique ; Réservoirs : barrages et mares ; Citernes (en surface et souterraines)	Humidité du sol dans la zone racinaire ; Trous, tranchées et diguettes pour la plantation	Citernes (en surface et souterraines)
Utilisation de l'eau	Production agricole : Irrigation d'appoint, forte recharge de la nappe phréatique, amélioration de l'humidité du sol	Utilisation multiple : utilisation domestique, pour l'élevage, la production agricole : amélioration de l'humidité du sol, recharge de la nappe phréatique et stockage de l'eau pour une irrigation d'appoint	Production agricole, fourragère et forestière : amélioration de l'humidité du sol, recharge limitée de la nappe phréatique	Utilisation multiple : utilisation domestique, pour l'élevage, production agricole et horticole à petit échelle : stockage de l'eau pour l'irrigation d'appoint des jardins potagers / des cultures d'arrière-cours ; Agro-alimentaire Aucune recharge de la nappe phréatique
Gestion	Grandes collectivités ou autorité locale, gestion intégrée des bassins versants	Gestion communautaire ou individuelle	Gestion individuelle ou communautaire	Gestion individuelle ou communautaire
Exemples de réseaux * et acteurs	The Spate Irrigation network (www.spate-irrigation.org) MetaMeta Research (www.metameta.nl)	Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN) (www.rainfoundation.org) World Overview of Conservation Approaches and Technologies (www.wocat.net) ASAL Consultants Ltd, Erik Nissen-Petersen. (www.waterforaridland.com) Excellent. Pioneers of Sand Dams. (www.excellentdevelopment.com)	International Rainwater Harvesting Alliance (IRHA) (www.irha-h2o.org) Centre for Science and Environment (CSE) (www.rainwaterharvesting.org) World Overview of Conservation Approaches and Technologies (www.wocat.net)	Rural Water Supply Network (RWSN) (www.rural-water-supply.net) Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN) (www.rainfoundation.org) Southern and Eastern Africa Rainwater Network (SearNet) (http://worldagroforestry.org/projects/searnet/)
Exemple d'événements récurrents*	Annual Short Course on Spate Irrigation at UNESCO-IHE	International Water Association (IWA) Specialist Group Conference on Ponds Technology World Water Forum	SearNet conference	International Water and Sanitation Centre (IRC) Symposium

* Pour des informations supplémentaires, se référer à l'annexe 4.

Tableau 2 : Principales technologies pour chaque groupe de collecte de l'eau

Technologies par groupe*	(1) Collecte de l'eau des crues (CrueCE)	(2) Macro-captage (MacroCE)	(3) Micro-captage (MicroCE)	(4) Collecte de l'eau sur les toits et dans les cours (Toits-CoursCE)
	<p>Cultures de décrue ; vallées intérieures ; détournement de l'eau des crues, hors du cours d'eau :</p> <ul style="list-style-type: none"> - irrigation de crue, - diguettes d'épandage de crue ;  <p>Irrigation de crue</p> <p>Récolte dans le lit du cours d'eau :</p> <ul style="list-style-type: none"> - réhabilitation de lits de cours d'eau / wadi et de ravines : ex. <i>jessour, tabias</i>, barrages "warping", - barrages filtrants rocheux  <p>Réhabilitation de lits de cours d'eau</p>	<p>Stockage de l'eau dans le sol :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ruissellement / canal collinaire, - réhabilitation des piedmonts : ex. <i>limans</i>, - grandes diguettes semi-circulaires ou trapézoïdales, - ruissellement routier, - réhabilitation des ravines / ravines productives, - drain d'évacuation (redirection de l'eau) ; <p>Installations de stockage de l'eau :</p> <p>Stockage en surface :</p> <ul style="list-style-type: none"> - dépressions naturelles, - étangs et mares, - mares creusées (ex. <i>hafirs</i>), - réservoirs / cuves cultivés, - étangs de recharge de nappe phréatique, - barrages de surfacec : petits barrages de terre et de pierre, barrages de contrôle, barrages maçonnés à captage rocheux ; <p>Stockage souterrain :</p> <ul style="list-style-type: none"> - barrages souterrains, à percolation et de sable, - réservoirs souterrains : citernes ;  <p>Systèmes de macro-captages</p> <p>Puits traditionnels :</p> <ul style="list-style-type: none"> - puits horizontaux, - puits filtrants / à injection.  <p>Puits filtrants / à injection</p>	<p>Trous et bassins :</p> <ul style="list-style-type: none"> - petits trous de plantation : ex. <i>zai / tassa</i> ; - micro-bassins : ex. <i>negarims, meskats</i>, petites diguettes semi-circulaires, terrasses « sourcils », bassins mécanisés « Vallerani » ;  <p>Trous de plantation</p>  <p>Diguettes semi-circulaires</p> <p>Barrières en travers de la pente :</p> <ul style="list-style-type: none"> - bandes herbeuses, - diguettes et billons en courbe de niveau, - billons cloisonnés, - cordons et diguettes de pierre, - terrasses en banquette en courbe de niveau (ex. <i>fanya juu</i>).  <p>Bandes herbeuses</p>  <p>Lignes et tranchées en courbe de niveau</p>	<p>Captage :</p> <p>toits :</p> <ul style="list-style-type: none"> - incluant les surfaces rocheuses, de terre compactée ou les surfaces imperméables ou pavées, - draps plastiques, plaques de tôle ondulée ; <p>Stockage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - cuves, - réservoirs, - citernes.  <p>ToitsCE</p>  <p>CoursCE combinée à ToitsCE</p>
<p>Exemples de manuels**</p>	<p>Engineering Manual for Spate Irrigation (Ratsey, 2011) ; Guidelines for spate irrigation (Van Steenberg et al., 2010).</p>	<p>Les petits barrages de décrue en Mauritanie (Durand, 2012) ; A practical guide to sand dam implementation (RAIN, 2009) ; Water from small earth dams (Nissen-Petersen, 2006; www.waterforaridland.com/publications.asp).</p>	<p>Le Sahel en lutte contre la désertification (Rochette, 1989) ; Water Harvesting. A Manual for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production (Critchley et Siegert, 1991) ; Water Harvesting : An Illustrative Manual for Development of Microcatchment Techniques for Crop Production in Dry Areas (Hai, 1998).</p>	<p>Water from roofs (Nissen-Petersen, 2007) ; Roofwater Harvesting : a Handbook for Practitioners (Thomas et Martinson, 2007).</p>

* Pour toutes les figures : le jaune indique la zone de captage, le bleu la zone de stockage et les adductions, et le vert la zone d'application (cible).
** Pour des informations détaillées et des références supplémentaires, se référer à l'annexe 5.

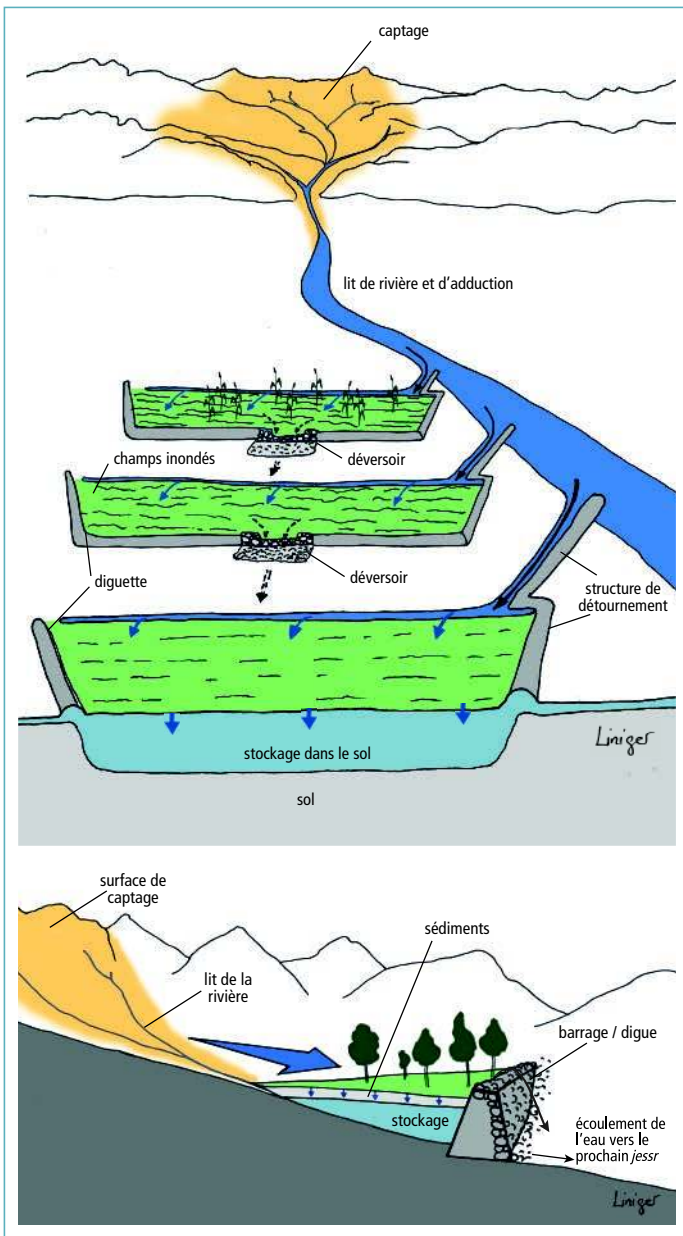


Figure 6 : la collecte de l'eau des crues ; en haut : système de détournement de l'eau des crues (hors du lit du cours d'eau) ; en-dessous : la collecte de l'eau des crues dans le lit du cours d'eau, une section transversale d'un système jessour. (jessr = singulier).

La collecte de l'eau des crues

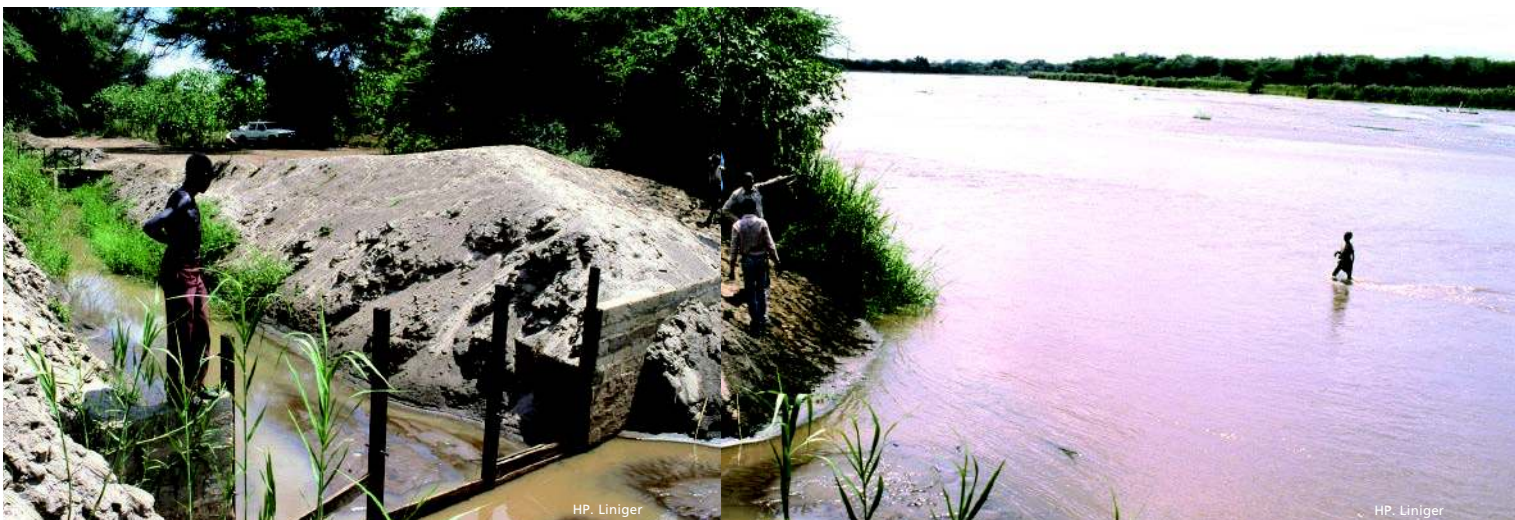
La collecte de l'eau des crues (CrueCE, Groupe 1) peut être définie comme la collecte et le stockage d'un flux d'eau éphémère et canalisé pour l'irrigation des cultures agricoles, fourragères et forestières, ainsi que pour la recharge des nappes phréatiques. La zone de captage peut être de plusieurs kilomètres de long. Dans les régions où l'évaporation dépasse les précipitations, les systèmes de collecte de l'eau des crues (figure 6) constituent une option pour l'utilisation optimale de l'eau pendant les inondations.

La collecte de l'eau des crues peut encore être divisée en :

- **Diversión / détournement de l'eau des crues** : système hors lit de rivière, l'eau canalisée soit inonde les plaines adjacentes au-delà des rives du fleuve / canal (inondation sauvage) soit est forcée de quitter son cours naturel et est transportée dans des champs voisins. L'irrigation de crue est un autre nom, souvent appliqué aux anciens systèmes de détournement des eaux de crue.
- **Collecte de l'eau des crues dans le lit des rivières**, le flux d'eau est endigué par un barrage et, par conséquent, est accumulé dans le lit de la rivière. L'eau est obligée de s'infiltrer et l'eau accumulée dans le sol est employée pour l'agriculture.

Principales caractéristiques

- Le flux d'eau canalisé temporairement est collecté soit (a) en utilisant la crue naturelle ou en détournant les eaux de crue des rivières et des grandes ravines ; soit (b) en mettant l'eau en réserve dans le lit / fond de vallée ;
- Stabilisation du lit de la rivière pour éviter l'affouillement ;
- Encourage les détournements, la canalisation de l'eau ou les barrages traversant le lit de rivières (pouvant souvent être rompus) lors des déluges ou rivières saisonniers ; les barrages sont faits de terre, de pierres, de broussailles ou de matériaux renforcés (gabions, pierres maçonnées, béton) ou de combinaisons de matériaux ; eaux de ruissellement stockées dans le sol sur toute la surface plantée ;
- Zone de captage étendue (peut être de plusieurs kilomètres) ;
- Taille 2 à 50 km² ;
- Rapport zone de captage / zone d'application 100:1 – 10'000:1 ;
- Règles d'utilisation de l'eau définies ;
- Fourniture d'un déversoir pour l'excès d'eau : grâce à déversoir central ou deux déversoirs latéraux ou par la possibilité de brèches (ex. structures temporaires en terre)
- Compétences techniques (traditionnelles) nécessaires ;
- En combinaison avec la recharge des nappes phréatiques et l'utilisation ultérieure menant à des systèmes hautement productifs



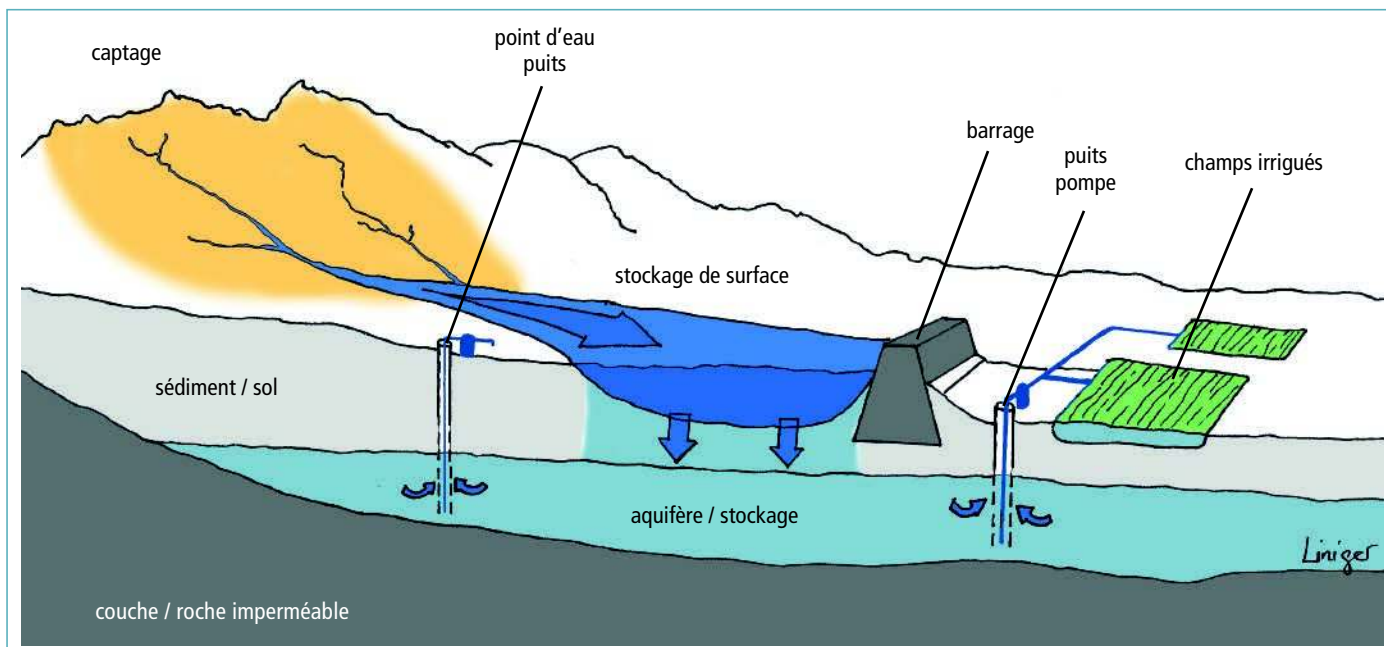


Figure 7 : Une section transversale de la collecte de l'eau par macro-captage

- Souvent « auto-fertilisation » grâce à l'accumulation de sédiments ;
- Aucun contrôle sur la zone de captage car celle-ci est située en dehors des limites de l'exploitation agricole.

Fondé sur : Critchley et Siegert, 1991 ; African Development Bank, 2009 ; Van Steenberg et al., 2010 ; Liniger et al., 2011 ; Critchley et Gowing, 2012 ; Oweis et al., 2012.

Le macro-captage

Le macro-captage CE (MacroCE, Groupe 2) est une méthode de collecte des eaux de ruissellement à partir d'une zone de captage naturelle comme la pente d'une montagne ou d'une colline (figure 7). Il peut s'agir :

- De la collecte des eaux de ruissellement à partir de sols peu profonds ou de surfaces étanches et compactées ;
- De détournement direct et d'épandage des eaux de ruissellement de surface sur la zone d'application, aux pieds de collines ou sur un terrain plat (surtout des surfaces cultivées) ou
- D'entraver et de recueillir les eaux de ruissellement à travers des obstacles et des installations de stockage.

L'eau collectée est principalement employée pour la production végétale et animale, mais aussi pour l'usage domestique, en fonction de la quantité et de la qualité.

Principales caractéristiques

- Collecte des écoulements en nappes ou en rigoles ;
- Eaux détournées à partir de collines, de pâturages, de forêts ou de routes et habitations ;
- Eaux de ruissellement habituellement stockées dans le sol ou dans des installations de stockage ;
- Captage généralement 30 : 200 mètres de longueur ;
- Taille du bassin versant de 0,1:200 ha ;
- Rapport de la zone captage / zone d'application 10:01 – 100:1 ;
- Coefficient de ruissellement relativement faible : 0,1 à 0,5 (10 à 50% des précipitations annuelles) ; plus la zone de captage est longue, plus le coefficient est faible ;
- Mise à disposition d'un déversoir pour l'excès d'eau ;
- Zones agricoles en terrasses sur les pentes ou sur des terrains plats ;
- Convient aux cultures annuelles et vivaces tolérantes à un engorgement temporaire ou à une maturation rapide sous humidité résiduelle ;
- Collecte de nutriments à partir des sédiments accumulés et des excréments animaux immergés ;
- Aucun contrôle sur la zone de captage car celle-ci est située en dehors des limites de l'exploitation agricole.

Fondé sur : Critchley et Siegert, 1991 ; Banque Africaine de Développement, 2009 ; Liniger et al., 2011 ; Critchley et Gowing, 2012 ; Oweis, et al., 2012.



gauche et au centre : Canal de prise de l'eau des crues, porte et canal d'irrigation, Turkana, Kenya.

droite : Barrage "warping", Rajasthan, Inde.

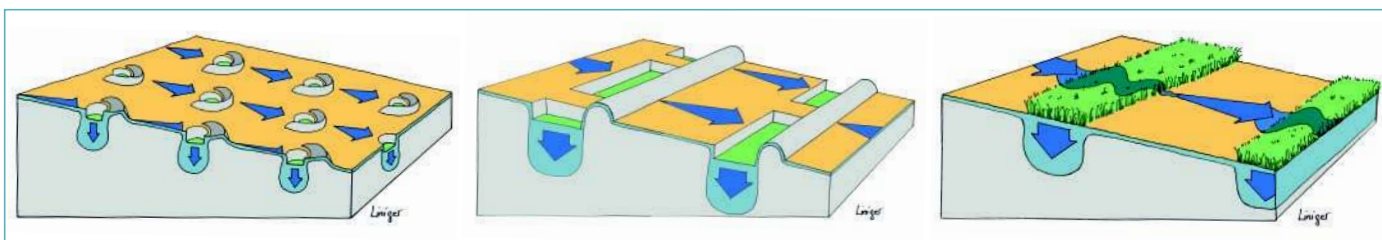


Figure 8 : Collecte de l'eau par micro-captage : (à gauche) trous de plantation par ex. chololo, zaï, tassa ; (au centre) diguettes en courbe de niveau avec tranchées, par ex. Fanja chini ; (à droite) barrières végétales, par ex. bandes enherbées. En jaune : zone de captage nue ou compactée ; en bleu clair : stockage de l'eau dans le sol ; en vert : zone d'application avec cultures, arbres, etc. ; les flèches bleues foncées indiquent la direction de l'écoulement de l'eau.

Le micro-captage

Le micro-captage CE (MicroCE, Groupe 3) est une méthode de collecte des eaux de ruissellement de surface / en nappe (et parfois d'écoulement en rigoles) à partir de petites zones de captage (figure 8). L'eau de ruissellement est concentrée dans une zone d'application adjacente et stockée dans la zone racinaire pour une utilisation directe par les plantes. Les zones de captage et d'application se succèdent dans le même champ, ainsi l'eau de pluie est concentrée sur une zone confinée où les plantes sont cultivées. Par conséquent, le système est répliqué plusieurs fois selon le même modèle. Les technologies de micro-captage CE sont souvent combinées avec des pratiques agronomiques spécifiques visant l'implantation de cultures annuelles ou forestières, avec en particulier la gestion de la fertilité et la lutte antiparasitaire.

Principales caractéristiques

- Collecte des écoulements en plaques et en rigoles à partir d'une petite longueur de captage ;
- Eaux de ruissellement stockées dans le sol des champs ;
- Longueur de la zone de captage généralement entre 1 et 30 mètres ;
- Taille du captage individuel de 10 à 1'000 m² ;
- Rapport zone de captage / zone de stockage 1:1 : 10:1 ;
- Coefficients de ruissellement relativement élevés, plus élevés que pour les systèmes de macro-captage ;
- Zone de captage généralement nue avec des sols imperméables, encroûtés et compactés ;
- Système répliqué à plusieurs reprises selon le même modèle dans un même champ ;
- Pas de système d'adduction d'eau nécessaire ;
- Pas de système de débordement (déversoir) ;
- Facilement reproductible et adaptable ;
- Convient à la plupart des cultures, plantées dans des fosses / trous ou en bandes dans les champs ;

- Gestion de la fertilité nécessaire ;
- L'exploitant agricole a le contrôle de la zone de captage et d'application au sein de sa ferme.

Fondé sur : Critchley et Siegert, 1991 ; African Development Bank, 2009 ; Liniger et al., 2011 ; Critchley et Gowing, 2012 ; Oweis et al., 2012

Sur les toits et dans les cours

La collecte de l'eau des toits et dans les cours (Toits-CoursCE, Groupe 4) est de plus en plus populaire à la fois dans les pays économiquement développés et dans les pays émergents (par exemple en Australie, aux Caraïbes, en Chine, en Inde et dans le Sud-Pacifique) afin de sécuriser / améliorer l'approvisionnement en eau à usage domestique, par exemple pour les sanitaires et l'arrosage du jardin.

- **Sur les toits CE** : La collecte de l'eau de pluie peut provenir des toits de bâtiments privés, publics ou commerciaux (ex. serres, écoles). La surface effective du toit et les précipitations locales annuelles déterminent le volume d'eau de pluie qui peut être piégé (figure 9). Entre 80-85 pour cent des précipitations peuvent être collectées et stockées (Oweis et al., 2012). Les précipitations recueillies à partir des toits sont utilisées pour la boisson, surtout dans les régions où l'eau du robinet n'est pas disponible ou n'est pas fiable (Worm et van Hattum, 2006). Ces systèmes sont utilisés dans la plupart des pays tropicaux et subtropicaux.
- **Dans les cours CE** : L'eau de pluie est collectée à partir de surfaces compactées, goudronnées ou là où des bâches en plastique ont été posées. La pente et la perméabilité affectent la quantité d'eau de pluie qui peut être recueillie. L'eau peut être stockée au-dessus ou au-dessous du sol.



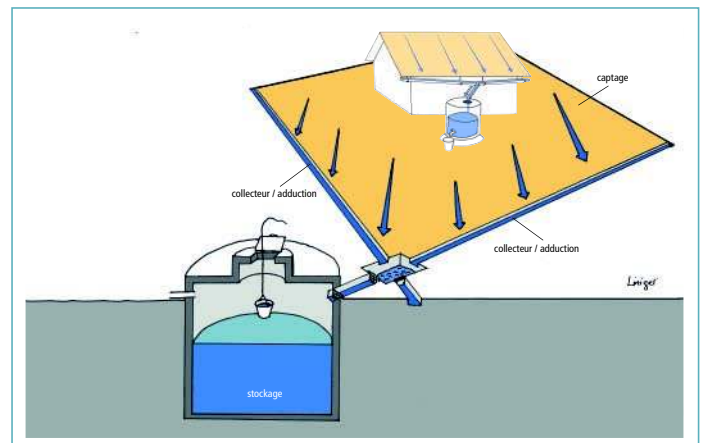
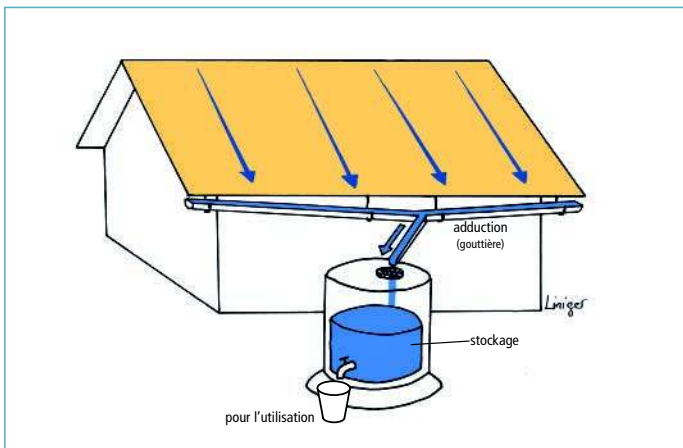


Figure 9 : (à gauche) l'eau collectée des toits est utilisée pour la consommation, les besoins domestiques et l'irrigation des jardins potagers ; (à droite) la collecte de l'eau à partir des toits et de la cour pour l'irrigation des jardins potagers et l'usage domestique.

Principales caractéristiques

Sur les toits CE

- Se compose d'un toit, de gouttières, d'un dispositif de dérivation à effet de chasse ("first flush") et au-dessus ou en dessous du sol d'un réservoir de stockage ;
- Utile dans les régions où les précipitations sont comprises entre 200 et 1'000 mm. En particulier, adapté aux zones avec deux saisons des pluies bien distinctes (bimodales) ;
- Coefficient de ruissellement élevé (0,5 à 0,9) ;
- Principalement utilisé à des fins domestiques ;
- Peut recharger les nappes phréatiques si un puits d'infiltration est construit ;
- La qualité de l'eau peut être contrôlée en rinçant loin la première collecte d'eau (d'un toit sale), la filtrant et la désinfectant par des techniques simples ;
- L'eau recueillie est normalement acceptable tant en termes de goût que d'apparence ;
- Fournit de l'eau à côté des maisons ;
- L'utilisateur a le contrôle.

Dans les cours CE

- Se composent d'une zone de captage, de structures de rétention et d'adduction, de réservoirs de stockage au-dessus ou au-dessous du sol ;
- Utile dans les régions arides et semi-arides (précipitations comprises entre 200 et 750 mm) – et même semi-désertiques (<200 mm) ;
- A des fins principalement d'usage domestique et de consommation du bétail ;
- La qualité de l'eau peut être contrôlée en rinçant loin la première collecte d'eau (d'un toit sale), la filtrant et la désinfectant par des techniques simples ;

- Fournit de l'eau à côté de maisons ;
- L'utilisateur a le contrôle.

Fondé sur : African Development Bank, 2009 ; Oweis et al., 2012

Dans la deuxième partie de ces directives, toutes les technologies pertinentes de récupération d'eau sont décrites dans les quatre groupes présentés ci-dessus, à savoir :

1. Collecte de l'eau des crues
2. Collecte de l'eau par macro-captage
3. Collecte de l'eau par micro-captage
4. Collecte de l'eau des toits et dans les cours

La collecte des eaux souterraines est intégrée au groupe macro-captage CE (Groupe 3 ci-dessus), même si certains des systèmes et des technologies servant à reconstituer les nappes phréatiques pourraient aussi être classés dans la collecte de l'eau des crues.

Bénéfices et contraintes : les puits et les contres de la collecte de l'eau

L'applicabilité et l'impact des technologies de récupération de l'eau dépendent des conditions locales. Il existe des bénéfices et des contraintes spécifiques à la collecte de l'eau (tableau 3). Du côté des bénéfices, l'amélioration de l'efficacité avec laquelle la pluie est utilisée réduit la pression sur les ressources traditionnelles en eau et par conséquent, sur l'eau elle-même. Cela peut répondre aux besoins en eau pour



gauche : Trous de plantations pour le boisement, Plateau de Loess, Chine.

droite : Micro-captage avec une surface cimentée, Plateau de Loess, Chine.

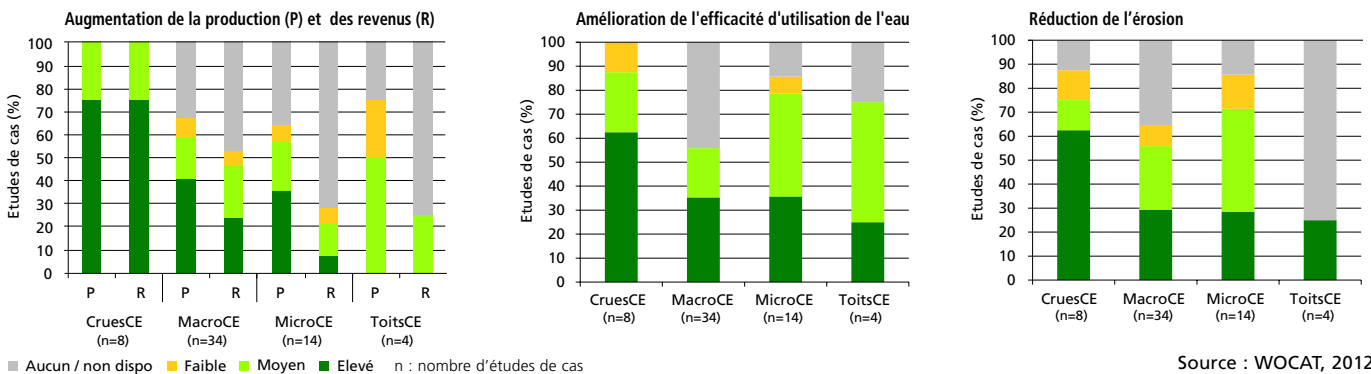
Tableau 3

Bénéfices et contraintes de la collecte de l'eau

Bénéfices	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> Garantir l'eau et la productivité dans les zones arides Augmenter la disponibilité en eau Faire tampon vis-à-vis de la variabilité des précipitations Surmonter les périodes de sécheresse Collecter des éléments nutritifs pour les plantes Contribuer à faire face aux événements extrêmes (inondations, érosion des sols, envasement, etc.) Fournir une alternative à la pleine irrigation Offrir flexibilité et adaptabilité en fonction des circonstances / contexte et en fonction du budget Réduire les risques de production et par conséquent la vulnérabilité Accroître la résilience des systèmes Améliorer l'accès à une eau domestique propre et sûre Améliorer la disponibilité de l'eau pour l'élevage Réduire la charge de travail des femmes Augmenter la production et la sécurité alimentaire Offrir la possibilité de développer des cultures à plus forte valeur ajoutée Utiliser et améliorer les compétences locales Lutter contre la pauvreté : une fois adopté à l'échelle Réduire les migrations vers les villes 	<ul style="list-style-type: none"> Dépendre de la quantité, la répartition saisonnière et la variabilité des précipitations Difficile d'assurer une quantité suffisante d'eau nécessaire L'approvisionnement peut être limité par les capacités, la conception et les coûts du stockage Structures / micro-captages peuvent prendre des terres productives L'eau accumulée peut être un vivier de moustiques ou une source de maladies Peut impliquer des investissements initiaux élevés et / ou de forts besoins en main d'œuvre pour l'entretien Les structures utilisées conjointement peuvent conduire à des désaccords de maintenance Les captages et les infrastructures partagés peuvent créer des problèmes de droits (amont-aval, agriculteurs et éleveurs) L'acceptation de nouveaux systèmes et règlements associés peut être un problème L'entretien de l'infrastructure communautaire : construit avec des subventions, il peut être une contrainte Un soutien institutionnel à long terme peut être nécessaire Peut priver d'eau les écosystèmes en aval (en particulier quand les eaux de crue sont détournées)

Source : Prinz,1996 ; Falkenmark et al., 2001 ; Liniger et Critchley, 2007 ; Rockström et al., 2007 ; Anderson et Burton, 2009 ; Liniger et al., 2011 ; Critchley et Gowing, 2012 ; Oweis et al., 2012 ; Scheierling et al., 2013.

Encadré 7 : Bénéfices de la collecte de l'eau



Source : WOCAT, 2012

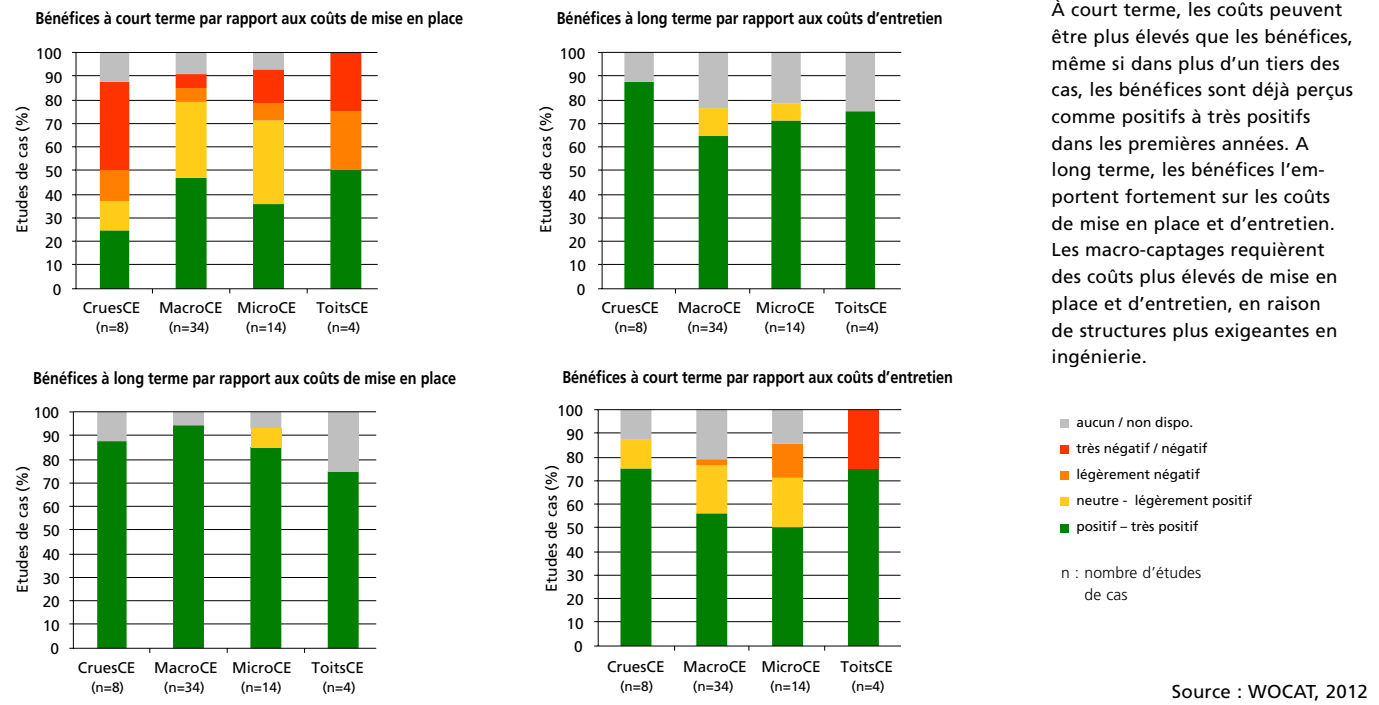
A gauche : La collecte de l'eau des crues montre une nette augmentation des rendements et des revenus, alors que dans les deux autres groupes, une amélioration n'est pas toujours reconnue. CruesCE est principalement liée à la production de cultures annuelles sur de plus grandes surfaces. MacroCE et la MicroCE incluent également les cultures pérennes et les arbres pour la protection environnementale, nécessitant plus de temps pour mettre en évidence des bénéfices de production et l'amélioration des revenus. Certains macro-captages fournissent principalement de l'eau à usage domestique.

Au centre : Comme on s'y attendait, tous les groupes de CE indiquent une amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau, amélioration principalement élevée à moyenne. Il s'agit de la réduction de la perte d'évaporation et de l'amélioration de la disponibilité de l'eau du sol. Certains indiquent une faible à aucune amélioration.

A droite : Hormis les ToitsCE, tous les autres groupes de CE montrent un contrôle de l'érosion moyen à élevé. Les meilleurs scores sont pour les CruesCE et MicroCE, alors que dans le groupe de MacroCE, le contrôle de l'érosion est toujours un défi par rapport aux barrages de surface en raison des contraintes de gestion de la zone de captage.



Encadré 8 : Bénéfices par rapport aux coûts



les usages domestiques et la production animale là où les approvisionnements publics ne sont pas disponibles (Oweis et al., 2012). La récupération de l'eau offre une alternative moins coûteuse aux systèmes d'eau onéreux dans les zones de productions agricoles à faibles intrants, en particulier si la technologie mise en œuvre s'appuie sur des pratiques traditionnelles. Ce sont les bénéfices directs de la CE ; mais il existe aussi des bénéfices indirects cachés tels que la protection de l'environnement et des avantages socio-économiques qui sont moins évidents et plus difficiles à quantifier. Par exemple, lorsque la collecte de l'eau est employée pour améliorer l'approvisionnement en eau à usage domestique, cela participe à rendre l'eau potable accessible toute l'année, ce qui peut réduire le fardeau des femmes et des enfants qui ont la responsabilité d'aller chercher l'eau dans de nombreuses régions du monde.

Les technologies de récupération de l'eau présentent également des incertitudes et des risques : le premier est leur dépendance à la variabilité des précipitations. Dans les régions en développement, les conditions climatiques prédominantes présentent une forte saisonnalité ainsi qu'une irrégularité des précipitations. Alors que la collecte de l'eau peut aider à gérer ces conditions, ces technologies

spécifiques peuvent être rendues moins efficaces dans les cas extrêmes, voire conduire à une augmentation de l'érosion des sols si les structures se cassent. Des structures de collecte d'eau peuvent exclure des terres de toute production, bien que ce ne soit en fait qu'une illusion car dans de nombreux cas, aucune productivité ne peut avoir lieu sans captage, ni ruissellements alors fournis. La récupération de l'eau peut également conduire à une perte d'habitats pour la flore et la faune en raison du dégagement des pentes, ou lorsque l'eau récoltée remplit des zones de dépressions (Oweis et al., 2012). Les risques et les incertitudes des conditions climatiques dans les zones arides, doivent cependant être pris comme un défi pour concevoir des systèmes mieux adaptés aux circonstances locales : dans de nombreuses régions, il n'y a tout simplement aucune autre alternative à la collecte de l'eau. Les principaux bénéfices et contraintes sont résumés dans le tableau 3 et sont présentés plus en détail dans l'annexe 3.

Ce qui fonctionne, où et quand

Le tableau 4 résume quels sont les groupes de CE adaptés à quelles conditions et quelles sont leurs limites.



gauche et au centre : Captage rocheux Kanda, Afghanistan.
droite : Micro-captages Vallerani, Syrie.

Tableau 4**Pertinence et contraintes de la collecte de l'eau**

Applicabilité*	Groupe de collecte de l'eau			
	CrueCE	MacroCE	MicroCE	Toits-CoursCE
Echelle des précipitations annuelles**	100 – 700 mm ruissellements extrêmes, crues épisodiques ; déficits hydriques périodiques des cultures	200 mm – 1,500 mm ruissellements importants et intenses, peu fréquents ; périodes de sécheresse, déficit hydrique durant la phase critique	200 mm – 800 mm ruissellement mineur perdu s'il n'est pas récolté, relativement fréquent ; mauvaise répartition des pluies dans la saison	large gamme
Utilisation de l'eau	principalement pour l'agriculture : cultures pérennes (vergers), mais aussi annuelles (céréales, légumineuses et oléagineux) et pâturages (fourrage et cultures ratées formant du fourrage utile au bétail)	pour l'usage domestique et la consommation animale ; pour l'agriculture : cultures annuelles et pérennes, pâturages, plantations d'arbres	pour l'usage agricole : approprié à n'importe quelle culture ; souvent systèmes forestiers de cultures pérennes (vergers et boisement), également pour les cultures annuelles dans des systèmes de production à base de céréales (ex. mil, sorgho, maïs) et pour les arbustes fourragers	principalement pour la consommation d'eau potable, l'usage domestique et la consommation du bétail limité pour l'usage agricole : cultures mixtes – en particulier l'horticulture, les cultures maraîchères et les arbres dans les jardins potagers et les jardins d'arrière-cour
Terrain	irrigation de crue : quand les hauts plateaux rencontrent les terres alluviales. les zones situées en aval reçoivent l'eau des zones de captage en amont sous la forme d'inondations lors des fortes pluies	zones de captage sur les pentes et zones d'application sur les terrains plats ou les dépressions	généralement sur des pentes douces : les deux zones de captage et plantées sont intercalées ; également possible sur des pentes plus raides	tous ; difficultés avec les installations de stockage sur des pentes raides ; difficultés avec les installations de stockage souterraines en terrain dur et caillouteux
Pente générale de la zone de captage	0-50%	0-50%	0-50%	le cas échéant, ne doit pas être trop raide
Coefficient de ruissellement	faible – moyen	faible – moyen	élevé	élevé à partir de toute surface
Surface de captage	non traitée	traitée et non traitée	naturelle, dégagée et souvent traitée	matériaux de couverture : ex. tôles ondulées en fer galvanisé, tuiles ; couverture en plastique ou en béton
Zone d'application	terrasses ou plaines	terrasses ou plaines	point le plus bas de chaque système	
Sols	les <i>jessour</i> traditionnels sont implantés sur des sols de loess et les <i>tabias</i> sur des sols profonds de piémonts	Les sols cultivés doivent être profonds, bien drainés et fertiles.	Les sols doivent seulement être relativement profonds : ces systèmes peuvent être appliqués sur des sols très dégradés afin de les réhabiliter, mais du fumier et des engrais doivent être ajoutés	
Echelle du paysage	opère à l'échelle du bassin versant ; niveau du district	opère à l'échelle du ménage / communauté avec des impacts au niveau du bassin versant	au niveau du ménage, à l'échelle locale	à l'échelle du ménage et de la communauté
Droits d'utilisation des terres / de l'eau	gamme allant des droits fonciers héréditaires aux droits de propriété de l'Etat et de propriété privée ; les droits sur l'eau sont essentiellement collectifs, mais aussi individuels	propriété foncière individuelle ou collective ; droits sur l'eau principalement collectifs	individuels, dans une moindre mesure terres louées ou gérées collectivement ; droits sur l'eau individuels ou de location	droits des terres et de l'eau individuels ou collectifs
Niveau de mécanisation	souvent utilisation de machinerie pour la construction des déversoirs	parfois agriculture mécanisée	neutre à faible	neutre à faible
Besoins en main d'œuvre	besoins élevés, principalement au cours de la mise en place, l'entretien dépendant des dommages causés par les inondations	besoins élevés pour beaucoup de structures au cours de leur mise en place	besoins relativement faibles en main d'œuvre pour la mise en place, mais élevés pour l'entretien	besoins absolument faibles, mais assez élevés par unité de surface
Niveau de savoir-faire technique : pour la mise en place	varie considérablement	moyen à élevé	faible	faible à moyen
Niveau de savoir-faire technique : pour l'entretien	varie considérablement	moyen à élevé	moyen à faible	faible à moyen
Investissement	élevé	élevé pour la mise en place	faible à moyen en fonction du système	élevé pour la mise en place

Exemples de coûts	irrigation de crue (Maroc) : 620 – 900 US\$/ha	digue en terre (Zambie) : 5 US\$/m ³	cordons pierreux (Niger) : 31 US\$/ha	réservoir de stockage (Népal) : 25 US\$/m ³
Exemples de bénéfices	l'irrigation de crue (Ethiopie) augmente le rendement des cultures annuelles de 170 à 330%	digues de terre, déversoirs (Sahel) : augmentation du rendement des cultures annuelles de 30 à 250%	diguettes en demi-lune et cordons pierreux (Kenya, Burkina Faso) : augmentation du rendement des cultures annuelles de 30 à 400%	toit avec taille appropriée du réservoir de stockage : 22 l / habitant / jour d'alimentation en eau potable. 20 m ² de surface de toit et jarre de 1'000 litres (Népal) : couvre pour 2 à 4 personnes, 40, 100, 80% des besoins totaux en eau en période respectivement, de pré-mousson, mousson et post-mousson
Rapport coût / bénéfice***	court terme : négatif long terme : très positif	court terme : négatif long terme : très positif	court terme : légèrement positif long terme : positif	court terme : légèrement négatif long terme : positif
Changement climatique : résilience et adaptabilité	clé dans l'amélioration de la résilience mais vulnérable aux événements climatiques extrêmes ; difficile d'adapter le système	apporte une résilience considérable aux systèmes ; peut être adapté en particulier à travers la manipulation du rapport zone de captage / zone d'application (C : A)	apporte une résilience considérable aux systèmes ; peut être adapté en particulier à travers la manipulation du rapport C : A ; mais vulnérable aux longues périodes de sécheresse	ingrédient essentiel à un système très résilient ; très adaptable
Réduction des risques	moyen	élevé	élevé	moyen
Principales contraintes	variation saisonnière des précipitations et des inondations ; adaptation des structures pour faire face aux fortes inondations ; engorgement possible ; droits sur l'eau, allocation de l'eau, conflits dus aux interactions complexes entre amont et aval	disponibilité des utilisateurs d'eau pour piéger et distribuer l'eau quand l'événement se produit ; structures pour faire face à une eau éphémère ; perte d'eau par évaporation et fuite des structures de stockage ; l'eau stockée peut devenir une source de maladies ; conflits entre et au sein des différents exploitants (éleveurs et agriculteurs)	lors de fortes précipitations, les structures peuvent subir d'irréparables dommages ; en raison de la zone de captage relativement petite, ces systèmes seront toujours vulnérables aux sécheresses prolongées ; dépend de la technologie et de la culture qui doit être replantée chaque saison de culture ou annuellement ; nécessite un entretien continu ; la zone d'application non protégée conduit à une réduction du taux d'infiltration ; possible sur des pentes plus raides, mais les coûts augmentent rapidement avec la nécessité de cordons et de diguettes plus grands	coûts des installations de stockage ; pertes : taille des gouttières pour gérer l'écoulement ; contamination de l'eau (besoins de filtrage et de protection contre les contaminations)

* Fondée sur la littérature documentée (voir références) et les données de la base de données WOCAT (WOCAT, 2012)

** La collecte de l'eau la plus réussie est réalisée dans les zones où la pluviométrie est supérieure à 250 mm par an, mais inférieure à 1'000 mm (Anderson et Burton 2009)

*** Voir l'encadré 10



Colmatage des ravines, Niger.

Adoption et transposition à grande échelle

Taux d'adoption

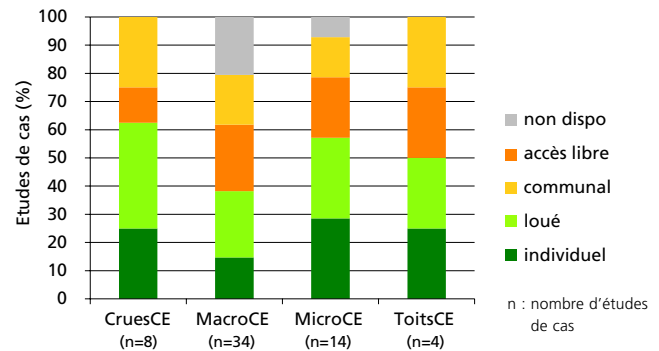
Les taux d'adoption de CE restent généralement faibles (encadré 9). Toutefois, certaines pratiques telles que les technologies de toits CE ou certains micro-captages comme les trous de plantation et les diguettes en courbes de niveau et certaines technologies de macro-captage telles que les barrages en terre se sont répandues et continuent de l'être.

Les technologies de récupération de l'eau recommandées pour une transposition à grande échelle doivent être rentables pour les utilisateurs et les communautés locales, doivent être aussi simples et peu coûteuses que possible et également faciles à gérer. Sans sécurité foncière, ni droits de l'eau et ni accès aux marchés, les paysans restent réticents à investir de la main d'œuvre et des finances dans la CE. Le rapport coût-efficacité, incluant les bénéfices à court et à long terme, est une autre question clé dans l'adoption de pratiques de CE. Les utilisateurs des ressources sont naturellement plus enclins à adopter des pratiques qui fournissent de rapides et durables retours sur investissement en termes d'eau, de nourriture ou de revenus. Par exemple, en Afrique sub-saharienne, les motivations d'adoption les plus importantes pour la collecte de l'eau ont été l'augmentation du rendement et l'accessibilité à l'information, suivies de la sécurité foncière (Liniger et al., 2011). En outre, il est important de garantir une véritable participation des exploitants des ressources aux côtés de professionnels à toutes les étapes de la mise en œuvre pour intégrer tous les points de vue et s'assurer de leur engagement (encadré 10). Souvent, de mauvaises approches et vulgarisations ont conduit à de faibles taux d'adoption. Les technologies de récupération de l'eau doivent être adaptées et affinées à l'environnement naturel, socio-économique et culturel local. L'adaptation de modèles standards aux conditions réelles du site exige des compétences et de l'expérience, qui vont souvent déterminer le succès des pratiques de CE.

Créer un environnement favorable

Afin de faciliter l'adoption, l'adaptation et la diffusion de bonnes pratiques de CE, la sensibilisation, la promotion et la formation sont nécessaires. Des incitations financières et matérielles pour la mise en place de certaines mesures peuvent également être nécessaires pour les petites exploitations de subsistance si les coûts sont au-delà de leurs moyens et si des bénéfices rapides ne sont pas garantis (encadré 10). La construction de structures de MacroCE et de CrueCE nécessite

Encadré 9 : Tendance à l'adoption



40-60% des études de cas montrent des taux d'adoption de modéré à fort. Les MacroCE semblent avoir la plus faible adoption, cela pourrait être lié aux coûts d'investissements initiaux plus élevés par rapport aux autres groupes.

Source : WOCAT, 2012

Encadré 10 : Environnement favorable

Facteurs clés de l'adoption

	CrueCE	MaCE	MiCE	T&C CE
Intrants, matériel	+++	+++	++	+++
Incitations, crédits	++	+++	+	+++
Formation et éducation	++	+++	+	+++
Droits d'utilisation des terres / de l'eau	+++	++	+++	+
Accès au marché pour les intrants et les productions	++	++	++	++
Recherche	++	+++	+	+
Véritable appropriation de la part des communautés	+++	+++	++	++

Importance : +++ forte, ++ moyenne, + faible, +/- neutre ;

CrueCE : Eau de crue CE, MaCE : Macro-captage CE, MiCE : Micro-captage CE, T&C CE : Toits-CoursCE. (Liniger et al., 2011 ; WOCAT, 2012)

souvent non seulement un soutien technique, mais aussi un soutien financier, car elles nécessitent fréquemment de forts investissements. Plus les besoins de main-d'œuvre et financiers pour l'entretien sont élevés, moins les utilisateurs des ressources ou la communauté locale adopteront avec succès la technologie : parce que les incitations sont généralement disponibles uniquement pour la phase de mise en place. Pour que la collecte de l'eau à usage agricole contribue à

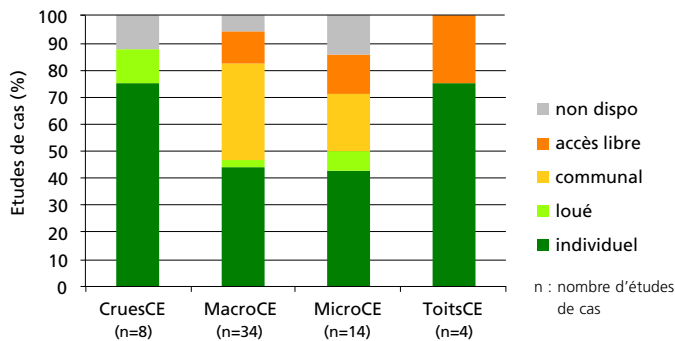


HP. Liniger



HP. Liniger

Encadré 11 : Droits d'utilisation des terres



Dans environ la moitié des cas, les MacroCE et MicroCE sont appliquées sur des terres communales et en accès libre, tandis que pour les deux autres groupes, plus de 75% des cas concernent des terres individuelles et des propriétés privées. Les pratiques de MicroCE sont appliquées pour la production agricole sur des terres louées ou en propre mais aussi pour la réhabilitation de terres communales dégradées et en accès libre à travers la plantation d'arbres et l'amélioration de la production de fourrages.

Source : WOCAT, 2012

l'augmentation des revenus et à la sécurité alimentaire, les petites exploitations agricoles devraient être aidées à passer d'une agriculture purement de subsistance à une production partiellement ou totalement orientée vers le marché, c'est-à-dire à une production de cultures à plus haute valeur ajoutée combinée à la celle de produits à valeur ajoutée (Liniger et al., 2011 ; Oweis et al., 2012 ; Critchley et Gowing, 2012).

La mise en place de cadres institutionnels et politiques crée un environnement favorable à l'adoption de CE. Cela implique le renforcement des capacités institutionnelles ainsi que toute forme de collaboration et de mise en réseau. Lois, réglementations et règlements administratifs doivent être mis en place, mais doivent aussi être pertinents pour être acceptés et suivis. Les droits d'utilisation des ressources et l'accès à celles-ci sont la clé pour fournir aux personnes la sécurité individuelle et / ou collective ainsi que la motivation à investir (encadré 11). L'ouvrage publié récemment « Voluntary Guidelines on the Responsible Governance of Tenure of Land, Fisheries and Forests in the Context of National Food Security » (CFS, 2012), donne un exemple des préoccupations croissantes concernant le régime foncier durable des ressources naturelles et la manière dont cela affecte la gestion durable des terres.

Encadré 12 : Définition de l'approche

Une approche définit les voies et les moyens qui aident à introduire, mettre en œuvre, adapter et appliquer sur le terrain les technologies de gestion durable des terres (GDT) – que ce soit un projet ou programme mis en place, un système traditionnel, une initiative locale ou une innovation.

Source : Liniger et al., 2011

Approches prometteuses de mise en œuvre

Une approche participative contribue à créer un environnement favorable à l'adoption et à la durabilité des technologies de CE (encadré 12). Différentes approches sont nécessaires pour des contextes variés. Il faut reconnaître qu'en dehors de l'intervention gouvernementale et des investissements de donateurs, une plus grande mobilisation de la société civile et des parties prenantes de la base plus autonomes est nécessaire. Les approches ont besoin d'être développées – non pas sélectionnées, ni transférées ou copiées – en fonction de la situation, des personnes impliquées, des objectifs, des solutions possibles et des ressources disponibles (Liniger et al., 2011). Les approches suivantes sélectionnées, fondées sur la base de données WOCAT et décrites dans « La pratique de la gestion durable des terres » (Liniger et al., 2011), ont été couronnées de succès et peuvent être plus largement adoptées afin de transposer à grand échelle de bonnes pratiques de CE :

La vulgarisation, le conseil et la formation peuvent être de différentes formes : sensibilisation, vulgarisation à des visites d'agriculteurs, ateliers et séminaires de formation sur des thèmes spécifiques, visites d'exposition, formation pratique, utilisation de parcelles de démonstration, vulgarisation informelle et échange d'idées entre agriculteurs, formation de « promoteurs locaux » qui deviennent des animateurs / vulgarisateurs dans le cadre d'un projet. **L'apprentissage pour le développement durable** (LforS, *Learning for Sustainability*) est une approche novatrice de vulgarisation permettant de faciliter les processus d'apprentissage de groupes. Ses principales caractéristiques sont les suivantes : l'apprentissage en groupe, l'apprentissage dans le contexte local, une approche multi-niveaux et multi-acteurs et un apprentissage actif, axé sur et situé dans le processus. Il s'agit d'une approche axée sur les processus qui encouragent les participants à partager les uns avec les autres, à découvrir des intérêts et des objectifs communs, et à développer leurs propres visions (Gabathuler, Bachmann et Klaey, 2011).



gauche : Construction de la couverture d'un réservoir enterré, Kenya.
 centre : Toit et réservoir enterré d'une église locale, Kenya.
 droite : Réservoir d'eau, Nepal.

Promouvoir l'innovation paysanne (PFI, en anglais *Promoting farmer innovation*) stimule l'innovation technique chez les agriculteurs. Cette approche cherche à s'appuyer sur les initiatives techniques – les « innovations » dans le contexte local : développées par les agriculteurs eux-mêmes dans les zones sèches / marginales où l'approche classique du « transfert de technologie » de la recherche vers des agents de vulgarisation, puis vers les agriculteurs, a si souvent échoué. Les contacts avec les chercheurs donnent une valeur ajoutée à ces techniques lorsque cela est possible (Critchley et al., 1999 ; Liniger et Critchley, 2007).

Les écoles d'agriculture de terrain (FFS, en anglais *Farmer Field Schools*) sont une méthode d'apprentissage en groupe qui construit des connaissances et des capacités au sein d'exploitants afin de leurs permettre de diagnostiquer leurs problèmes, d'identifier des solutions, d'élaborer des plans et de les mettre en œuvre, avec ou sans soutien extérieur. Ces écoles rassemblent les exploitants agricoles vivant dans les mêmes milieux écologiques et les mêmes situations socio-économiques et politiques. Elles offrent des possibilités d'apprentissage par la pratique. Les agents de vulgarisation, les spécialistes de la GDT ou les exploitants formés facilitent les processus d'apprentissage (référence base de données WOCAT ; FAO, 2008 ; Liniger et al., 2011).

Les associations / groupes d'utilisateurs de l'eau (WUA ou WUG, en anglais *Water user association or group*) : sont des termes employés indifféremment pour décrire globalement le même type de structure, bien que les associations peuvent être considérées comme plus formelles. Les deux rassemblements sont des organismes de gestion de l'eau composés d'utilisateurs d'eau à petite et à grande échelle, tels que les irrigants, qui mettent en commun leurs ressources financières, techniques, matérielles et humaines pour l'exploitation et la maintenance d'un système local d'eau, comme une rivière ou un bassin d'eau. Ces groupes et associations fonctionnent généralement comme des organisations à but non lucratif, et l'adhésion des membres est généralement basée sur des contrats et / ou accords entre les membres et l'association ou groupe (IWMI et SIC ICWC, 2003). La recherche récente sur les institutions et organisations rurales liées à l'eau critique cette tendance à établir ces WUA / WUG formel(le)s, les considérant comme de simples « organisations contractantes » de l'état – ainsi que cette tendance encore plus répandue de les préconiser comme des solutions toutes faites dans des contextes mondiaux très diverses (Molden, 2007).

La planification participative de l'utilisation des terres (PLUP, *Participatory Land Use Planning*) est utilisée pour la planification de la propriété communale ou communautaire, ce qui est particulièrement important dans de nombreuses communautés où les ressources communales en sols et en eau sont fortement dégradées et où les conflits sur les droits d'utilisateurs existent. Plutôt que d'essayer de réglementer les terres et l'eau communales par une politique nationale, de nouvelles organisations peuvent être réglementées par la négociation entre toutes les parties prenantes. Et des règles collectivement contraignantes peuvent être développées, visant la GDT et basées sur des unités de planification, comme les unités sociales (ex. le village) ou les unités géographiques (ex. le bassin versant) (Liniger et al., 2011).

La gestion intégrée des bassins versants (IWM, en anglais *Integrated watershed management*) est une approche visant à améliorer les moyens de subsistance à la fois privés et communautaires à partir de vastes interventions technologiques et institutionnelles. Ce concept va au-delà des traditionnelles interventions techniques intégrées de conservation de l'eau et des sols, pour inclure de fortes dispositions institutionnelles visant des actions et innovations liées au marché collectives qui soutiennent et diversifient les moyens de subsistance. Ce concept relie la notion biophysique de bassin versant comme unité de territoire hydrologique avec celle de facteurs communautaires et institutionnels qui régulent la demande locale et déterminent la viabilité et la durabilité de telles interventions (Liniger et al., 2011 ; WOCAT, 2012)

Les services d'eau à usages multiples (MUS, en anglais, *Multiple-use water services*) sont une approche de services d'eau qui prend en compte les multiples besoins des usagers de l'eau. Cette approche considère l'eau provenant de diverses sources, l'infrastructure existante et les priorités de la communauté comme le point de départ pour des investissements dans l'amélioration de la gestion et de la gouvernance de l'eau (Van Koppen, 2006 ; cité dans Adank, van Koppen et Smits, 2012). Dans les deux secteurs du domestique et de l'irrigation, cette approche MUS a commencé avec la prise de conscience croissante que les systèmes conçus pour un usage unique sont souvent utilisés à d'autres fins, et deviennent des systèmes à usages multiples. Les MUS peuvent conduire à la distribution de services plus durables, car les dommages causés par les utilisations non prévues sont évités, et les besoins et les priorités en eau des populations sont mieux pris en compte. L'approche MUS a gagné une large reconnaissance parmi les décideurs politiques natio-



naux et mondiaux, les gestionnaires seniors de programme, les bailleurs de fond, les réseaux de professionnels de l'eau et les milieux universitaires (Adank et al., 2012).

Le paiement pour services écosystémiques / environnementaux (PSE, en anglais *Payment for Ecosystem Services*) est un mécanisme qui offre des récompenses aux exploitants en échange de la gestion de leurs terres de manière à fournir des services écologiques (Liniger et al., 2011). Ceux qui bénéficient de ces services paient pour cela et ceux qui les fournissent, sont payés. De nouveaux marchés liés au PSE sont en train d'émerger au niveau mondial pour :

- Les gaz à effet de serre et le carbone (par exemple le Mécanisme pour un Développement Propre (MDP), la Réduction des émissions de carbone forestier (REDD)) ;
- L'amélioration de la gestion des terres dans les bassins versants supérieurs afin de réduire en aval les inondations ou les pénuries d'eau et afin de réduire la sédimentation et l'envasement des barrages hydroélectriques et d'irrigation (par exemple au moyen de paiements pour la gestion des bassins versants, les Crédits Eaux Vertes) ;
- La biodiversité.

Transposition à grande échelle

Pour une transposition à grande échelle, un environnement favorable est d'une importance primordiale. Cela inclut les cadres institutionnels, politiques et juridiques, la participation locale ainsi que la planification régionale (territoire ou bassin versant), le renforcement des capacités, le suivi et l'évaluation ainsi que la recherche. Le suivi et évaluation (S & E) des pratiques de CE et de leurs impacts sont nécessaires afin de tirer partie de la richesse des connaissances disponibles, y compris des connaissances traditionnelles, innovantes, des expériences et des enseignements recueillis, des projets et de la recherche – des réussites comme des échecs. Le S&E peut conduire à d'importants changements et modifications dans les approches et les technologies (WOCAT, 2007). Les exploitants agricoles doivent jouer un rôle actif en tant qu'acteurs clés de la S & E : leurs connaissances et leurs jugements des avantages et des inconvénients des interventions de CE sont cruciaux. Le S & E des succès et des échecs fournit la base de toute prise de décision éclairée. Une approche de négociation multipartite est le fondement d'une transposition à plus grande échelle réussie. Celle-ci comprend tous les acteurs, avec leurs divers intérêts et besoins en ce qui concerne les mêmes ressources. Elle comprend les connaissances et mécanismes locaux, scientifiques et techniques visant à créer une plate-forme de négociation.

Encadré 13 : Faisabilité et planification

Facteurs clés pour la mise en œuvre

	CrueCE	MaCE	MiCE	T&C CE
Evaluation de la quantité d'eau à collecter	+++	+++	+++	+++
Evaluation de la qualité de l'eau	+	++	+/-	+++
Estimation des besoins en eau	+	+++	++	+++
Evaluation du site (topographie, sols, etc.)	+++	+++	++	+
Aspects financiers	++	+++	++	+++
Evaluation de l'impact environnemental	++	++	+/-	+/-
Droits d'utilisation des terres / de l'eau	+++	+++	+/-	+/-
Relations de voisinage	+++	+++	++	++
Participation communautaire	+++	+++	+	+
Aspects sociaux et de genre	+	+	+/-	++
Autorisation officielle gouvernementale	+++	+++	+/-	+/-

Importance : +++ élevée, ++ moyenne, + faible, +/- neutre ;

CrueCE : Eau de crue CE, MaCE : Macro-captage CE, MiCE : Micro-captage CE, T&C CE : Toits-CoursCE (Liniger et al., 2011 ; WOCAT, 2012)

L'une des préoccupations est la dimension de la transposition à grande échelle. Beaucoup d'efforts soutiennent à juste titre les initiatives locales et la diffusion de technologies et d'approches à petite échelle dans le but ultime de propager la collecte de l'eau et le contrôle de la désertification. Cependant, la surface des terres dégradées, en particulier des pâturages et des forêts, est importante, ce qui peut alors nécessiter des interventions à plus grande échelle. L'approche de Venanzio Vallerani qui consiste à développer des pratiques pouvant être mises en œuvre à des prix aussi bas que possible, sur une grande surface et montrant des impacts et bénéfices rapides, mérite toute notre attention (communication personnelle, voir l'étude de cas Partie 2). Cela permet à l'environnement de récupérer et d'améliorer sa productivité sans être immédiatement menacé par la demande croissante. Cela justifierait l'investissement en machines et l'application à grande échelle, car cela permettrait de réduire



gauche : Réunion sur la collecte de l'eau à côté d'un étang de ferme, Laikipia, Kenya.

droite : Partage d'expériences sur les micro-captages pour les arbres fruitiers, Faizabad, Tadjikistan.

Tableau 5

Planification des projets de collecte de l'eau : résumé des éléments clés

Général <ul style="list-style-type: none">• Comprendre les problèmes et les besoins spécifiques des bénéficiaires.• Garder une conception souple des projets et un objectif réaliste pour la durée des projets.• Identifier l'échelle à laquelle la CE sera mise en œuvre.• Identifier et s'appuyer sur les technologies et les approches de CE impliquant toutes les parties prenantes.• Garder des technologies de CE simples et gérables.• Promouvoir les technologies qui ont fonctionné dans des conditions similaires.
Critères biophysiques et de faisabilité technique ayant besoin d'attention <ul style="list-style-type: none">• Précipitations : quantité, intensité, durée, distribution, événements générant des eaux de ruissellement, taux d'évapotranspiration.• Topographie : gradients de pente, longueur des pentes, taille et forme de la zone de captage.• Type de sol : taux d'infiltration, capacité de rétention d'eau, fertilité, profondeur, texture et structure du sol.• Efficacité de la zone de captage / collecte et coefficient de ruissellement pour la production du ruissellement.• Utilisation des terres pour la zone de captage et d'application : terres cultivées, non cultivées ou partiellement cultivées, pâturages ou forêts, etc.• Besoins en eau des plantes.• Niveau de mécanisation nécessaire lors de mise en place et de l'entretien.• Disponibilité des matériaux locaux (pierres / terre, etc.) lorsque des pratiques structurelles sont appliquées.• Sources d'eau alternatives et taille de la famille (notamment pour les Toits-CoursCE).• Assurance de la bonne maintenance et bonne gestion à long terme des interventions de CE.
Viabilité économique : critères économiques et financiers <ul style="list-style-type: none">• Évaluer et analyser l'efficacité, la rentabilité et le rapport bénéfices / coûts.• Tenir compte des avantages et des inconvénients des mesures incitatives.• Évaluer la disponibilité de la main-d'œuvre.• Évaluer l'accès aux marchés des intrants et produits spécifiques de la CE.• Évaluer les besoins et l'accès aux aides financières.• Savoir si les cultures développées sont « transformables » en produits à valeur ajoutée pour justifier des investissements dans la CE.
Cadre institutionnel et juridique : critères <ul style="list-style-type: none">• Intégrer la collecte de l'eau dans des projets de développement, des cadres d'investissement, des stratégies nationales, etc.• Encourager la coordination et la collaboration entre les parties prenantes.• Prendre en compte les aspects juridiques et les droits d'utilisation des terres et de l'eau.• Soutenir le renforcement des capacités et la formation pour une vulgarisation et des services de conseils techniques efficaces et bien expérimentés.
Contexte social sain : critères sociaux et culturels <ul style="list-style-type: none">• Prendre en compte les différences culturelles et les préférences locales.• Intégrer les groupes socialement et économiquement défavorisés (ex. les femmes et les exploitants des terres pauvres en ressources).• Soutenir les groupes locaux d'usagers de l'eau et les encourager à s'organiser.• Déterminer si l'action collective est nécessaire dans la zone de captage et d'application (prendre en compte les relations amont – aval).

Basé sur IFAD Learning Note No. 10

les coûts par hectare et d'accroître l'impact de l'amélioration de la gestion. Une approche communautaire forte et la collaboration de plusieurs projets sont nécessaires.

Planification

La collecte de l'eau peut être planifiée et mise en œuvre à différentes échelles ; à partir de parcelles individuelles isolées

à l'intérieur des champs jusqu'à des systèmes couvrant un bassin versant ou un territoire tout entier. Ceci a des implications dans la participation des exploitants et leurs droits d'utiliser individuellement ou collectivement leurs terres et l'eau, ainsi que dans la mise en œuvre des structures de collecte d'eau sur leurs propres terres ou sur un terrain communautaire publique. Tant que les individus ont des droits d'accès sur la terre et l'eau, ils peuvent décider et mettre



en œuvre selon leur volonté et les ressources disponibles. Ils peuvent avoir besoin de soutien externe, d'expertise et de formation afin de mettre en œuvre la CE. Cela s'applique généralement aux collectes à partir des toits et des cours ainsi qu'aux micro-captages ou collecte dans les champs. Pour la mise en œuvre des collectes d'eau à plus grande échelle, la mobilisation et la participation communautaire sont indispensables. Il existe une différence fondamentale entre les interventions de collecte d'eau sur la base d'entités individuelles et « autonomes » et celles qui ont besoin de l'implication de la communauté : ces dernières nécessitent des approches différentes et l'attention d'agences d'exécution. Il existe des problèmes potentiels de conflits pour les « droits de ruissellement » et les impacts sur les usagers de l'eau en aval. En outre, les projets et les structures de grande envergure peuvent être difficiles à mettre en œuvre car ils ont besoin du consentement de la majorité des exploitants, d'un soutien politique et d'une plus grande aide financière (Anderson et Burton, 2009). Les écoles classiques actuelles de gestion des ressources en eau (GRE) ne prennent pas suffisamment en considération la collecte de l'eau ou ses services de l'eau à usage multiple – « l'Agenda Eau Bleue » (l'irrigation par exemple) est plus puissant que « l'Agenda Eau Verte » (l'agriculture pluviale par exemple). Les deux sont importants mais la gestion de l'eau verte a besoin d'une plus grande attention. Des considérations particulières relatives à la planification des programmes de collecte d'eau sont résumées dans le tableau 5. Dans l'encadré 13 : comparaison des facteurs clés de mise en œuvre des différents groupes de CE.

Conclusion

Avec la croissance démographique, le changement climatique, la hausse des prix alimentaires et les pénuries croissantes d'eau potable, l'accent doit être mis sur une meilleure gestion de l'eau. La collecte de l'eau en particulier, a un fort potentiel, non seulement pour accroître la production végétale dans les zones arides, mais aussi pour fournir de l'eau potable, de l'eau pour les sanitaires, pour l'usage domestique et le bétail. Cependant, ces initiatives sont encore trop dispersées et les expériences liées aux « bonnes pratiques » de CE sont mal partagées. Les politiques, la réglementation juridique et les budgets gouvernementaux n'incluent souvent pas la collecte de l'eau dans la gestion intégrée des ressources hydriques et les stratégies de réduction de la pauvreté.

Pour faire face à la pénurie et aux demandes croissantes d'eau, il n'y a pas d'autre choix que d'améliorer la production agricole en augmentant la disponibilité de l'eau et l'efficacité d'utilisation de celle-ci dans les zones arides. De

plus, la fourniture d'eau potable, d'eau à usage domestique et pour l'élevage doit être décentralisée et l'eau elle-même doit être utilisée de manière plus efficace par la collecte des ressources locales. La récupération de l'eau est aujourd'hui de plus en plus promue comme une stratégie d'adaptation, et les organisations nationales et internationales commencent à investir davantage dans la collecte de l'eau pour la fourniture d'eau à usage domestique, pour la consommation du bétail et pour la production végétale. Toutefois, afin de soutenir et de stimuler ce développement, davantage d'attention doit être portée à :

- Faciliter le partage des connaissances et l'aide à la décision pour la mise en œuvre locale et la planification régionale.
- Transposer à grande échelle la richesse des connaissances et des pratiques réussies de CE basées sur une prise de décision éclairée.
- Démontrer les bénéfices de la CE, y compris l'évaluation des coûts et des bénéfices.
- Capitaliser les connaissances locales et traditionnelles, ainsi que les innovations des utilisateurs de l'eau et de la recherche.
- Intégrer la mise en œuvre de CE dans les projets de développement, les structures d'investissement, les stratégies nationales et les plans d'action.
- Construire des services de vulgarisation et de conseils techniques, efficaces et bien expérimentés.
- Encourager la coordination et la collaboration entre les parties prenantes.
- Assurer un cadre favorable au niveau politique : en particulier en assurant des droits d'utilisation des terres et des ressources.
- Appuyer la décentralisation effective et la bonne gouvernance en proposant le renforcement des capacités et la formation.

Les aspects socio-économiques, institutionnels et humains / culturels ainsi que des approches appropriées sont cruciaux pour la réussite de la mise en œuvre. L'utilisation de subventions et d'incitations, le renforcement des capacités etc. sont des aspects clés, sous-jacents à l'adoption et à la transposition à plus grande l'échelle. La documentation standardisée des approches de GDT et des CE connexes a été lancée (WOCAT, 2012) et de premières analyses de ces approches sont disponibles (par exemple Liniger et Critchley, 2007 ; Critchley et Gowing, 2012). Cependant, ces lignes directrices mettent l'accent sur les technologies de collecte d'eau. La partie 2 présente quatre groupes de collecte d'eau et une sélection d'études de cas sur les technologies pertinentes de collecte de l'eau.

- gauche** : Discussion sur la collecte du ruissellement de surface, Ethiopie.
- centre** : Pompe à main pour l'eau potable à côté d'un barrage de percolation, Kenya.
- droite** : Formation sur la documentation et l'évaluation des projets sur la collecte de l'eau, Chine.



Références Partie 1

Références

- Adank, M., van Koppen, B. and S. Smits. 2012. Guidelines for Planning and Providing Multiple Use Water Services. International Water and Sanitation (IRC) Centre and International Water Management Institute (IWMI). <http://www.musgroup.net>.
- African Development Bank. 2009. Rainwater Harvesting Handbook : Assessment of Best Practises and Experience in Water Harvesting. African Development Bank, Tunis. <http://www.rwsn.ch/documentation/skatdocumentation>
- Anderson, I.M. and M. Burton. 2009. Best Practices and Guidelines for Water Harvesting and Community Based (Small Scale) Irrigation in the Nile Basin. Water Harvesting Report. Part I – Best Practices in Water Harvesting. Part I – Best Practices in Water Harvesting. Appendices. Part II – Guidelines for the implementation of best practices in Water Harvesting. Part II – Guidelines for the implementation of best practices in Water Harvesting. Appendix A : List of Reference Material. Kent, Nile Basin Initiative. Efficient Water Use for Agricultural Production Project (EWUAP).
- Barry, B., Olaleye, A.O., Zougmore, R. and D. Fatondji. 2008. Rainwater harvesting technologies in the Sahelian zone of West Africa and the potential for outscaling. IWMI Working Paper 126. International Water Management Institute (IWMI). Colombo, Sri Lanka.
- Botha, J.J., Joseph, L.F., Anderson, J.J. and A.F. Berhanu. 2011. Classification of rainwater harvesting technologies. Document lu lors du 3ème International Forum on Water and Food, Tshwane, South Africa. CGIAR Challenge Program on Water and Food. Colombo, Sri Lanka.
- CFS (Committee on World Food Security). 2012. Voluntary Guidelines on the Responsible Governance of Tenure of Land, Fisheries and Forests in the Context of National Food Security. Food and Agriculture Organization (FAO). Rome, Italy.
- Critchley, W and J. Gowing. 2012. Introduction. In Critchley, W. and J. Gowing (eds). Water Harvesting in Sub-Saharan Africa. Earthscan.
- Critchley, W. and S. Scheierling. 2012. Water Harvesting for Crop Production in Sub-Saharan Africa : Challenges, Concepts and Practices. In Critchley, W. and J. Gowing (eds). Water Harvesting in Sub-Saharan Africa. Earthscan.
- Critchley, W. and K. Siegert. 1991. Water harvesting. A Manual for the Design and Construction of Water harvesting Schemes for Plant Production. FAO, Rome. <http://www.fao.org/docrep/U3160E/U3160E00.htm#Contents>.
- Critchley, W.R.S., Cooke, R., Jallow, T., Lafleur, S., Laman, M., Njoroge, J., Nyagah, V. and E. Saint-Firmin. 1999. Promoting Farmer Innovation : harnessing local environmental knowledge in East Africa. RELMA/UNDP Workshop Report 2.
- Deryng, D., Sacks, W. J., Barford, C. C., and N. Ramankutty. 2011. Simulating the effects of climate and agricultural management practices on global crop yield. *Global Biogeochemical Cycles*, 25(2), 1–18.
- Falkenmark, M., Fox, P., Persson, G. and J. Rockström. 2001. Water Harvesting for Upgrading of Rainfed Agriculture : Problem Analysis and Research Needs. Stockholm International Water Institute (SIWI) Report 11, Stockholm.
- FAOSTAT. 2012. Database. Food and Agriculture Organization (FAO), Rome. Accès juin 2012. <http://faostat.fao.org/>.
- FAO (Food and Agricultural Organization of the UN). 2008. Farmer field schools on land and water management in Africa. Proceedings an international workshop in Jinja, Uganda. 24 – 29 April, 2006. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0383e/i0383e.pdf>.
- FAO. 2001. Water harvesting in Western and Central Africa. Proceedings of a regional workshop held in Niamey, October, 1999. Food and Agricultural Organization of the UN (FAO). Accra, Ghana. <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/waterharvraf.pdf>.
- FAO. 1994. Water harvesting for Improved Agricultural Production. Proceedings of the Food and Agricultural Organization of the UN (FAO) Expert Consultation, November 1993. Cairo, Egypt.
- Faurès, J.M. and G. Santini (eds). 2008. Water and the Rural Poor : Interventions for improving livelihoods in Sub-Saharan Africa. Food and Agricultural Organization of the UN (FAO) Land and Water Division and International Fund for Agricultural Development (IFAD), Rome.
- Finkel, H.J. and M. Finkel. 1986. Engineering Measures : Water harvesting. In Finkel, H.J., Finkel, M. and Z. Naveh (eds). Semi-Arid Soil and Water Conservation. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA.
- Gabathuler, E., Bachmann, F. and A. Klaey. 2011. Reshaping Rural Extension. Learning for Sustainability (LforS) : an Integrative and Learning-Based Advisory Approach for Rural Extension with Small-Scale Farmers. Margraf Publishers.
- Hudson, N.W. 1987. Soil and water conservation in semi-arid areas. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome, Italy.
- IFAD. 2011. New realities, new challenges, new opportunities for tomorrow's generation. Rural poverty report 2011. International Fund for Agricultural Development (IFAD). Rome, Italy.
- IWMI (International Water Management Institute). 2008. Areas of physical and economic water scarcity. United Nations Environment Programme (UNEP) / GRID-Arendal Maps and Graphics Library.
- Liniger, H. and W. Critchley (eds). 2007. Where the land is greener : case studies and analysis of soil and water conservation initiatives worldwide. World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT).
- Liniger, H., Mekdaschi Studer, R., Hauert, C. and M. Gurtner. 2011. Sustainable Land Management in Practice. Guidelines and Best Practices for Sub-Saharan Africa. Terrafrica, World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT) and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Molden, D. (ed). 2007. Water for Food, Water for Life : Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. Earthscan and International Water Management Institute (IWMI). London and Colombo.
- Ngigi, S.N. 2003. What is the limit of up-scaling rainwater harvesting in a river basin? *Physics and Chemistry of the Earth* 28(20-27):943-956.
- Oduor, A.R. and H.M. Gadain. 2007. Potential of Rainwater Harvesting in Somalia. A Planning, Design, Implementation and Monitoring Framework. Project Report No W-09. World Agroforestry Centre (ICRAF). Nairobi, Kenya.
- Oweis, T.Y., Prinz, D. and A.Y. Hachum. 2012. Water Harvesting for Agriculture in the DA. ICARDA, CRC Press/ Balkema, Leiden, the Netherlands.

- Prinz, D. 2011. The Concept, Components and Methods of Rainwater Harvesting (presentation). Dans 2nd Arab Water Forum "Living with Water Scarcity", 20-23 November, 2011. Cairo, Egypt.
- Prinz, D. 1996. Water harvesting : Past and Future. Dans Pereira L.S., (ed). Sustainability of Irrigated Agriculture. Proceedings, NATO Advanced Research Workshop, Vimeiro, 21 : 26.03.1994. Balkema, Rotterdam.
- Prinz, D. and A. Singh. 2000. Technological Potential for Improvements of Water Harvesting. Document additionnel de la Commission mondiale des barrages. Cape Town, South Africa.
- Rockström, J. 2000. Water resources management in smallholder farms in Eastern and Southern Africa : an overview. *Physics and Chemistry of the Earth* 25(3):275-283.
- Rockström, J., Hatibu, N., Oweis, T.Y., Wani, S., Barron, J., Bruggeman, A., Farahani, J., Karlberg, L. and Z. Qiang. 2007. Managing Water in Rainfed Agriculture. In Molden, D. (ed). *Water for Food, Water for Life : Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*. Earthscan and International Water Management Institute (IWMI), London and Colombo.
- Scheierling S. (Water Anchor, TWIWA, World Bank). 2011. Adapting Soil-Water Management to Climate Change : Insights from a Portfolio Review (presentation). Learning Session : Climate-Smart Agriculture. Agriculture and Rural Development (ARD) Days 2011.
- Scheierling, S.M., Critchley, W. R. S., Wunder, S. and J.W. Hansen. 2013. Improving water management in rainfed agriculture : Issues and options in water-constrained production systems. Water Paper, Water Anchor, The World Bank.
- Tiffen, M., Mortimore, M. and F. Gichuki. 1994. More people, less erosion, environmental recovery in Kenya. John Wiley & Sons, Chichester, UK.
- Tuinhof, A., van Steenberg, F., Vos, P. and L. Tol. 2012. Profit from Storage : the costs and benefits of water buffering. 3R Water Secretariat. Wageningen, The Netherlands.
- Van Steenberg, F. and A. Tuinhof. 2009. Managing the Water Buffer for Development and Climate Change Adaptation : Groundwater Recharge, Retention, Reuse and Rainwater Storage. UNESCO International Hydrological Programme. Paris.
- Van Steenberg, F., Lawrence, P., Haile A.M., Salman, M. and J-M.Faurès. 2010. Guidelines on Spate Irrigation. (Food and Agricultural Organization of the UN) FAO. Rome, Italy. <http://www.fao.org/docrep/012/i1680e/i1680e.pdf>.
- Von Grebmer, K., Ringler, C., Rosegrant, M.W., Olofinbiyi, T., Wiesmann, D., Fritschel, H., Badiane, O., Torero, M., and Y. Yohannes (International Food Policy Research Institute, IFPRI) ; Thompson, J. (Concern Worldwide) ; von Oppeln, C. and Rahall, J. (Welthungerhilfe and Green Scenery). 2012. Global Hunger Index : The challenge of hunger : Ensuring sustainable food security under land, water, and energy stresses. Washington, DC. http://www.ifpri.org/sites/default/files/ghi12_scores_severity.pdf.
- Wani, S.P., Sreedevi, T.K., Rockström, J. and Y.S. Ramakrishna. 2009. Rainfed Agriculture – Past Trends and Future Prospects. Dans Wani, S.P., Rockström, J. and T. Oweis (eds). *Rainfed Agriculture : Unlocking the Potential. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture* 7.
- WB (World Bank). 2012. Rainfed Agriculture. Accès juin 2012. <http://water.worldbank.org/topics/agricultural-water-management/rainfed-agriculture>.
- Worm, J. and T. van Hattum. 2006. Rainwater harvesting for domestic use. AGROMISA and CTA / RAIN (Rainwater Harvesting Implementation Network). Wageningen, The Netherlands.
- WRI (World Resources Institute). 2012. Where are the world's drylands? Accès juin 2012. <http://www.wri.org/publication/content/8236>.

Références complémentaires :

- Agarwal, A., Narain, S. and I. Khurana (eds). 2001. *Making Water Everybody's Business : Practice and policy of water harvesting*. Centre for Science and Environment (CSE). New Delhi, India.
- Agarwal A. and S. Narain. (eds). 1997. *Dying Wisdom : Rise, fall and potential of India's traditional water harvesting systems*. Centre for Science and Environment (CSE), New Delhi, India.
- Batchelor, C., Fonseca, C. and S. Smits. 2011. Life-cycle costs of rainwater harvesting systems. Occasional Paper 46 (en ligne). IRC International Water and Sanitation Centre / Water, Sanitation and Hygiene (WASH) Cost / Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN). The Hague, The Netherlands. <http://www.irc.nl/op46>.
- Barron, J. 2009. Rainwater harvesting : a lifeline for human well-being. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi / Environment Institute (SEI), Stockholm.
- Beernaerts, I. (ed). 2008. Modèle pour "Economic analysis of rainwater harvesting for crop production". : FAO Sub-regional Office for West Africa (SFW).
- Benicke, C. 2001. *Costs and Benefits of Adopting Runoff Irrigation Systems*. Universität Bayreuth, Germany.
- Critchley, W. and J. Gowing (eds). 2012. *Water Harvesting in Sub-Saharan Africa*. Earthscan.
- Critchley, W.R.S. 2010. *More People, More Trees : Environmental recovery in Africa*. Practical Action Publishing, Rugby, UK.
- Gould, J. and Nissen-Petersen, E. 1999. *Rainwater Catchment Systems for Domestic Supply : Design, construction and implementation*. IT Publications, London.
- IFAD. 2011. *New realities, new challenges, new opportunities for tomorrow's generation. Rural poverty report 2011*. International Fund for Agricultural Development (IFAD). Rome, Italy.
- Koohafkhan, P. and B.A. Stewart. 2008. *Water and Cereals in Drylands*. Earthscan, London.
- Oweis, T.Y. 2009. Managing water resources under scarcity and climate change. Presentation for IFAD-ICARDA knowledge and technology exchange in NENA region.
- Oweis T and A. Hachum. 2006. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dryfarming systems in West Asia and North Africa. *Agricultural Water Management* 80(1-3):57-73.
- Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics. 2012. Turn Down the Heat : Why a 4°C Warmer World Must be Avoided. International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank ; Washington D.C.
- Van Steenberg, F., Tuinhof, A. and L. Knoop. 2011. *Transforming Lives Transforming Landscapes : the Business of Sustainable Water Buffer Management*. 3R Water Secretariat. Wageningen, The Netherlands.

Partie 2







HP. Liniger

Partie 2 : Applications de la collecte de l'eau

Introduction

Une documentation harmonisée et standardisée sur l'ensemble des expériences de collecte de l'eau (CE) facilite le partage, l'échange, l'évaluation, la comparaison directe des connaissances et l'identification des lacunes en la matière. Une base de données bien structurée et conviviale permet d'accéder à cette connaissance ; ainsi son analyse aide à la prise de décisions éclairées, à la diffusion et à la transposition à plus grande échelle des expériences. Les groupes et les technologies de CE introduits dans la partie 1 sont présentés dans la partie 2 d'une manière standardisée, basée sur les méthodes et les outils du Panorama mondial des approches et technologies de conservation (WOCAT). Une vue d'ensemble structurée et, au sein de chacun des groupes de CE, une brève description des technologies pertinentes et courantes sont d'abord données. D'autres technologies localisées, moins connues et tout autant pertinentes pour certains utilisateurs, n'ont pas été incluses dans cette édition de directives. Ces technologies comprennent la collecte de la rosée, du brouillard et de la neige, la récolte en zone de balancement des marées, et ainsi de suite. En outre, ces lignes directrices sont biaisées en faveur d'informations et de connaissances publiées en anglais et, dans une moindre mesure en français. Par conséquent, cela pourrait ne pas avoir tenu suffisamment compte de technologies et pratiques de CE largement répandues et / ou d'importance locale dans les pays où l'information est enregistrée dans d'autres langues : ainsi, en espagnol (Amérique latine), en portugais (Brésil), russe, chinois, arabe et en d'autres langues.

La vue d'ensemble des technologies est suivie de la présentation standardisée d'une sélection de pratiques de CE spécifiques localement, appelées études de cas. Cette présentation (sous la forme d'un résumé de 4 pages) peut être générée automatiquement à partir de la base de données WOCAT accessible au public. Cette base de données héberge la documentation standardisée des Approches et technologies de gestion durable des terres (GDT) dans lesquelles sont incluses les pratiques de collecte de l'eau. Une étude de cas

consiste en une description, les spécifications techniques, les activités de mise en œuvre, les coûts, une vue d'ensemble de l'environnement naturel et humain ainsi qu'une analyse des impacts, de l'économie et de l'adoption de la technologie appliquée dans un contexte spécifique.

Cette publication est un guide : et comme son nom l'indique, celle-ci fournit des directives pour de bonnes pratiques. Elle ne propose pas de solutions miraculeuses, ni d'instructions indiquant «comment faire» étape par étape. Il existe de nombreuses variantes et adaptations des technologies présentées : certaines sont déjà existantes, des innovations locales, fondées sur la recherche, ou encore des possibilités à explorer. Ces lignes directrices ne sont qu'un point de départ et sont loin d'être exhaustives. Cela démontre la valeur d'une plate-forme de partage des connaissances à travers le monde, de méthodes normalisées et d'outils de gestion des connaissances. Les données disponibles dans la base de données mondiales WOCAT ajoutées aux expériences locales compilées peuvent servir de base à une prise de décisions éclairées pour l'extrapolation des bonnes pratiques de CE au niveau local et national. Pour prendre des décisions éclairées, il est nécessaire d'analyser non seulement les exemples soi-disant «réussis», mais aussi ceux qui pourraient être considérés comme des «échecs», au moins partiellement. Les raisons d'un échec sont tout aussi importantes pour l'analyse. Nous pourrions commencer une nouvelle édition en complétant et en élargissant ces directives dans ce sens.



gauche : Animaux en train de boire à un barrage de surface, Rajasthan, Inde.







droite : Illustration de différentes collectes de l'eau et pratiques de conservation, Laikipia Research Programme / Laikipia développement rural Programme, Kenya.

Table des matières de partie 2





Etudes de cas- Titres et définitions

Technologie de CE

Collecte de l'eau des crues

	Erythrée	<p>Irrigation de crue L'irrigation de crue est une technologie traditionnelle de diversion et d'épandage des crues.</p> <p style="text-align: right;">p 45</p>
	Ethiopie	<p>Irrigation par les crues et le ruissellement L'irrigation par les crues et le ruissellement est une pratique de détournement d'eau provenant de différentes sources afin d'irriguer des légumes, des arbres fruitiers et des cultures de valeur.</p> <p style="text-align: right;">p 49</p>
	Espagne	<p>Récolte d'eau pour l'irrigation par dérivation de cours d'eaux Récolte d'eau à partir de cours d'eau intermittents vers les champs et terrasses proches, lors des crues.</p> <p style="text-align: right;">p 53</p>
	Tchad	<p>Seuils d'épandage pour la valorisation des vallées d'oued dégradées Les seuils d'épandage des crues sont des structures qui traversent toute la largeur d'une vallée pour répartir l'eau des crues sur les terres environnantes.</p> <p style="text-align: right;">p 57</p>
	Tunisie	<p>Jessour Le <i>jessour</i> est une technique ancienne de récolte des eaux de ruissellement, très utilisée dans les zones montagneuses arides.</p> <p style="text-align: right;">p 63</p>
	Tunisie	<p>Tabia Le <i>tabia</i>, une digue en terre, est une technique de récolte de l'eau utilisée dans les fonds de vallées et les zones de piémont.</p> <p style="text-align: right;">p 67</p>

Macro-captage CE

	Inde	<p>Structure à lit de cours d'eau recreusé Un cours d'eau dont le lit est recreusé afin qu'il puisse servir de stockage temporaire de l'eau d'écoulement, augmentant ainsi le débit des puits peu profonds servant à l'irrigation complémentaire.</p> <p style="text-align: right;">p 91</p>
	Zambie	<p>Petits barrages en terre Les petits barrages en terre sont des structures pour le stockage de l'eau, construites sur des vallées étroites afin de récupérer l'écoulement provenant d'un bassin versant en amont.</p> <p style="text-align: right;">p 95</p>
	Kenya	<p>Barrages de sable Le barrage de sable est une retenue maçonnée construite en travers du lit d'une rivière saisonnière. Il retient l'eau et le sable qui viennent du bassin versant.</p> <p style="text-align: right;">p 99</p>
	Tunisie	<p>Puits filtrant Un puits filtrant est un puits foré à 30-40 m de profondeur, entouré d'un filtre et atteignant la nappe phréatique. Il permet de faire pénétrer l'eau directement dans l'aquifère.</p> <p style="text-align: right;">p 105</p>

Etudes de cas- Titres et définitions

Technologie de CE

Micro-captage CE



Niger

Tassa avec cordon pierreux

La création de trous de plantation fumés associés à des cordons pierreux le long des courbes de niveau permet de réhabiliter les sols dégradés. Ces trous servent à la culture du mil et du sorgho dans des terres en pente légère.

p 123



Syria

Récolte du ruissellement par des sillons, pour les oliviers

Récolte du ruissellement favorisée par le labour dans le sens de la pente, grâce à des micro-captages en forme de V.

p 127



Burkina Faso

Le système Vallerani

Une charrue spéciale tirée par un tracteur forme automatiquement des petits captages d'eau ; cette technologie est parfaitement adaptée aux travaux de régénération à grande échelle.

p 131



Kenya

Les terrasses *Fanya juu*

Terrasses en talus (remblais) associées à un fossé, le long des courbes de niveau ou selon une douce pente latérale. Le sol est rejeté sur la partie supérieure du fossé pour former le talus, souvent stabilisé par la plantation d'herbes fourragères.

p 137

Collecte de l'eau des toits et dans les cours



Botswana

Récolte d'eau pluviale en toiture

Système de récolte d'eau pluviale utilisant un toit en acier galvanisé et alimentant un réservoir d'eau souterrain.

p 159



Nepal

Système de récolte d'eau de pluie

Ce système récolte l'eau de pluie d'un toit et l'achemine par des tuyaux vers une cuve à eau en ferrociment.

p 163



Tadjikistan

Récolte d'eau de pluie en toiture avec stockage dans une citerne souterraine revêtue de polyéthylène

Utilisation d'une citerne creusée et revêtue d'un film de polyéthylène pour stocker l'eau de pluie récoltée sur le toit de la maison.

p 167



Tadjikistan

Récolte d'eau de pluie en toiture – réservoir en béton

Ce système de récolte d'eau de pluie en toiture qui alimente un réservoir en béton a été conçu afin d'améliorer l'accès des ménages à l'eau d'irrigation pour les jardins potagers pendant les mois chauds et secs de l'été.

p 171

COLLECTE DE L'EAU DES CRUES



Irrigation de crue au Yémen. (spate-irrigation.org)

Définition : Dans les systèmes de collecte d'eau des crues (CrueCE), les crues d'orages provenant de bassins versants montagneux sont canalisées par des structures de diversion jusqu'à des parcelles cultivées entourées de diguettes. L'apport de sédiments provenant des bassins versants fait que ces systèmes « créent » leur propre sol riche en nutriments. Ils jouent un rôle important dans les régions arides et semi-arides à travers le monde ; la majorité d'entre eux sont des systèmes traditionnels. Cependant, ils sont moins répandus et diffusés que les systèmes de micro- et macro-captage, la principale raison étant qu'ils demandent une planification importante à l'échelle du bassin versant, l'autre problème étant les gros volumes d'eau à gérer, associés aux risques d'érosion importante lors de ruptures de digues par le flux d'eau. Ce genre de système dépend d'une action collective entre les exploitants de l'amont et de l'aval et exige une main d'œuvre importante pour l'entretien annuel. Malgré l'incertitude du moment de l'arrivée des crues et de leur importance, les technologies CrueCE peuvent entretenir des systèmes agricoles très productifs : des siècles de tradition en témoignent.

Stockage de l'eau et objectifs

Lorsque l'eau est dérivée vers la zone de culture, elle est stockée dans les sols alluviaux profonds créés par les sédiments déposés par les crues précédentes. Des cultures annuelles, souvent en système d'agroforesterie, poussent ensuite grâce à l'humidité captée. De même, l'eau des crues collectée dans les ravines / cours d'eau est stockée dans les sédiments au-dessus des structures et sert de support à la culture d'arbres, de buissons ou de cultures fourragères.

Technologies les plus courantes

La culture de décrue et l'irrigation de crue, où l'eau est délibérément détournée du cours d'eau, sont les technologies les plus courantes de CrueCE. Les seuils d'épannage sont utilisés dans certaines zones d'Afrique de l'Ouest. Le *jessour*, le *tabia* ou le « *warping* » barrage, des technologies installées dans les lits de cours d'eau sont bien connues aussi.

Applicabilité

Le détournement de l'eau des crues est courant dans les environnements arides et semi-arides qui connaissent des régimes de précipitations extrêmes et très variables. Ces structures sont situées dans des zones où les bassins versants aboutissent à des plaines : les zones aval reçoivent l'eau des captages amont sous forme de crues lors des épisodes de pluie très importants.

Résilience à la variabilité climatique

Une augmentation des épisodes de crues rend les structures de CrueCE plus performantes. Cependant, des crues qui sont trop fortes peuvent détruire les structures de diversion. Les périodes sèches et les sécheresses prolongées augmentent l'insécurité par diminution du nombre de crues.

Amélioration de la disponibilité de l'eau	
Eau potable (de bonne qualité)	n/ap
Usage domestique (ménages)	n/ap
Bétail sédentaire	n/ap
Bétail au pâturage	+
Agriculture pluviale	+++
Irrigation opportuniste	+++
Irrigation complémentaire	+
Irrigation de cultures / jardins potagers	n/ap
Recharge des aquifères	+++
Questions de développement concernées	
Prévention / inversion de la dégradation des terres	+
Maintien / amélioration de la sécurité alimentaire	+
Réduction de la pauvreté rurale	+
Création d'emplois en milieu rural	+
Soutien à l'équité des genres / des groupes marginalisés	+/-
Réduction du risque d'échec de culture	+
Amélioration du rendement des cultures (y compris arbres fruitiers)	++
Amélioration de la production fourragère	+
Amélioration de la production de bois / fibres	+
Amélioration de la productivité de l'eau	+
Piégeage des sédiments et nutriments	+++
Amélioration de la biodiversité	+
Prévention / atténuation des catastrophes naturelles	++
Atténuation du changement climatique	++
Adaptation au changement climatique	
Résilience aux conditions très sèches	+/-
Résilience à une pluviométrie variable	+
Résilience aux tempêtes de pluie et de vent	++
Résilience à l'augmentation des températures et de l'évaporation	++

Importance : +++ élevée, ++ moyenne, + faible, +/- neutre, n/ap : non applicable

Principaux bénéfices

- CrueCE utilise l'eau dont les utilisateurs de l'amont n'ont pas besoin ou qu'ils ne peuvent pas capter, la pluviométrie étant abondante en période de collecte d'eau. Le CrueCE est ainsi une bonne façon de fournir de l'eau peu chère lorsqu'elle n'est pas utilisée en amont.
- Permet la mise en culture de grandes surfaces.
- Les crues et leurs impacts négatifs, comme l'érosion en aval, peuvent être en partie contrôlés.
- L'apport et le dépôt de sédiments entraînés par les crues forment des sols riches en éléments nutritifs.
- L'eau des crues en excès et qui n'est pas utilisée immédiatement pour la production contribue à recharger les aquifères.

Principaux inconvénients

- Les technologies de CrueCE sont exposées aux risques à cause de l'imprévisibilité élevée des crues ; en nombre, en volume et quant au moment de leur arrivée.
- Les crues très fortes peuvent détruire les structures de diversion de l'eau.
- La charge sédimentaire importante bouche les structures et les canaux de diversion qui doivent être régulièrement reconstruits, réparés et entretenus, nécessitant une main d'œuvre importante.
- Les crues détournées ont parfois des impacts négatifs sur les écosystèmes en aval.

Rapport bénéfice-coût

Technologie	à court terme	à long terme
Diversification de l'eau de crue	–	+++
Dans le lit du cours d'eau	–/+	+++
Globalement	–	+++

--- très négatif ; - négatif ; - légèrement négatif ; -/+ neutre ; + légèrement positif ; ++ positif ; +++ très positif ; (WOCAT, 2012).

L'investissement initial est souvent élevé à cause de la main d'œuvre, et lorsque le projet comprend des structures permanentes telles que les digues, la construction mécanisée peut encore accroître les coûts. Ainsi, le rapport bénéfice-coût peut ne devenir positif qu'à long terme. Beaucoup d'exploitants qui mettent en œuvre les technologies fournissent la main d'œuvre ; ils ne doivent donc pas la payer et ils en perçoivent plus facilement les bénéfices à court terme. Les structures importantes sont souvent mises en œuvre par des agences gouvernementales.

Adoption et transposition à grande échelle

A cause de l'augmentation de la variabilité de la pluviométrie et de la dégradation qui entraînent l'assèchement des rivières permanentes, les exploitants d'Afrique subsaharienne comptent de plus en plus sur CrueCE pour l'irrigation opportuniste de leurs champs. Cependant, l'investissement initial élevé, l'exigence en main d'œuvre pour l'entretien et sans doute le manque de savoir-faire empêchent de nombreux exploitants d'adopter ces pratiques.



Schéma d'irrigation de crue au Yémen. (UNESCO-IHE)



Blocage de l'écluse de nettoyage sur un système d'irrigation de crue modernisé au Yémen. (spate-irrigation.org)



Seuil d'épandage des crues au Sahel. (H. Bender)



Barrages à rétention de sédiments, Palestine. (N. Harari)



Cultures de décrue, Burkina Faso. (HP. Liniger)

Technologies

Cultures de décrue (crues naturelles) : dans certaines zones pluviales, les plantes et les cultures qui poussent le long des rivières, de leurs affluents et de leurs deltas (Niger, Zambèze, Nil, etc. en Afrique ; Mississippi, Mékong, Indus), de cours d'eau éphémères et autour de lacs (irrigation opportuniste) profitent des crues et de l'humidité résiduelle après le retrait des crues. L'agriculture de décrue est pratiquée dans différentes régions du monde et subvient aux besoins d'importantes populations (ex. Bangladesh, Mali, Mexique, Inde).

Vallées intérieures et/ou marais : ces termes désignent des vallées ou dépressions à fond plat et peu profondes qui reçoivent l'eau des pentes naturelles environnantes. Les bas-fonds servent traditionnellement à la culture du riz de plaine (dans les marais) et de fourrage mais également à la culture et à l'arboriculture. En Afrique subsaharienne, elles sont appelées bas-fond, marais, petit vallée ou marigot en français et *fadama*, *vlei*, *dambo*, *boli*, *mbuga*, etc dans les langues locales. Au Turkménistan, elles s'appellent *oytak*.

Diversification de l'eau des crues – hors lit de rivières

L'irrigation de crue est une forme ancienne de collecte de l'eau (CE). C'est une méthode de gestion des crues imprévisibles et potentiellement destructrices à des fins de culture et l'élevage. L'eau des crues des bassins versants montagneux est détournée du lit de rivières temporaires (*oueds / koris*) et diffusée sur de grandes surfaces, souvent des plaines intérieures, pour irriguer les cultures. La technologie utilise les crues saisonnières de courte durée. Dans les zones bénéficiaires, là où l'eau est concentrée, l'eau s'infiltre dans le sol et fournit l'humidité résiduelle nécessaire à la croissance des plantes, permettant ainsi de faire jusqu'à trois récoltes par an si les crues ont lieu plusieurs fois. La plantation se fait après disparition de l'eau de la première crue. Les bas-fonds peuvent aussi servir de mares pour les hommes et le bétail.

Les pratiques d'irrigation de crue peuvent être soit permanentes, selon la structure en tête de bassin (au point de diversion dans le lit de la rivière). Les structures temporaires sont des digues en terre, de petits gabions et des canaux de diversion ; les structures permanentes sont des seuils d'épandage, des digues ou des siphons en béton. Les systèmes d'irrigation de crue sont « opportunistes » mais aussi sensibles aux risques. L'incertitude provient à la fois de la nature imprévisible des crues et des modifications fréquentes des lits de rivières d'où l'eau est détournée. Les personnes dont les conditions de vie et la sécurité alimentaire dépendent des crues appartiennent souvent à la fraction la plus pauvre de la population rurale. Les connaissances locales concernant l'organisation des systèmes d'irrigation de crue et de gestion de l'eau et les importantes charges sédimentaires qui l'accompagnent se sont beaucoup développées.



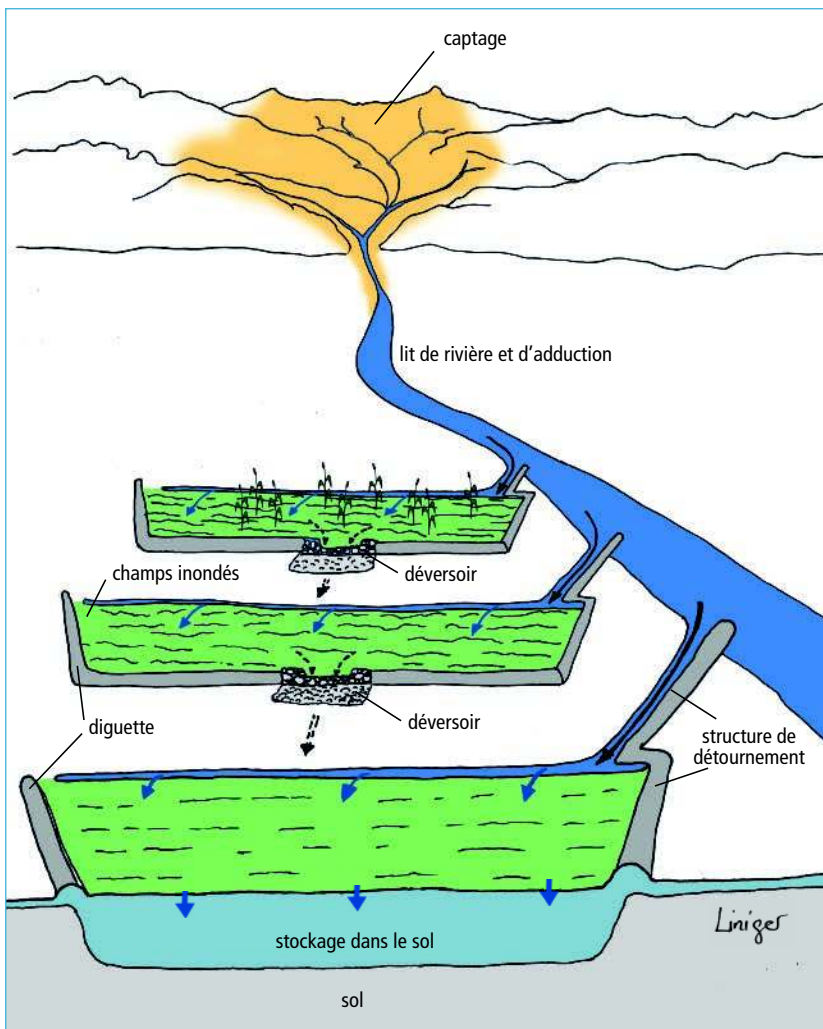
Culture de riz dans un bas-fond, Cercle de Sikasso, Mali. (Centre du riz pour l'Afrique (AfricaRice))

Exemple : Irrigation de crue au Pakistan

Au Pakistan, les crues sporadiques des rivières temporaires sont détournées et étalées sur de grandes surfaces de terres par des digues en terre, mesurant environ 1 km de long, plusieurs mètres de haut et jusqu'à 20 m de large à la base. L'eau est canalisée grâce à un système de canaux jusqu'au champs entourés de diguettes, d'une surface jusqu'à 15 hectares et subdivisés en sections (Waes et Bouman, 2007).



Champs en système d'irrigation de crue au Pakistan. (spate-irrigation.org)



Irrigation de crue.

Les seuils d'épandage des crues traversent toute la largeur d'une vallée et sont construits avec des pierres maçonnées ou du béton, dépassant le sable environnant d'environ 50 cm. Sur le seuil, un déversoir situé dans le lit existant de la rivière est prolongé par des culées et des digues latérales. L'eau des crues se répand sur les terres situées en amont de l'ouvrage, puis elle passe éventuellement au-dessus des digues de prolongement pour refluer vers le lit de la rivière en aval de l'ouvrage. L'efficacité des seuils d'épandage des crues augmente lorsqu'ils sont construits en série, chaque seuil retenant une partie de l'eau et des dépôts d'alluvions (sols fertiles), ce qui fait progressivement remonter le niveau de la vallée. Les seuils d'épandage ralentissent le débit de l'eau et augmentent les surfaces régulièrement inondées. Ils permettent à l'eau de pluie de s'infiltrer, d'être stockée et de remonter le niveau de la nappe phréatique jusqu'à la surface. Ils sont adaptés à la réhabilitation de vallées sèches, larges et peu profondes, là où les crues ne peuvent plus s'étaler régulièrement à cause de l'érosion et du profond ravinement. Ils sont aussi adaptés pour améliorer la productivité agricole dans des fonds de vallées relativement intacts. La conception et la construction des seuils exigent de solides connaissances techniques et leur mise en œuvre nécessite une bonne organisation des communautés. Au Niger, au Tchad et au Burkina Faso, plus de 370 seuils d'épandage ont été construits, couvrant une surface de culture améliorée de plus de 20'000 ha et profitant à plus de 40'000 ménages (GIZ, 2011). En Afrique de l'Ouest, ils sont bien connus sous cette appellation.

Digues de répartition de l'eau : la principale caractéristique des digues de répartition de l'eau est, comme l'indique leur nom, qu'elles sont conçues pour diffuser l'eau et non pour la stocker. Elles servent généralement à répartir l'eau de crues qui a été soit détournée d'un cours d'eau, soit qui se déverse naturellement sur une plaine. Les digues, généralement construites en terre, ralentissent le débit des crues et répartissent l'eau sur les terres à cultiver, lui permettant ainsi de s'infiltrer sur une surface plus grande. Les digues de répartition de l'eau peuvent faire partie d'un schéma d'irrigation de crue ou, lorsque les crues sont naturelles, elles peuvent constituer une technologie à part entière.

Exemple : Irrigation de crue en Espagne

En Espagne, les structures traditionnelles de récolte d'eau sont restaurées pour lutter contre le problème de pénurie d'eau. Nombre de ces structures servaient déjà aux époques arabes et romaines, mais elles ont été abandonnées et oubliées. A la base, la technologie consiste en des diguettes en terre ou en pierres qui détournent l'eau de crue de rivières intermittentes vers des champs plantés en amandiers et/ou en céréales. Selon la pente et la quantité d'eau récoltée, les champs sont agencés en terrasses uniques ou en une série de terrasses. L'eau est conduite d'une terrasse à l'autre par de petits déversoirs créés dans les digues. Les déversoirs sont renforcés avec des pierres afin d'éviter le ravinement. L'apport supplémentaire d'eau peut faire doubler le rendement en amandes (J. de Vente dans Schwilch et al., 2012 ; WOCAT, 2012).



Système traditionnel de canaux (acequia) amenant l'eau de crue (avec des diguettes en terre ou en pierre) depuis des ruisseaux intermittents vers des terrasses d'amandiers, Espagne. (J. de Vente)



Seuil d'épandage des crues au Sahel (GIZ, 2011).



Seuils d'épandage des crues construits en série (GIZ, 2011).

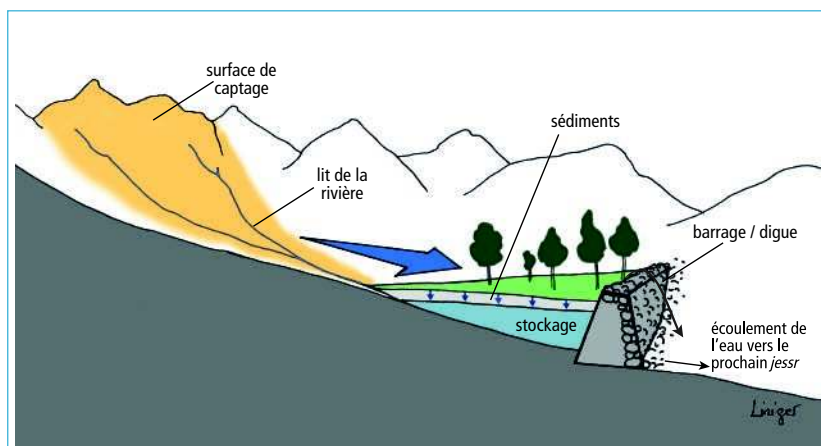


Vue d'une série de *jessours* dans une vallée, en Tunisie. (M. Ben Zaïed)

Récolte de l'eau des crues dans le lit des rivières

Réhabilitation des lits de rivières / oueds : le lit de la rivière sert à stocker l'eau, soit en surface en la retenant, soit dans le profil du sol en ralentissant le flux de l'eau et en lui permettant de s'infiltrer. Ceci se passe naturellement ou grâce à la construction de petits barrages ou de digues en travers du lit de la rivière, pour diminuer la vitesse d'écoulement de l'eau tout en favorisant la sédimentation. Celle-ci améliore aussi la fertilité et permet de planter des arbres fruitiers et/ou des cultures à forte valeur ajoutée. Cette technologie est courante dans les lits de rivière à faible pente.

Les systèmes de *jessour* sont implantés dans les zones élevées des hautes terres (semi)arides à plus forte pente ; ils représentent une autre forme de régénération de lit de rivière. Trois éléments les composent : un bassin versant, une terrasse et une digue. La digue (ou *tabia*), construite en terre, cailloux ou gabions, est construite soit en travers du lit d'un ruisseau saisonnier, soit au pied d'une pente. Les sédiments fertiles s'accumulent derrière la digue, permettant de cultiver des arbres et des cultures annuelles. Le système de *jessour* est utilisé pour la culture d'arbres comme l'olivier, le figuier, l'amandier et le palmier ainsi que pour des légumineuses (pois, pois chiches, lentilles et fèves) et des céréales (blé et orge). La surface de culture varie de 0,2 – 5 ha et le ratio entre bassin versant et surface de mise en œuvre / cible de 100:1 à 10'000:1. Les principales fonctions des *jessours* sont : 1) augmenter le taux d'humidité du sol pour les cultures ; 2) recharger les nappes phréatiques par infiltration de l'eau dans les terrasses ; 3) contrôler les crues, donc protéger les infrastructures en aval. Des systèmes similaires, appelés « *warping* » (barrages à rétention de sédiments) et *gavias*, existent sur le plateau de loess en Chine et dans les zones arides de l'archipel des Canaries.



Coupe d'un *jessour* ou d'un système de barrages à rétention de sédiments (*jessr* au singulier).

Exemple : barrages à rétention de sédiments (*warping*) sur le plateau de Loess en Chine

Le plateau de Loess couvre une surface de 640'000 km² en Chine du centre-nord où habitent plus de 50 millions de personnes. L'exploitation intense du plateau et l'absence de mesures de conservation ont entraîné une dégradation à grande échelle de ces formations géologiques fragiles. Un des éléments du programme gouvernemental de réhabilitation du plateau de Loess est la construction de barrages à rétention des sédiments. Ceux-ci sont construits dans les ravines pour récolter et intercepter les sédiments afin de créer de nouvelles terres. Les barrages sont très hauts, jusqu'à cinq mètres. Le nombre de barrages dépend de la pente et de la largeur des ravines. La mise en place d'un barrage de rétention de sédiments se fait en deux étapes : a) l'étape du plan de développement du territoire qui prend plusieurs années et b) l'étape de consolidation et de gestion. Le développement nécessite une approche par région. Il est important d'examiner les mesures existantes et les facteurs naturels de la région (systèmes de culture, pentes, utilisateurs de l'amont et de l'aval) (Van Steenberg et al., 2011a).



Barrages à rétention de sédiments (*warping*) dans le comté de Xifeng, province de Gansu après construction des structures. (L. Xiaobo)

Tabia : Les systèmes de répartition des crues *tabia* sont généralement installés sur des pentes faibles au pied des montagnes, dans / près des zones basses des bassins versants, là où la pente n'excède pas 3% et où les sols sont assez profonds. Les *tabias* comprennent une digue (50 – 150 m de long, 1 – 1,5 m de haut), un déversoir (central et/ou latéral) et une zone de production. Les *tabias* permettent de cultiver des arbres fruitiers et des cultures annuelles. En plus de leur capacité à récolter l'eau, les *tabias* réduisent l'érosion des sols et ont un effet positif sur la recharge des aquifères.

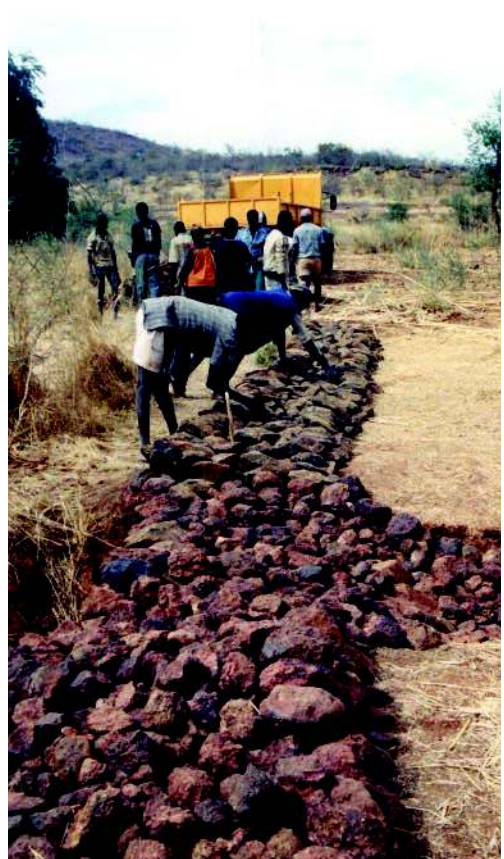
Digues filtrantes en pierre : ces barrages longs, bas et larges en travers des vallées ralentissent et étalent les crues ; ils « réparent » les ravines. Ils sont adaptés aux vallées à faible pente qui commencent à être ravinées. Sinon, l'eau provenant des terres environnantes est drainée et perdue. Chaque barrage mesure environ 50 – 300 m de long. Le mur du barrage fait souvent plus de 1 m de haut dans la ravine et entre 80 et 150 cm de hauteur ailleurs. Il est aussi plus plat sur la pente aval (2:1, 3:1) que sur la pente amont (1:1, 1:2) afin de donner une meilleure stabilité à la structure quand elle est pleine. Une tranchée avec des fondations en améliore la stabilité et évitent le risque d'effondrement. De grosses pierres sont placées sur le mur extérieur et des pierres plus petites sur le mur intérieur. Le principal facteur limitant des digues filtrantes est le fait qu'elles sont spécifiques à des sites particuliers et qu'elles exigent d'importantes quantités de pierres et des moyens de transport.



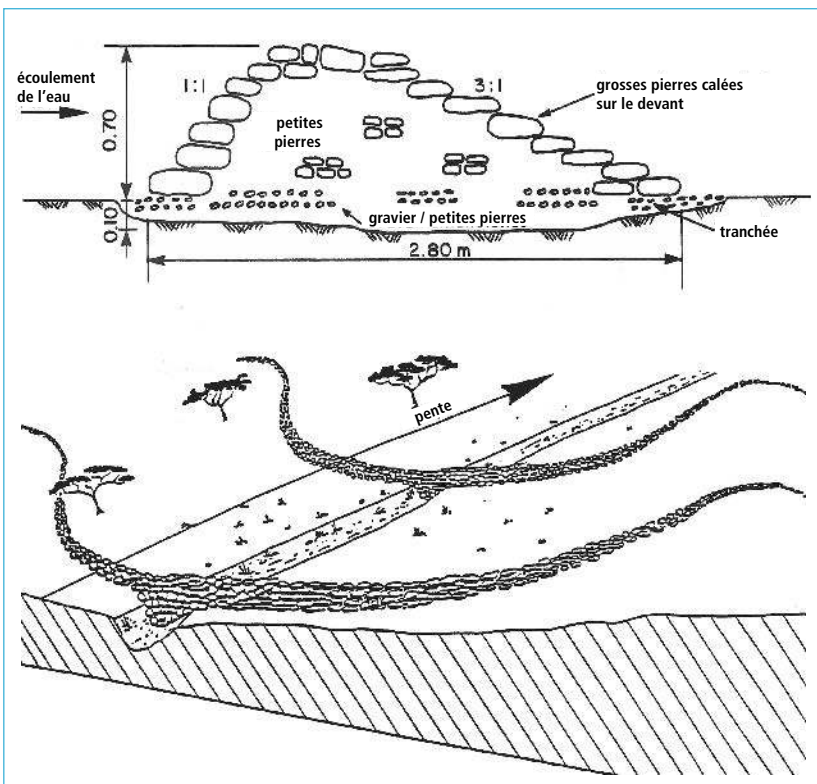
Construction mécanisée d'une digue de *tabia*, Tataouine, Tunisie. (M. Ouessar)



Digue filtrante en pierre, Rajasthan, Inde. (HP. Liniger)



Construction d'une digue filtrante en pierre au Burkina Faso. (W. Critchley)



En haut : dimensions d'une digue filtrante en pierre ;
En bas : schéma global ;
(Critchley et Siegert, 1991).

Diffusion et applicabilité

Diffusion

Diversification de l'eau des crues hors des lits de rivières

L'irrigation de crue est spécifique aux régions arides limitrophes de zones de montagne. Les surfaces en bénéficiant couvrent plus de 2,5 millions d'hectares ; environ 2,1 millions de ménages (11 millions de gens) en dépendent (spate-irrigation.org). Elle est répandue en Asie de l'Ouest (ex. Afghanistan, **Iran**, **Pakistan**), au Moyen Orient (ex. Arabie saoudite, **Yémen**), Afrique du Nord (ex. Algérie, Egypte, **Maroc**, Tunisie (*mgoud*)), Corne de l'Afrique (ex., Erythrée, **Ethiopie**, **Somalie** (*deshek*)) **Soudan**), et plus sporadiquement en Asie de l'Est (ex. Chine, Mongolie, Myanmar, Népal), Asie centrale (ex. **Kazakhstan**), en Afrique de l'Est (ex. Kenya, Tanzanie), Afrique de l'Ouest (ex. Burkina Faso, Mauritanie, Sénégal), Amérique du Sud (ex. Bolivie, Chili, Mexique), Europe (ex. Espagne (*boquera*)).

Seuils d'épandage : Afrique de l'Ouest (ex. Burkina Faso, Tchad, Niger), Amérique du Sud (ex. Brésil), Yémen, etc.

Collecte de l'eau des crues dans le lit des rivières

Réhabilitation des lits de rivières : ex. Israël, Lybie, Maroc, Palestine, Tunisie (*jessour* et *tabia*), Chine (barrages à rétention de sédiments « *warping* »), des archipel Canaries (*gavias*), Ethiopie, etc.

Digues filtrantes en pierre : ex. Burkina Faso.

Applicabilité

Utilisation des terres : CrueCE est surtout utilisé pour des cultures annuelles ou mixtes, pour des arbres fruitiers, le bois d'œuvre ou de feu. Il sert aussi pour les pâturages et forêts. Les cultures annuelles pratiquées avec le CrueCE sont, entre autres : les céréales (sorgho, petit mil, blé, orge), les légumineuses (haricots mungo, pois chiches, fèves), oléagineux (ricin, moutarde, sésame, colza) et le coton, cucurbitacées, tomates et autres légumes. Les arbres fruitiers cultivés : oliviers, amandiers, figuiers, palmiers dattiers, etc.

Utilisation de l'eau : agriculture de décrue et recharge d'aquifères peu profonds.

Climat : aride à semi-aride avec des précipitations annuelles de 100 – 700 mm et où l'évapotranspiration dépasse largement la pluviométrie.

Terrain : l'irrigation de crue est souvent pratiquée là où des plaines d'altitude rejoignent des pentes faibles sur des terres profondes ou limoneuses ; les *jessours* sont souvent utilisés sur des sols de loess, les *tabias* sur des sols de bas de pente profonds. Les bassins versants sont souvent plus raides que les surfaces de mise en œuvre / en culture situés sur des pentes moyennes à plates.

Echelle : les systèmes de CrueCE opèrent à l'échelle du bassin versant.

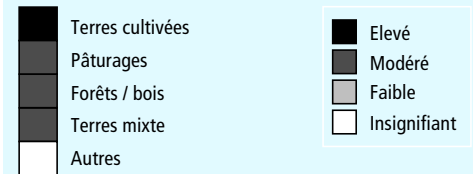
Niveau de mécanisation : surtout manuelle ; la traction animale ou des tracteurs sont parfois utilisés (ex. en Erythrée, Espagne, Soudan).

Propriété foncière et droits d'utilisation de l'eau / des terres : les systèmes de CrueCE sont utilisés aussi bien par des métayers et des locataires que des propriétaires. Les droits d'utilisation des terres varient de l'usage héréditaire (ex. Pakistan), des droits gouvernementaux (ex. Erythrée, Ethiopie, Soudan) à la propriété privée (ex. Yémen). Pour les *tabias*, la propriété est souvent individuelle et titrée.

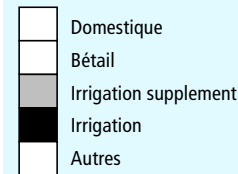
Compétences et connaissances requises : le développement de règlements locaux, d'une organisation et d'une coopération à l'échelle de la communauté sont des prérequis pour une gestion réussie des systèmes de CrueCE. Pour que les structures soient bien conçues, la surface du bassin versant et d'application potentielle ainsi que les aspects hydrologiques tels que les débits maximums doivent être bien étudiés. Des connaissances techniques qualifiées et le recours à l'expérience locale sont indispensables. Les conseillers et les planificateurs de projets doivent être très compétents et savoir collaborer de près avec les utilisateurs locaux des terres et de l'eau.

Exigence en main d'œuvre : la reconstruction de canaux, de captages et de structures de diversion nécessite beaucoup de main d'œuvre, à la fois avant et après chaque crue.

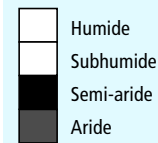
Utilisation des terres



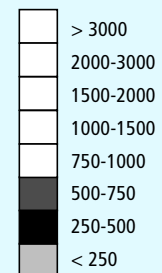
Utilisation de l'eau



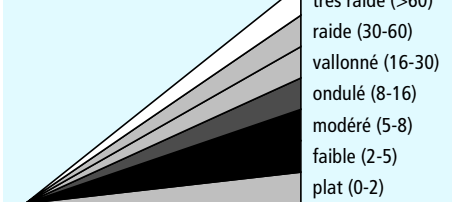
Climat



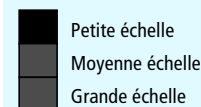
Pluviométrie moyenne (mm)



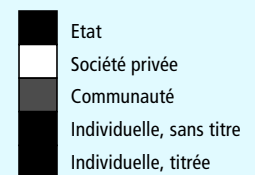
Pente bassin versant (%)



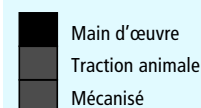
Echelle



Propriété foncière



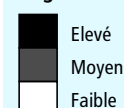
Mécanisation



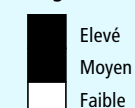
Orientation de la production



Exigence en travail



Exigence en connaissances



Données économiques

Coûts

Un barrage typique en pierre en Afrique qui fournit l'eau à des parcelles de 2 à 2,5 ha et qui contrôle l'érosion coûte environ US\$ 500 à 650 pour le transport des matériaux et environ 300 à 600 personnes jours de main d'œuvre (IWSD, 1998).

Technologie	Pays	Coûts de mise en place US\$/ha	Coûts d'entretien US\$/ha/an
Irrigation de crue	Pakistan ¹	10 – 300	10 – 40
Irrigation de crue	Iran ²	160 – 180	environ 10
Irrigation de crue	Maroc ³	620 – 895	54 – 88
Irrigation de crue structure de diversion temporaire*	Ethiopie ⁴	170 – 220	
Irrigation de crue structure de diversion permanente*	Ethiopie ⁴	330 – 450	
Irrigation de crue	Espagne ⁵	900 par digue (machines, béton, main d'œuvre)	41
Irrigation de crue	Erythré ⁶	60 par 10 m de structure de diversion (sans main d'œuvre)	50 – 95 par 10 m de structure de diversion (sans main d'œuvre)
Diffusion d'eau de crue	Iran ⁴	250 – 1'800	
Seuil d'épandage des crues	Sahel ⁷	20'000 – 70'000 par structure 800 et 2'000 par ha de terre améliorée	
<i>Tabia</i>	Tunisie ⁵	670 (surtout main d'œuvre)	200
<i>Jessour</i>	Tunisie ⁵	1'920 (surtout matériaux de construction pour la digue)	900

¹ Waes et Bouman, 2007 ; Van Steenberg et al., 2010 ; ² Kowsar, 2011 ; ³ Oudra, 2011 ; ⁴ Van Steenberg et al., 2011b ; ⁵ Schwilch et al., 2012 ; ⁶ Liniger et al., 2011 ; WOCAT, 2012 ; ⁷ GIZ, 2011 ; Tuinhof et al., 2012.

* Les coûts varient selon le site. Dans les zones reculées, les coûts de main d'œuvre sont bas et des matériaux locaux peuvent être utilisés mais l'utilisation de machines est coûteuse.

Bénéfices de production

Augmentation des rendements avec la collecte de l'eau des crues

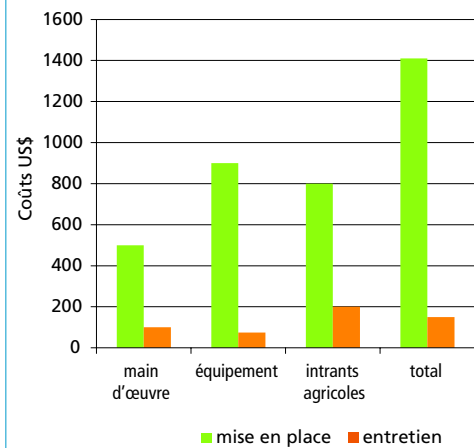
Culture	Pays	Rendement sans CrueCE (t/ha)	Rendement avec CrueCE (t/ha)	Augmentation de rendement (%)
Sorgho Irrigation de crue	Erythré ¹	0.45	1.2 – 2.1	270 – 470
Herbes fourragères Irrigation de crue	Iran ¹	0.04	0.45	1'060
Riz Seuils d'épandage	Burkina Faso ²	0.80	2.00	250
Mil	Niger ²	0.33	0.68	206
Sorgho Seuils d'épandage	Niger ²	0.36	0.48	133

¹ Van den Ham, 2008 ; Van Steenberg et al., 2010 ; Mehari et al., 2011 ; ² Nill et al., 2012)

En Espagne, le rendement en amont a doublé avec l'irrigation de crue (J. de Vente dans Schwilch et al., 2012 ; WOCAT, 2012).

La construction d'un barrage à rétention de sédiments et de 16 ha de terrasses irriguées a permis d'augmenter le revenu par personne de 26 ménages possédant 17 ha de US\$ 60 à 276 en deux ans (village de Lijiageleng, Mongolie intérieure) (yellowearth.net dans Van Steenberg et al., 2011).

Coût par structure de CrueCE (médiane)



Le coût de mise en place d'une structure de CrueCE varie de 60 US\$ pour un système d'irrigation de crue en Erythré à 3600 US\$ pour un seuil d'épandage en Inde. Source: 6 études de cas (WOCAT, 2012).

Exemple : barrages à rétention de sédiments, plateau de Loess, Chine

Le Plateau de Loess couvre une surface de 640'000 km² en Chine centrale et du nord ; 50 millions de personnes y habitent. Le plateau subit l'un des plus forts taux d'érosion du monde ; le fleuve Jaune a d'ailleurs tiré son nom de la couleur des fins sédiments de loess. Grâce à un projet de réhabilitation débuté dans les années 1990, 1'272 barrages à rétention de sédiments – en plus d'autres types de barrages à contrôle de sédiments (264 barrages de correction, 3'719 barrages d'écrêtement), 171'278 ha de terrasses et diverses mesures végétales ont été développées. Le coût total était de US\$ 300 millions. Les rendements des terres réhabilitées sur le plateau de Loess sont estimés être de 2 – 3 supérieurs à ceux des terres en terrasses et de 6 – 10 fois supérieurs à ceux des terres en pente (UNESCO, 2004 dans Van Steenberg et al., 2011a). De plus, les taux d'humidité des terres hautes sont jusqu'à 80% plus élevées que dans les terres en pente et une diminution de 51% des sédiments transportés par le fleuve Jaune a été mesurée dans la Province de Shaanxi (Van Steenberg et al., 2011a).

Exemple : potentiel de production de truffes dans des sites à irrigation de crue

Dans certaines zones d'irrigation de crue du Pakistan et d'Iran du Sud croissent les truffes (*Terfezia leonis* Tul.). Ces champignons poussent en symbiose avec le sorgho. Le potentiel de récolte systématique de cette truffe est largement méconnu au Pakistan et en Iran, bien que ces truffes soient vendues très cher sur le marché international. Ainsi, le développement de la récolte de truffes et leur vente sont prometteurs. Il est nécessaire d'investir dans une chaîne de commercialisation pour mieux évaluer la demande et la nécessité d'un contrôle de qualité, de tri et d'offre des truffes ainsi que pour d'autres produits à forte valeur ajoutée provenant des zones d'irrigation de crue (Nawaz, 2011).

Impacts

Bénéfices	Au niveau de la ferme / des ménages	Au niveau de la communauté / bassin versant / territoire / paysage
Production / Economiques	+++ augmentation du rendement des cultures +++ augmentation de la surface en production ++ augmentation de la production de fourrage ++ augmentation du revenu de la ferme + augmentation de la disponibilité en eau d'irrigation	+++ permet de cultiver dans des régions arides ++ diminution de la pauvreté
Ecologiques	+++ piégeage des éléments fertiles +++ augmentation du taux d'humidité du sol	+++ recharge des nappes phréatiques grâce à l'excès d'eau de crue +++ amélioration de l'évacuation de l'eau en excès ++ les systèmes de CrueCE sont des réservoirs de biodiversité car les graines provenant des vastes bassins versants sont déposées dans une terre humide
Socioculturels		+++ maintien des usages et accords traditionnels sur l'utilisation de l'eau +++ augmentation de la sécurité alimentaire ++ renforcement des institutions communautaires
Hors-site		+++ contrôle des crues de la sédimentation ; réduit l'inondation et le ravinage en aval

Importance : +++ élevée, ++ moyenne, + faible

	Contraintes	Comment les surmonter
Production / Economiques	les utilisateurs de l'aval dépendent de l'approvisionnement en eau de l'amont	→ nécessité d'une gestion efficace du bassin versant
	sensible au risque à cause de la variabilité élevée des crues, donc de la production	
	associé à une forte fluctuation des revenus entre bonnes et mauvaises années	→ bon arrangement spatial des parcelles afin de réduire le risque de parcelles éloignées ne recevant pas d'eau, ou redistribution annuelle des parcelles aux usagers
Ecologiques	la charge sédimentaire très élevée provoque une sédimentation dans les canaux et les dispositifs de stockage	→ concevoir les structures avec des barrages sur le captage principal afin de pouvoir réguler l'arrivée d'eau
	très sensible aux variations saisonnières des pluies	→ utilisation simultanée des nappes phréatiques : une mesure de réduction des risques
	les canaux secondaires et tertiaires mal conçus provoquent des rigoles et des ravines dans les champs	→ créer des associations afin d'établir des standards et normes pour la conception et l'entretien
	détournement de l'eau des crues des écosystèmes de l'aval	→ rediriger le flux d'eau en excès vers le cours d'eau d'origine
	crisque de diffusion d'espèces invasives, ex. <i>Prosopis juliflora</i>	
Socioculturels	interactions complexes entre amont et aval en termes de disponibilité de l'eau qui entraînent des conflits	→ clarifier les droits d'utilisation des terres et de l'eau et instaurer une planification améliorée du bassin versant avec attribution des ressources en eau
	l'inégalité importante peut entraîner des conflits car certaines terres sont toujours mieux desservies que d'autres	
	nécessite beaucoup de travail d'entretien	

Adoption et transposition à grande échelle

Taux d'adoption

CrueCE a une histoire millénaire en Iran, au Pakistan et au Yémen. Dans la Corne de l'Afrique, elle est en expansion, sans doute lié au fait que les terres basses précédemment inhabitées et infestées de malaria se peuplent de plus en plus. Dans certaines zones, CrueCE est aussi une réponse à la tendance de certaines rivières à ne plus être pérennes à cause de la dégradation des bassins versants et du changement climatique. Mais dans d'autres régions, comme l'Afrique du Nord, les surfaces en CrueCE diminuent, surtout à cause de la construction de petits barrages le long de nombreuses rivières temporaires. La pérennité des *jessours* en Tunisie, par exemple n'est pas garantie à cause d'un manque d'entretien approprié, dû à l'émigration et à l'abandon des activités agricoles dans les montagnes. Sur le plateau de Loess en Chine, la collecte de l'eau des crues et des sédiments est combinée dans des successions de petits barrages (en "escaliers"). La volonté politique et à l'effort national de réduction des inondations et de la charge sédimentaire du Fleuve Jaune font que ces systèmes bénéficient d'un soutien important.

Mesures incitatives pour l'adoption

Politiques environnementales : la question de CrueCE a été négligée et est quasi absente des programmes et des politiques des gouvernements et de la société civile.

Droits d'utilisation des terres et de l'eau : afin d'assurer la durabilité des systèmes de collecte de l'eau des crues, il est important que les exploitants puissent se sentir investis et responsables d'un système de CrueCE et en conservent la responsabilité du fonctionnement et de l'entretien.

Questions d'échelle : il est nécessaire d'avoir une bonne compréhension de l'équilibre hydrique du bassin versant afin d'éviter une conception inappropriée d'un CrueCE, ainsi que des effets hors-site non désirés.

Accès aux services financiers : les exploitants trouvent que la mise en œuvre des pratiques de CrueCE est coûteuse et qu'ils n'ont pas la garantie d'avoir de l'eau, car celle-ci dépend de la pluviométrie. Certains projets ont été soutenus par le subventionnement d'équipement lourd tel que des bulldozers. Cependant, l'un des inconvénients de ce genre de programmes est qu'ils peuvent compromettre le fonctionnement de systèmes d'eau traditionnels lorsque des exploitants de l'amont peuvent construire des structures plus grandes à l'aide de machines, « confisquant » ainsi l'eau des crues qui auraient dû arriver jusqu'aux structures de l'aval.

Soutien technique et développement des capacités : dans tous les systèmes de CrueCE, les exploitants doivent être impliqués activement dans la planification, la conception et l'exécution de la mise en œuvre, de la réhabilitation et des travaux d'amélioration, de même que dans tout amendement aux droits d'utilisations de l'eau existants afin de faciliter une distribution optimale de l'eau des crues. Des ingénieurs et des conseillers techniques doivent aider les exploitants à sélectionner des mesures appropriées parmi une diversité de solutions techniquement et économiquement viables.

Questions de genre : les femmes jouent un rôle important dans les systèmes de CrueCE. Les projets doivent prendre cela en compte et être conscients de la manière dont les améliorations peuvent changer la répartition du travail entre hommes et femmes.

Cohésion solide des communautés : CrueCE peut avoir deux effets sur les utilisateurs de l'aval. Premièrement les exploitants peuvent utiliser trop d'eau de crue et en priver ceux de l'aval. Deuxièmement, en écrétant les crues, les communautés de l'aval sont moins exposées aux effets catastrophiques des inondations. Dans les deux cas, un haut niveau de coopération, de coordination et de planification sont indispensables. De plus, la construction et l'entretien nécessitent un travail humain et animal considérables ou l'utilisation de tracteurs et de bulldozers, donc une organisation locale très structurée.

Approches adaptées pour la mise en œuvre : une combinaison de planification régionale et d'implication des parties prenantes locales.

Faisabilité et planification

CrueCE nécessite une identification soignée du site de construction pour la structure de diversion ; celle-ci requiert une évaluation attentive du débit d'eau attendu, généralement basée sur de simples observations de terrain aux cours des pluies et sur le savoir local des exploitants. Mais il est également important de savoir s'il existe des activités en amont qui pourraient affecter la qualité de l'eau et d'évaluer les conséquences possibles de la collecte de l'eau sur l'aval. Selon le pays, il peut être obligatoire de demander une autorisation aux services de l'eau pour construire tout type de structure de récolte d'eau. La structure de collecte de l'eau devra être contrôlée et entretenue après chaque crue significative.

Environnement propice : facteurs-clés de l'adoption

Intrants, matériaux	+++
Subventions, crédits	++
Formation et éducation	++
Droits d'utilisation des terres / de l'eau	+++
Accès aux marchés pour les intrants et les productions	++
Recherche	++
Appropriation et investissement réel des communautés	+++

Importance : +++ élevé, ++ moyenne, + faible, +/- neutre

Faisabilité et planification : facteurs-clés de mise en œuvre

Evaluation de la quantité d'eau récoltable	+++
Evaluation de la qualité de l'eau	+
Evaluation des besoins en eau	+
Evaluation du site	+++
Aspects financiers	++
Evaluation de l'impact environnemental	++
Droits d'utilisation des terres / de l'eau	+++
Relations de voisinage	+++
Implication de la communauté	+++
Questions sociales et de genre	+
Approbation officielle du gouvernement	+++

Importance : +++ élevé, ++ moyenne, + faible, +/- neutre

Exemple : les droits d'utilisation de l'eau sont importants

En l'absence d'accords sur les droits de l'eau, des conflits peuvent survenir dans les zones d'irrigation de crue. Dans l'exemple dramatique de Konso, en Ethiopie, plus de 200 personnes ont été tuées dans un conflit entre investisseurs et pastoralistes. Les droits d'utilisation de l'eau dans les rivières de crue éphémères sont plus complexes que dans les systèmes pérennes parce que la disponibilité de l'eau varie d'une année à l'autre et même au cours de l'année. Les règlements régissent des principes fixés sur l'usage de l'eau : surface irrigable, emplacement des structures de diversion, règles concernant les infractions : laisser l'eau couler en aval (Van Steenberg et al., 2011b).



Planification et diffusion à grande échelle de barrages à rétention de sédiments sur le plateau de Loess en Chine. (HP. Liniger)

Références

- Chunhong, H., Deyi, W., Jayakumar, R. and S. Ajsawa (eds). 2004. *Warping dams: Construction and its Effects on Environment, Economy, and Society in Loess Plateau Region of China*. International Hydrological Programme (IHP), UNESCO Office Beijing & The International Research and Training Center on Erosion and Sedimentation (IRTCES), Beijing. <http://www.irtces.org/pdf-hekou/138198E.pdf>
- Critchley, W. and K. Siegert. 1991. *Water Harvesting. A Manual for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production*. FAO, Rome.
- Falkenmark, M., Fox, P., Persson, G. and J. Rockström. 2001. *Water Harvesting for Upgrading of Rainfed Agriculture - Problem Analysis and Research Needs*. Stockholm International Water Institute (SIWI) Report 11, Stockholm.
- GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit). 2011. Fact sheet: Water Spreading Weirs. GIZ, Eschborn and KfW Entwicklungsbank, Frankfurt. http://www.solutionsforwater.org/wp-content/uploads/2011/12/Flyer-Nexus_waterspreading-weirs.pdf
- Graaff de, J. and M. Ouassar. 2002. Water harvesting in Mediterranean zones: an impact assessment and economic evaluation. Proceedings from EU Wahia project final seminar in Lanzarote.
- IFAD (International Fund for Agricultural Development) website. Topics: Spate Irrigation. <http://www.ifad.org/english/water/innowat/topic/irrigation.htm>; accessed December 2012.
- IWMI (International Water Management Institute). 2009. Flexible water storage options: for adaptation to climate change. IWMI, Colombo, Sri Lanka.
- IWSD (Institute of Water and Sanitation Development). 1998. Sourcebook of alternative technologies for freshwater augmentation in Africa. Online Technical Publication Series. UNEP. <http://www.unep.or.jp/ietc/publications/techpublications/techpub-8a/permeable.asp>
- Kiepe, P. 2006. Characterization of three key environments for integrated irrigation-aquaculture and their local names. In Halwart, M. and A.A. van Dam (eds). *Integrated irrigation and aquaculture in West Africa: concepts, practices and potential*: pp. 1–6. FAO, Rome.
- Komakech, H.C., Mul, M.L., van der Zaag, P. and F.B.R. Rwehumbiza. 2011. Water allocation and management in an emerging spate irrigation system in Makanya catchment, Tanzania. *Agricultural Water Management* 98(11):1719-1726.
- Kowsar, S.A. 2011. Floodwater spreading and spate irrigation in Iran. *Spate Irrigation Network*.
- Liniger, H., Mekdaschi Studer, R., Hauert, C. and M. Gurtner. 2011. *Sustainable Land Management in Practice. Guidelines and Best Practices for Sub-Saharan Africa. TerrAfrica, World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT) and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*.
- Mehari, A., Van Steenberg, F. and B. Schultz. 2011. Modernization of Spate Irrigated Agriculture: A New Approach. *Irrigation and Drainage* 60(2):163-173.
- Nawaz, K. 2011. Desert Truffle Mushrooms in Spate Irrigation Areas. *Spate Irrigation Network*.
- Nill, D., Ackermann, K., van den Akker, E., Schöning, A., Wegner, M., van der Schaaf, C. and J. Pieterse. 2012. Water-spreading weirs for development of degraded dry river valleys. Experience from the Sahel. GIZ-Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, Eschborn and KfW Entwicklungsbank, Frankfurt.
- Nill, D., Ackermann, K., van den Akker, E., Schöning, A., Wegner, M., van der Schaaf, C. et J. Pieterse. 2012. Seuils d'épandage pour la valorisation des vallées d'oued dégradées. Expériences du Sahel. GIZ-Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, Eschborn and KfW Entwicklungsbank, Frankfurt.
- Oudra, I. 2011. Spate irrigation in Morocco. *Spate Irrigation Network*.
- Oweis, T.Y., Prinz, D. and A.Y. Hachum, 2012. *Water Harvesting for Agriculture in the Dry Areas*. ICARDA, CRC Press/ Balkema, Leiden, the Netherlands.
- Prinz, D. 2001. *Water Harvesting for Afforestation in Dry Areas*. Paper read at 10th International Conference on Rainwater Catchment Systems, Mannheim, 10-14 Sept. 2001, at Mannheim.
- Schwilch, G., Hessel, R. and S. Verzandvoort (eds). 2012. *Desire for Greener Land. Options for Sustainable Land Management in Drylands*. Bern, Switzerland, and Wageningen, The Netherlands: University of Bern - CDE, Alterra - Wageningen UR, ISRIC - World Soil Information and CTA - Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation.
- Tesfai, M. and L. Stroosnijder. 2001. The Eritrean spate irrigation system. *Agricultural Water Management* 48(1):51-60.
- Tuinhof, A., van Steenberg, F., Vos, P. and L. Tolck. 2012. Profit from Storage: the Costs and Benefits of Water Buffering. 3R Water Secretariat. Wageningen, The Netherlands.
- Van den Ham, J.P. 2008. Dodota spate irrigation system Ethiopia: a case study of spate irrigation management and livelihood options. *Irrigation and Water Engineering*, Wageningen University.
- Van Steenberg, F., Tuinhof, A. and L. Knoop. 2011a. Transforming Lives Transforming Landscapes: the Business of Sustainable Water Buffer Management. 3R Water Secretariat. Wageningen, The Netherlands.
- Van Steenberg, F., Haile, A.M., Alemehayou, T., Alamirew, T. and Y. Geleta. 2011b. Status and Potential of Spate Irrigation in Ethiopia. *Water Resources Management* 25(7):1899-1913.
- Van Steenberg, F., Lawrence, P., Haile A.M., Salman, M. and J-M. Faurès. 2010. *Guidelines on Spate Irrigation*. FAO. Rome, Italy. <http://www.fao.org/docrep/012/i1680e/i1680e.pdf>
- Van Steenberg, F., Verheijen, O., van Aarst, S. and A.M. Haile. 2008. *Spate Irrigation, Livelihood Improvement and Adaptation to Climate Variability and Change*. IFAD/MetaMeta/UNESCO-IHE.
- Waes, van B. and N. Bouman. 2007. *Smart Water Harvesting Solutions: examples of innovative low-cost technologies for rain, fog, runoff water and groundwater*. Water Partnership/ A4A/ Agromisa/ Partners for Water. Netherlands.
- WOCAT (World Overview of Conservation Approaches and Technologies). 2012. WOCAT Database: Technologies. <http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/index.php>.

Références complémentaires :

- Anderson, I.M. and M. Burton. 2009. *Best Practices and Guidelines for Water Harvesting and Community Based (Small Scale) Irrigation in the Nile Basin*. Water Harvesting Report. Part I – Best Practices in Water Harvesting. Part II – Guidelines for the implementation of best practices in Water Harvesting. Appendices. Part II – Guidelines for the implementation of best practices in Water Harvesting. Appendix A - List of Reference Material. Kent, Nile Basin Initiative. Efficient Water Use for Agricultural Production Project (EWUAP).
- Anonymous. 2008. *Design manual [for spate irrigation civil works infrastructure]*. Volume 1: Technical Design Criteria. Volume 2: Guidelines for Wadi Diversion and Protection Works. Volume 3: Design Presentations. The European Union's Food Security Programme for Yemen Technical Assistance to the Tihama Development Authority. <http://www.spate-irrigation.org>
- Betifor. 2010. Effets des seuils d'épandage dans la région de Tahoua : cultures sous pluies et contre saison. Campagne 2009/2010. Rapport global provisoire. FICOD. Niger.
- FAO (Food and Agricultural Organization of the UN). 2001. *Water harvesting in Western and Central Africa*. Proceedings of a regional workshop held in Niamey, October, 1999. FAO. Accra, Ghana. <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/waterharvraf.pdf>
- FAO (Food and Agricultural Organization of the UN). 2000. *Manual de captacion y aprovechamiento del agua de lluvia: Experiencias en América Latina. Zonas aridas y semiaridas No. 13*. Santiago, Chile, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai128s/ai128s00.pdf>

Knoop, L., Sambalino, F. and F. Van Steenberg. 2012. Securing Water and Land in the Tana Basin: a Resource Book for Water Managers and Practitioners. 3R Water Secretariat. Wageningen, The Netherlands.

Lawrence, P. and F. van Steenberg. 2005. Improving Community Spate Irrigation. Report OD 154. HR Wallingford Limited and DFID.

Liniger, H. and W. Critchley (eds). 2007. Where the land is greener - case studies and analysis of soil and water conservation initiatives worldwide. World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT).

Picard, J. non daté. Fact sheet: Water Spreading Weirs: methods and tools. GIZ, PDRD-PRODABO. Chad.

Ratsey, J. 2011. Engineering Manual for Spate Irrigation. Technical Assistance for the Support to the Agricultural Sector / Food Security Programme in Eritrea. Wiltshire, Landell Mills Limited. http://www.spate-irrigation.org/wordpress/wp-content/uploads/Engineering_Manual_Spate_Irrigation_Small.pdf

Rochette, R.M. (ed). 1989. Le sahel en lutte contre la desertification: leçons d'expériences. Comité Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel (CILSS). Margraf. Weikersheim.

Roose E., Sabir, M. and A. Laouina (eds). 2010. Gestion durable des eaux et des sols au Maroc : valorisation des techniques traditionnelles méditerranéennes. Institut de recherche pour le développement (IRD). Marseille, France. <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010054917>

Spate Irrigation Network. Training materials from Yemen, Ethiopia and Pakistan. Spate Irrigation Network. <http://www.spate-irrigation.org/resource-documents/training-material>

Taamallah, H. (ed). 2010. Gestion durable des terres en Tunisie - Bonnes pratiques agricoles. Land Degradation Assessment in Drylands (FAO-LADA), World Overview of Conservation Approaches and Technologies(WOCAT) and Institut des Régions Arides (IRA, Médénine).

Tekle, H.K. 2012. Community Spate Irrigation in Raya Valley: the Case of Three Spate Irrigation Systems. LAP LAMBERT Academic Publishing.

World Bank Institute (WBI). 2010. Rehabilitating a Degraded Watershed: a Case Study from China's Loess Plateau. Case-based learning. Learning series on sustainable water and land management. World Bank. <http://wbi.worldbank.org/wbi/Data/wbi/wbicms/files/drupal-acquia/wbi/0928313-03-31-10.pdf>

Audiovisuels :

Spate Irrigation Network. 2012. What is spate irrigation? Video. Produit par : The Water Channel. Langue : Anglais. http://www.thewaterchannel.tv/index.php?option=com_hwdvideoshare&task=viewvideo&Itemid=4&video_id=1216

Spate Irrigation Network. 2011. Climate Variability and Food Security. Video. Produit par : The Water Channel. Langue : Anglais. http://www.thewaterchannel.tv/index.php?option=com_hwdvideoshare&Itemid=4&task=viewvideo&video_id=1122

Spate Irrigation Network. 2011. Water Rights in spate irrigation. Video. Produit par : The Water Channel. Langue : Anglais. <http://www.thewaterchannel.tv/en/videos/categories/viewvideo/1129/agriculture/water-rights-in-spate-irrigation>

Spate Irrigation Engineering. 2012. Lessons from Past Interventions. Video. Produit par : The Water Channel. Langue : Anglais. http://www.thewaterchannel.tv/index.php?option=com_hwdvideoshare&Itemid=4&task=viewvideo&video_id=1249

Plus de vidéos sur la collecte de l'eau des crues sur <http://www.thewaterchannel.tv/>

Réseaux :

MetaMeta Research. AJ 's-Hertogenbosch, The Netherlands. <http://www.metameta.nl/>

Spate Irrigation Network. Secrétariat : MetaMeta Research and UNESCO-IHE, The Netherlands. <http://www.spate-irrigation.org/>

Know With The Flow. Resource website on developing water related training and communication material. MetaMeta Communications, the Netherlands and Cap-Net, South Africa. <http://www.knowwiththeflow.org/>

World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT). Secrétariat : CDE, University of Bern Foyer : Global. <https://www.wocat.net/>

3R initiative. Secretariat: Aqua for all, Den Haag, The Netherlands. <http://www.bebuffered.com>

Evénements :

Formation courte annuelle sur l'irrigation de crue à UNESCO-IHE. <http://www.unesco-ihe.org/Education/Non-degree-Programmes/Short-courses/Spate-Irrigation-and-Water-Management-under-Drought-and-Water-Scarcity>

Cours pour diplôme double de Master sur l'irrigation de crue entre l'Université de Harayama et UNESCO-IHE

Conférence annuelle sur les eaux pluviales de The American Rainwater Catchment Systems Association's (ARCSA)

Etudes de cas WOCAT sélectionnées :

Erythrée : Irrigation de crue. QTERI001. http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/qt_summary.php?qt_id=39

Ethiopie : Irrigation par les crues et le ruissellement. QTETH37. http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/qt_summary.php?qt_id=428

Espagne : Récolte d'eau pour l'irrigation par dérivation de cours d'eaux. QTSPA04. http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/qt_summary.php?qt_id=549

Tchad : Seuils d'épandage pour la valorisation des crues dans les vallées d'oued dégradées QTCHA001. http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/qt_summary.php?lang=english&qt_id=647

Tunisie : Jessour. QTTUN09. http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/qt_summary.php?lang=english&qt_id=239

Tunisie : Tabia. QTTUN12. http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/qt_summary.php?qt_id=236



Irrigation de crue

Érythrée - *Sbate irrigation* (English)

L'irrigation de crue est une technologie traditionnelle de diversion et d'épandage des crues.

L'irrigation de crue a une longue histoire en Érythrée et est encore à la base des moyens d'existence des communautés rurales des zones arides dans les basses terres du pays. C'est une technique traditionnelle de diversion et d'épandage des courtes crues saisonnières provenant des zones de montagne à pluviométrie abondante. L'eau des rivières éphémères (oueds) est canalisée vers des successions de champs nivelés et endigués, sur les plaines côtières.

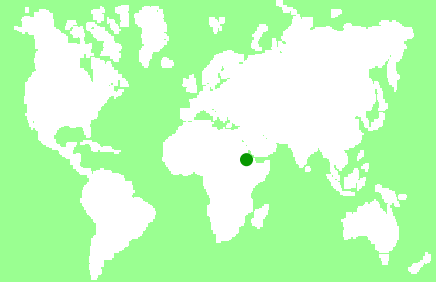
Les structures de diversion comprennent les éléments suivants : 1) l'*agim*, une digue de diversion temporaire de la rivière, haute de 3-4 m et située sur le flanc aval de l'oued. Elle est composée de broussailles, troncs d'arbres, terre, pierres et/ou rochers et sert à dériver une bonne partie de l'eau de la crue vers les terres agricoles adjacentes ; 2) un canal principal et plusieurs canaux secondaires, sans revêtement mais bordés de digues de terre, qui acheminent et épandent l'eau sur les champs irrigables ; 3) des champs rectangulaires de 1-2 ha séparés par des diguettes en terre. L'eau des crues est distribuée d'un champ à l'autre. Lorsque la profondeur atteint 0,5 m dans un champ, l'eau s'écoule vers le suivant par une brèche faite dans la diguette, et ainsi de suite jusqu'à épuisement de l'eau. Les terres arables doivent être inondées plusieurs fois. L'eau s'infiltré profondément dans le sol (jusqu'à 2,4 m), et fournit assez d'humidité pour 2-3 récoltes ; la croissance des plantes dépend entièrement de l'humidité résiduelle.

Le sorgho est la principale culture, suivi par le maïs. La sédimentation est aussi importante que la gestion de l'eau : chaque crue apporte un dépôt de riches sédiments sur les champs. Les structures de diversion sont souvent endommagées et/ou emportées par la violence des crues.

La reconstruction et l'entretien sont très laborieux et requièrent une action collective de la communauté. Des règlements locaux élaborés et une organisation et une coopération entre communautés sont des pré-requis pour une gestion de l'irrigation de crue réussie.

gauche : l'organisation sociale et l'action communautaire sont des pré-requis pour l'irrigation de crue. Construction d'un *agim* dans le lit à sec d'un oued. (photo : IFAD)

droite : grâce aux sédiments fertiles et à l'irrigation de crue, les rendements du sorgho sont élevés. (photo : IFAD)



Localisation : Wadi Laba

Région : zone de Sheeb, basses terres de l'Est

Surface de la technologie : 160 km²

Pratique de conservation : structure physique
Stade de l'intervention : prévention de la dégradation des terres

Origine : développé à l'initiative des exploitants agricoles, traditionnelle, il y a >50 ans

Utilisation des terres : terres cultivées

Climat : aride, tropical

Référence de la base de données WOCAT :

QT ERI001fr sur cdewocat.unibe.ch/wocatQT

Approche similaire/liée : non documentée


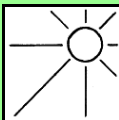


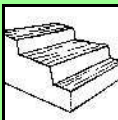
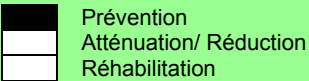
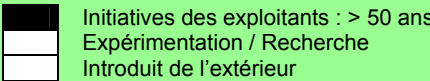
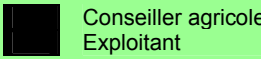
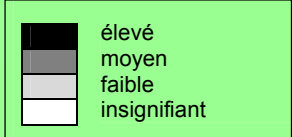
Compilé par : Haile Abraham Mehari,
UNESCO-IHE Institute for Water Education,
Delft, Netherlands

Date : janvier 1970, mise à jour 2001



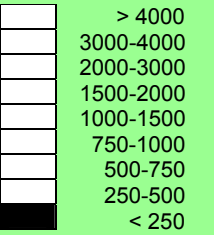
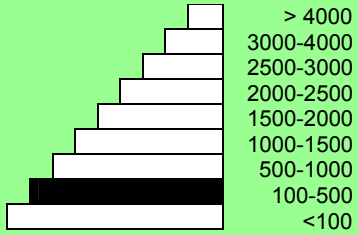
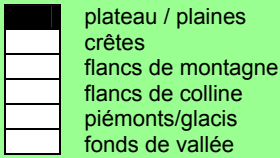

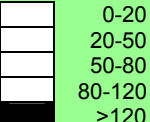
Classification

Problèmes d'utilisation des terres : Événements à haute intensité des précipitations sont fréquents et provoquent grand ruissellements, des inondations et l'érosion des sols.

<p>Utilisation des terres</p>  <p>cultures annuelles (post-inondation)</p>	<p>Climat</p>  <p>aride, tropical</p>	<p>Dégradation</p>  <p>dégradation hydrique : aridification</p>	 <p>érosion hydrique du sol : perte du sol de surface par l'eau</p>	<p>Pratique de conservation</p>  <p>structure physique : fosses étagées, voies d'eau (pour drainer et diriger l'eau)</p>
<p>Stade de l'intervention</p> 	<p>Origine</p> 	<p>Niveau de connaissances techniques</p> 		
<p>Principales causes de la dégradation des terres : Causes directes - naturelle : fort / extrême niveau de précipitation (intensité et quantité), changement des précipitations saisonnières Causes indirectes : pauvreté / santé</p>				
<p>Principales fonctions techniques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - contrôle du ruissellement en ravines : rétention/capture - récupération de l'eau / augmentation des réserves d'eau - augmentation de l'infiltration - épandage des eaux 	<p>Fonctions techniques secondaires : aucune</p>			

Environnement

Environnement naturel

<p>Précipitations moyennes annuelles (mm)</p> 	<p>Altitude (m)</p> 	<p>Topographie</p> 	<p>Pente (%)</p> 
<p>Profondeur du sol (cm)</p> 	<p>Saison(s) de culture : juin - septembre Texture du sol : moyen (limons) Fertilité du sol : très riche Matière organique dans la couche arable : pas de données Drainage du sol / infiltration : bon</p>		<p>Capacité de rétention d'eau du sol : pas de données Profondeur estimée de l'eau dans le sol : pas de données Disponibilité de l'eau de surface : excès (par ex. inondation) Qualité de l'eau : pas de données Biodiversité : pas de données</p>

Tolérance aux extrêmes climatiques : augmentation de la température, augmentation des précipitations saisonnières, diminution des précipitations saisonnières, événement de fortes précipitations (intensité et quantité), tempêtes de vent / de poussière, inondations, sécheresses / périodes de sécheresse

En cas de sensibilité, quelles modifications ont été apportées / sont possibles : tolérant aux extrêmes climatiques (adapté aux fortes crues imprévisibles)

Environnement humain

Terres cultivées par ménage (ha) pas de données

	<0,5
	0,5-1
	1-2
	2-5
	5-15
	15-50
	50-100
	100-500
	500-1,000
	1,000-10,000
	>10,000

Exploitants : groupe / communauté, exploitants à petite échelle, exploitants défavorisés
Densité de population : faible
Croissance annuelle de population : 2 - 3%
Propriété foncière : Etat
Droits d'utilisation des terres : individuel
Droits d'utilisation de l'eau : communal (organisé)
Niveau relatif de richesse des exploitants : pauvre - très pauvre

Importance des revenus non agricoles : pas de données
Accès aux services et infrastructures : faible
Economie générale : de subsistance (autosuffisance)
Mécanisation : travail manuel, traction animale
Cheptel pâturant sur les cultures : oui

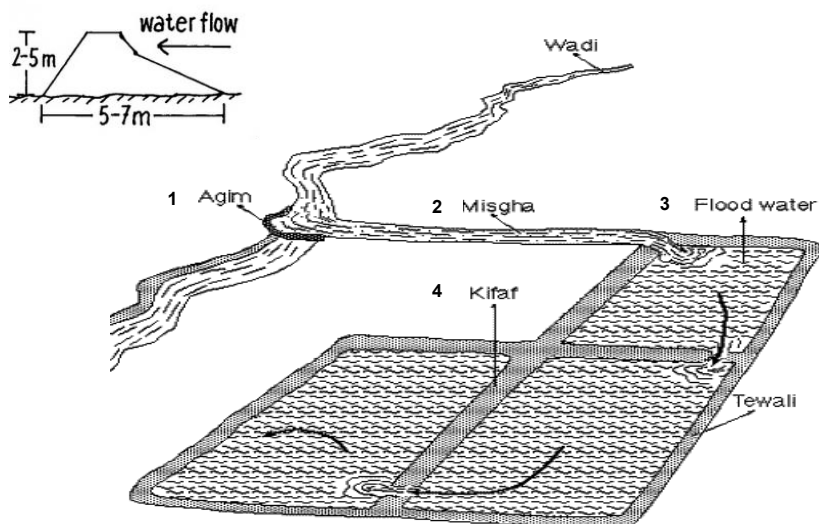


Schéma technique

Coupe d'un *agim* (en haut à gauche) : les éléments d'un système d'irrigation de crue traditionnel ; 1) *agim* ; 2) canal de distribution principal ; 3) champs irrigués ; 4) diguettes en terre. Les flèches indiquent le sens de l'écoulement de l'eau (Mats Gartner)

Activités de mise en œuvre, intrants et coûts

Activités de mise en place

1. Construction de la structure de diversion (*agim*)
2. Construction du canal de distribution principal
3. Construction des canaux de distribution secondaires
4. Construire les digues autour
5. Nivellement des champs

Intrants et coûts de mise en place par ha

Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
Main d'œuvre (12 personnes jours)	pas de données	
Equipement - 4 dromadaires/jours, 10 paires de bœufs/jours pour creusement et labour	pas de données	
Matériaux de construction : troncs d'arbres, broussailles, pierres, rochers, terre	pas de données	
TOTAL	60	100

Activités de maintenance / récurrentes

1. Reconstruction / réparation des structures de diversion (travail collectif de la communauté)
2. Curage / réparation annuels des canaux de distribution
3. Relèvement annuel du niveau
4. Inonder les champs (action communautaire lors de la saison des pluies en amont, juil.-sept.). En général, 3 tours d'irrigation par champ, tous les 15 jours
5. Labour à 15 cm (charrue tirée par les bœufs) pour briser la remontée capillaire de l'eau et créer une barrière contre l'évaporation
6. Semis (10 jours après la dernière crue ; mi-septembre)

Intrants et coûts d'entretien / récurrents et coûts par ha par année

Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
Main d'œuvre (63 personnes jours)	pas de données	
Equipement - dromadaires, bœufs pour creusement et labour	pas de données	
TOTAL	48-96	100

Remarques : les données pour les apports de main-d'œuvre pour la construction / entretien des canaux et des diguettes de champs ne sont pas inclus et ne figurent donc pas dans les tableaux ci-dessus. La reconstruction des *agim* coûte 40% de moins que la mise en place. Le coût total dépend du nombre de reconstructions dans une saison des crues normale (2-4 fois). Le coût annuel (mise en place et entretien) s'élève à 60-156 US\$. Les coûts ont été calculés par unité = *agim* : 10 m long (1 m haut, 3 m large), construit avec un mélange de matériaux (pierres, terre, broussailles).

Evaluation

Impacts de la technologie

Bénéfices de production et socio-économiques +++ augmentation du rendement des cultures +++ augmentation de la qualité du fourrage +++ augmentation de la disponibilité / qualité de l'eau +++ augmentation des revenus agricoles +++ augmentation de la surface de production	Inconvénients au niveau de la production et au niveau socio-économique aucun
Bénéfices socioculturels +++ renforcement des institutions communautaires +++ amélioration de la sécurité alimentaire et de l'autosuffisance	Inconvénients socioculturels aucun
Bénéfices écologiques +++ amélioration de la récupération / collecte des eaux de ruissellement +++ augmentation de l'humidité du sol +++ augmentation en nutriments recyclés / recharge du sol	Inconvénients écologiques aucun
Bénéfices hors-site aucun	Inconvénients hors-site aucun
Contribution au bien-être humain / moyens d'existence pas de données	

+++ : élevé, ++ : moyen, + : faible

Bénéfices / coûts du point de vue de l'exploitant	Bénéfices comparés aux coûts	à court terme	à long terme
	Mise en place	pas de données	pas de données
	Entretien / récurrents	pas de données	pas de données

Acceptation/adoption : il y a une forte tendance (en augmentation) vers une adoption spontanée de la technologie. Une diffusion spontanée s'effectue à travers les basses terres.

Conclusions

Forces → comment les maintenir/améliorer

L'irrigation de crue est à la base des moyens d'existence des communautés rurales des zones arides dans les basses terres du pays.

Faiblesses et → comment les surmonter

Entretien très exigeant en main-d'œuvre et en temps : les réseaux d'adduction sont souvent endommagés / emportés par les grosses crues, les canaux obstrués par de grosses pierres, du gravier et des sédiments grossiers. Il faut réparer / reconstruire tout → pour surmonter ces 3 problèmes, les recommandations ciblent la construction d'ouvrages de diversion des crues et de distribution.

Demande importante pour du bois : tous les ans il faut d'énormes quantités d'arbres pour (re)-construire les structures de diversion → (1) puissent résister à la puissance des fortes crues et détourner efficacement l'eau.

L'efficacité d'irrigation n'est que de 20% à cause de la difficulté à gérer de grandes quantités d'eau en très peu de temps (souvent la nuit) et à cause des pertes par percolation, fuites et évaporation → (2) supprimer la nécessité de couper des arbres.

Référence(s) clé(s) : Abraham Mehari H, Van Steenberg F, Verheijen O, Van Aarst S: Spate Irrigation, Livelihood Improvement and Adaptation to Climate Variability and Change; / Mehretab Tesfai Stroosnijder L: The Eritrean spate irrigation system / Abraham Mehari, Depeweg, H, Schultz B (2005): Hydraulic Performance Evaluation of The Wadi Laba Spate Irrigation System in Eritrea, in Irrigation and Drainage. 54: 389-406; online: Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com).

/ Berhane Haile G, Van Steenberg F: Agricultural Water Management in Ephemeral Rivers: Community Management in Spate Irrigation in Eritrea; in African Water Journal / Berhane Haile G: Community Spate Irrigation in Bada, Eritrea / Mehretab Tesfai, Stroosnijder L (2000): The Eritrean spate irrigation system; on-line: linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378377400001153

Personne à contacter: Abraham Mehari Haile, UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, The Netherlands; A.MehariHaile@unesco-ihe.org



Irrigation par les crues et le ruissellement

Éthiopie - Korbe (*Oromifa*), Runoff floodwater farming (*English*)

L'irrigation par les crues et le ruissellement est une pratique de détournement d'eau provenant de différentes sources afin d'irriguer des légumes, des arbres fruitiers et des cultures de valeur.

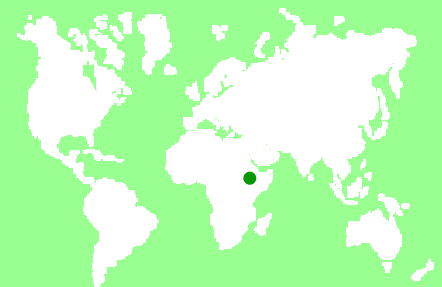
L'utilisation agricole du ruissellement et des crues est une pratique traditionnelle de récolte d'eau qui aide à surmonter le déficit hydrique des sols et les pertes de récoltes dans les zones chaudes et sèches à pluviométrie irrégulière, sur des terres superficielles et très sensibles à l'érosion. L'eau des crues qui suit le lit des rivières éphémères, les routes et les pentes est captée grâce à des digues provisoires de terre et de pierres. Un réseau de canaux creusés à la main – formé par un canal de diversion principal et des canaux secondaires et tertiaires – achemine et distribue l'eau captée aux champs cultivés dans des zones naturellement plates ou nivelées. Le réseau de canaux mesure 200-2000 m. L'eau captée sert à produire des cultures de rente, des légumes et des arbres fruitiers. Les champs irrigués sont divisés en bassins rectangulaires bordés de diguettes pour optimiser le stockage de l'eau et réduire le risque d'érosion.

La gestion du ruissellement et des crues nécessite une réactivité très forte de la part des paysans. Lorsqu'une crue est attendue dans la rivière temporaire, les paysans se précipitent vers le lieu de diversion et érigent la digue en travers du lit de la rivière. De même, chaque paysan entretient le canal qui conduit l'eau dans son champ. Un agenda définit la date et la durée allouées à chaque paysan pour irriguer. Lorsque l'eau arrive dans le champ, elle se répartit par inondation ou par des rigoles qui sont ouvertes et refermées avec un outil local.

Le ratio varie de 10:1 à 100:1 ou plus, entre le point de captage et la zone de production. Les canaux et fossés de diversion sont des structures permanentes pour l'arboriculture ; par contre, les bassins pour les cultures annuelles sont saisonniers. La fertilité du sol est améliorée grâce à des mesures complémentaires telles que le compostage et le paillage. L'entretien, qui consiste à réparer les brèches dans le canal et les fossés d'acheminement, est à refaire avant chaque saison des pluies.

gauche : canal principal de diversion de l'eau des crues, des rivières temporaires vers les champs. Les berges sont stabilisées par recouvrement avec des pierres. (photo : Daniel Danano)

droite : terres cultivables préparées pour la culture par immersion : les bassins permettent de contrôler l'inondation des champs. A l'arrière-plan se trouve le lit de la rivière dont l'eau a été dérivée. (photo : Daniel Danano)



Localisation : Dire Dawa
Région : Harea, Delo Belina, Bishan Bahe
Zone de la technologie : 10 - 100 km²
Pratique de conservation : structure physique et pratique végétale
Stade d'intervention : atténuation / réduction de la dégradation des terres
Origine : développé à l'initiative des exploitants agricoles, traditionnelle, il y a >50 ans
Utilisation des terres : terres cultivées
Climat : semi-aride, subtropical
Référence de la base de données WOCAT : QT ETH037fr sur cdewocat.unibe.ch/wocatQT
Approche similaire/liée : non documentée
Compilé par : Daniel Danano, Ministry of Agriculture and Rural Development
Date : 1^{er} janvier 1970, mise à jour 30 mai 2011



Classification

Problèmes d'utilisation des terres :

- Surpâturage des pentes, sélection de cultures de faible rendement, (point de vue de l'expert)
- Baisse de fertilité et de productivité des sols, précipitations irrégulières (point de vue de l'exploitant)

Utilisation des terres

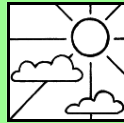


plantations d'arbres ou de buissons (cultures pluviales)



cultures annuelles (cultures pluviales)

Climat



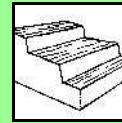
semi-aride, subtropical

Dégradation

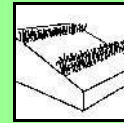


dégradation chimique du sol: baisse de la fertilité du sol et du taux de matière organique

Pratique de conservation



structure physique : fossés étagés / voies d'eau (pour drainer et diriger l'eau)



pratique végétale : couverture d'arbres et d'arbustes

Stade de l'intervention

Prévention
 Atténuation/ Réduction
 Réhabilitation

Origine

Initiatives des exploitants : > 50 ans
 Expérimentation / Recherche
 Introduit de l'extérieur

Niveau de connaissances techniques

Conseiller agricole
 Exploitant

Principales causes de la dégradation des terres :

Causes directes – naturelle : précipitations extrêmes, changements du régime des précipitations saisonnières

Principales fonctions techniques :

- réduction de la pente (importance de la pente)
- récupération de l'eau / augmentation des réserves d'eau

Fonctions techniques secondaires :

- augmentation de l'infiltration
- épandage des eaux
- contrôle du ruissellement dans les ravines: drainage/dérivation

élevé
 moyen
 faible
 insignifiant

Environnement

Environnement naturel

Précipitations moyennes annuelles (mm)

> 4000
 3000-4000
 2000-3000
 1500-2000
 1000-1500
 750-1000
 500-750
 250-500
 < 250

Altitude (m)

> 4000
 3000-4000
 2500-3000
 2000-2500
 1500-2000
 1000-1500
 500-1000
 100-500
 < 100

Topographie

plateau / plaines
 crêtes
 flancs de montagne
 flancs de colline
 piémonts/glacis
 fonds de vallée

Pente (%)

plat
 faible
 moyen
 onduleux
 vallonné
 raide
 très raide

Profondeur du sol (cm)

0-20
 20-50
 50-80
 80-120
 >120

Saison(s) de culture : 210 jours (avril - novembre)
Texture du sol : gros grain / léger (sablonneux)
Fertilité du sol : pauvre
Matière organique dans la couche arable : faible (<1%)
Drainage du sol / infiltration : bon

Capacité de rétention d'eau du sol : pauvre
Profondeur estimée de l'eau dans le sol : pas de données
Disponibilité de l'eau de surface : pas de données
Qualité de l'eau : pas de données
Biodiversité : pas de données

Tolérance aux extrêmes climatiques : tolérance accrue à la sécheresse et aux variations saisonnières

Sensibilité aux extrêmes climatiques : épisodes de fortes précipitations (intensité et quantité), inondations

En cas de sensibilité, quelles modifications ont été apportées / sont possibles : pas de données

Environnement humain

Terres cultivées par ménage (ha)

	<0.5
	0.5-1
	1-2
	2-5
	5-15
	15-50
	50-100
	100-500
	500-1,000
	1,000-10,000
	>10,000

Exploitant : exploitants à petite échelle, exploitants typiques / dans la moyenne
Densité de population : 150 personnes/km²
Croissance annuelle de population : 2 - 3%
Propriété foncière : Etat
Droits d'utilisation des terres : individuel
Droits d'utilisation de l'eau : pas de données
Niveau relatif de richesse des exploitants : moyen, ce qui représente 40% des exploitants

Importance des revenus non agricoles : moins de 10% du revenu. il n'y a pas de différence entre exploitants moyennement riches et pauvres dans ce sens
Accès aux services et infrastructures : faible
Economie générale : de rente / de marché
Mécanisation : travail manuel
Cheptel pâturant sur les cultures : pas de données



Schéma technique

Les champs de culture sont préparés pour les inondations. Les bassins permettent d'inonder les champs de manière contrôlée. (photo : Daniel Danano)

Activités de mise en œuvre, intrants et coûts

Activités de mise en place

1. Arrosage du champ pour une bonne germination. Le champ est arrosé avant les semis, sinon la germination serait affectée
2. Construction des canaux de diversion avec des talus latéraux, de la source de ruissellement jusqu'aux champs. Les talus sont si possible stabilisés avec des pierres (creusés à la pioche pendant la saison sèche)
3. Préparation du lit de semence avant la diversion de l'eau dans les champs : construction de bassins rectangulaires séparés par des diguettes (0,3 m de haut, 0,3 m de large)

Intrants et coûts de mise en place par ha

Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
Main d'œuvre	253	100
Equipement - outils	24	100
Intrants agricoles	106	100
TOTAL	383	100

Activités de maintenance / récurrentes

1. Gestion des crues. Cette activité consiste essentiellement à répartir l'eau dans les champs : recreuser les canaux pour diriger l'eau vers le champ
2. Préparation du lit de semence (la reconstruction des bassins est effectuée chaque saison, avant la diversion de l'eau dans le champ)
3. Entretien régulier/ réparation des canaux de diversion des crues : curage, extraction des sédiments, réparation des brèches des berges

Intrants et coûts d'entretien / récurrents et coûts par ha par année

Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
Main d'œuvre	450	100
Equipement - outils	64	100
Intrants agricoles - semences	300	100
TOTAL	814	100

Remarques : La main d'œuvre requise pour la construction des canaux est élevée. Les coûts de mise en place comprennent la construction du fossé de diversion, la construction des casiers/ préparation du lit de semence, les semences et plants, le désherbage et le binage, l'irrigation, la récolte. Coûts calculés pour 0,5 ha en fruitiers et 0,5 ha en cultures légumières.

Evaluation

Impacts de la technologie

Bénéfices de production et socio-économiques

- +++ augmentation du rendement des cultures
- +++ augmentation des revenus agricoles
- +++ augmentation de la qualité et production du fourrage
- +++ augmentation de la production de bois

Inconvénients au niveau de la production et au niveau socio-économique

- + perte de terres

Bénéfices socioculturels

- +++ réduction des conflits
- +++ renforcement des institutions communautaires

Inconvénients socioculturels

aucun

Bénéfices écologiques

- +++ augmentation du taux d'humidité du sol
- +++ réduction du ruissellement de surface
- +++ recharge de la nappe phréatique / aquifère
- +++ augmentation en nutriments recyclés / recharge du sol
- +++ réduction des pertes de sol

Inconvénients écologiques

aucun

Bénéfices hors-site

- +++ réduction des inondations en aval
- +++ augmentation du débit des cours d'eau en saison sèche
- +++ réduction de sédimentation en aval

Inconvénients hors-site

aucun

Contribution au bien-être humain / moyens d'existence

no data

+++ : élevé, ++ : moyen, + : faible

Bénéfices / coûts du point de vue de l'exploitant

Bénéfices comparés aux coûts	à court terme	à long terme
Mise en place	positifs	très positifs
Entretien / récurrent	très positifs	très positifs

Le bénéfice net est positif à cause de l'augmentation rapide de la production

Acceptation/adoption : 100% des familles d'exploitants ont mis en œuvre la technologie volontairement. 100% des exploitants agricoles qui ont appliqué la technique l'ont fait de leur propre gré, sans incitation autre que des conseils techniques. Les compétences et le soutien local sont suffisants pour diffuser la technologie. Il y a une tendance modérée(en augmentation) à l'adoption spontanée de la technologie.

Conclusions

Forces → comment les maintenir/améliorer

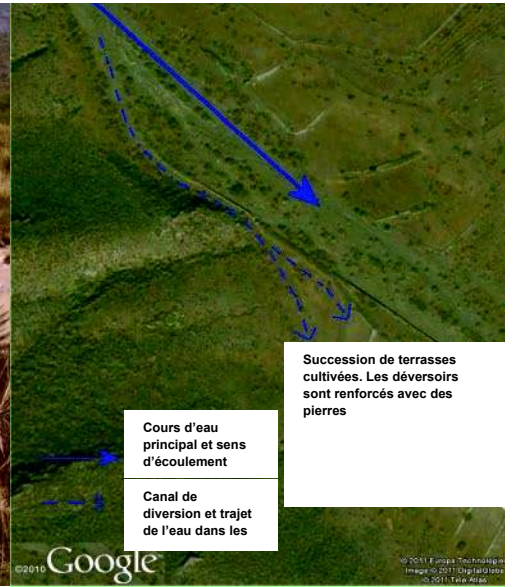
- Amélioration de l'effet bénéfique des pluies → maintenance du système des canaux.
- Réduction de l'évaporation grâce au paillage → renforcer la pratique du paillage.
- Facilite la formation des coopératives → renforcer le système de gestion dans les coopératives.
- Augmentation des revenus → introduction de nouvelles variétés de cultures et fruits.
- Amélioration de la productivité de la terre → accès aux services financiers.

Faiblesses et → comment les surmonter

- Augmentation de la charge de travail : la construction des fossés de diversion, la préparation des bassins d'irrigation, la répartition de l'eau des crues et l'entretien/ réparation de structures sont très exigeants en main d'œuvre → fournir des outils agricoles améliorés pour des opérations plus efficaces ; organiser des groupes de partage de travail pour diminuer les problèmes de main d'œuvre. Construire des structures permanentes en tête de diversion (béton) et revêtir l'intérieur.
- Inéquité sociale : seuls les fermiers ont accès à la technologie (coûts élevés) → la mise à disposition de crédits résoudrait le problème financier et l'amélioration du marché pourrait motiver les exploitants à s'engager dans le processus.
- Perte de terres (à cause des structures de conservation) → compensée par le bénéfice de la production augmentée.

Référence clé : Danano, D (2008, unpublished): Soil and Water Conservation Practices for Sustainable Land Management

Personne à contacter : Daniel Danano, Ministry of Agriculture and Rural Development, Addis Ababa, Ethiopia; ethiocat@ethionet.et



Récolte d'eau pour l'irrigation par dérivation de cours d'eaux

Espagne - Boqueras (Spanish)

Récolte d'eau à partir de cours d'eau intermittents vers les champs et terrasses proches, lors des crues.

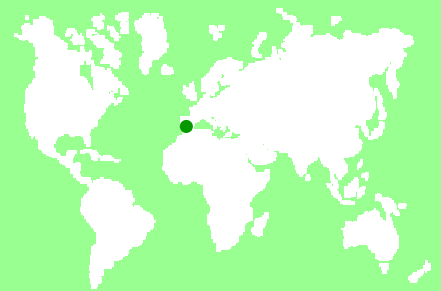
La pénurie d'eau est l'un des plus importants facteurs limitants pour l'agriculture dans le S-E de l'Espagne. La restauration des structures traditionnelles de récolte d'eau pourrait résoudre en partie le problème. Nombre de ces structures existaient déjà aux époques arabe et romaine ; elles étaient aussi très présentes en Afrique du Nord et au Moyen-Orient. Mais de nos jours, en Espagne, la plupart sont abandonnées ou oubliées. Nous décrivons ici la technologie d'une diguette en terre ou en pierres qui dérive l'eau des crues de cours d'eau temporaires vers des champs plantés d'amandiers et/ou de céréales. L'eau dérivée inonde temporairement les champs et les irrigue. Selon la pente et la quantité d'eau récoltée, les champs sont organisés en terrasses uniques ou en escaliers. La construction de terrasses est nécessaire lorsque la pente dépasse ~3%, afin de diminuer la pente et de retenir l'eau le plus longtemps possible. L'eau est conduite d'une terrasse à l'autre par de petits déversoirs créés dans chaque terrasse. Il est préférable de renforcer les déversoirs avec des pierres afin d'éviter le ravinement des berges. L'apport supplémentaire d'eau de surface peut faire doubler le rendement en amandes. L'utilisation de ces structures de récolte d'eau n'est possible que dans certaines conditions environnementales et topographiques. Les champs cultivés doivent se trouver à faible distance d'un cours d'eau intermittent (<~50m) qui doit être alimenté par une zone amont suffisamment grande pour fournir des quantités d'eau significatives lors des précipitations. Ce système permet de récolter l'eau jusqu'à 8 fois par an, surtout au printemps et à l'automne, au cours des épisodes de fortes pluies. Un système de Boquera bien conçu peut fournir jusqu'à 550 mm d'eau en plus dans des régions dont la pluviométrie ne dépasse pas 300 mm.

Le but de cette technologie est d'augmenter le rendement des cultures. Elle contribue également à diminuer l'intensité des inondations et les dégâts causés par celles-ci en réduisant le débit des cours d'eau intermittents.

Pour récolter de l'eau, il faut d'abord identifier un site adapté à la construction d'une structure de diversion, ce qui nécessite une estimation du débit, basée sur de simples observations de terrain au cours des précipitations et sur les savoirs locaux des exploitants. Cependant, il est important de vérifier si des activités en amont (p.ex. des élevages) sont susceptibles d'affecter la qualité de l'eau et d'évaluer les conséquences éventuelles de la collecte d'eau en aval. La construction d'une structure de récolte d'eau est soumise à une autorisation des autorités compétentes. La structure nécessite la construction d'une petite digue (1 m de haut) au centre ou sur le bord d'un cours d'eau. Selon la taille, la digue peut être construite à la pelle ou à la pelleteuse. La structure de récolte d'eau doit être surveillée et entretenue après chaque épisode important de crue. Si la structure est renforcée avec du béton, l'entretien n'aura besoin d'être fait qu'environ tous les 5 ans.

La profondeur des sols est en général faible à moyenne (20-60 cm) et les pentes faibles à modérées (5-15%). Le climat est semi-aride avec une pluviométrie annuelle d'environ 300 mm. Les sécheresses d'été durent régulièrement plus de 4-5 mois et le taux d'évapotranspiration annuel dépasse souvent 1000 mm.

gauche : l'eau coule dans un système traditionnel de canaux (*acequia*) vers des terrasses d'amandiers. (photo : Joris de Vente)
droite : vue aérienne d'un système traditionnel de récolte d'eau (*boquera*) dans le S-E de l'Espagne. (photo : Google)



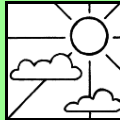

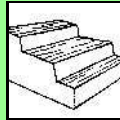
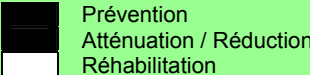
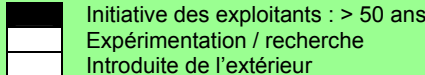
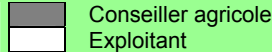
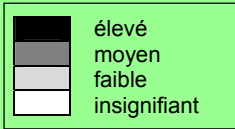


Localisation / région : Murcia, Guadalentín
Surface de la technologie : < 0.1 km² (10 ha)
Pratique de conservation : structure physique
Stade d'intervention : prévention de la dégradation des terres, atténuation / diminution de la dégradation des terres
Origine : développé à l'initiative des exploitants agricoles, traditionnelle, il y a > 50 ans
Utilisation des terres : cultures
Climat : semi-aride, subtropical
Référence de la base de données WOCAT : QT SPA04 sur cde.wocat.unibe.ch/wocatQT
Approche similaire/liée : non documentée
Compilé par : Joris de Vente, EEZA-CSIC
Date : 12 juin 2008, mise à jour 1^{er} juillet 2011



Classification

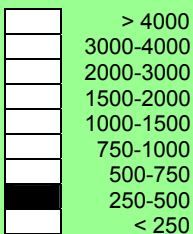
Problèmes d'utilisation des terres : il existe un déficit d'eau pour l'irrigation, ce qui limite le nombre et la variété des cultures et le rendement des cultures sèches. Ce manque d'eau disponible limite grandement le potentiel de production du sol et se traduit par une faible couverture végétale/culturale. L'érosion assez importante des sols provoque divers problèmes hors-site liés (p.ex. inondations, sédimentation dans les retenues) et des problèmes sur le site (p.ex. la formation de ravines et la perte de la couche arable du sol).

Utilisation des terres	Climat	Dégradation	Pratique de conservation
 culture d'arbres et arbustes (pluviales)  agroforesterie	 semi-aride, subtropical	 dégradation hydrique : aridification	 structure physique : terrasses à pente inclinée en avant (pente de la terrasse < 6%)
Stade d'intervention	Origine	Niveau de connaissances techniques	
			
<p>Principales causes de la dégradation des terres : Causes directes - naturelles : sécheresses</p>			
<p>Principales fonctions techniques : - récolter l'eau / augmenter la réserve en eau - contrôle de l'écoulement : retenir / capter - contrôle de l'écoulement : empêcher / retarder - contrôle de l'écoulement : drainer / détourner - augmentation de l'infiltration</p>		<p>Fonctions techniques secondaires : - répartition de l'eau</p> 	

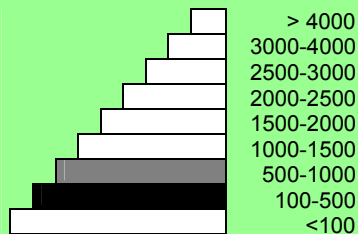
Environnement

Environnement naturel

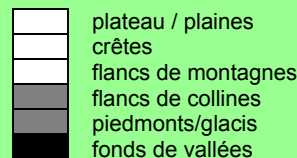
Précipitations moyennes annuelles (mm)



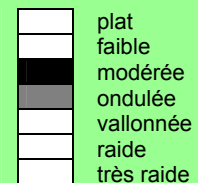
Altitude (m)



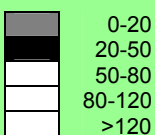
Topographie



Pente (%)



Profondeur du sol (cm)



Saison(s) de culture : 220 jours (novembre à juin)
Texture du sol : moyenne (limons)
Fertilité du sol : faible
Matière organique dans la couche arable : moyen (1-3%)
Drainage du sol/infiltration : faible (asphyxie/croûtage)

Capacité de rétention d'eau du sol : moyen
Profondeur estimée de l'eau dans le sol : 5 - 50 m
Disponibilité de l'eau en surface : faible / nulle
Qualité de l'eau : usage agricole uniquement
Biodiversité : faible

Tolérance aux extrêmes climatiques : augmentation de la température, augmentation saisonnière des précipitations, tempêtes de vent / poussière, sécheresses / périodes sèches, raccourcissement de la saison de culture

Sensibilisation aux extrêmes climatiques : diminution saisonnière des précipitations, épisodes de pluies violentes (intensité et quantité), inondations

En cas de sensibilité, quelles modifications ont été apportées / sont possibles : en fonction du type de culture, sensibilité aux variations de disponibilité de l'eau dans ce milieu semi-aride.

Environnement humain

Surface par ménage (ha)

	<0,5
	0,5-1
	1-2
	2-5
	5-15
	15-50
	50-100
	100-500
	500-1,000
	1,000-10,000
	>10,000

Exploitants : petits exploitants individuels typiques, surtout des hommes
Densité de population : 10-50 personnes/km²
Croissance annuelle de la population : < 0.5%
Propriété foncière : individuel, titres
Droits d'utilisation des terres : individuel (la plupart des terres sont privées). Les cours d'eau ne sont pas privés. Un permis est nécessaire pour construire une structure de diversion de l'eau. Une partie des maquis et forêts est propriété de l'Etat.
Droit d'utilisation de l'eau : individuel. Les droits d'utilisation de l'eau sont fournis et contrôlés par le service de l'eau du bassin de la Segura (CHS.)
Niveau moyen de richesse : moyen, ~ 80% des usagers. 75% de la surface des terres appartient à des exploitants moyens

Importance des revenus non agricoles : > 50% des revenus : pas de différence entre ceux qui mettent la technologie en œuvre et les autres. La plupart des fermiers ont un revenu, par exemple de la chasse, du travail en usine ou dans un bureau.
Accès aux services et infrastructures : moyen : emploi, énergie ; élevé : santé, éducation, assistance technique, marchés, routes et transports, eau potable et assainissement, services financiers
Orientation du marché : de rente / marchés
Mécanisation : mécanisé
Cheptel pâturant sur les cultures : oui

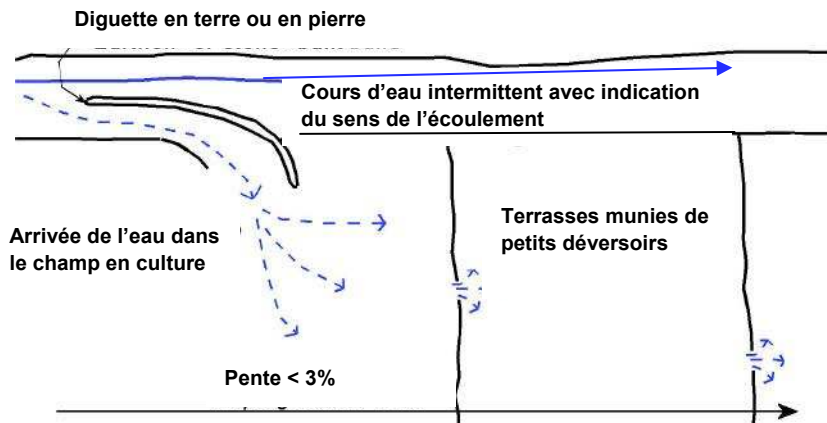


Schéma technique

Schéma d'une structure de récolte d'eau composé d'une diguette en terre ou en pierre et qui redirige l'eau vers les cultures. Les champs sont répartis sur plusieurs terrasses afin de diminuer la pente et retenir plus longtemps l'eau dans les champs et afin de permettre à l'eau de s'infiltrer au maximum. Selon le débit d'eau prévu, plusieurs déversoirs par terrasse peuvent être créés pour éviter un débit trop élevé dans chaque déversoir. (Joris de Vente)

Activités de mise en œuvre, intrants et coûts

Activités de mise en place

1. Construction d'une diguette (barrage)

Intrants et coûts de mise en place par ha

Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
Main d'œuvre	150	100
Équipement - utilisation de machines	350	100
Matériel de construction - ciment	400	100
TOTAL	900	100

Activités d'entretien/récurrentes

1. Remise en état de la diguette

Intrants et coûts d'entretien/récurrentes par ha et par an

Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
Main d'œuvre	4	100
Équipement - utilisation de machines	12	100
Matériel de construction - ciment	25	100
TOTAL	41	100

Remarques : les coûts et prix de la main d'œuvre et du ciment sont des facteurs déterminants du coût global. Les coûts sont indiqués sur la base d'une diguette de 5x1x1 mètres. Comme l'entretien doit être fait tous les 5 ans, les coûts annuels sont divisés par 5. Salaire local moyen 79 US\$/jour (prix au printemps 2008).

Evaluation

Impacts de la technologie

Bénéfices de production et socioéconomiques

- +++ augmentation du rendement des cultures
- +++ augmentation du revenu agricole
- ++ augmentation de la disponibilité en eau d'irrigation / qualité
- + réduction du risque d'échec des cultures

Inconvénients de production et socioéconomiques

- + augmentation des dépenses pour les intrants des cultures

Bénéfices socioculturels

- ++ amélioration des connaissances sur la conservation / l'érosion

Inconvénients socioculturels

- + augmentation des conflits à cause des effets sur aval

Bénéfices écologiques

- ++ amélioration de la récolte / utilisation de l'eau
- + augmentation de la quantité de l'eau
- + augmentation de l'humidité du sol
- + réduction du ruissellement de surface
- + amélioration du drainage de l'eau en excès
- + recharge des nappes phréatiques et aquifères

Inconvénients écologiques

aucun

Bénéfices hors-site

- + réduction des inondations en aval
- + réduction des dégâts sur infrastructures publiques / privées

Inconvénients hors-site

aucun

Contribution au bien-être humain / conditions d'existence

+ aux époques romaine et arabe où la plupart des structures étaient opérationnelles, la productivité était plus importante. De nos jours, la plupart d'entre elles ont été abandonnées. Celles qui fonctionnent permettent d'augmenter les rendements des cultures.

+++ : élevé, ++ : moyen, + : faible

Bénéfices/coûts selon l'exploitant

	Bénéfices comparé aux coûts	à court terme	à long terme
mise en place		négatif	positif
entretien/récurrent		positif	positif

La mise en œuvre de la technologie est assez coûteuse. Après installation, l'entretien est peu coûteux et rapporte car la productivité est augmentée.

Acceptation/adoption : 100% des familles d'exploitants ont mis la technologie en œuvre de manière volontaire. Il n'existe pas de tendance croissante à l'adoption de la technologie. Une grande partie de ce savoir est perdu et n'est plus appliqué ou entretenu.

Conclusions

Points forts et → comment les maintenir/améliorer

Cette technologie est très efficace car elle augmente la disponibilité en eau pour les cultures ; elle permet ainsi d'augmenter les rendements et les revenus agricoles → stocker temporairement l'eau récoltée dans une citerne pour irriguer au goutte à goutte en période de besoin.

La technologie permet de profiter de l'eau des crues qui est perdue à cause de l'irrégularité et de la brièveté de l'écoulement → trouver l'endroit le plus adapté pour les structures de récolte d'eau en utilisant une approche de modélisation.

Points faibles et → comment les surmonter

Les coûts de mise en œuvre sont assez élevés lorsque les diguettes sont construites en béton → utiliser des matériaux bon marché et disponibles sur place (pierres des champs). Cependant, il est important de faire en sorte que la construction soit aussi résistante que possible aux épisodes de crues.

Cette technique de récolte d'eau est surtout intéressante pour la culture pluviale à petite et moyenne échelle. La culture intensive irriguée nécessite davantage d'eau et une garantie de disponibilité indépendante des épisodes de crue → pour l'agriculture irriguée intensive, cette technologie peut servir de source d'eau (stockage de l'eau en citerne pour les périodes de besoin).

Les fermiers la trouvent chère à mettre en œuvre ; l'imprévisibilité des épisodes pluvieux ne garantit pas d'avoir de l'eau → subventions pour aider à installer les structures là où c'est faisable. C'est pourquoi il est indispensable de bien évaluer les volumes potentiels d'eau avant toute construction.

Référence(s) clé(s) : Frot, E., van Wesemael, B., Benet, A.S. and House, M.A., 2008. Water harvesting potential in function of hillslope characteristics: A case study from the Sierra de Gador (Almeria province, south-east Spain). *Journal of Arid Environments*, 72(7): 1213-1231

Personne(s) à contacter : Joris de Vente, EEZA-CSIC, Joris@sustainable-ecosystems.org



Seuils d'épandage pour la valorisation des vallées d'oued dégradées

Tchad - *Water-spreading weirs for the development of degraded dry river valleys (anglais)*

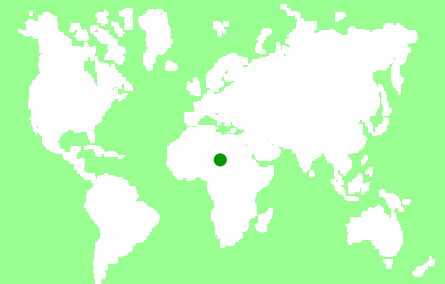
Les seuils d'épandage des crues sont des structures qui traversent toute la largeur d'une vallée pour répartir l'eau des crues sur les terres environnantes.

Au cours des 12 dernières années, les seuils d'épandage des crues ont été introduits et améliorés en tant que technique nouvelle de réhabilitation des vallées d'oueds dégradés au Burkina Faso, au Niger et au Tchad. Au Tchad, 104 seuils d'épandage ont été construits dans le cadre de deux projets de développement initiés par la Coopération technique allemande (GIZ) et la Direction du développement et de la coopération suisse (DDC), dans les années 1990. Les seuils d'épandage sont construits avec des pierres locales et du ciment ; ils forment un déversoir situé dans le lit existant de la rivière, prolongé par des culées et des digues latérales. L'eau des crues se répand sur les terres situées en amont de l'ouvrage, puis elle passe éventuellement au-dessus des digues de prolongement pour refluer vers dans le lit de la rivière en aval de l'ouvrage, inondant les terres en aval du seuil. L'étalement en largeur de l'eau provoque l'inondation des terres au-dessus et en-dessous de la structure, tout en leur apportant des sédiments. L'eau s'infiltré, les ravines de la vallée sont comblées et le lit de la rivière remonte. Grâce à l'infiltration, le niveau de la nappe phréatique remonte aussi en quelques années.

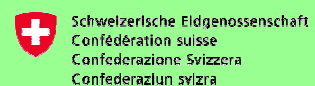
Dans les vallées sèches où l'eau ne coule dans les rivières que quelques jours par an, les seuils servent à répartir l'eau des crues sur le fond de la vallée afin qu'un maximum d'eau s'infiltré dans le sol. L'aquifère peut ainsi se recharger et est disponible pour l'usage agricole. Contrairement aux divers types de barrages, les seuils d'épandage ne créent pas des réservoirs pour un usage ultérieur ; ils provoquent une inondation temporaire des terres environnantes en amont et en aval du seuil. Selon les besoins des exploitants, l'objectif principal peut être : 1) l'usage agricole, 2) l'usage sylvo-pastoral, 3) la recharge et le rehaussement du niveau de la nappe phréatique. Les seuils d'épandage de crues nécessitent une planification technique détaillée et l'intervention d'entreprises d'ingénierie et de construction expérimentées. Le gros du travail est effectué avec des matériaux locaux et par des artisans et travailleurs des villages locaux.

Contrairement aux petites retenues d'eau, aux bassins de rétention et aux micro-seuils d'épandage, les seuils d'épandage des crues sont particulièrement bien adaptés aux vallées larges et peu profondes qui, en raison d'un ravinement profond, ne sont plus inondées par les crues de petit et moyen volume. L'inondation ne peut plus avoir lieu car le lit de la rivière a été profondément érodé et élargi. Cependant, les seuils d'épandage sont aussi adaptés pour améliorer la productivité agricole dans des fonds de vallées relativement intacts. Ils sont efficaces dans des régions où les précipitations sont irrégulières pendant la saison des cultures et où ils contribuent à mieux répartir dans le temps l'approvisionnement en eau des cultures, de même que dans des zones où l'apport d'eau permet de rajouter une ou deux saisons de culture supplémentaires. A l'heure actuelle, ils sont utilisés dans une vaste zone où la pluviométrie annuelle varie de 50 à 1200 mm/an.

gauche : vue aérienne d'un seuil d'épandage des eaux. (photo : Heinz Bender)
droite : seuil d'épandage des crues pendant la saison des pluies. (photo : Heinz Bender)




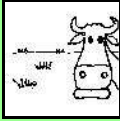
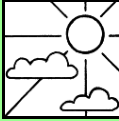
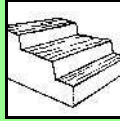


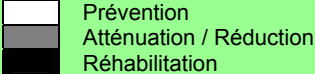
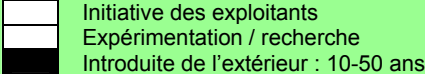
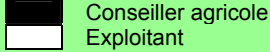
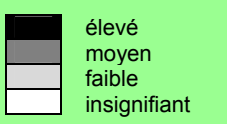
Localisation : Ouaddai-Biltine, Seuils, Ennedi, Wadi Fira, Biltine, Iriba, Guereda, Abéché, Salamat Ouaddai Goz Beida
Région : est, nord-est et sud-est du Tchad
Surface de la technologie : 20 km²
Pratique de conservation : structure physique
Stade d'intervention : réhabilitation / régénération de terres dénudées
Origine : développée à l'extérieur / introduite par des projets, il y a 10-50 ans
Utilisation des terres : cultures
Climat : semi-aride, subtropical
Références de la base de données WOCAT : QT CHA001 en sur cdewocat.unibe.ch/wocatQT
Approche similaire/liée : non documentée
Compilé par : Heinz Bender Wybergstrasse 41, CH-8542 Wiesendangen. Switzerland
Date : 08 mars 2012



Swiss Agency for Development and Cooperation SDC

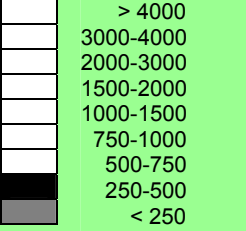
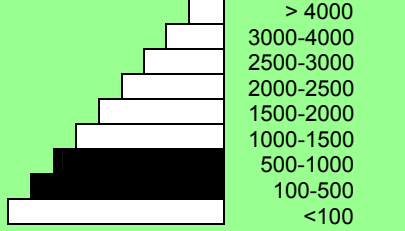
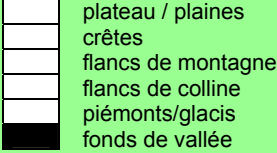

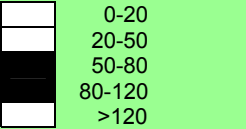
Classification

Problèmes d'utilisation des sols : la pénurie d'eau pour l'irrigation des cultures limite à la fois la diversité des cultures à planter et les rendements des cultures sèches. Ce manque de disponibilité de l'eau limite aussi le potentiel de production des sols et se traduit par une faible couverture végétale/de culture. Le taux d'érosion assez élevé provoque divers problèmes hors-site (inondations, sédimentation dans les retenues/réservoirs) et sur-site (ravinement et perte de la couche arable).

Utilisation des terres	Climat	Dégradation	Pratique de conservation
 cultures annuelles (post-cruée)	 pâturage extensif (pluvial)	 semi-aride, subtropical	 structure physique : digues / diguettes / talus
 dégradation de l'eau : aridification	 érosion hydrique : perte du sol de surface par l'eau, ravinement		
Stade d'intervention	Origine	Niveau de connaissances techniques	
			
<p>Principales causes de la dégradation des terres : Causes directes - naturelles : sécheresses</p>			
<p>Principales fonctions techniques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - contrôle du ruissellement : retenir / piéger - contrôle du ruissellement : empêcher / retarder - augmentation du niveau de la nappe / recharge de la nappe phréatique - récolte d'eau / augmentation des réserves d'eau - répartition de l'eau - rétention/piégeage des sédiments, récolte de sédiments 		<p>Fonctions techniques secondaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - amélioration de l'infiltration - répartition et diversification de l'usage des terres 	
			

Environnement

Environnement naturel

Précipitations moyennes annuelles (mm)	Altitude (m)	Topographie	Pente (%)
			
<p>Profondeur du sol (cm)</p> 	<p>Saison(s) de culture : 70-80 jours (juin - septembre) Texture du sol : fine / lourde (argiles) Fertilité du sol : élevée Matière organique dans la couche arable : moyenne (1-3%) Drainage du sol / infiltration : moyen</p>		<p>Capacité de rétention d'eau du sol : moyenne Profondeur estimée de l'eau dans le sol : 5 - 50m Disponibilité de l'eau de surface : en excès (crues), faible / nulle Qualité de l'eau : bonne qualité de l'eau potable Biodiversité : moyenne</p>
<p>Tolérance aux extrêmes climatiques : augmentation de la température, augmentation saisonnière des précipitations, épisodes pluvieux importants (intensité et quantité), tempêtes de vent / de poussière, inondations</p>			
<p>Sensibilité aux extrêmes climatiques : pas de données</p>			
<p>En cas de sensibilité, quelles modifications ont été apportées / sont possibles : pas de données</p>			

Environnement humain

Terres cultivées par ménage (ha)

■	<0.5
■	0.5-1
■	1-2
■	2-5
■	5-15
■	15-50
■	50-100
■	100-500
■	500-1,000
■	1,000-10,000
■	>10,000

Exploitant : groupes / communautés
Densité de population : <10 personnes/km²
Croissance annuelle de population : 1-2%
Propriété foncière : communal / village
Droits d'utilisation des terres : individuel
Droits d'utilisation de l'eau : conventions orales
Niveau relatif de richesse des exploitants : pauvre, ce qui représente 40% des exploitants

Importance des revenus non agricoles : moins de 10% des revenus:
Accès aux services et infrastructures : pas de données
Economie générale : mixte (subsistance et commerciale)
Mécanisation : surtout travail manuel
Cheptel pâturant sur les résidus de cultures : peu (le bétail prédomine dans les régions du nord. Plus au sud, les fermiers cultivent du millet, du sorgho, des arachides et du sésame).

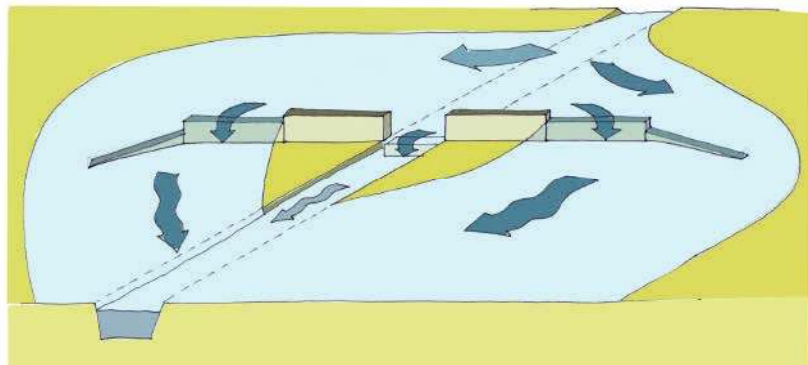


Schéma technique

Seuil d'épandage d'eau avec le déversoir (chaussée), les culées latérales et les digues de prolongement. (Heinz Bender).

Activités de mise en œuvre, intrants et coûts

Activités de mise en place	Intrants et coûts de mise en place par ha		
	Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
1. Creusement des marches			
2. Creusement des fondations des murs			
3. Coulage du béton pour les fondations			
4. Construction des murs			
5. Finitions de murs et remplissage du bassin à sédimentation			
	Main d'œuvre	750	100
	Equipement	750	0
	Matériaux de construction - pierres	750	0
	TOTAL	2'250	33.33

Activités de maintenance / récurrentes	Intrants et coûts d'entretien / récurrents et coûts par ha par année		
	Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
Réparations en fonction des besoins	Main d'œuvre	50	100
	Equipement	50	0
	Matériaux de construction - pierres	50	0
	TOTAL	150	33.33

Remarques : Les coûts ont été calculés pour une structure (un seuil d'épandage). La longueur du seuil dépend de la largeur de la vallée dans laquelle il est construit. Le seuil doit aller d'un bord de la vallée à l'autre ; la largeur de celle-ci peut varier de 100 à 1'000 m.

Evaluation

Impacts de la Technologie

Bénéfices de production et socioéconomiques

- +++ augmentation des rendements des cultures
- +++ augmentation des revenus agricoles
- ++ augmentation de la disponibilité en eau d'irrigation / qualité
- + réduction des risques d'échec de production

Inconvénients de production et socioéconomiques

aucun

Bénéfices socioculturels

- +++ renforcement des institutions communautaires
- +++ amélioration de la situation des groupes défavorisés
- +++ amélioration de la sécurité alimentaire / autosuffisance
- ++ atténuation des conflits
- ++ amélioration des connaissances en conservation / érosion
- ++ amélioration de la santé
- ++ diversification et création d'activités
- ++ amélioration des compétences en planification
- ++ réduction de la pauvreté
- + formation des personnes en construction de seuils

Inconvénients socioculturels

aucun

Bénéfices écologiques

- +++ augmentation de la quantité d'eau
- +++ amélioration de la récolte / stockage de l'eau
- +++ augmentation du taux d'humidité du sol
- +++ réduction du ruissellement
- +++ recharge de la nappe phréatique / aquifères
- +++ augmentation de la biomasse au-dessus du niveau C
- +++ réduction de la perte de terre
- ++ augmentation de la recharge du cycle des éléments nutritifs
- ++ augmentation du taux de matière organique sous le niveau C
- ++ augmentation de la diversité animale
- ++ augmentation de la diversité végétale
- ++ augmentation / maintien de la diversité des habitats

Inconvénients écologiques

aucun

Bénéfices hors-site

- +++ augmentation de la disponibilité de l'eau
- +++ réduction des inondations en aval
- +++ réduction de la sédimentation en aval
- +++ amélioration de l'effet tampon / capacité de filtration

Inconvénients hors-site

aucun

Contribution au bien-être humain / moyens d'existence

- +++ sécurité alimentaire, amélioration de l'accès à l'eau donc moins de charge de travail pour les femmes, revenus supplémentaires, moins d'émigration des hommes à la recherche de travail

+++ : élevé, ++ : moyen, + : faible

Bénéfices / coûts du point de vue de l'exploitant

Bénéfices comparés aux coûts	à court terme	à long terme
Mise en place	négatifs	très positifs
Entretien / récurrent	légèrement positifs	très positifs

Selon l'expérience et la disponibilité en main d'œuvre des exploitants, il faut de 2 à 10 ans pour que la zone de terre réhabilitée atteigne son potentiel d'utilisation optimal.

Acceptation/adoption : 100% des familles d'exploitants ont mis la technologie en œuvre avec un soutien matériel externe. Entre 4'000 et 8'000 ménages bénéficient directement de la construction de seuils d'épandage d'eau dans l'est du Tchad. Il n'existe pas de tendance spontanée (croissante) à l'adoption de la technologie. Il est peu probable que les communautés puissent adopter cette technologie sans aide extérieure. Même pour les activités d'entretien, il n'est pas sûr que les communautés puissent financer des travaux plus conséquents avec leurs très petits budgets.

Conclusions

Points forts → comment les maintenir/améliorer

La construction de seuils d'épandage des crues entraîne une inondation périodique des terres qui reçoivent de l'eau et des sédiments. Ainsi, la surface de terres arables et le rendement des cultures pluviales vivrières augmente → assurer un entretien correct du système.

L'inondation plus fréquente des terres augmente l'infiltration d'eau ; le niveau de la nappe phréatique augmente considérablement.

Avant la réhabilitation, dans la plupart des sites, une seule culture pluviale était possible, avec parfois une culture irriguée sur de petites parcelles. Après, en plus de l'augmentation des surfaces de cultures pluviales, il est devenu possible de faire une culture de contre saison (après les pluies) et, après rehaussement du niveau de la nappe, une autre culture de décrue irriguée → agrandir les seuils d'épandage des crues pour augmenter le nombre de personnes qui bénéficient de la technologie.

Les cultures irriguées et de contre-saison permettent de diversifier la production agricole et d'augmenter les revenus (culture de rente) → améliorer l'accès aux marchés.

La capacité des seuils d'épandage des crues à réguler et à capter les crues saisonnières permet de stabiliser la production ; c'est une technique efficace d'adaptation au changement climatique dans des régions souffrant d'une variabilité croissante de la pluviométrie.

Points faibles → comment les surmonter

Il est probable qu'un tiers des seuils devront être complètement renouvelés tous les 20 ans → cette rénovation devrait coûter environ 10% du coût initial de construction.

L'entretien des seuils par les comités de gestion reste un point faible. Les fonds provenant des taxes des usagers des parcelles sont souvent mal collectés et restent trop faibles pour couvrir les coûts. Certains comités de gestion s'affaiblissent et négligent leur tâche.

Malgré le fort potentiel d'utilisation des seuils d'épandage des crues et les résultats prometteurs, leur mise en œuvre continuera à moyen terme à dépendre de financements extérieurs car les budgets communaux ne pourront pas financer des investissements aussi importants → trouver et capter de nouvelles sources de financements.

Le savoir-faire et l'expérience de construction des seuils d'épandage de crues restent limités à quelques pays → diffuser les connaissances plus largement.

Référence(s) clés : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) (2011). Water-spreading weirs for the development of degraded dry river valleys. Experience from the Sahel. Frankfurt and Eschborn, GIZ and KFW (<http://www.gtz.de/de/dokumente/giz2012-en-water-spreading-weirs-sahel.pdf>) / Direction du développement et de la coopération DDC (2012). Gestion des eaux de ruissellement dans le Tchad sahélien. Bern, DDC. (http://www.gopa.de/uploads/tx_bdojobopps/PRODOC_Tchad.pdf)

Personne(s) à contacter : Heinz Bender, Wybergstrasse 41, CH-8542 Wiesendangen, heinz_bender@bluewin.ch / Alexander Schöning, alexander.schoening@giz.de / Dieter Nill, dieter.nill@giz.de



Jessour

Tunisie - *Jesser, Katra (arabe)*

Le Jessour est une technique ancienne de récolte des eaux de ruissellement, très utilisée dans les zones montagneuses arides

La technologie du *Jessour* est utilisée dans des régions arides (moins de 200 mm par an) et montagneuses, à pente moyenne à élevée. Elle a été à l'origine de la création de très anciens vergers d'oliviers basés sur l'agriculture pluviale dans des régions très accidentées, ce qui permettait à la population locale d'être autosuffisante mais aussi de fournir des produits agricoles (huile d'olive, figes séchées, dattes, etc.) aux régions voisines.

Jessour est le pluriel de *jessr*, qui est le nom d'une installation hydraulique composée de trois éléments : l'impluvium, la terrasse et la digue. L'impluvium ou bassin versant est la surface qui collecte et concentre l'eau de ruissellement. Il est délimité par la ligne naturelle de partage des eaux (une ligne qui délimite une zone de captage sur laquelle toute la pluie qui tombe coule vers le même cours d'eau). Chaque installation a son propre impluvium mais peut aussi recevoir l'eau en excès des installations en amont. La terrasse ou zone de culture permet de pratiquer l'agriculture. Elle se forme progressivement grâce à l'apport des sédiments qui créent un sol artificiel, atteignant jusqu'à 5 m d'épaisseur près de la digue. En général, des arbres fruitiers (p.ex. oliviers, figuiers, amandiers et palmiers dattiers), des légumineuses (p.ex. pois, pois chiches, lentilles et fèves), de l'orge et du blé sont cultivés sur ces terrasses.

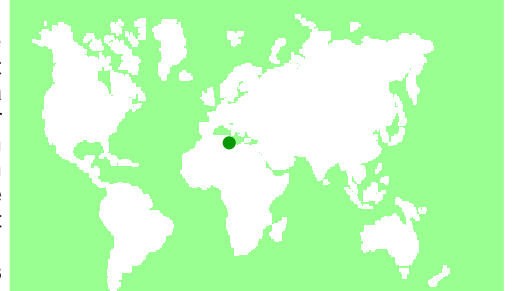
Bien que la technique du *jessour* ait d'abord été développée pour la production de diverses cultures agricoles, elle remplit aussi trois fonctions supplémentaires : 1) recharge des aquifères grâce à l'infiltration de l'eau dans les terrasses, 2) contrôle des crues et protection des infrastructures et des villes construites en aval et 3) contrôle de l'érosion éolienne en évitant que les sédiments n'atteignent les plaines en aval où la vitesse du vent peut être particulièrement élevée.

La digue (*tabia, sed, katra*) d'un *Jessour* agit comme une barrière qui retient les sédiments et l'eau de ruissellement. Ce genre de digue est construite en terre et est équipée d'un déversoir central et/ou latéral (*masref* et/ou *manfes*) et de une ou deux culées (*ktaf*), qui assurent l'évacuation de l'eau en excès. La digue est de forme trapézoïdale et mesure 15-50 m de long, 1-4 m de large et 2-5 m de haut. Dans les constructions anciennes, la digue est stabilisée sur l'avant et l'arrière par un revêtement de pierres sèches qui la protège de l'effet érosif des vagues. Le déversoir est construit en pierres disposées en escalier afin de dissiper l'énergie cinétique de l'eau du trop plein.

Cette technologie existe encore dans les chaînes montagneuses de Matmata du sud-est de la Tunisie où les activités agricoles locales reposent surtout sur la culture pluviale et l'élevage. Le fort exode rural en direction des villes menace cependant l'existence à long terme de ces structures car l'entretien n'est plus effectué.

gauche : *Jessour* est le pluriel de *Jessr*, le nom de l'installation hydraulique comprenant une digue, un déversoir, une terrasse (zone de culture : arbres fruitiers et annuelles) et un impluvium (zone de captage du ruissellement). (photo : H. Van Delden)

droite : le *Jessour* est une technique ancienne de récolte des eaux de ruissellement très utilisée dans les montagnes du sud de la Tunisie. Après chaque pluie, un volume d'eau important s'accumule sur la terrasse et s'infiltre dans le sol pour alimenter les arbres et les cultures. Le déversoir permet de partager l'eau avec les utilisateurs de l'aval et d'évacuer l'eau en excès. (photo : Mohamed Ouessar)



Localisation : Medenine

Région : Beni Khedache

Surface de la technologie : 100 - 1000 km²

Pratique de conservation : structure physique

Stade d'intervention : atténuation / réduction de la dégradation des terres

Origine : développé à l'initiative des exploitants, traditionnelle, il y a >50 ans

Utilisation des terres : pâturages

Climat : aride, subtropical

Références de la base de données WOCAT :

QT TUN009en sur cdewocat.unibe.ch/wocatQT

Approche similaire/liée : approche de gestion bassins versants des zones arides (QA TUN09)




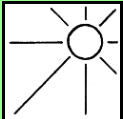



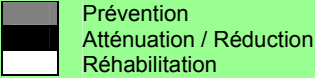
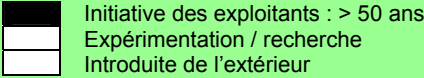
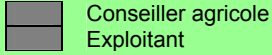
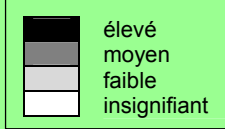
Compilé par : Mohamed Ouessar, Mongi Ben Zaied, Mongi Chniter, Institut des Régions Arides (IRA)

Date : 22 septembre 2008, mise à jour le 10 juin 2011



Classification

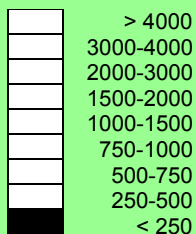
Problèmes d'utilisation des terres : perte d'eau de surface (ruissellement), inondations, érosion hydrique, dégradation du sol, sécheresse

Utilisation des terres		Climat		Dégradation		Pratique de conservation			
									
terres de pâturage extensif (avant)	vergers et culture d'arbustes (pluviale) (après)	cultures annuelles (pluviale)	aride, subtropical	érosion hydrique du sol : perte du sol de surface par l'eau	dégradation hydrique : aridification	structure physique : digues, diguettes			
Stade d'intervention			Origine			Niveau de connaissances techniques			
									
<p>Principales causes de dégradation : Causes directes – d'origine humaine : gestion des cultures (annuelles, pérennes, arbres/arbustes) Causes directes – naturelles : modification de la pluviométrie saisonnière, pluies fortes / diluviennes Causes indirectes : pauvreté / richesse</p>				<p>Principales fonctions techniques : - récolte du ruissellement d'eau / captage - augmentation de l'infiltration - rétention des sédiments / captage, récolte de sédiments</p>				<p>Fonctions techniques secondaires : - contrôle de l'eau accumulée : retenir / piéger - augmenter / maintenir la réserve d'eau du sol - relever le niveau des nappes, recharger les nappes phréatiques</p>	
									

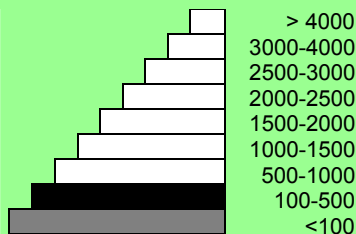
Environnement

Environnement naturel

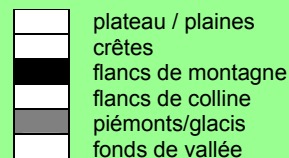
Précipitations moyennes annuelles (mm)



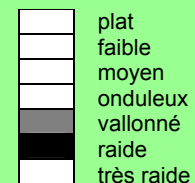
Altitude (m)



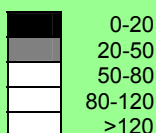
Topographie



Pente (%)



Profondeur du sol (cm)



Saison(s) de culture : 180 jours (octobre à mars)
Texture du sol : moyenne (limons)
Fertilité du sol : très pauvre
Matière organique dans la couche arable : faible (<1%)
Drainage du sol / infiltration : moyenne












Capacité de rétention d'eau du sol : sans *Jessour* : pauvre, avec *Jessour* : moyenne à élevé
Profondeur estimée de l'eau dans le sol : 5 – 50 m
Disponibilité de l'eau de surface : faible (ruisseaux temporaires)
Qualité de l'eau : eau potable : mauvaise
Biodiversité : moyenne

Tolérance aux extrêmes climatiques : augmentation des températures, augmentation saisonnière des précipitations, épisodes pluvieux intenses/abondants, tempêtes de vent / sable, sécheresses / périodes sèches, diminution de la saison de culture

Sensibilité aux extrêmes climatiques : inondations

Environnement humain

Terres cultivées par ménage (ha)

	<0.5
	0.5-1
	1-2
	2-5
	5-15
	15-50
	50-100
	100-500
	500-1,000
	1,000-10,000
	>10,000

Exploitant : exploitants individuels typiques, à petite échelle, hommes
Densité de population : 10-50 personnes/km²
Croissance annuelle de population : < 0,5%
Droit de propriété foncière : individuelle, sans titre
Droits d'utilisation des terres : individuel (le droit communal s'applique dans la région : le fermier est propriétaire de la terrasse (zone de culture) et de l'impluvium sur lequel est récolté le ruissellement)
Droits d'utilisation de l'eau : individuel
Niveau relatif de richesse des exploitants : moyen, pour 40% des exploitants, 75% de la surface des terres appartient à des exploitants moyens

Importance des revenus non agricoles : > 50% du revenu : la technologie est très ancienne, tous les fermiers l'appliquent. La seule différence réside dans le nombre de *Jessour* possédés. Les revenus non agricoles proviennent de l'émigration, du travail dans le bâtiment, du commerce, du secteur du tourisme, de l'administration ou d'activités informelles
Accès aux services et infrastructures : faible : services financiers ; moyen : santé, assistance technique, emploi, marchés, énergie, routes et transports, eau potable et assainissement ; élevé : éducation
Economie générale : subsistance (autosuffisance)

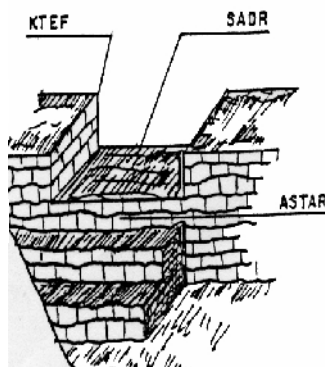
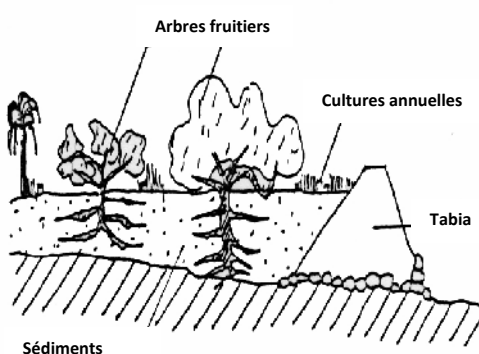


Schéma technique

gauche : vue de la digue en coupe (appelée localement *tabia*) et de la terrasse (zone de culture). Le *Jessour* assure la récolte à la fois de l'eau de ruissellement et des sédiments, créant ainsi des sols "artificiels" très profonds (terrasse) qui constituent un très bon réservoir pour l'eau et les nutriments utilisés ensuite par les arbres fruitiers et les cultures annuelles.
 droite : le déversoir permet au trop plein d'alimenter les autres *Jessour* en aval. C'est aussi le symbole de l'équité dans le partage de l'eau entre les différents fermiers d'un bassin versant (schéma adapté de El Amami (1984)) (Ouessar M.)

Activités de mise en œuvre, intrants et coûts

Activités de mise en place

1. Construction de la digue
2. Plantations
3. Construction du déversoir

Intrants et coûts de mise en place par an, pour un *Jessour*

Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
Main d'œuvre	1'200	
Matériaux de construction	1'000	
Agricoles	800	
TOTAL	3'000	100*

Activités de maintenance / récurrentes

1. Entretien des cultures et des arbres
2. Entretien de la digue et du déversoir
3. Réparations
4. Travail du sol (pour éviter le croûtage du sol)

Intrants et coûts d'entretien / récurrents par an, pour un *Jessour*

Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
Main d'œuvre	400	
Matériaux de construction	300	
Agricoles	200	
TOTAL	900	100*

Remarques : comme cette technologie est surtout mise en œuvre dans des zones inaccessibles et très reculées, c'est la main d'œuvre qui constitue le facteur déterminant du coût. Le salaire moyen local est de 10 US\$/jour.

* Les coûts de mise en place et d'entretien de la technologie sont couverts à 100% par les exploitants si ceux-ci font le travail eux-mêmes ; ils varient de 10 à 50% lorsque le site bénéficie d'un programme de financement public.

Evaluation

Impacts de la Technologie

Bénéfices de production et socioéconomiques

- +++ augmentation des rendements
- ++ diminution du risque d'échec de la production
- ++ augmentation des revenus agricoles
- + diversification des sources de revenus

Inconvénients socioéconomiques et de production

- ++ diminution des surfaces de pâturage
- ++ diminution de l'eau de ruissellement pour les usagers de l'aval

Bénéfices socioculturels

- ++ amélioration des connaissances en conservation / érosion
- ++ amélioration de la situation des groupes défavorisés
- ++ amélioration de la sécurité alimentaire / de l'autosuffisance

Inconvénients socioculturels

- + conflits socioculturels

Bénéfices écologiques

- +++ amélioration de la récolte / collecte de l'eau
- ++ diminution du ruissellement en surface
- ++ diminution des risques lors d'évènements extrêmes
- ++ diminution de la perte de sol
- + recharge du niveau de la nappe phréatique

Inconvénients écologiques

aucun

Bénéfices hors-site

- ++ augmentation de la disponibilité en eau
- ++ diminution des inondations en aval
- ++ diminution de la sédimentation en aval
- + diminution des dégâts sur les infrastructures

Inconvénients hors-site

- ++ diminution du débit des rivières (seulement pendant les crues)
- ++ diminution de la récolte de sédiments

Contribution au bien-être humain / moyens d'existence

- ++ pas de données

+++ : élevé, ++ : moyen, + : faible

Bénéfices / coûts du point de vue de l'exploitant

Bénéfices comparés aux coûts

à court terme :

à long terme :

Mise en place

très négatifs

très positifs

Entretien / récurrent

neutres

positifs

Acceptation/adoption : 10% des familles d'exploitants ont mis la technologie en œuvre avec un soutien externe matériel. 90% d'entre elles l'ont mise en œuvre volontairement. Comme cette technique est ancienne, elle est bien adoptée / utilisée dans la région.

Conclusions

Forces → comment les maintenir/améliorer

La technique a permis d'augmenter les surfaces cultivables en zone de montagne → encourager l'entretien des structures existantes.

Permet de cultiver dans un environnement très sec (moins de 200 mm / an) → encourager l'entretien des structures existantes.

Récolte et accumule l'eau, le sol et les nutriments derrière le *tabia* et les met à disposition des cultures → encourager l'entretien des structures existantes.

Diminution des dégâts dus aux crues → encourager l'entretien des structures existantes.

Technologie bien adaptée à l'environnement écologique → assurer les travaux d'entretien.

Technique bien connue des populations → former les nouvelles générations.

Faiblesses et → comment les surmonter

Risque dus au changement climatique → doit être combiné avec une irrigation complémentaire.

Risque de disparition des savoirs locaux → former les nouvelles générations.

Fragmentation de la propriété → réforme agraire.

La productivité des sols est très faible → développer des alternatives dans les activités qui sont source de revenus.

Fragmentation de la propriété → favoriser l'accès à de nouvelles terres.

Référence(s) clé(s): El Amami, S. 1984. Les aménagements hydrauliques traditionnels en Tunisie. Centre de Recherche en Génie Rural (CRGR), Tunis, Tunisia. 69 pp. / Ben Mechlia, N., Ouessar, M. 2004. Water harvesting systems in Tunisia. In: Oweis, T., Hachum, A., Bruggeman, A. (eds). Indigenous water harvesting in West Asia and North Africa, ICARDA, Aleppo, Syria, pp: 21-41.

Personne(s) à contacter : Ouessar Mohamed (Med.Ouessar@ira.agrinet.tn), Sghaier Mongi (sghaier.mon@gmail.com), Institut des Régions Arides, 4119 Medenine, Tunisia



Tabia

Tunisie

Le *tabia*, une digue en terre, est une technique de récolte de l'eau utilisée dans les fonds de vallées et les zones de piémont.

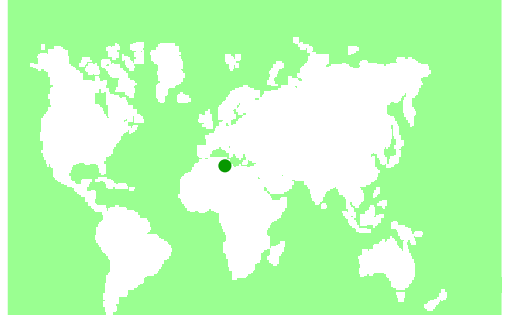
La technologie du *tabia* est similaire à celle du *jessour* mais elle est utilisée dans les régions à faible pente des pieds de collines et des piémonts. C'est une technique assez récente, développée par les habitants des montagnes qui ont émigré vers la plaine. Les *tabias*, comme les *jessour*, comprennent une digue en terre (50-150 m de long, 1-2 m de haut), un déversoir (central et/ou latéral) et une zone de récolte d'eau qui leur est associée. Le ratio entre la zone où l'eau est utilisée (cultures) et la surface totale de récolte d'eau varie entre 1:6 et 1:20. La différence entre le système du *tabia* et celui du *jessour* est que le premier possède des diguettes latérales en plus (jusqu'à 30 m de long) et parfois une petite digue de déviation des crues (*mgoud*). Les *tabia* de petite taille sont construits à la main avec des pelles, des pioches et des brouettes. Les constructions plus importantes sont effectuées avec des tracteurs et des bulldozers.

Les *Tabia* sont surtout utilisés pour l'arboriculture et les cultures annuelles. En plus de leur capacité à récolter l'eau, les *tabias* ont un effet positif sur l'érosion des sols et la recharge des aquifères.

La technique de récolte de l'eau de ruissellement du *tabia* est abondamment mise en œuvre dans le centre de la Tunisie. Les *tabias* sont généralement installés sur le piedmont, là où la pente n'excède pas 3% et où les sols sont assez profonds. Des vestiges d'anciens *tabias* ont été retrouvés dans la région de Gafsa (sud-ouest de la Tunisie). Le système a été adopté par les habitants des plaines et des piémonts voisins dans les régions du centre et du sud-est (Jeffara) du pays, suite à la transformation de leurs pâturages en terres de culture.

gauche : un *tabia* dans une zone de piémont. Des vergers (olives, amandes, figues, dattes) et des annuelles (orge) y sont cultivés. (photo : Mongi Chniter)

droite : barrage en terre d'un *tabia* dans la plaine. Des oliviers sont généralement plantés le long du barrage, là où l'eau récoltée s'infiltrerait le mieux. (photo : Mohamed Ouessar)



Localisation : Médenine

Région : Médenine nord

Surface de la technologie : 10 - 100 km²

Technique de conservation : structure physique

Stade d'intervention: prévention de la dégradation des terres

Origine : développée à l'extérieur / introduite par un projet, il y a 10-50 ans

Utilisation des terres : cultures, pâturages

Climat : aride, subtropical

Références de la base de données WOCAT :

QT TUN012en sur cdewocat.unibe.ch/wocatQT

Approche similaire/liée : approche de gestion des bassins versants en zone aride (QA TUN09)



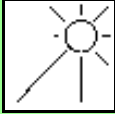

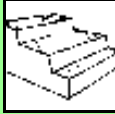



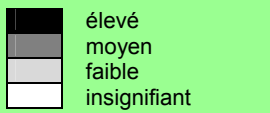
Compilé par : Mohamed Ouessar, Mongi Chniter, Institut des Régions Arides (IRA), Tunisia

Date : 30 janvier 2009, mise à jour le 5 juillet 2011


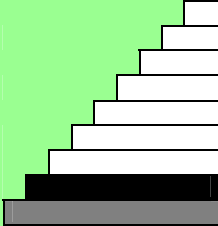

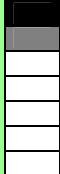



Classification

Problèmes d'utilisation des terres : érosion hydrique des sols, ruissellement et perte de terre, surpâturage












Utilisation des terres		Climat	Dégradation	Pratique de conservation	
					
cultures d'arbres et de buissons (pluviales)		aride, subtropical	érosion hydrique du sol : perte du sol de surface	structure physique : dignes, diguettes	
Stade d'intervention		Origine		Niveau de connaissances techniques	
	Prévention Atténuation / réduction Réhabilitation		Initiative des exploitants : >50 ans Expérimentation / recherche Introduit de l'extérieur : 10-50 ans		
				Conseiller agricole Exploitant	
Principales causes de la dégradation des terres :					
Causes directes - naturelles : pluies intenses / violentes					
Causes indirectes : droit de propriété foncière					
Principales fonctions techniques :		Fonctions techniques secondaires :			
- contrôle du ruissellement capté : retenir / capter		- amélioration de l'infiltration - distribution de l'eau			

Environnement

Environnement naturel		Topographie	
Précipitations moyennes annuelles (mm)	Altitude (m)	Pente (%)	
			
Profondeur du sol (cm)	Saison(s) de culture : 180 jours (oct. - avril)		Capacité de rétention d'eau du sol : moyen
	Texture du sol : moyenne / (limons)		Profondeur estimée de l'eau dans le sol : 5 - 50m
	Fertilité du sol : très pauvre		Disponibilité de l'eau de surface : moyenne
	Matière organique dans la couche arable : faible (<1%)		Qualité de l'eau : moyenne
	Drainage du sol / infiltration : moyen		Biodiversité : moyenne
Tolérance aux extrêmes climatiques : augmentation des températures, augmentation saisonnière des précipitations, diminution saisonnière des précipitations, épisodes pluvieux intenses/abondants, tempêtes de vent/ de poussière, diminution de la saison de culture			
Sensibilité aux extrêmes climatiques : inondations et sécheresses / périodes sèches			

Environnement humain

Surface de terre par ménage (ha)

	<0,5
	0,5-1
	1-2
	2-5
	5-15
	15-50
	50-100
	100-500
	500-1,000
	1,000-10,000
	>10,000

Exploitants : exploitants individuels à petite échelle, typiques / surtout des hommes
Densité de population : 10-50 personnes/km²
Croissance annuelle de population : 0,5 - 1%
Droits de propriété foncière: individuelle, titrée
Droits d'utilisation des terres : individuel
Droits d'utilisation de l'eau : individuel
Niveau relatif de richesse des exploitants : moyen, ce qui représente 40% des exploitants ; les exploitants moyens possèdent 75% de la surface des terres

Importance des revenus non agricoles : > 50% des revenus
Accès aux services et infrastructures : faible : services financiers ; moyen : santé, assistance technique, emploi, marchés, énergie, routes et transports, eau potable et assainissement ; élevé : éducation
Economie générale : mixte (subsistance et commerciale)

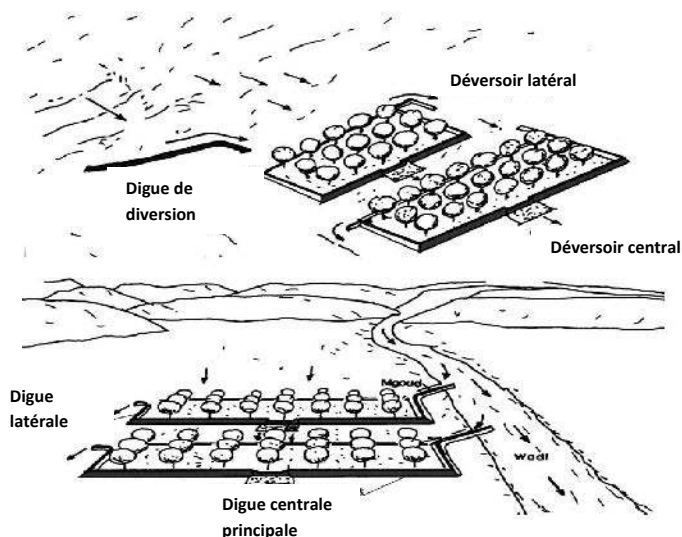


Schéma technique

Un *tabia* avec sa zone de récolte d'eau naturelle (haut) et un *tabia* avec un système élargi comprenant des captages complémentaires d'eau des crues (bas). (adapté de Alaya et al. 1993)
 Le *tabia*, que l'on trouve surtout en zone de plaine, peut être planté plus densément en arbres sur la terrasse lorsque il reçoit un complément d'eau provenant des crues.

Activités de mise en œuvre, intrants et coûts

Activités de mise en place

1. Canal de diversion
2. Plantation
3. Construction du déversoir
4. Terrassement

Intrants et coûts de mise en place par *Tabia* de taille moyenne

Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
Main d'œuvre	500	
Autres	170	
TOTAL	670	100*

Activités de maintenance / récurrentes

1. Entretien de la digue et du déversoir
2. Reconstruction

Intrants et coûts d'entretien / récurrents et coûts par *Tabia*

Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
Main d'œuvre	150	
Autres	50	
TOTAL	200	100*

Remarques: La main d'œuvre est le facteur déterminant du coût total. Le salaire moyen journalier est de 10 US\$.

* Les exploitants fournissent 100% du coût de mise en place et d'entretien lorsqu'ils le font à titre privé, mais leur participation varie de 10 à 50% lorsque le site fait partie d'un programme recevant des fonds publics.

Impacts de la technologie	
Bénéfices de production et socioéconomiques ++ augmentation du rendement des cultures ++ réduction du risque d'échec des cultures ++ augmentation du revenu agricole ++ augmentation de la surface de production	Inconvénients de production et socioéconomiques ++ réduction de la surface de pâturage
Bénéfices socioculturels ++ amélioration des connaissances en conservation / érosion + amélioration de la sécurité alimentaire / auto-suffisance	Inconvénients socioculturels aucun
Bénéfices écologiques +++ amélioration de la récolte / stockage de l'eau ++ diminution du ruissellement de surface ++ réduction du risque d'événements extrêmes ++ réduction de la perte de sol / érosion ++ recharge de la nappe phréatique et des aquifères	Inconvénients écologiques + augmentation de l'évaporation
Bénéfices hors-site ++ augmentation de la disponibilité en eau + réduction des inondations en aval + réduction de la sédimentation en aval + réduction des dégâts sur les infrastructures publiques / privées	Inconvénients hors-site + réduction du débit des rivières (uniquement pendant les crues) + réduction de la récolte des sédiments
Contribution au bien-être humain / conditions d'existence + pas de données	

+++ : élevé, ++ : moyen, + : faible

Bénéfices / coûts du point de vue de l'exploitant	Bénéfices comparés aux coûts	à court terme	à long terme
		Mise en place	positifs
	Entretien / récurrents	très positifs	très positifs

Acceptation/adoption: 35% des familles d'exploitants ont mis en œuvre la technologie avec un soutien matériel externe. 65% des familles d'exploitants ont mis en œuvre la technologie de manière volontaire. Il existe une forte tendance à l'adoption spontanée (croissante) de la technologie.

Conclusions

Forces → comment les maintenir/améliorer	Faiblesses et → comment les surmonter
Cette technique permet d'augmenter rapidement des surfaces cultivées dans les piémonts et les zones plates → encourager l'entretien des structures existantes.	Risques dus au changement climatique → doit être combiné avec une irrigation complémentaire.
Permet de cultiver dans des environnements très secs (moins de 200 mm de pluie) → encourager l'entretien des structures existantes.	Risque de disparition des savoirs locaux → former les nouvelles générations.
Récolte et accumule l'eau, la terre et les nutriments derrière le <i>tabia</i> et les met à disposition des cultures → encourager l'entretien des structures existantes.	Fragmentation de la propriété foncière → réforme agraire.
Diminution des dégâts dus aux crues → encourager l'entretien des structures existantes.	La productivité des terres est très faible → développer des solutions alternatives d'activités de revenus.
	Périodes de sécheresse → irrigation complémentaire.
	L'expansion se fait au détriment des surfaces de pâturage naturel.

Référence(s) clé(s) : Alaya, K., Viertmann, W., Waibel, Th. 1993. Les tabias. Imprimerie Arabe de Tunisie, Tunis, Tunisia. 192 pp., Genin, D., Guillaume, H., Ouessar, M., Ouled Belgacem, A., Romagny, B., Sghaier, M., Taamallah, H. (eds) 2006. Entre la désertification et le développement: la Jeffara tunisienne. CERES, Tunis, 351 pp.

Personne(s) à contacter : Ouessar Mohamed (Med.Ouessar@ira.agrinet.tn), Chniter Mongi, Insitut des Régions Arides, 4119 Medenine, Tunisia

COLLECTE DE L'EAU PAR MACRO-CAPTAGE



Petit barrage, Syrie. (Oweis, 2009)

En un mot

Définition

Les systèmes de collecte de l'eau par macro-captage (MacroCE) sont généralement composés de quatre éléments : la zone de captage, le système d'adduction du ruissellement, le système de stockage et la zone d'application. Dans la zone de captage, l'eau de pluie est collectée sur des surfaces compactées, collines, routes, surfaces rocheuses, pâturages libres, zones cultivées ou non et pentes naturelles. La plupart des pratiques de MacroCE ont un captage de moins de 2 ha, dans certains cas cependant, le ruissellement est collecté sur un bassin versant jusqu'à 200 ha. L'adduction du ruissellement se fait par écoulement superficiel, par des rigoles, ruisseaux ou canaux et l'eau est soit détournée directement vers les champs cultivés (où elle est stockée dans le sol) ou stockée dans des dispositifs conçus spécialement. Là où l'eau de ruissellement est directement détournée vers les champs, la zone d'application est la même que celle de stockage car les plantes utilisent directement l'eau accumulée dans le sol. La zone d'application ou de culture est soit en terrasses soit plate. Le rapport entre surface de captage et d'application (généralement cultivée) varie de 10:1 à 100:1. Dans le deuxième cas, une grande variété de systèmes de stockage conservent l'eau jusqu'à son utilisation, soit à proximité, soit plus loin (avec un système d'adduction). La classification en technologies de CrueCE ou de MacroCE n'est pas toujours évidente. Elle dépend de la surface de captage (CrueCE > MacroCE), de l'importance de l'événement pluvieux (CrueCE > MacroCE) et de la concentration / importance du ruissellement capté (CrueCE à partir d'un flux canalisé, MacroCE collecte l'eau de surface, de rigoles et de canaux courts).

Stockage de l'eau et objectifs

L'eau stockée dans le sol est directement utilisée par les plantes et les cultures, prolongeant la saison de croissance et faisant la jonction entre deux saisons sèches, ce qui permet de produire et de collecter sans systèmes d'irrigation compliqués. Les dispositifs de stockage comprennent une grande variété de structures ouvertes ou fermées. Le stockage ouvert comprend les étangs de fermes ou divers types de barrages (souvent en terre) ; les structures fermées peuvent être des barrages d'eau souterraine, des réservoirs de surface ou souterrains ou des citernes. Ce genre de structure est souvent à usage multiple mais en priorité destiné à la consommation domestique ou animale. En période sèche, l'eau sert parfois à l'irrigation complémentaire.

Technologies les plus courantes

Ce sont : les systèmes de ruissellement collinaire / de conduites ; les diguettes en demi-lune ou trapézoïdales (en terre ou en pierre) ; les systèmes de CE des routes et le stockage ouvert sous forme de barrages, étangs et lacs ; les barrages d'eau souterraine (barrages souterrains, de sable et à percolation) ; les réservoirs de surface ou souterrains (citernes) ; puits horizontaux et filtrants.

Amélioration de la disponibilité de l'eau	
Eau potable (de bonne qualité)	+
Usage domestique (ménages)	++
Bétail sédentaire	++
Bétail au pâturage	+++
Agriculture pluviale	++
Irrigation opportuniste	+
Irrigation complémentaire	+++
Irrigation de cultures / jardins potagers	++
Recharge des aquifères	++
Questions de développement concernées	
Prévention / inversion de la dégradation des terres	++
Maintien / amélioration de la sécurité alimentaire	+++
Réduction de la pauvreté rurale	++
Création d'emplois en milieu rural	++
Soutien à l'équité des genres / des groupes marginalisés	+
Réduction du risque d'échec de culture	++
Amélioration du rendement des cultures (y compris arbres fruitiers)	+++
Amélioration de la production fourragère	++
Amélioration de la production de bois / fibres	++
Amélioration de la productivité de l'eau	++
Piégeage des sédiments et nutriments	+++
Amélioration de la biodiversité	+++
Prévention / atténuation des catastrophes naturelles	++
Atténuation du changement climatique	++
Adaptation au changement climatique	
Résilience aux conditions très sèches	++
Résilience à une pluviométrie variable	+++
Résilience aux tempêtes de pluie et de vent	++
Résilience à l'augmentation des températures et de l'évaporation	++

Importance : +++ élevée, ++ moyenne, + faible

Applicabilité

Les pratiques de MacroCE sont applicables aux régions arides, semi-arides à subhumides, là où existe une nécessité de stocker l'eau pour faire la jonction en saison sèche ou pour atténuer l'effet des périodes sèches. Elles sont souvent situées dans des dépressions naturelles ou creusées par l'homme ou dans le lit de cours d'eau temporaires. Les techniques de MacroCE sont utiles dans des zones à périodes sèches prolongées ou lorsque la pluviométrie varie beaucoup dans le temps.

Résilience à la variabilité climatique

Les systèmes de MacroCE sont résilients au changement climatique tant qu'il pleut et qu'il y a un ruissellement. Les sécheresses répétées posent toujours des problèmes, selon la taille des systèmes de stockage, qui risquent de ne plus être remplis. Les périodes courtes de sécheresse permettent aux exploitants de s'adapter car ils peuvent utiliser l'eau stockée pour l'irrigation complémentaire.

Principaux bénéfices

- Amélioration des rendements des cultures.
- Amélioration de l'accès permanent à l'eau pour la consommation domestique et animale, ainsi que pour l'irrigation complémentaire.
- Diminution du risque d'échec des cultures par jonction entre périodes sèches prolongées ; contribution à la sécurité alimentaire et à l'adaptation au changement climatique.
- Diminution des dégâts dus à l'érosion des sols et à l'inondation grâce au stockage de l'excès de ruissellement.

Principaux inconvénients

- Les étangs et barrages pluviaux découverts et peu profonds peuvent s'assécher après la saison des pluies car l'eau se perd par infiltration (sauf pour les captages de roches et les barrages de sable) et par évaporation.
- Risque sanitaire : les structures de stockage ouvertes peuvent être contaminées par les animaux et permettre aux insectes vecteurs de maladies de se reproduire. Les barrages de sable sont souvent contaminés car ils sont rarement protégés des animaux.

Rapport bénéfice / coûts

Technologie	à court terme	à long terme
Lit de cours d'eau recreusé (dohs) ¹	-/+	+++
Barrages en terre ¹	--	+++
Réservoirs souterrains ²	++	+++
Globalement ³	--	+++

--- très négatif ; -- négatif ; - légèrement négatif ; -/+ neutre ; + légèrement positif ; ++ positif ; +++ très positif

¹ (Liniger et Critchley, 2007), ² (Wu et al., 2009), ³ (WOCAT, 2012)

Comparé au MicroCE, le coût des dispositifs de stockage peut être élevé à cause de l'excavation et des matériaux (ciment, argile, film polyéthylène, etc.). Pour les systèmes de stockage, le choix du matériau d'étanchéité affecte le coût d'entretien et la performance.

Adoption et transposition à grande échelle

En raison des contraintes et des échecs des schémas d'irrigation à grande échelle, l'irrigation complémentaire décentralisée et à petite échelle est de plus en plus utilisée pour soutenir l'agriculture pluviale. La MacroCE fournit des réserves efficaces et assez bon marché d'eau potable et d'irrigation. Comme les systèmes de MacroCE fonctionnent à l'échelle des bassins versants, les questions suivantes doivent être examinées attentivement : participation / appropriation, institutions locales et droit foncier et d'utilisation des terres et des ressources.



Barrage en terre de taille moyenne avec déversoir, Kenya. (HP. Liniger)



Etang de ferme en Inde. (HP. Liniger)



Construction d'une petite retenue d'eau au Brésil. (www.smallreservoirs.org)



Mares et barrages de retenue pour la réhabilitation de ravines et la recharge des aquifères sur de faibles pentes (HP. Liniger)

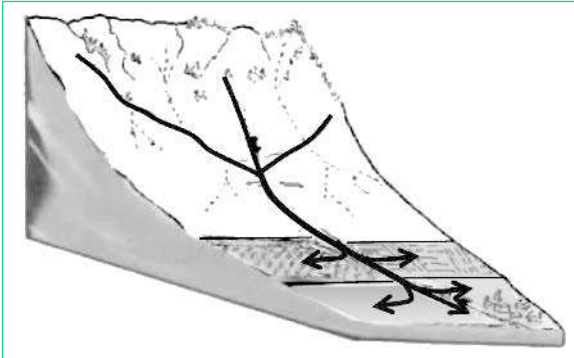


Citerne traditionnelle en Egypte. (T. Oweis)

Technologies

Stockage de l'eau dans le sol

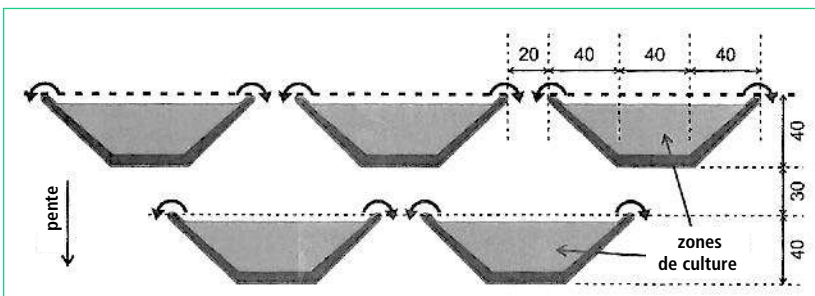
Ruissellement collinaire / canaux : de petits canaux guident et concentrent l'eau de ruissellement sur les pentes (>10%) et la distribuent sur les champs plats au pied de la pente (0 – 10%). Les champs sont nivelés et entourés de murets / diguettes de rétention munis d'un déversoir permettant d'évacuer l'excès d'eau aux champs en aval. Lorsque tous les champs d'une série ont été remplis, l'eau rejoint son lit naturel. Le ratio bassin versant / zone d'application (C:A) est en général de 10:1 – 100:1 ; il peut atteindre 175:1. Grâce à ce système, le ruissellement de la pluie sur des surfaces nues ou peu végétalisées de zones de collines ou de montagnes peut être collecté. On rencontre ce système dans de nombreuses régions de montagne semi-arides avec une pluviométrie annuelle de 100 – 600 mm. Il est utilisable pour de nombreuses cultures et arbres fruitiers, en particulier ceux qui supportent une terre saturée en eau. Au Pakistan, ce système de culture s'appelle *sylaba / sailaba*, en Somalie *caag* et au Turkménistan *takyr*.



Système de ruissellement collinaire (Prinz, 2011).

Le **liman** est une technologie de réhabilitation des piedmonts. Les *limans* sont des structures individuelles situées au pied de longues pentes (1 – 10%), et qui consistent en une digue de 1 – 3 m de haut autour d'une zone cultivée. La surface de cette zone varie de 0,1 – 0,5 ha, alors que la surface du bassin versant peut atteindre 200 ha. Cette technologie est mise en œuvre là où la pluviométrie atteint à peine 100 mm, avec très peu d'événements pluvieux par an. Elle est utilisée pour des arbres fruitiers et forestiers qui supportent à la fois une terre saturée en eau et de longues périodes sèches (ex. cultures : sorgho, niébé). En Israël, les *limans* sont plantés en eucalyptus, tamaris, acacias, mesquite (*Prosopis*), pistachiers, caroubiers et palmiers dattiers.

Les diguettes en trapèze ou en demi-lune sont des diguettes en terre dirigées vers le haut de la pente et construites en grandes séries étalées. Ces structures collectent l'eau de ruissellement des bassins versants en amont et servent aux cultures annuelles et pérennes ainsi que pour les pâturages. Une diguette trapézoïdale est formée d'une diguette de base raccordée à deux côtés selon un angle d'environ 135°, avec une distance entre les extrémités de 10 – 100 m. Le trop-plein d'eau passe autour des extrémités des diguettes latérales, qui doivent de préférence être renforcées avec des pierres. La construction est souvent mécanisée et les surfaces traitées mesurent jusqu'à 1 ha (C:A 15:1 – 100:1). La technologie est adaptée aux régions dont la pluviométrie annuelle est de 200 – 400 mm. Les cultures sont semées quand l'eau captée derrière les structures s'est infiltrée. La technologie est assez récente. Les diguettes en demi-lune sont adaptées aux régions à pluviométrie annuelle de 400 mm ; le rapport C:A varie de 15:1 – 40:1. En Tunisie, les grandes diguettes en demi-lune sont aussi appelées *tabia*.



Diguette en trapèze (Oweis et al., 2012).



Reconstruction d'un système de canaux collinaires anciens dans l'oued Advat / Néguev, Israël. (D. Prinz)



Détournement du ruissellement de diverses sources pour la culture de récoltes à forte valeur ajoutée (légumes et arbres fruitiers), connue sous le nom de *korbe*, en Ethiopie. (D. Danano)

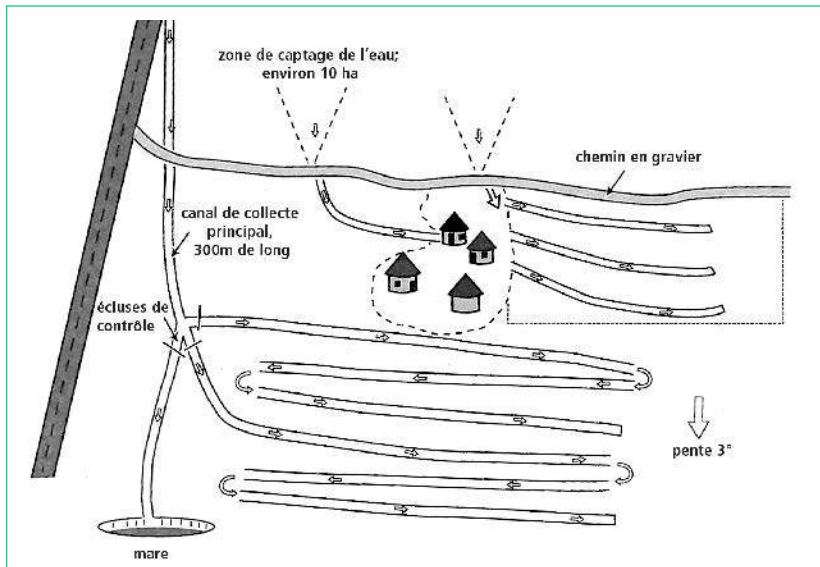


Système de ruissellement collinaire, Rajasthan, Inde. (HP. Liniger)



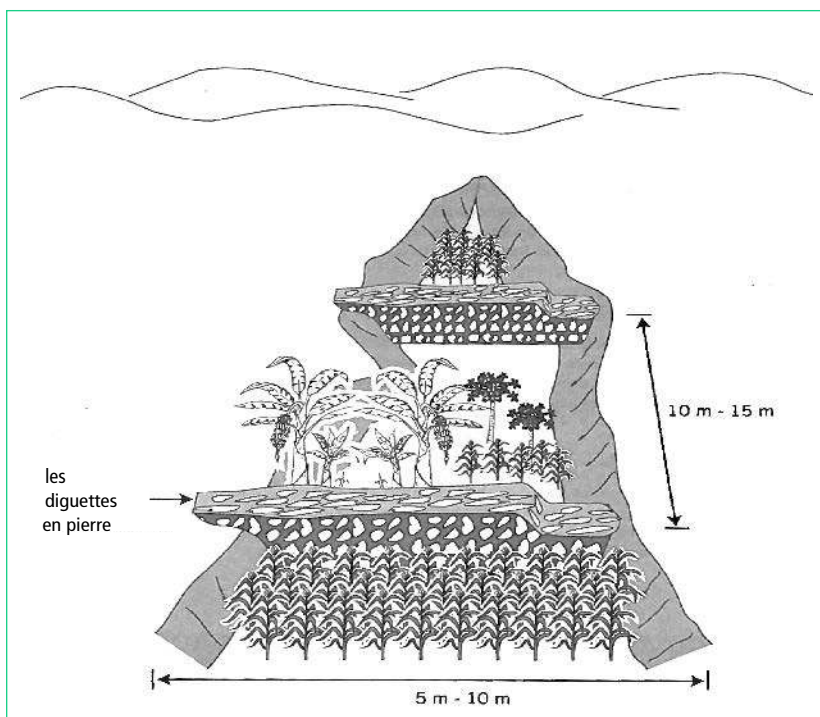
Vue d'un champ amélioré grâce à la mise en œuvre de *tabias* en demi-lune en Tunisie. (H. Taamallah)

Ruissellement de route : le ruissellement en nappe et en rigoles provient surtout de surfaces compactées comme les routes. L'eau canalisée dans des fossés / caniveaux est détournée directement vers les terres cultivées ou vers des structures de stockage telles que des étangs. Lorsqu'elle est directement détournée vers les champs, l'eau est parfois diffusée par des canaux réticulés ; le sol stocke ensuite l'eau. Lorsque l'eau est stockée dans des mares, elle est ensuite pompée et sert pour l'irrigation complémentaire : ce système sert surtout pour les cultures horticoles à forte valeur ajoutée. La plupart de ces systèmes sont traditionnels et ont été développés par les exploitants eux-mêmes.



Plan d'un système CE de captage de ruissellement de route, district de Mwingi, Kenya (Mutunga et Critchley, 2001).

Réhabilitation de ravines et/ou ravines productives : la construction de barrages en pierre ou en terre ou de barrières végétales dans les ravines permet aux sédiments fertiles et à la matière organique de se déposer, et à l'eau d'être collectée au cours des événements pluvieux importants. Les ravines peuvent ensuite être plantées avec diverses cultures telles que des cultures annuelles, des arbres fruitiers et des plantes fourragères. En plus du bénéfice apporté par l'augmentation de la productivité, la menace d'une extension du ravinement et de la perte de terre est atténuée.



Les diguettes en pierre ralentissent l'écoulement, favorisent la sédimentation de dépôts riches en matière organique et créent un fond de ravine humide et fertile, propice aux cultures. Des bananiers, des papayers et des cultures annuelles sont plantés entre les retenues en pierre (Mutunga et Critchley, 2001).



Système de récolte du ruissellement de route en Ethiopie. (HP. Liniger)



Réhabilitation d'une ravine à Faizabad, Tadjikistan. (HP. Liniger)

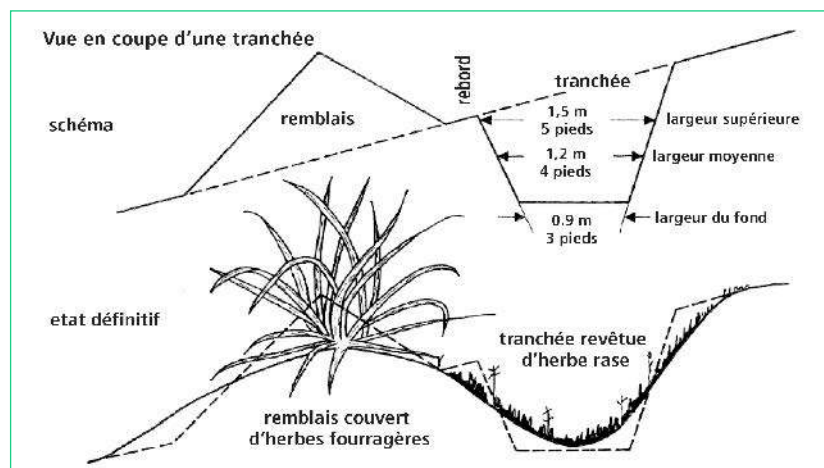
Exemple : réhabilitation de ravines au Kenya

Dans l'est du Kenya, un fermier innovateur a stabilisé une ravine en construisant des barrages de correction en terre et en pierre. Il existe d'autres exemples d'initiatives locales similaires dans la région. Les retenues mesurent environ 1 m de haut et sont espacées d'environ 10 m. De l'herbe *Makarikari* (*Panicum coloratum* var. *makarikiariensis*) aide à les stabiliser ; des bananiers et des papayers ont été plantés dans les surfaces réhabilitées entre les barrages. Lorsqu'il pleut, le ruissellement provenant des surfaces en amont coule et est récupéré par les barrages. L'excès d'eau passe par-dessus chaque digue, remplissant et coulant à travers les parcelles établies dans le lit de la ravine. Les sédiments fertiles et les crottes de chèvre sont piégés. L'eau en excès coule dans le second barrage et à travers sa terrasse et ainsi de suite. Les ravines se réparent ainsi lentement avec l'installation de la végétation. Un bon entretien est cependant nécessaire, consistant à réparer régulièrement les parties détruites en utilisant de la main d'œuvre (Mutunga et Critchley, 2001 ; WOCAT, 2012).



Le jardin de ravine de Mwaniki Mutembei. (W. Critchley)

Tranchées / sillons d'évacuation : une tranchée / sillon d'évacuation dévie l'eau de ruissellement vers un canal. De là, l'eau coule soit vers un système naturel d'évacuation, soit elle est collectée dans des dispositifs de stockage pour être réutilisée ultérieurement. Les tranchées / sillons d'évacuation sont creusées en travers de la pente pour intercepter le ruissellement de surface et l'évacuer sans dégâts vers un exutoire tel qu'un canal ou un ruisseau. La terre creusée est déposée sur le bord inférieur de la tranchée, ce qui protège le bord en cas de débordement. Cette technique est adaptée pour tous les usages mais elle est souvent construite sur plusieurs pentes ou pour divers usages de terres. Les tranchées / sillons d'évacuation sont surtout utilisés pour protéger les terres cultivées, les lieux d'habitation et les routes du ruissellement incontrôlé et pour détourner l'eau des hauts de ravines. Dans les zones sèches, ils peuvent servir de fossés d'infiltration et de rétention d'eau.



Vue en coupe d'une tranchée (Jaetzold et Schmidt, 1983).

Dispositifs de stockage l'eau

Stockage en surface

Mares / étangs et plans d'eau ouverts

Les termes mare et plan d'eau sont souvent utilisés indifféremment ; cependant, les plans d'eau décrivent des structures utilisées par les éleveurs alors que les mares le sont plutôt par les cultivateurs. Ils stockent l'eau collectée sur les pentes de collines cultivées, les parcours herbeux, les cours d'eau naturels, les ravines, les routes, les chemins pédestres ou empruntés par le bétail. L'eau stockée subit généralement des pertes par infiltration ou évaporation.

Plans d'eau naturels : ils se forment dans des dépressions sans exutoire où l'eau de pluie s'accumule pendant la saison des pluies. Ils sont plutôt adaptés pour le bétail, bien que certaines personnes l'utilisent encore pour l'usage domestique. En Afrique de l'Ouest, ils sont connus sous le nom de mare naturelle.

Les mares creusées sont de dimensions très variables – de 200 à 500 m³ pour un ménage – et jusqu'à 10'000 m³ pour une communauté. Elles sont souvent d'une capacité réduite et agrandies au fil des ans. Des exemples bien connus servant à abreuver le bétail, les *hafirs* / *hafair*, sont des dépressions naturelles agrandies dans la savane du Soudan ou les lacs collinaires en Algérie, les *madgen* au Maroc, les *deeg* au Sénégal, les mares *charco* dans les zones sèches de Tanzanie, les *khaks* au Turkménistan ou les *mahafurs* en Arabie du nord ouest (Arabie saoudite). Les *hafirs* étaient traditionnellement développés et gérés en tant qu'abreuvoirs pour le bétail ; de nos jours, ils fournissent aussi de l'eau potable ou pour l'irrigation, surtout lorsqu'il n'existe pas d'autre source d'eau. Afin de réduire l'infiltration, le fond de l'étang peut être compacté, enduit, cimenté ou revêtu d'un film durable. Dans le sud-ouest de la Chine, l'eau est collectée à partir de petits ruisseaux pendant la saison des pluies et stockée dans de petites mares pour irriguer la canne à sucre, les mûriers et le tabac. Lorsqu'une mare est pleine, l'eau coule vers la mare suivante et ainsi de suite.

Les réservoirs cultivés sont des structures de rétention superficielles. Les bassins sont construits sur des pentes faibles (1 – 10%) par excavation du sol et/ou construction de diguettes (réservoirs). Dans ce système, l'eau collectée est soit canalisée du bassin vers les champs en contrebas, soit vers un bassin plus bas ou un puits peu profond pour l'irrigation (rapport C:A 10:1 – 100:1). Lorsque l'eau du réservoir a été utilisée, le bassin est lui-même mis en culture avec l'humidité résiduelle. Ce système est adapté aux



Plan d'eau à Haïti. (J. Zähringer)



Plans d'eau naturels dans le lit d'une rivière en cours d'assèchement à Embu, Kenya. (HP. Liniger)

Exemple : les *hafirs* pour l'abreuvement du bétail au Soudan

Les *hafirs* sont des réservoirs / bassins rectangulaires ou semi-circulaires servant à stocker l'eau pour la consommation humaine et animale. Ils sont fréquents au Soudan et au sud du Soudan où leur capacité varie de 15'000 m³ à 100'000 m³. Récemment, des tentatives ont été faites pour standardiser leur taille : 30'000 m³ au Soudan et de 10'000 à 30'000 m³ au Soudan du sud. Les *hafirs* doivent être protégés par des clôtures pour limiter la pollution et les risques sanitaires. Un « *hafir* amélioré » est un *hafir* avec un système de traitement de l'eau qui fournit de l'eau de qualité améliorée, surtout pour la consommation humaine.



Système de *hafir* amélioré avec une pompe à eau et un réservoir à sédiments (Ministries of Water Resources and Irrigation of Sudan and South Sudan, 2009).

régions bénéficiant d'une pluviométrie annuelle de 150 – 600 mm. Il est bien connu sous les noms de *khadin* et *ahar* en Inde et au Sri Lanka et s'appelle *gawan* en Somalie, *khuskaba* au Pakistan ou *teras* au Soudan. En Inde, à la fin de la mousson, le réservoir est vidé dans un canal par une écluse pour y cultiver du blé et des pois chiches avec l'humidité restante. Les *ahars* sont souvent construits en série. Le principal facteur limitant est la sédimentation des surfaces de culture dans les zones sujettes à l'érosion.

Les structures à lit de cours d'eau recreusé (appelée *doh* en Inde) sont des excavations rectangulaires dans le lit de cours d'eau saisonniers, destinées à capter et à retenir le ruissellement pour améliorer la recharge des nappes souterraines. Elles augmentent ainsi la quantité d'eau disponible pour l'irrigation prélevée dans les puits environnants peu profonds. Les *dohs* sont construits dans des régions semi-arides où la pluviométrie est faible et saisonnière. Les dimensions d'un *doh* typique est de 1 – 1,5 m de profondeur avec une longueur jusqu'à 40 m et une largeur variables (jusqu'à 10 m), selon le tronçon de rivière, et une capacité moyenne de 400 m³. Les *dohs* sont généralement construits en série et peuvent être proches de quelques mètres seulement. La technologie est utilisée en association avec des puits peu profonds (*odees*) qui permettent aux fermiers de prélever l'eau pour l'irrigation complémentaire de cultures annuelles, comprenant des légumes tels que des piments. L'eau est pompée dans ces puits.

Étangs de recharge de la nappe phréatique : ces étangs creusés par l'homme se remplissent avec l'eau de ruissellement et alimentent ensuite des « lentilles » d'eau douce qui flottent au-dessus de l'aquifère salin (ex. *tajamars* en Uruguay et au Paraguay, *chirle* au Turkménistan). Des pompes servent ensuite à pomper l'eau jusqu'à la surface. L'eau sert pour l'abreuvement du bétail et la consommation humaine après filtration et/ou chloration. Elle sert aussi à recharger les aquifères de manière artificielle, ce qui peut être fait presque partout, à condition de disposer d'une réserve d'eau fraîche et propre au moins une partie de l'année, que le fond de l'étang soit perméable et que l'aquifère à recharger se trouve près de/en surface.



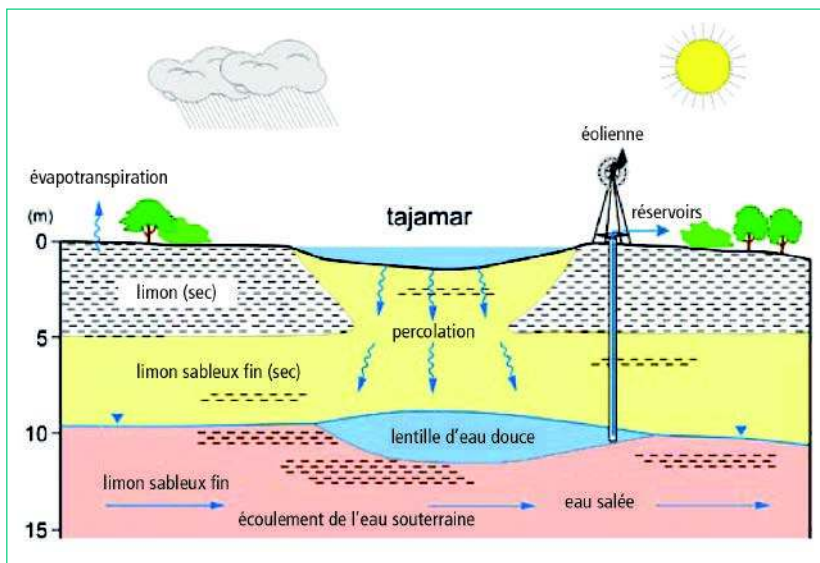
Une série de dohs temporairement remplis d'eau de ruissellement, avant infiltration. (D. Gandhi)



Tajamar en Uruguay. (www.agrogestion.com.uy)



Petit barrage en terre avec piège à sédiments au Kenya. (HP. Liniger)



Tajamars (Van Steenberg et Tuinhof, 2009).

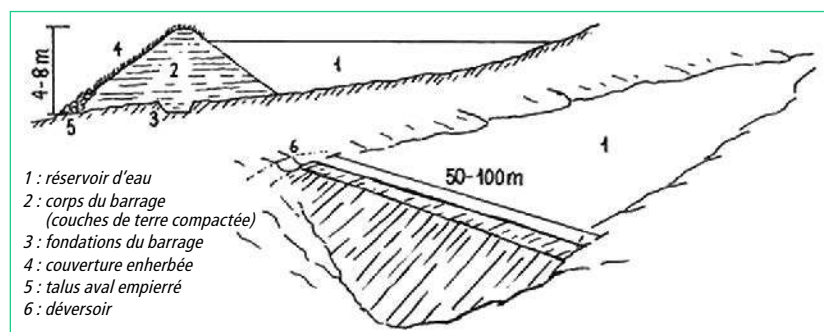
Au Bangladesh, des lentilles d'eau douce (dans la nappe souterraine saumâtre) sont créées grâce à des puits d'infiltration, en permettant à l'eau d'étangs de percoler sous la couche d'argile dans l'aquifère peu profond. Cette eau douce est utilisée par les ménages en période sèche. En Afrique du Sud, des bassins d'infiltration dans les dunes sont utilisés pour améliorer la recharge naturelle des nappes phréatiques pour les réserves d'eau potable et pour protéger les réserves d'eau douce des aquifères contre l'intrusion de l'eau salée. Les bassins ont été soit creusés, soit formés par des barrages qui retiennent l'eau jusqu'à ce qu'elle ait percolé à travers le fond du bassin. Au Niger, l'irrigation des jardins potagers des oasis a été restaurée en remontant le niveau de la nappe souterraine grâce à un barrage de faible hauteur et un bassin d'infiltration. Les crues faibles du kori Tamgak (Iférouane) sont détournées vers le bassin d'infiltration (Van Steenberg et Tuinhof, 2009).

Exemple : petits barrages (*ndivas*) en Tanzanie

Sur les 300 km² du bassin versant de Makanya en Tanzanie, il existe environ 75 petits barrages appelés *ndivas*. D'une capacité de 200 à 1'600 m³, ils ont été construits le long de la partie supérieure des canaux principaux d'irrigation. Ils servent à stocker l'eau temporairement lorsque personne n'irrigue. Pendant la période d'irrigation, l'eau des *ndivas* sert à renforcer l'irrigation par rigoles car l'eau du canal ne parvient pas jusqu'au fermiers les plus éloignés. Nombre de ces barrages ont une longue histoire ; ils ont été construits par les clans locaux. Au cours du temps, la plupart des barrages ont été agrandis pour desservir les surfaces croissantes irriguées. Les fermiers ont aussi reçu de l'aide pour étanchéifier des barrages afin de réduire les pertes par infiltration (Mul et al., 2011).

Barrages de surface

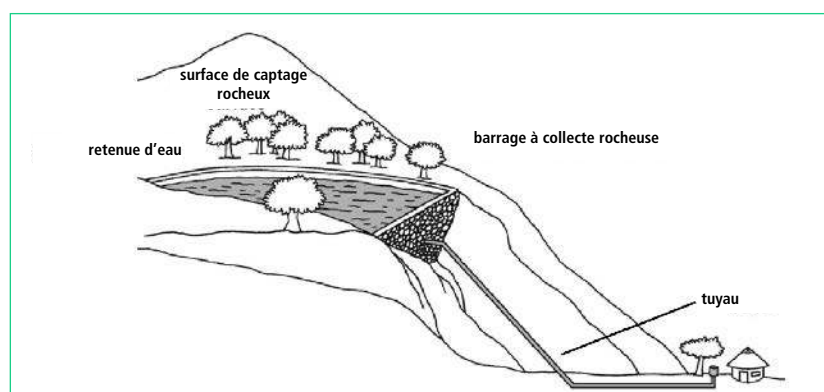
Petits barrages en terre et en pierre : des systèmes de stockage de l'eau de pluie, tels que les petits barrages en Ethiopie et en Tanzanie (*ndivas*), sont construits par les communautés sur les piedmonts des collines ou le long des canaux d'irrigation pour stocker le ruissellement de rivières éphémères ou pérennes. Ces réservoirs n'ont ni murs enduits ni surfaces couvertes. L'eau est surtout utilisée pour la consommation du bétail et l'irrigation complémentaire. Ils sont destinés à des régions avec une pluviométrie de 300 – 600 mm.



Petit barrage en terre (M. Gurtner dans Liniger et al., 2011).

Digues de contrôle (*checkdam*) : un mur en pierres, ciment et gabions est construit en travers d'une ravine afin de stocker le flux d'eau du ruisseau pour l'irrigation (en utilisant soit la gravité, soit un mécanisme de pompage) et de diminuer la vitesse de l'écoulement pour favoriser la réhabilitation de la ravine. La largeur du barrage varie de 1 – 2 m et la hauteur de 2 – 4 m, selon la profondeur de la ravine. La longueur du barrage dépend de la largeur de la ravine ; l'intervalle entre barrages est calculé en fonction de la disponibilité de l'eau et les terres potentiellement irrigables. Les environs de la ravine doivent être bien protégés de l'érosion sinon la ravine se remplira de sédiments et se transformera en ravine productive.

Barrage maçonné à collecte rocheuse : ces barrages sont couramment utilisés dans plusieurs pays d'Afrique subsaharienne. Pour les collectes rocheuses importantes, du ciment et des rigoles en pierre servent à étendre la surface de captage sur un impluvium de plusieurs hectares. La structure de stockage est soit un barrage, soit un réservoir situé près de la collecte rocheuse. Le barrage devra avoir un ratio profondeur / surface assez important pour minimiser l'évaporation. Le gros avantage de la collecte rocheuse est que la perte d'eau par infiltration est très faible. L'eau collectée dans les barrages à collecte rocheuse est souvent utilisée pour la consommation domestique et animale et pour l'irrigation complémentaire.



Barrage à collecte rocheuse (UNEP IETC, 1998 dans Clements et al., 2011).



Barrage en terre sur le plateau de Loess, Chine. (HP Liniger)



Digue de contrôle en pierre, béton et gabions pour l'irrigation. Elle permet en même temps de réduire la vitesse du ruissellement et de favoriser la réhabilitation de la ravine. (E. Yazew)



Petit digue de contrôle, Rajasthan, Inde. (HP. Liniger)



Barrage à collecte rocheuse à Kitui, Kenya. (HP. Liniger)

Exemple : barrages à collecte rocheuse au Kenya

Plusieurs centaines de barrages à collecte rocheuse ont été construits par les Services agricoles et un certain nombre d'ONG à Kitui, au Kenya oriental, depuis les années 1950. Les barrages à collecte rocheuse ont une capacité de stockage très variable, de (20 – 4'000 m³), principalement utilisée pour l'usage domestique. Ils peuvent aussi servir à l'irrigation à petite échelle des jardins potagers. Les communautés locales semblent préférer les captages rocheux à toute autre forme de réserve d'eau (sauf la collecte de l'eau en toiture) car l'entretien est simple et peu coûteux et les captages rocheux n'occupent pas de surfaces agricoles (Nissen-Petersen, 2006b).

Stockage souterrain

Les barrages d'eau souterraine / seuils de rétention souterraine

Les barrages à nappes souterraines arrêtent le flux de l'eau souterraine en stockant l'eau sous le niveau du sol, tout en permettant aux puits en amont du barrage de se remplir. Il existe de nombreux types de barrages souterrains, aussi appelés seuils de rétention souterrains.

Les barrages souterrains sont entièrement construits sous le sol, dans le lit sableux de rivières saisonnières ; ils s'appuient sur le lit rocheux imperméable pour intercepter le flux de l'eau souterraine. Ce sont des barrières imperméables (argile, maçonnerie ou béton) qui arrêtent le flux souterrain. L'eau souterraine peut être prélevée par des puits, forages ou tuyaux de récupération. Les barrages moyens ont une capacité de 10'000 m³ (profondeur moyenne 4 m, largeur 50 m et longueur 500 m). Les plus grands barrages font 5 – 10 m de profondeur, 200 – 500 m de large ou plus et peuvent stocker de 100'000 – 1'000'000 m³. Plusieurs barrages construits en série augmentent le volume d'eau souterraine stockée et limitent les pertes dues aux fuites. Les barrages souterrains limitent les variations de niveau de la nappe souterraine en amont de l'ouvrage. Ils en existent dans de nombreux pays, de taille et nombre variable.

Les barrages de sable sont plus grands que les barrages souterrains ; ils peuvent dépasser le sol de plusieurs mètres, dans le lit sableux de rivières. Le sable grossier transporté par le courant est déposé en amont du barrage et le lit du cours d'eau se remplit peu à peu, tandis que les matériaux plus fins passent par dessus lors des fortes crues. L'eau est stockée dans l'espace poreux du sable grossier déposé. L'épaisseur de cet aquifère artificiel augmente avec le temps. De plus, le sable réduit l'évaporation et la contamination de l'eau de la masse de sable derrière le barrage, fournissant une eau adaptée à la consommation du bétail, des ménages ou pour l'irrigation à petite échelle.

Les barrages à percolation ne bloquent pas l'écoulement de l'eau comme les systèmes précédents. Ils ont trois objectifs : a) réduire le débit en surface ; b) augmenter la percolation pour la recharge des aquifères peu profonds et c) empêcher l'écoulement des sédiments. Ils sont construits en travers de lits de rivières, de canaux d'évacuation naturels et de ravines. Les barrages de correction simples / ordinaires sont construits en matériaux naturels disponibles sur place comme des pierres, des troncs, du bambou, des morceaux de bois et des branches. Les barrages plus sophistiqués sont construits avec des roches et du ferrailage (gabions). Le béton est utilisé pour des barrages de correction permanents, mais les fondations du barrage reposent alors sur la couche imperméable. Les cultures sont irriguées par pompage de l'eau dans les puits rechargés. En Thaïlande, ceux-ci servent à la reforestation.

Les barrages souterrains, de sable et à percolation peuvent être combinés. Le volume de stockage peut être augmenté en élevant le mur du barrage au-dessus de la surface afin d'augmenter l'accumulation des sédiments. Le lit de rivière idéal pour ce genre de barrage à nappe souterraine est constitué de sable et de gravier sur une couche imperméable ou sur la roche à quelques mètres de profondeur. De préférence, il faut construire le barrage là où l'eau de pluie d'un grand bassin versant coule dans un passage étroit. Ce genre de réservoir souterrain peut être rempli par une seule crue importante. Lorsque le barrage est saturé, l'eau coule par-dessus le barrage et peut remplir les aquifères en aval. Pour l'usage, l'eau est puisée soit à la main, soit avec des motopompes.

Réservoirs et citernes souterraines

Les citernes sont des réservoirs souterrains pour le stockage de l'eau. Leur capacité varie de 10 – 1'000 m³. Dans de nombreuses régions, de petites citernes sont creusées à même la roche. Les citernes plus grandes sont revêtues de terre compactée, d'argile, de mortier ou d'un film plastique pour éviter l'infiltration. Le ruissellement est collecté sur un bassin versant proche ou canalisé depuis un bassin versant éloigné. Ils sont soit enterrés sous une couche rocheuse, soit recouverts pour réduire l'évaporation. Dans la plupart des cas, des bassins de décantation des sédiments



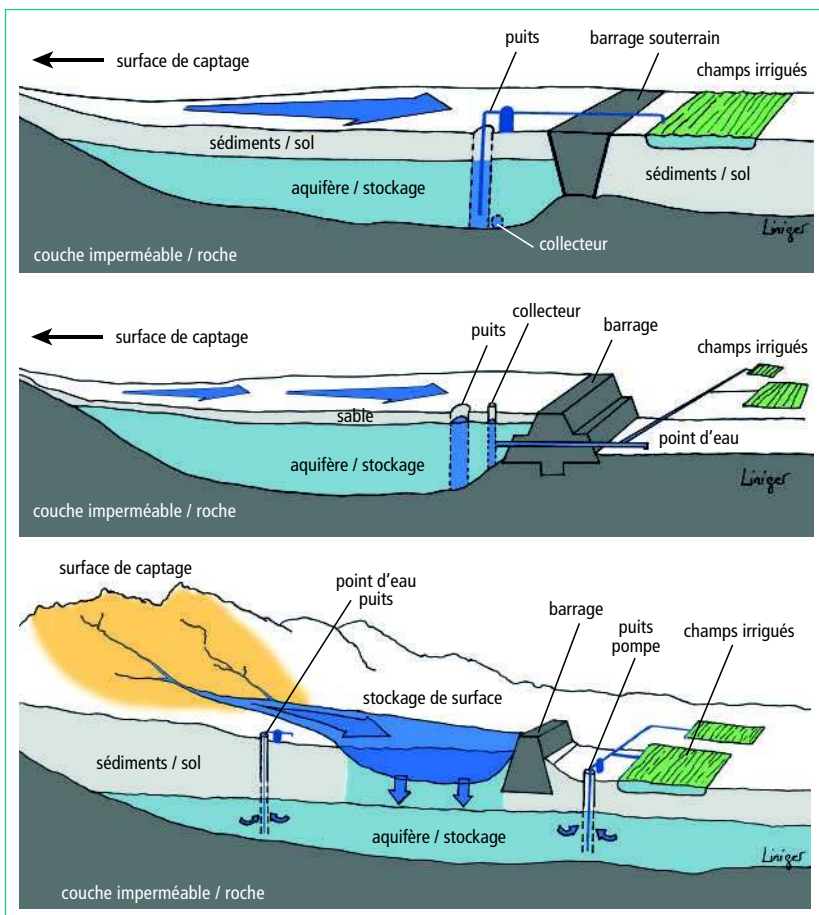
Barrages souterrains au Kenya : sec (en haut) et plein (en bas). (E. Nissen-Peterson)

Exemple : barrages souterrains au Brésil

Environ 500 petits barrages souterrains ont été construits dans l'Etat du Pernambouc au nord-est du Brésil, dans les années 1990. Une évaluation de 150 d'entre eux a montré qu'ils augmentaient de manière significative la diversité et la qualité des cultures vivrières produites. Ils jouent aussi un rôle important dans l'abreuvement du bétail et la production de fourrage pour la saison sèche (Foster et Tuinhof, 2004).



Barrage de sable rempli dans la vallée de Nzyaa Muysio au Kenya. (P. Braden)



Coupe longitudinale de (en haut) un barrage souterrain, (au milieu) un barrage de sable, (en bas) un barrage à percolation (adapté de Foster et Tuinhof, 2004 ; Oweis et al. 2012).

sont construits juste en amont pour réduire la sédimentation. Sinon, il est nécessaire de nettoyer régulièrement la citerne. En cas de nécessité, deux ou plusieurs structures peuvent être construites au même endroit. Les citernes du groupe MacroCE sont surtout utilisées pour la consommation animale ou l'irrigation mais aussi pour l'eau potable communale, selon qualité de l'eau obtenue. Les grandes citernes communales peuvent stocker jusqu'à 80'000 m³ d'eau. Les citernes souterraines revêtues de ciment ou de ferrociment s'appellent *berkas*, en Somalie. Au Turkménistan, les citernes souterraines construites en mortier de chaux et briques et couvertes d'un dôme s'appellent sardobs. A Gansu, en Chine, ils s'appellent « cave à eau » et au Maroc *matfia* ou *joub*.

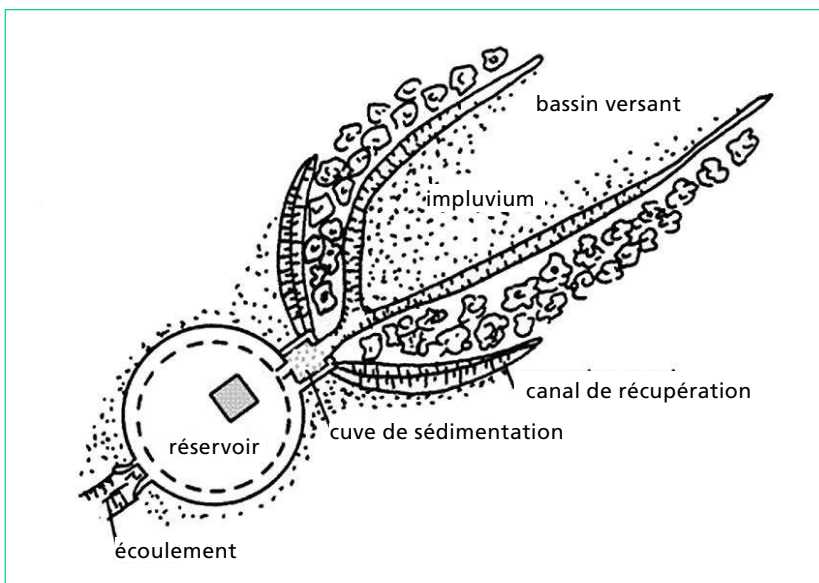


Schéma technique d'une citerne en Tunisie (M. Ouessar dans WOCAT, 2012).



Barrage de sable à Embu, Kenya. (HP. Liniger)



Eau stockée devant un barrage à percolation qui permet de recharger des puits à proximité, Argentine. (HP. Liniger)

Exemple : citernes en Tunisie

De nombreuses citernes, petites ou grandes, privées ou communales, construites surtout à l'époque romaine et arabo-musulmane, existent dans les régions arides de Tunisie. Elles augmentent la disponibilité de l'eau pour des usages divers (boisson, consommation animale, irrigation complémentaire) dans les régions isolées. Une analyse coûts-bénéfices a montré que le fait de stocker l'eau améliorerait le potentiel du système agricole et les revenus de l'agriculture basée sur les *jessour* (M. Ouessar dans Taamallah, 2010).



Citerne en Tunisie. (M. Ouessar)



Citerne en Jordanie. (HP. Liniger)

Puits « traditionnels »

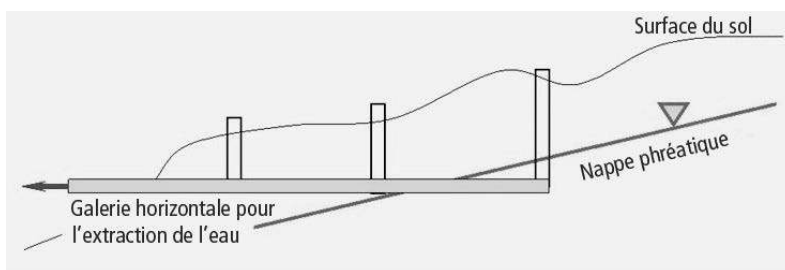
Puits horizontaux : la technologie de collecte de l'eau à « puits horizontaux », vieille de 2500 ans, est originaire d'Iran. Elle consiste en des galeries souterraines en pente légère creusées assez loin dans les alluvions sédimentaires ou dans la roche pour percer la nappe phréatique et atteindre l'aquifère en-dessous. L'eau de l'aquifère s'infiltre dans le haut de ces galeries, coule dans les canaux légèrement en pente et émerge à la surface dans ou près d'un lieu habité. Les puits horizontaux sont généralement construits sur le bas des pentes d'un cône alluvial, dans des bassins entre des montagnes, le long de vallées alluvionnaires dont la rivière n'a pas un débit suffisant toute l'année pour alimenter en eau les ménages et l'irrigation. Ils sont fréquents dans les régions arides à taux d'évaporation élevé, là où des zones potentiellement fertiles se trouvent à proximité de montagnes arrosées et où les sources souterraines sont nombreuses. L'eau canalisée coule par gravité jusqu'aux villages ou aux terres, économisant la main d'œuvre (comparé à l'eau puisée à la main dans un puits creusé). La réhabilitation et l'entretien de ces systèmes nécessite beaucoup de connaissances et de compétences. La technologie est connue sous différentes appellations : *faladsch / aflaj* (Emirats arabes unis et Oman), *foggara* (Afrique du Nord), *galerias* (Espagne), *kanjering* (Chine), *karez* (Afghanistan, Pakistan), *qanats* (Syrie, Jordanie), etc.



Vue aérienne d'un système de *qanat* en Iran avec les puits d'accès qui forment un chemin jusqu'au village. (www.livius.org)



Emergence d'une *foggara*. (Wikipedia)



Description d'un système de *qanat* (Safriel et Adeel, 2005).

Les galeries d'accès, appelées puits mères (jusqu'à 50 mètres de profondeur), sont creusées jusqu'à des sources souterraines ou à la nappe phréatique. Ensuite, plusieurs « galeries de ventilation » sont creusées à intervalles plus ou moins réguliers et selon une ligne droite, jusqu'à la cible.

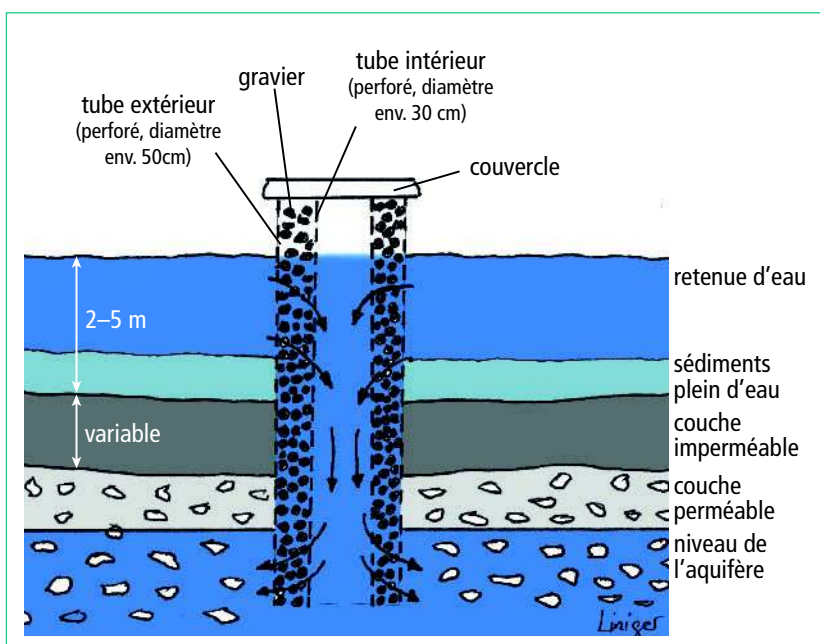
Puits filtrants : les puits filtrants ou à injection sont utilisés pour injecter directement de l'eau dans les aquifères profonds. Ces puits ne conviennent qu'aux régions où une couche imperméable ou peu perméable existe entre la surface du sol et l'aquifère. Cette méthode permet d'atteindre une vitesse de recharge assez rapide. Le puits devra être régulièrement entretenu afin d'éviter le colmatage. La nappe phréatique rechargée peut être exploitée par des puits et des forages qui prélèvent l'eau ou par des sources alimentées par cette même nappe.

Exemple : puits filtrant en Tunisie

En Tunisie, les puits filtrants sont utilisés en association avec des retenues en gabions pour améliorer l'infiltration de l'eau des crues dans les aquifères, dans des régions où l'eau de surface ne peut atteindre la nappe à cause d'une couche imperméable (ou peu perméable). Les puits filtrants sont installés dans le lit d'oueds (rivières temporaires). Un puits filtrant est composé d'un long tube intérieur entouré par un tube extérieur dont la circonférence varie de 1 à 2 m. La zone entre les deux tubes est remplie de gravier et le tube intérieur qui joue le rôle de filtre à sédiments. L'eau entre par des fentes (20 cm de long, quelques mm de diamètre) et coule à travers le gravier et le tube intérieur perforé jusque dans l'aquifère. Le puits dépasse de 2 à 3 m au-dessus du niveau du sol et sa profondeur dépend de celle de la nappe phréatique (jusqu'à 40 m) (M. Ouessar et H. Yehyaoui dans Schwilch et al., 2012 ; WOCAT, 2012).



Exemple d'un puits filtrant derrière une retenue en gabions, après la pluie. (M. Ouessar)



Eléments d'un puits filtrant.

Diffusion et applicabilité

Diffusion

Ruissellement collinaire : Moyen-Orient (ex. Israël), Asie centrale (ex. Turkménistan), Pakistan, Afrique du Nord, Mali, Mauritanie, Somalie, Soudan.

Liman : ex. Kirghizistan, Maroc, Israël, Tunisie.

Diguettes en trapèze ou en demi-lune : certaines parties d'Afrique du Nord (ex. Tunisie) et Afrique subsaharienne (ex. Burkina Faso, Kenya, Niger, Somalie).

Ruissellement de route : ex. Brésil, Chine, Afrique de l'Est (ex. Ethiopie, Kenya), Maroc.

Réhabilitation de ravines / ravines productives : ex. Bolivie, Ethiopie, Haïti (jardin ravines), Inde, Kenya, Maroc, Népal, Nicaragua, Tadjikistan, Tanzanie.

Mares / étangs : dans le monde entier ;

- **Hafirs** : ceinture de savane de l'Afrique (ex. Ethiopie, Kenya, Maroc), Soudan, Moyen Orient (communautés bédouines : ex. Jordanie) ;
- **Réservoirs cultivés / teras** : Inde et Sri Lanka, Pakistan, Somalie, Soudan ;
- **Etangs à infiltration** : ex. Bangladesh, Niger, Paraguay et Uruguay, Afrique du Sud.

Barrages de surface : dans le monde entier ; Afrique de l'Est (ex. Burundi, R.D. du Congo, Ethiopie, Kenya, Somalie, Soudan, Tanzanie, Ouganda, Zambie), Afrique du sud (ex. Botswana), Afrique de l'Ouest (ex. Burkina Faso, Sénégal), Amérique latine (ex. Brésil, Paraguay, Pérou), Asie (ex. Chine, Inde), Israël.

Barrages d'eau souterraine : dans le monde entier ;

- **Barrages souterrains** : Afrique de l'Est (ex. Ethiopie, Kenya, Tanzanie) ;
- **Barrages de sable** : il en existe des exemples dans toutes les régions semi-arides, les plus nombreux se trouvent au Kenya, aussi en Angola, Afrique du Sud, Soudan, Ouganda, Zimbabwe, ainsi qu'au Japon, Inde, Thaïlande, S-O USA et Brésil.
- **Barrages filtrants** : très utilisés en Arabie saoudite, Emirats arabes unis et Oman, aussi en Egypte, Inde, Jordanie, Pérou, Soudan, Syrie, Thaïlande, Yémen.

Citernes : Afrique du Nord (ex. Egypte, Libye, Maroc, Tunisie), Moyen Orient (ex. Jordanie, Syrie, Yémen), Afrique de l'Est et du Sud (ex. Botswana, Ethiopie), Asie (ex. Inde), Amérique latine (ex. Brésil).

Puits horizontaux : Asie (ex. Afghanistan, Chine, Inde, Iran, Iraq, Jordanie, Pakistan, Syrie), Péninsule arabe (ex. Oman, Emirats arabes unis), Afrique du Nord (ex. Algérie, Egypte, Libye, Maroc, Tunisie), Europe (ex. Espagne, archipel des Canaries, Italie, Grèce).

Puits filtrants : Afrique du Nord (ex. Tunisie), Afrique de l'Est, Inde.

Applicabilité

Utilisation des terres : la surface de captage peut se trouver sur des parcours ou des forêts, parfois sur des terres cultivées. L'eau sert surtout pour les cultures ou des terres mixtes (ex. agroforesterie).


Utilisation de l'eau : les MacroCE sont souvent destinés à fournir de l'eau pour la consommation domestique et animale. L'irrigation complémentaire à petite échelle est utilisée pour les arbres et les cultures. L'arrosage des jardins potagers est aussi courant.

Climat : les systèmes de MacroCE sont mis en œuvre dans des régions semi-arides où il est nécessaire de stocker l'eau afin de passer la saison sèche ou d'atténuer l'effet des périodes sèches. Comparés aux micro-captages, les macro-captages sont adaptés aux zones où peu d'événements de ruissellement sont attendus, parce qu'une quantité assez élevée d'eau peu être collectée à chaque fois.






Terrain : les MacroCE sont souvent situés dans le lit de petites rivières éphémères et dans des dépressions naturelles ou creusées.

Echelle : les barrages peuvent fournir de l'eau pour plusieurs communautés ; leur gestion et leurs impacts doivent être pris en compte à l'échelle du bassin versant. Les petites mares et les citernes peuvent être gérées à l'échelle des ménages.





Utilisation des terres

	Terres cultivées		Elevé
	Pâturages		Modéré
	Forêts / bois		Faible
	Terres mixtes		Insignifiant
	Autres		








Utilisation de l'eau

	Domestique
	Bétail
	Irrigation supplement
	Irrigation
	Autres

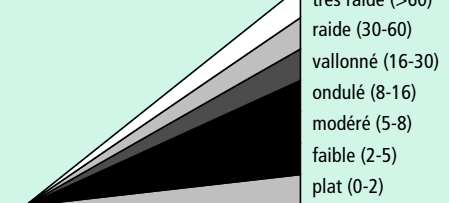
Climat

	Humide
	Subhumide
	Semi-aride
	Aride




Pluviométrie moyenne (mm)

> 3000" data-bbox="772 311 799 328"/>	> 3000
	2000-3000
	1500-2000
	1000-1500
	750-1000
	500-750
	250-500
	< 250






Pente bassin versant (%)






Echelle

	Petite échelle
	Moyenne échelle
	Grande échelle

Propriété foncière

	Etat
	Société privée
	Communauté
	Individuelle, sans titre
	Individuelle, titrée




Mécanisation

	Main d'œuvre (b)
	Traction animale
	Mécanisé (a)


Orientation de la production

	Subsistance
	Mixte
	Commerciale

Exigence en travail

	Elevé (a)
	Moyen
	Faible (b)

Exigence en connaissances

	Elevé (a)
	Moyen
	Faible (b)

- a) Barrages, seuils
b) Mares et plans d'eau

Niveau de mécanisation : selon la taille et la capacité de la structure de stockage, la construction nécessite soit du travail manuel soit la mise en œuvre d'engins lourds, ou une combinaison des deux.

Propriété foncière et droit d'utilisation des terres / de l'eau : lors de la mise en œuvre de structures de MacroCE à l'échelle de la communauté ou du bassin versant, le droit de propriété sur terres de la communauté doit être garanti et les droits d'utilisation de l'eau doivent être clairement définis. Pour les petites structures, la propriété foncière est souvent individuelle et titrée.

Compétences et connaissances requises : les petites mares et plans d'eau ne nécessitent pas de connaissances techniques précises pour leur construction et leur entretien ; mais pour les structures plus grandes, les puits sophistiqués et les barrages maçonnés ou en béton, des techniciens doivent participer à la construction.

Exigence en main d'œuvre : pour les barrages, les seuils et les puits horizontaux, l'intervention d'une main d'œuvre très qualifiée est indispensable.

Main d'œuvre nécessaire à la construction d'un barrage de sable, Ethiopie

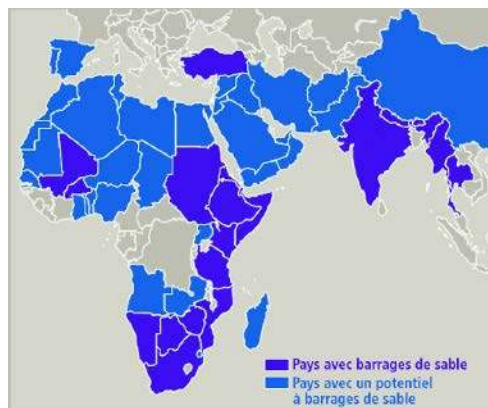
Nombre d'ouvriers	Nombre de jours par personne	Nombre total de jours
4 maçons	45,8	183,3
10 aides maçons	31	310
15 ouvriers communautaires	50	750

(adaptation de RAIN, 2009).

Coût de la main d'œuvre pour la réhabilitation de ravines

Pays	Coût de mise place US\$/ha	Coût d'entretien US\$/ha/an
Népal	2'925	70
Bolive	110	16

(Liniger et Critchley, 2007 et WOCAT, 2012).



Pays où se trouvent les barrages de sable.
(www.excellentdevelopment.com)



Personnel ouvrier et technique réuni pour discuter de la construction d'une digue dans un bassin versant au sud-est de la Tunisie. (C. Hauser)

Données économiques

Coûts

Coûts de mise en place de diverses pratiques de MacroCE

Technologie	Pays	Coût indicatif en US\$
Diguettes trapézoïdales	Kenya ¹	700 – 1'000 par ha
Mares	Kenya ¹	1,3 par m ³ (entretien 0,27)
Mares doublées de plastique	Ethiopie ¹	1,5 par m ³ (entretien 0,47)
Structure à lit de cours d'eau recrusé (<i>doh</i>)	Inde ²	200 – 400 par structure
Mares d'infiltration (<i>tajamares</i>)	Paraguay ^{3,4}	4'500 par structure ³ 25'000 par structure (pour 400 personnes) ⁴
Mare d'infiltration et puits	Bangladesh ⁴	7'500 par structure
Barrage en terre (10'000 m ³)	Zambie ²	5 par m ³
Barrage souterrain	Brésil ⁵	0,5 – 2 par m ³
Barrage souterrain en argile	Kenya ¹	0,42 – 1,60 par m ³
Barrage souterrain	Inde ⁵	0,13 par m ³
Seuils d'épandage	Sahel ⁴	2'660 par ha
Barrages de sable (divers)	Inde ⁶	2'660 per ha
Barrage de sable maçonnés	Kenya ¹	10 – 25 par m ³ 1,82 par m ³
Barrages à captage rocheux maçonnés	Kenya ⁷	0,71 par m ³
Réhabilitation de ravines	Kenya ⁸	46-110 par m ³
Digue de contrôle végétatif de ravine	Inde ⁴	90 par ha
Réservoir d'eau (30 m ³)	Tadjikistan ²	20 par structure
Citerne de surface CE	Chine ⁹	6 par m ³
Puits filtrant	Ethiopie ⁴	290 – 1'500 par structure
Recharge well	Tunisie ¹⁰	5'000 – 10'000 par structure

¹ Knoop et al., 2012 ; ² Liniger et Critchley, 2007 ; ³ Clements et al., 2011 ; ⁴ Tuinhof et al., 2012 ;

⁵ Van Steenberg et Tuinhof, 2009 ; ⁶ Van Steenberg et al., 2011 ; ⁷ RAIN 2009 ;

⁸ African Development Bank, 2009 ; ⁹ Wu et al., 2009 ; ¹⁰ Schwilch et al., 2012

Bénéfices de production

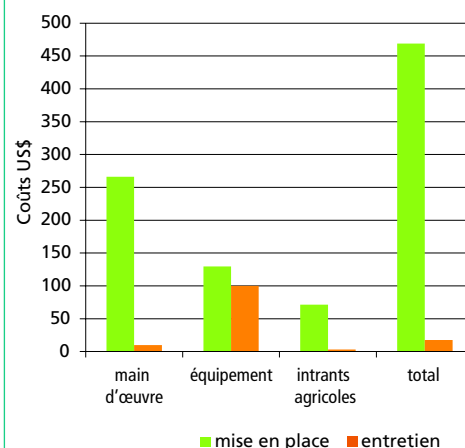
Augmentation de rendement avec MacroCE

Culture	MacroCE	Pays	Rendement sans MacroCE ¹ (t/ha)	Rendement avec MacroCE ¹ (t/ha)	Augmentation de rendement (%)
Maïs (grain) ¹	Barrages en terre	Kenya	1,38	1,80	30
Sorgho ²	Diguettes de contour et canaux	Inde	1,75	2,40	137
Légumes ²		Inde	5,00	7,00	140
Coton ²		Inde	0,70	1,13	160

¹ Pour les deux techniques, apport de 30/80 kg N/ha ; sans engrais, l'irrigation du barrage en terre n'a pas augmenté le rendement des cultures de manière significative (Barron et Okwach, 2005 ; WOCAT, 2012) ;

² (WOTR, non daté).

Coûts par structure de MacroCE (médiane)



Les coûts des MacroCE sont très variables : de US\$ 21 pour une retenue de ravine au Tadjikistan à US\$ 94'000 pour un barrage aux Philippines.

Source : 13 études de cas (WOCAT, 2012).

Exemple : barrages en terre pour l'irrigation complémentaire au Burkina Faso et au Kenya.

La viabilité économique de la construction de barrages en terre pour l'irrigation complémentaire d'une culture vivrière (sorgho) et l'irrigation d'une culture hors saison (tomates) a été modélisée pour des sites au Burkina Faso et au Kenya. La mise en place de ces barrages a montré un bénéfice net de 151 – 626 US\$/an/ha pour le cas au Burkina et de 109 – 477 US\$/an/ha pour celui du Kenya, selon le coût d'opportunité de la main d'œuvre, comparé à 15 – 83 US\$/an/ha pour le Burkina et 40 – 130 US\$/an/ha pour le Kenya pour des pratiques agricoles courantes. Les résultats ont aussi montré que malgré l'exigence du système en main d'œuvre, c'est un investissement qui réduit les risques. Le système de production doit être associé à une culture de rente d'hiver afin de sécuriser la stratégie d'autosuffisance alimentaire. L'analyse a aussi montré une forte interdépendance entre investissement dans la collecte de l'eau et intrants d'engrais. Appliqués individuellement, ils risquent de ne pas être viables (Fox et al., 2005).



Des bananiers derrière un barrage de sable.
(excellent développement)

Bénéfices

Barrage de stockage en sable, Kitui, Kenya

Un barrage de sable fournit environ 1'500 – 2'000 m³ d'eau, stockée pendant la période des pluies. En moyenne, 25 familles ou 150 personnes utilisent un barrage. L'accès à l'eau a ainsi été amélioré, diminuant le temps de trajet pour aller chercher l'eau. La production agricole et industrielle a augmenté et elle fournit davantage de revenus. Pour un barrage de sable (25 familles), l'augmentation nette du revenu de la famille est de US\$ 3'000/an (Tuinhof et al., 2012).

Bénéfice : 1995 comparé à 2005	sans barrage		avec barrage	
	1995	2005	1995	2005
Accès à l'eau potable en période sèche	4 km	4 km	3 km	1 km
Utilisation d'eau domestique	136 l/jour	117 l/jour	61 l/jour	91 l/jour
Nombre de pers. exposées à la sécheresse	600	600	420	0
Ménages avec cultures irriguées	38%	38%	37%	68%
Eau agricole	160 l/jour	110 l/jour	220 l/jour	440 l/jour
Production : briques et paniers	0 US\$/an	0 US\$/an	21 US\$/an	63 US\$/an
Revenu des ménages	21 US\$/an	21 US\$/an	21 US\$/an	336 US\$/an

(Lasage et al., 2008 dans Tuinhof et al., 2012)

Etangs de recharge de la nappe phréatique : Tajamares Chaco, Paraguay

Le système de *tajamar* permet de produire de l'eau de source dans des conditions très difficiles. Un *tajamar* d'un volume de 30'000 m³ fournit l'eau potable pour environ 1'200 personnes. Le prix de l'eau d'un *tajamar* est calculé sur la base du coût des matériaux. Avec un taux d'intérêt de 5% et une durée de vie de 15 ans, le prix est estimé à 0,1 US\$ par m³, comparé au prix du marché de 2,23 US\$/m³. La main d'œuvre nécessaire à la construction et à l'entretien est fournie par les communautés. En plus de l'eau potable, les *tajamares* permettent de pratiquer l'élevage à Chaco. Selon l'intensité de l'irrigation du pâturage, le niveau de production varie de 1 à 1,5 tête de bétail par hectare. Selon l'Asociación Rural de Paraguay (ARP), l'eau supplémentaire disponible (après prélèvement pour l'irrigation) a contribué à une augmentation de 36% de l'élevage entre 2005 et 2010. De plus, la culture de légumes est devenue possible. La croissance économique de Chaco a eu un effet important sur le marché du travail, car celui-ci est directement lié aux activités agricoles mais aussi à l'industrie de la transformation des produits agricoles de Chaco. Ce sont les habitants locaux qui en ont le plus profité car c'est eux qui étaient les plus touchés par la pénurie d'eau (Tuinhof et al., 2012).

Exemple : Mares à recharge de nappes phréatiques, Turkménistan

Au Turkménistan, le coût des *chirles* (mares à recharge des aquifères) varie considérablement. Lorsqu'un seul puits pour la consommation humaine est utilisé, la structure coûte US\$ 2'500. Lorsque dix puits sont creusés, le coût par mare descend à US\$ 2'100. Si les puits servent aussi pour l'eau du bétail ou pour améliorer les parcours, le coût augmente à US\$ 3'650. Malgré ce premier investissement, le coût d'entretien est assez faible : US\$ 115 – 192 par an. Ces coûts sont en général divisés par les nombreux ménages et c'est la communauté qui entretient les *chirles* (Van Steenberg et al., 2011).



Jeune fille puisant de l'eau pour l'usage domestique d'un petit barrage. (M. Malesu)



Des femmes Kenyanes puisent de l'eau dans la terre derrière un barrage de sable (WOCAT, 2012).

Impacts

Bénéfices	Au niveau de la ferme / des ménages	Au niveau de la communauté / bassin versant / territoire / paysage
Production / économiques	+++ augmentation de la réserve d'eau pour l'irrigation des potagers et des pépinières +++ augmentation des rendements +++ augmentation de la disponibilité en eau pour le bétail +++ augmentation de la disponibilité en eau d'irrigation ++ augmentation de la disponibilité en eau potable ++ augmentation des revenus de la ferme ++ augmentation de la production de fourrage ++ réduction de la demande en eau de surface et souterraine + diversification des activités de la ferme (ex. élevage de canards, oies et poisson fabrication de briques)	+++ usagers de l'aval non privés d'eau car l'eau ne remplit le barrage créé que quand le flux est important a) ++ terres supplémentaires mises en production ++ réduction du risque d'échec des cultures ++ augmentation de la valeur des terres près d'une structure de captage + augmentation de la diversification de la production
Ecologiques	+++ augmentation de l'humidité du sol +++ augmentation de la recharge des aquifères ++ réhabilitation de terres très dégradées ++ réduction du ruissellement de surface	+++ augmentation de la résilience au changement climatique ++ protection des rivières de la sédimentation ^a ++ réduction de l'érosion du sol par les crues ++ sédiments : piège à nutriments pour le sol
Socioculturels	+++ réduction des périodes de pénurie d'eau +++ réduction du temps de portage de l'eau pour l'usage domestique ++ amélioration des connaissances en conservation / érosion	+++ amélioration de la sécurité alimentaire et en eau ++ réduction des conflits dus à l'eau à cause de la meilleure disponibilité de l'eau ++ renforcement des institutions communautaires ++ amélioration de la situation des groupes défavorisés socialement et économiquement + paysage plus agréable
Hors-site		+++ réduction en aval des dégâts dus aux inondations, pour les champs et infrastructures ++ rivières et réservoirs protégés de la sédimentation

Importance : +++ élevée, ++ moyenne, + faible

	Contraintes	Comment les surmonter
Production / économiques	la quantité réduite d'eau disponible pour les usagers de l'aval peut être un problème pour les grandes structures telles que les barrages	→ mettre en place des schémas de gestion qui incluent les utilisateurs de l'amont et de l'aval
	l'infiltration est un problème majeur du stockage dans les retenues en terre, provoquant jusqu'à 70% de pertes d'eau	→ matériaux de bonne qualité et connaissances techniques pour le revêtement des réservoirs en terre
	les intrants élevés pour la mise en place de certains types de barrages et mares artificielles sont une contrainte	→ faciliter le microcrédit
	la perte de terres productives due à la structure de MacroCE peut être une contrainte pour les petites fermes	
	la qualité de l'eau peut être un problème car le bétail utilise souvent les mêmes points d'eau que les humains ^b	→ bien informer et faire des campagnes de sensibilisation aux méthodes de traitement de l'eau (désinfection solaire, ébullition ou chloration)
	augmentation du risque de diffusion des maladies à transmission vectorielle	→ améliorer la diffusion des mesures de prévention, ex. moustiquaires
Ecologiques	la réduction du débit en aval peut affecter les systèmes écologiques	→ mettre en place des évaluations de l'impact sur l'environnement
Socioculturels	risque de conflits entre les différents exploitants (ex. pastoraux, cultivateurs) dus à des droits de propriété des sources mal définis, règlements pas clairs dans les associations d'usagers, comités de gestion de l'eau corrompus, etc.	→ des programmes de renforcement des capacités doivent cibler à la fois les utilisateurs et les comités de gestion afin de renforcer la capacité à gérer les conflits → créer des comités pour la paix entre communautés et transfrontaliers pour faciliter le dialogue
	l'eau stockée dans les barrages peut être volée par des personnes de l'extérieur qui n'ont pas contribué à la mise en place	→ passer des accords sur l'utilisation des terres et des activités économiques sur le bassin versant ; les parties concernées doivent mettre en place des règlements et des codes moraux pour protéger la ressource en eau
	la construction de structures à haute technicité exige un niveau élevé de connaissances techniques	→ soutien technique : formation et éducation ; services de conseil efficaces
	comme les systèmes de MacroCE fonctionnent souvent à l'échelle du bassin versant, les questions de propriété, d'institutions locales et de droit d'utilisation des terres doivent être prioritaires	→ s'assurer que les projets sont participatifs et collaboratifs

^a barrages d'eau souterraine, ^b barrages de surface

Adoption et transposition à grande échelle

Taux d'adoption

Les barrages de surface sont très répandus dans le monde. Ils offrent une alternative décentralisée aux grands barrages car ils sont adaptables aux conditions locales, ils peuvent être mis en œuvre et gérés par de plus petits projets et par les communautés elles-mêmes. Le taux d'adoption pour les barrages souterrains est encore faible mais il augmente progressivement. Les mares et plans d'eau à stockage d'eau (domestique, bétail et faune sauvage) sont très largement utilisés dans le monde entier.

Mesures incitatives pour l'adoption

Politiques environnementales : la collecte et le stockage de l'eau ont rarement une place institutionnelle claire dans les administrations gouvernementales, ce qui constitue une difficulté. Les barrages en terre utilisés pour l'irrigation sont évidemment un des éléments du développement agricole, ils sont donc sous le mandat des ministères de l'agriculture. Mais lorsque l'eau de pluie est stockée dans un barrage ou un réservoir, elle devient une ressource en eau, ce qui est du ressort de la loi sur l'eau et d'un ministère des ressources en eau (ou assimilé). Les secteurs de l'eau et de l'agriculture doivent ainsi être bien coordonnés.

Droits d'utilisation des terres et de l'eau : dès qu'une demande pour de l'eau de ruissellement émerge, la question de la propriété des bassins versants sur lesquels l'eau ruisselle doit être abordée.

Accès aux services financiers : l'adoption des pratiques de MacroCE dépend surtout du rapport bénéfice-coût et du capital nécessaire au stade de la mise en place. Pour l'utilisateur de l'eau et des terres, le facteur limitant peut justement être celui de l'investissement élevé. Dans nombre de régions, l'absence de systèmes de crédit, un prérequis pour un investissement de cette taille, est aussi un facteur limitant. Les taux d'intérêt des systèmes de crédit des pays en développement sont très élevés, souvent autour de 15%. Cependant, pour les mares creusées, le seul coût est celui du travail ; les communautés peuvent ainsi créer leur propres mares, seuls les outils doivent être achetés.

Soutien technique et développement des capacités : l'optimisation des bassins versants et l'évaluation des capacités de stockage nécessite souvent un conseil technique.

Approches adaptées pour la mise en œuvre : des approches participatives telles que "l'approche globale du bassin versant" ou "les groupes et associations d'utilisateurs d'eau" ainsi que "programmes de crédit ou de prêt" peuvent être utilisées.

Faisabilité et planification

Les étapes importantes de la mise en œuvre des systèmes de MacroCE sont :

- 1) Evaluer la quantité et la qualité de l'eau à collecter (dans les rivières, mares, etc.)
- 2) Estimer les besoins en eau et comparer avec la capacité de production d'eau du bassin versant
- 3) Effectuer une évaluation préliminaire du site (évaluation des sols, des débits d'eau et de l'irrégularité saisonnière, des pentes, etc.)
- 4) Estimer les coûts de construction (matériaux, machines, main d'œuvre, etc.)
- 5) Evaluer l'impact environnemental
- 6) Accessibilité pour le personnel, l'équipement et les matériaux
- 7) La planification des systèmes de MacroCE doit être intégrée à celle de la gestion des bassins versants afin d'être durable à l'échelle de ceux-ci
- 8) L'implication et l'organisation de la communauté sont indispensables pour la planification et l'entretien de systèmes de MacroCE communautaires à grande échelle. Pour les grands barrages, l'approbation du projet et l'autorisation de travaux doivent être obtenus auprès des autorités
- 9) Les accords traditionnels sur l'utilisation de l'eau et la gestion des structures d'eau doivent être respectés et intégrés dans la planification des systèmes de MacroCE

Environnement propice : facteurs clés de l'adoption

Intrants, matériaux	+++
Subventions, crédits	+++
Formation et éducation	+++
Droits d'utilisation des terres / de l'eau	++
Accès aux marchés pour les intrants et les productions	++
Recherche	+++
Appropriation et investissement réel des communautés	+++

Importance : +++ élevée, ++ moyenne, + faible

Faisabilité et planification : facteurs clés de mise en œuvre

Evaluation de la quantité d'eau récoltable	+++
Evaluation de la qualité de l'eau	++
Evaluation des besoins en eau	+++
Evaluation du site	+++
Aspects financiers	+++
Evaluation de l'impact environnemental	++
Droits d'utilisation des terres / de l'eau	+++
Relations de voisinage	+++
Implication de la communauté	+++
Questions sociales et de genre	+
Approbation officielle du gouvernement	+++

Importance : +++ élevée, ++ moyenne, + faible



Construction d'un barrage à collecte rocheuse à Kitui, Kenya. (HP. Liniger)

Exemple de droits d'accès et d'utilisation de l'eau en Inde :

Dans le projet de collecte de l'eau de Naigaon en Inde, l'idée suivante a été formulée : comme l'eau est un bien commun, tous les villageois, indépendamment des titres de propriété, devaient avoir les mêmes droits d'accès et d'utilisation de l'eau. Les droits de l'eau ont donc été séparés de la propriété foncière et, lors de la vente d'une terre, les droits d'utilisation de l'eau revenaient au groupe de villageois. Le nouveau propriétaire n'obtenait pas automatiquement le droit d'accès à l'eau. M. Salunke, l'initiateur du projet de Naigaon, a mis ce principe en pratique en proposant aux villageois sans terre d'adhérer aussi au système d'irrigation à relevage pour la collecte de l'eau. Grâce à cet arrangement, les paysans sans terre sont devenus cultivateurs au même titre que ceux qui avaient plus de terre que l'eau nécessaire à la culture de ces surdaces (Falkenmark et al., 2001).

Références

- African Development Bank. 2009. Rainwater Harvesting Handbook: Assessment of Best Practises and Experience in Water Harvesting. African Development Bank, Tunis. <http://www.rwsn.ch/documentation/skatdocumentation>
- Barron, J. and G. Okwach. 2005. Run-off water harvesting for dry spell mitigation in maize (*Zea mays L.*): results from on-farm research in semi-arid Kenya. *Agricultural Water Management* 74(1):1-21.
- Biazin, B., Sterk, G., Temesgen, M., Abdulkeidir, A. and L. Stroosnijder. 2012. Rainwater harvesting and management in rainfed agricultural systems in sub-Saharan Africa: A review. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* 47-48 139–151.
- Clements, R., Haggard, J., Quezada, A. and J.Torres. 2011. Technologies for Climate Change Adaptation: Agriculture Sector. Roskilde: UNEP Risø Centre on Energy, Climate and Sustainable Development.
- Critchley, W. and K. Siegert. 1991. Water Harvesting. A Manual for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production. FAO. Rome.
- Falkenmark, M., Fox, P., Persson, G. and J. Rockström. 2001. Water Harvesting for Upgrading of Rainfed Agriculture: Problem Analysis and Research Needs. Stockholm International Water Institute (SIWI) Report 11, Stockholm.
- Foster, S. and A.Tuinhof. 2004. Brazil, Kenya: Subsurface Dams to Augment Groundwater Storage in Basement Terrain for Human Subsistence. Sustainable Groundwater Management Lessons from Practice, Case Profile Collection Number 5. World Bank, Global Water Partnership Associate Program. Washington.
- Fox, P., Rockström, J. and J. Barron. 2005. Risk analysis and economic viability of water harvesting for supplemental irrigation in semi-arid Burkina Faso and Kenya. *Agricultural Systems* 83(3):231-250.
- Jaetzold, R. and Schmidt, H. 1983. Farm Management Handbook of Kenya, Vol. II/C, East Kenya (Eastern and Coast Provinces), Ministry of Agriculture, German Agency for Technical Co-operation (GTZ), Nairobi.
- Knoop, L., Sambalino, F. and F. Van Steenbergen. 2012. Securing Water and Land in the Tana Basin: a Resource Book for Water Managers and Practitioners. 3R Water Secretariat. Wageningen, The Netherlands.
- Liniger, H. and W. Critchley (eds). 2007. Where the land is greener - case studies and analysis of soil and water conservation initiatives worldwide. World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT).
- Liniger, H., Mekdaschi Studer, R., Hauert, C. and M. Gurtner. 2011. Sustainable Land Management in Practice. Guidelines and Best Practices for Sub-Saharan Africa. TerrAfrica, World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT) and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Malesu, M.M., Oduor, A.R. and O.J. Odhiambo (eds). 2007. Green Water Management Handbook. Rainwater harvesting for agricultural production and ecological sustainability. Technical Manual No. 8 World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi, Kenya and Netherlands Ministry of Foreign Affairs.
- Mati, B. M. 2005. Overview of water and soil nutrient management under smallholder rainfed agriculture in East Africa. Working Paper 105. International Water Management Institute (IWMI), Colombo, Sri Lanka.
- Ministries of Water Resources and Irrigation of Sudan and South Sudan. 2009. Technical Guidelines for the Construction and Management of Improved Hafirs: A Manual for Field Staff and Practitioners. MIWR-GONU (Sudan), MWRI-GOSS, UNICEF.
- Motiee, H., McBean, E., Semsar, A., Gharabaghi, B. and V. Ghomashchi. 2006. Assessment of the contributions of traditional qanats in sustainable water resources management. *International Journal of Water Resources Development* 22(4):575-588.
- Mul, M.L., Kemerink, J.S., Vyagusa, N.F., Mshana, M.G., van der Zaag, P. and H. Makurira. 2011. Water allocation practices among smallholder farmers in the South Pare Mountains, Tanzania: the issue of scale. *Agricultural Water Management* 98(11):1752-1760.
- Mutunga, K. and W. Crichley. 2001. Farmers' Initiatives in Land Husbandary: Promising Technologies for the Drier Areas of East Africa. Regional Land Management Unit (RELMA), Swedish International Development Cooperation Agency (Sida). RELMA Technical Report Series 27. Nairobi.
- Nissen-Petersen, E. 2006a. Water from Roads. A handbook for technicians and farmers on harvesting rainwater from roads. ASAL Consultants Ltd., Nairobi, Kenya. http://www.samsamwater.com/library/Book6_Water_from_roads.pdf
- Nissen-Petersen, E. 2006b. Water from rock outcrops. A handbook for engineers and technicians on site investigations, designs, construction and maintenance of rock tanks and dams. ASAL Consultants Ltd., Nairobi, Kenya. For the Danish International Development Agency (DANIDA) in Kenya. http://www.samsamwater.com/library/Book1_Water_from_Rock_Outcrops.pdf
- Nissen-Petersen E. 2006c. Water from small dams. Handbook for technicians, farmers and others on site investigations, designs, cost estimates, construction and maintenance of small earth dams. ASAL Consultants Ltd., Nairobi, Kenya. For the Danish International Development Agency (DANIDA) in Kenya. http://www.samsamwater.com/library/Book4_Water_from_Small_Dams.pdf
- Oweis, T.Y. 2009. Managing water resources under scarcity and climate change. Presentation for IFAD-ICARDA knowledge and technology exchange in NENA region.
- Oweis, T.Y., Prinz, D. and A.Y. Hachum. 2012. Water Harvesting for Agriculture in the Dry Area. ICARDA, CRC Press/ Balkema, Leiden, the Netherlands.
- Oweis, T.Y., Prinz, D. and A.Y. Hachum. 2001. Water Harvesting. Indigenous Knowledge for the Future of the Drier Environments. ICARDA, Aleppo, Syria.
- Prinz, D. 2011. The Concept, Components and Methods of Rainwater Harvesting. In 2nd Arab Water Forum "Living with Water Scarcity".
- Prinz, D. 1996. Water harvesting: Past and Future. In: Pereira L.S., (ed). Sustainability of Irrigated Agriculture. Proceedings, NATO Advanced Research Workshop, Vimeiro, 21 - 26.03.1994. Balkema, Rotterdam.
- RAIN (Rainwater Harvesting Implementation Network). 2009. A practical guide to sand dam implementation: Water supply through local structures as adaptation to climate change. RAIN Foundation / Acacia Water / Ethiopian Rainwater Harvesting Association / Action for Development / Sahelian Solutions Foundation. Wageningen. http://www.rainfoundation.org/fileadmin/PublicSite/Manuals/Sand_dam_manual_FINAL.pdf
- Safriel, U. and Z. Adeel. 2005. Dryland systems. In Hassan, R., Scholes, R. and N. Ash (eds). Ecosystems and Human Wellbeing - Current State and Trends. Vol. 1. Island Press. Washington DC.
- Schwilch, G., Hessel, R. and S. Verzaandvoort (eds). 2012. Desire for Greener Land. Options for Sustainable Land Management in Drylands. Bern, Switzerland, and Wageningen, The Netherlands: University of Bern - CDE, Alterra - Wageningen UR, ISRIC - World Soil Information and CTA - Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation.
- Taamallah, H. (ed). 2010. Gestion durable des terres en Tunisie - Bonnes pratiques agricoles. Land Degradation Assessment in Drylands (FAO-LADA), World Overview of Conservation Approaches and Technologies(WOCAT) and Institut des Régions Arides (IRA, Médenine).
- Tuinhof, A., van Steenbergen, F., Vos, P. and L. Tolck. 2012. Profit from Storage: the Costs and Benefits of Water Buffering. 3R Water Secretariat. Wageningen, The Netherlands.
- Van Dijk, J.A. 1997. Indigenous soil and water conservation by teras in eastern Sudan. *Land Degradation & Development* 8(1):17-26.
- Van Steenbergen, F. and A. Tuinhof. 2009. Managing the Water Buffer for Development and Climate Change Adaptation: Groundwater Recharge, Retention, Reuse and Rainwater Storage. UNESCO International Hydrological Programme. Paris.
- Van Steenbergen, F., Tuinhof, A. and L. Knoop. 2011a. Transforming Lives Transforming Landscapes: the Business of Sustainable Water Buffer Management. 3R Water Secretariat. Wageningen, The Netherlands.

VSF (Vétérinaires sans frontières). 2006. SubSurface Dams: a simple, safe and affordable technology for pastoralists. A manual on SubSurface Dams construction based on an experience of Vétérinaires sans Frontières in Turkana District (Kenya). Vétérinaires sans frontières. Brussels.

Wagner, B. (ed). 2005. Water from ponds, pans and dams. A manual on design, construction and maintenance. Technical Handbook No. 32. Regional Land Management (RELMA) in ICRAF. Nairobi.

WOTR (Watershed Organisation Trust). non daté. Mandwa Village: the Metamorphosis of Life after Water Seeped into its Soil.... Watershed Voices - Experience from the grassroots. WOTR. Maharashtra, India. <http://www.wotr.org/wp-content/uploads/2012/05/Mandwa-village-NEW-WS-voices.pdf>

WOCAT (World Overview of Conservation Approaches and Technologies). 2012. WOCAT Database: Technologies. <http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/index.php>.

Wu, Y., Tang, Y. and C.M. Huang. 2009. Harvesting of rainwater and brooklets water to increase mountain agricultural productivity - a case study from a dry valley of southwestern China. *Natural Resources Forum* 33(1):39-48.

Références complémentaires :

Anderson, I.M. and M. Burton. 2009. Best Practices and Guidelines for Water Harvesting and Community Based (Small Scale) Irrigation in the Nile Basin. Water Harvesting Report. Part I – Best Practices in Water Harvesting. Part II – Guidelines for the implementation of best practices in Water Harvesting. Appendices. Part II – Guidelines for the implementation of best practices in Water Harvesting. Appendix A - List of Reference Material. Kent, Nile Basin Initiative. Efficient Water Use for Agricultural Production Project (EWUAP).

Borst, I. and S.A. de Haas. 2006. Hydrology of Sand Storage Dams: a case study in the Kiindu catchment, Kitui District Kenya, MSc thesis Hydrology, VE University, Amsterdam.

Collins, S. 2000. Hand-dug shallow wells. Series of Manuals on Drinking Water Supply. SKAT. St.Gallen. [http://www.watersanitationhygiene.org/References/EH_KEY_REFERENCES/WATER/Hand%20Dug%20Wells/Hand%20Dug%20Shallow%20Wells%20\(SKAT\).pdf](http://www.watersanitationhygiene.org/References/EH_KEY_REFERENCES/WATER/Hand%20Dug%20Wells/Hand%20Dug%20Shallow%20Wells%20(SKAT).pdf)

Desta, L., Carucci, V., Wendem-Agenehu, A. and Y. Abebe (eds). 2005. Community Based Participatory Watershed Development, Part 1: A Guideline, Part 2: Annex. Ministry of Agriculture and Rural Development, Addis Ababa, Ethiopia.

Durand, J-M. 2012. Les petits barrages de décrue en Mauritanie : Recommandations pour la conception et la construction. Fonds international de développement agricole (FIDA).

Durand, J-M. 2012. Manuel de suivi et d'entretien des petits barrages en Mauritanie. Fonds international de développement agricole (FIDA).

FAO (Food and Agricultural Organisation of the UN). 2001. Small Dams and Weirs in Earth and Gabion Materials. FAO. Rome. <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/misc32.pdf>

FAO (Food and Agricultural Organization of the UN). 2001. Water harvesting in Western and Central Africa. Proceedings of a regional workshop held in Niamey, October, 1999. 117 p. Food and Agriculture Organization, Accra, Ghana. <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/waterharvraf.pdf>

FAO (Food and Agricultural Organization of the UN). 2000. Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia: Experiencias en América Latina. Zonas áridas y semiáridas No. 13. Santiago, Chile, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai128s/ai128s00.pdf>

Hagos, F., Yohannes, M., Linderhof, V., Kruseman, G., Mulugeta, A., Samuel, G.G. and Z. Abreha. 2006. Micro water harvesting for climate change mitigation: Trade-offs between health and poverty reduction in Northern Ethiopia. Poverty Reduction and Environmental Management. Amsterdam, Netherlands.

Koegel, R.G. 1985. Self-help wells. FAO Irrigation and Drainage Paper. Food and Agricultural Organisation of the UN (FAO). Rome. <http://www.fao.org/docrep/X5567E/X5567E00.htm>

Madrell, S. and I. Neal. 2012. Sand Dams: a Practical Guide. Excellent Development. London.UK

Miller, J.W. 2009. Farm ponds for water, fish and livelihoods. Diversification booklet number 13. FAO. Rom. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0528e/i0528e.pdf>

Munyao, J.N., Munywoki, J.M., Kitema, M.I., Kithuku, D.N., Munguti, J.M. and S. Mutiso. 2004. Kitui Sand Dams. Construction and Operation. SASOL Foundation. Kitui, Kenya.

Niemeijer, D. 1998. Soil nutrient harvesting in indigenous teras water harvesting in eastern Sudan. *Land Degradation & Development* 9(4):323-330.

Ngigi, S.N. 2003. What is the limit of up-scaling rainwater harvesting in a river basin? *Physics and Chemistry of the Earth* 28(20-27):943-956.

Nissen-Petersen, E. 2007. Water supply by rural builders. ASAL Consultants Ltd., Nairobi, Kenya. For the Danish International Development Agency (DANIDA) in Kenya.

Nissen-Petersen, E. 2006. Water from Dry Riverbeds - How dry and sandy riverbeds can be turned into water sources by hand-dug wells, subsurface dams, weirs and sand dams. ASAL Consultants Ltd., Nairobi, Kenya. For the Danish International Development Agency (DANIDA) in Kenya. http://www.samsamwater.com/library/Book3_Water_from_Dry_Riverbeds.pdf

Practical Action. 2002. Runoff Rainwater Harvesting: the Path to Enhanced Livelihoods. Technical Brief, the Schumacher Centre. Rugby, UK. <https://practicalaction.org/rainwater-harvesting-answers>

Practical Action. 2002. Sand Dams: Feasible Rainwater Harvesting Technology for Arid and Semi-Arid Land. Technical Brief, the Schumacher Centre. Rugby, UK. <https://practicalaction.org/rainwater-harvesting-answers>

Practical Action. 2002. Water harvesting in Sudan. Technical Brief, the Schumacher Centre. Rugby, UK. <https://practicalaction.org/rainwater-harvesting-answers>

REST (The Relief Society of Tigray). 2011. An overview of REST's implementation of the Productive SafetyNet Programme. Field Exchange, Emergency Nutrition Network, Issue 40, pp. 59-66.

Reynoso, D.S.F. and J.L.O. Mota. 2010 Trampa de captación de agua de lluvia para abrevadero. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca Y Alimentación (SAGARPA). Mexico. [http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Trampas%20captaci%C3%B3n%20agua%20\(Ollas%20de%20agua\).pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Trampas%20captaci%C3%B3n%20agua%20(Ollas%20de%20agua).pdf)

Roose, E., Sabir, M. and A. Laouina (eds). 2010. Gestion durable des eaux et des sols au Maroc : valorisation des techniques traditionnelles méditerranéennes. Institut de recherche pour le développement (IRD). Marseille, France. <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010054917>.

Sand dam bibliography. <https://sites.google.com/site/sdbibliography/>

Stephens, T. 2010. Manual on small earth dams: a guide to siting, design and construction. FAO Irrigation and Drainage Papers 64. FAO. Rome. <http://www.fao.org/docrep/012/i1531e/i1531e.pdf>

Stern, J.H. and A. Stern. 2011. Water harvesting through sand dams. ECHO Technical Note. ECHO. North Fort Myers, USA.

Tanji, K. and N. Kielen. 2002. Agricultural drainage water management in arid and semi-arid areas. FAO Irrigation and Drainage Papers 61. FAO. Rome. <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp61e.pdf>

UNEP-IETC (United Nation Environment Programme - International Environmental Technology Centre). 1998. Sourcebook of Alternative Technologies for Freshwater Augmentation in Some Asian Countries. IETC Technical Publication Series 8b, UNEP-IETC/Danish Hydraulic Institute.

Van Dijk J.A. and M. Ahmed. 1993. Opportunities for Expanding Water Harvesting in Sub-Saharan Africa: a the Case of the Teras of Kassala. International Institute for Environment and Development (IIED). Sustainable Agriculture and Rural Livelihoods Programme.

Zanzibar Water Authority. 2010. Zanzibar Rainwater Harvesting Manual for Training of Trainers for Domestic Supply (draft). Zanzibar Water Authority. <http://www.dlist-asclme.org/sites/default/files/doclib/upload%20December.pdf>

Audiovisuels :

BBC – EARTH REPORT. 2003. Tunnel Vision. Film. Produit par : Sapiens Productions. Langue : Anglais. <http://www.sapiensproductions.com/qanats.htm>

Centre de Recherche et des Technologies des Eaux (CERTE) Tunisie. 2008. La récupération des eaux pluviales en Tunisie. Vidéo. Produit par : Sapiens Productions. Langue : Française. Durée : 15:43. http://www.thewaterchannel.tv/index.php?option=com_hwdvideoshare&task=viewvideo&Itemid=53&video_id=597

Excellent Development. 2009. Sand dams in Kenya. Vidéo. Produit par : Excellent Pioneers of Sand Dams. Langue : Anglais. Durée : 7.47 min. <http://www.youtube.com/watch?v=YjzcfPax4As&noredirect=1>

IIED (International Institute for Environment and Development) and IFAD (International Fund for Agricultural Development). 2011. Series on Sustainable Land Management Technologies. Vidéos. Réalisée par : William Critchley. Produit par : Josephine Rodgers (Country Wise Communication). Langue : Anglais. <http://www.thewaterchannel.tv/>

IRHA (International Rainwater Harvesting Alliance). Farm ponds. Water harvesting structures in semi arid areas. Vidéo. Produit par : Vishwanath Srikantaiah. Langue : Anglais. Durée : 1:47 min. http://www.irha-h2o.org/?page_id=50&vpage=3

IUCN (The International Union for Conservation of Nature). 2011. Of pearls in the sand. Vidéo documentaire. Réalisé par Umbreen Butt et Iskan Khan de la part de IUCN Pakistan. Langue : sous-ligné Anglais. <http://www.iucn.org/about/union/secretariat/offices/asia/?uNewsID=9050>

RAIN. 2009. Sand dam training in Southern Ethiopia. Vidéo. Produit par : Africa Interactive on behalf of RAIN. Langue : Anglais. <http://www.thewaterchannel.tv/>

UNESCO Multimedia Web & Services. Water and systems of irrigation in Central Iran: Qanat, Water, Oasis. Vidéo. Produit par : Abdolhamid Baghaeian. Langue : Anglais. Durée : 24:56 min. http://www.unesco.org/archives/multimedia/index.php?s=films_details&id_page=33&id_film=2369

Water for Arid Land. 2010. Sand dams vs Subsurface dams. Vidéo. Produit par : ASAL Consultants, Erik Nissen-Petersen. Langue : Anglais. Durée : 7.54 min. <http://www.thewaterchannel.tv/en/videos/categories/viewvideo/630/water-harvesting/nissen-petersen-sand-dams-vs-subsurface-dams>

Water for Arid Land. 2010. Water from roads. Vidéo. Produit par : ASAL Consultants, Erik Nissen-Petersen. Langue : Anglais. <http://www.thewaterchannel.tv/en/videos/categories/viewvideo/631/water-harvesting/water-from-roads>

Water for Arid Land. 2010. Water from rocks. Vidéo. Produit par : ASAL Consultants, Erik Nissen-Petersen. Langue : Anglais. Durée : 12.01 min. <http://www.thewaterchannel.tv/en/videos/categories/viewvideo/639/water-harvesting/water-from-rocks>

WOTR (Watershed Organisation Trust). Sattechiwadi – A village Transformed. Vidéo. Produit par : WOTR. Langue : Anglais. <http://youtu.be/FKY0Lnsahil>; more WOTR films on <http://youtube.com/user/wotrindia>

Réseaux :

ASAL Consultants Ltd. Water for arid lands. Erik Nissen-Petersen. Nairobi Kenya. <http://waterforaridland.com>

Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva (ABCMAC). Foyer: Brésil. <http://www.abcmac.org.br/index.php?modulo=english>

Centre for Science and Environment (CSE). Foyer: Inde. <http://www.rainwaterharvesting.org>

Excellent. Pioneers of Sand Dams. (NGO). Brentford, UK. Foyer: Afrique de l'est. <http://www.excellentdevelopment.com/index.php>

Greater Horn of Africa Rainwater Partnership (GHARP). Foyer: Corne de l'Afrique. <http://www.gharainwater.org>

Practical Action. (NGO). Foyer: Global. <https://practicalaction.org/rainwater-harvesting-answers>

Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN). Foyer: Global. <http://www.rainfoundation.org>

Sand Dam Organisation. Focus: Foyer: Afrique de l'est. www.sanddam.org

World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT). Foyer: Global. <https://www.wocat.net/>

Watershed Organisation Trust (WOTR): NGO /implementing agency for Watersheds & Ecosystems Management; Foyer: Inde. <http://www.wotr.org/wotr-projects/watershed-development/>

Evénements :

10th International Water Association (IWA) Specialist Group Conference on Ponds Technology: Advances and Innovations in Pond Treatment Technology on 19-22 August 2013; Cartagena, Colombia. Organisée par : International Water Association (IWA) Specialist Group Conference on Ponds Technology. <http://www.source.irc.nl/page/73308>

Etudes de cas WOCAT sélectionnées :

Inde : Structure à lit de cours d'eau recreusé (Doh). QTIND03. http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/qt_summary.php?qt_id=449

Zambie : Petits barrages en terre. QTZAM001. http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/qt_summary.php?qt_id=28

Kenya : Barrages de sable. QTKEN653. http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/qt_summary.php?qt_id=653

Tunisie : Puits filtrant. QTTUN14. http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/qt_summary.php?qt_id=234



Structure à lit de cours d'eau recreusé

Inde – Doh

Un cours d'eau dont le lit est recreusé afin qu'il puisse servir de stockage temporaire de l'eau d'écoulement, augmentant ainsi le débit des puits peu profonds servant à l'irrigation complémentaire.

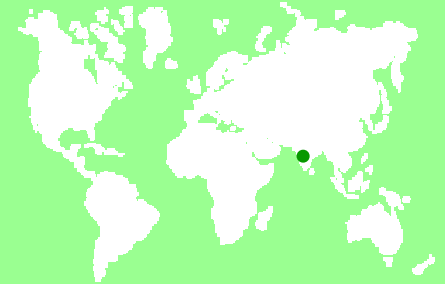
Les *dohs* sont des excavations rectangulaires creusées dans le lit de cours d'eau saisonniers et servant à capter et à retenir l'écoulement afin d'améliorer la recharge des nappes phréatiques ; celles-ci alimentent les puits peu profonds fournissant l'eau pour l'irrigation. Les *dohs* influencent et retiennent également la circulation de l'eau souterraine. Ils sont utilisés dans des zones semi-arides où la pluviométrie est faible et saisonnière. Un *doh* classique mesure de 1 – 1,5 m de profondeur avec une longueur et une largeur variables (jusqu'à 40 m sur 10 m), selon la largeur du cours d'eau ; sa capacité moyenne est de 400 m³. La terre excavée est déposée sur les berges du cours d'eau afin de retenir les sédiments des zones avoisinantes. La pente de l'ouvrage ne doit pas être trop importante (pente en amont de 1:6 ou 17% et pente en aval de 1:8 ou 12%) afin que l'eau qui entre et ressort par le trop-plein emporte les sédiments et ne les laisse pas se déposer. Les berges, par contre, sont raides afin d'augmenter la capacité ; un empierrement améliorerait leur stabilité. En amont, un piège à sédiments est construit, sous forme de grosses pierres posées en travers du cours d'eau. Les *dohs* sont souvent creusés en série, parfois proches de quelques mètres. Les tronçons courbes dans les cours d'eau sont évités car les berges y sont sensibles à l'érosion.

Cette technologie est utilisée en parallèle avec les puits peu profonds (*odees*) qui permettent aux fermiers de puiser dans une nappe phréatique mieux rechargée pour irriguer davantage leurs cultures annuelles, comprenant des légumes tels que les piments. L'eau est pompée dans les puits. A Mohanpada, le village concerné par l'étude de cas, chaque *doh* alimente un puits par la nappe souterraine. Les communautés sélectionnent un site en collaboration avec le personnel du projet, puis un schéma/estimation/implantation détaillé est effectué avec l'assistance technique du projet. Afin d'améliorer le rendement du bassin versant de captage, les affluents sont équipés de petites retenues (seuils en pierre dans les ravins). Un réservoir de collecte d'eau (petit réservoir ou barrage) peut aussi être creusé en amont de la série de *dohs* lorsque la zone de captage est suffisamment importante ou si le site le permet. A Mohanpada, la capacité du réservoir est d'environ 600 m³ ; il contribue également à la recharge de la nappe phréatique.

Les groupements d'utilisateurs décident de l'entretien lors de réunions au cours desquelles le curage et la réparation des petites retenues sont planifiés. En résumé, les *dohs* sont des alternatives économiques de réalimentation des aquifères pour les communautés pauvres. Dans l'exemple présent, la surface supplémentaire mise en production a permis à toutes les familles qui en avaient besoin d'avoir accès à de l'eau pour l'irrigation.

gauche : une série de *dohs* temporairement remplis d'eau de ruissellement avant infiltration. (photo : David Gandhi)

droite : récolte de piments sur des terres mises en culture grâce à l'irrigation permise par un *doh*. (photo : William Critchley)



Localisation : Mohanpada, Ratlam

Région : Madhya Pradesh, Inde

Surface de la technologie : 0,1 km²

Technique de conservation : structure physique

Stade d'intervention : atténuation / diminution de la dégradation

Origine : développé à l'extérieur / introduite par un projet, traditionnelle, il y a >50 ans

Utilisation des terres : cultures et pâturages

Climat : semi-aride, tropical

Références de la base de données WOCAT :

QT IND003en sur cdewocat.unibe.ch/wocatQT

Approche similaire/liée : développement

intégré des bassins versants, QA IND001




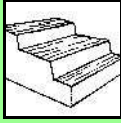
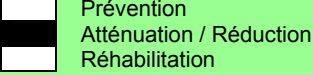
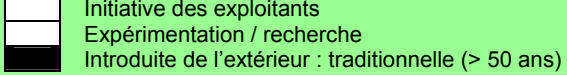
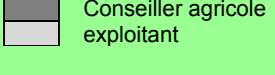
Compilé par :VK Agrawal et David Gandhi,

Ratlam, Madhya Pradesh, Inde

Date : octobre 2002, mise à jour en juin 2004

Classification

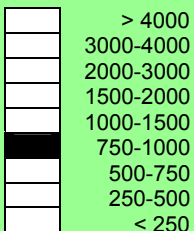
Problèmes d'utilisation des terres : les rendements sont généralement faibles sur ces terres dégradées d'agriculture pluviale. La réserve limitée d'eau dans les puits est une contrainte supplémentaire ; elle limite à la fois la surface irriguée et le nombre de personnes ayant accès à l'irrigation. Il existe un problème sous-jacent de pauvreté qui entraîne l'exode rural des habitants à la recherche de travail.

Utilisation des terres	Climat	Dégradation	Pratique de conservation
 <p>cultures annuelles : blé, coton, légumes etc. (irrigués)</p> <p>pâturage extensif</p>	 <p>semi-aride, tropical</p>	 <p>dégradation hydrique : problème de taux d'humidité du sol</p> <p>érosion hydrique du sol : ravinement</p>	 <p>structure physique : doh (structure : à lit de rivière recreusé) barrage, seuils en pierre (supp.)</p>
Stade d'intervention	Origine	Niveau de connaissances techniques	
 <p>Prévention</p> <p>Atténuation / Réduction</p> <p>Réhabilitation</p>	 <p>Initiative des exploitants</p> <p>Expérimentation / recherche</p> <p>Introduite de l'extérieur : traditionnelle (> 50 ans)</p>	 <p>Conseiller agricole exploitant</p>	
<p>Principales causes de dégradation des terres :</p> <p>Causes directes – d'origine humaine : causes sociales (manque de sensibilisation et de mobilisation des communautés)</p> <p>Causes indirectes – approche descendante</p>			
<p>Principales fonctions techniques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - récolte de l'eau - amélioration de l'infiltration 		<p>Fonctions techniques secondaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - contrôle du ruissellement recueilli 	

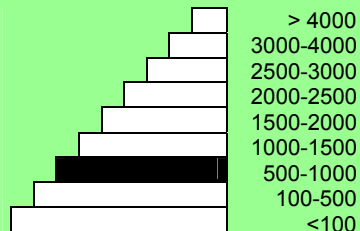
Environnement

Environnement naturel

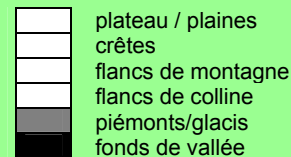
Précipitations moyennes annuelles (mm)



Altitude



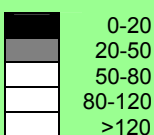
Topographie



Pente (%)



Profondeur du sol (cm)



Saison(s) de culture : 120 jours (juillet - octobre)

Texture du sol : moyenne / (limons)

Fertilité du sol : pauvre

Matière organique dans la couche arable : élevée (>3%)

Drainage du sol / infiltration : moyen

Capacité de rétention d'eau du sol : pas de données

Profondeur estimée de l'eau dans le sol : pas de données

Disponibilité de l'eau de surface : pas de données

Qualité de l'eau : pas de données

Biodiversité : pas de données

Tolérance aux extrêmes climatiques : pas de données

Sensibilité aux extrêmes climatiques : pas de données

En cas de sensibilité, quelles modifications ont été apportées / sont possibles : pas de données

Environnement humain

Terres cultivées par ménage (ha)

■	<0.5
■	0.5-1
■	1-2
■	2-5
■	5-15
■	15-50
■	50-100
■	100-500
■	500-1,000
■	1,000-10,000
■	>10,000

Exploitant : pas de données
Densité de population : >500 personnes/km²
Croissance annuelle de population : >4%
Propriété foncière : individuelle, titrée
Droits d'utilisation des terres : individuel
Droits d'utilisation de l'eau : pas de données
Niveau moyen de richesse des exploitants : très pauvre, ce qui représente 40% des exploitants

Importance des revenus non agricoles : 10-50% du revenu : certains travaillent dans les villes voisines et dans de grandes fermes mécanisées lors des pics de travail (à noter : moins d'émigration depuis l'augmentation de l'irrigation)
Accès aux services et infrastructures : moyen : emploi, énergie ; élevé : santé, éducation, assistance technique, marchés, routes et transports, eau potable et assainissement, services financiers
Economie générale : mixte (subsistance et commerciale)
Mécanisation : pas de données
Cheptel pâturant sur les cultures : pas de d.

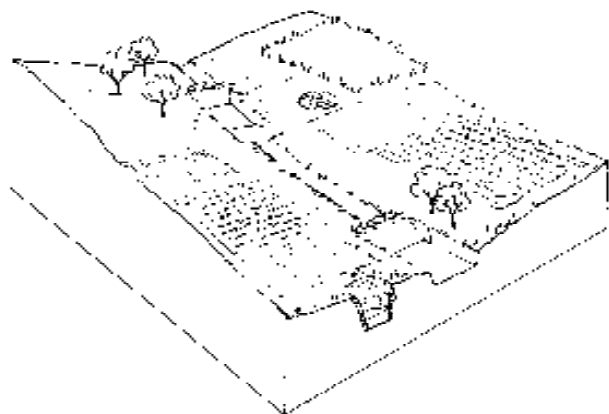


Schéma technique

Vue d'ensemble d'une structure à lit de rivière recreusé (*doh*) avec les puits associés et les parcelles irriguées. Noter la succession de *dohs* mise en œuvre sur le cours d'eau. (Mats Gurtner)

Activités de mise en œuvre, intrants et coûts

Activités de mise en place

- Sélection du site avec la communauté (de vue)
- Identification des bénéficiaires et des exploitants
- Conception et estimations par le personnel du projet avec des instruments de mesure (niveaux à fioles), mètre ruban.
- Accord du comité de village.
- Début des travaux sur le captage à l'aide d'outils à main, y compris le réservoir de captage (ici, capacité d'environ 600 m³) et sur les seuils en terre ou en pierres, en fonction des besoins.
- Enfin, creusement des *dohs* (200–400 m³) avec les pièges à sédiments en amont, faits de pierres posées.
- Les puits (*odees*) peuvent être recreusés et équipés de pompes achetées (coût non inclus ici).

Durée de mise en place : 1 an

Intrants et coûts de mise en place par ha

Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
Main d'œuvre (225 personnes jours)	225	25
Équipement - outils	15	100
Matériaux de construction - pierres (2m ³)	0	
TOTAL	240	30

Activités de maintenance / récurrentes

- Désenvasement des *dohs* en période sèche, à la main
- Entretien des équipements du captage (nettoyage des seuils, etc.) si besoin.

Intrants et coûts d'entretien / récurrents et coûts par ha par an

Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
Main d'œuvre (5 pers./ jours)	5	100
TOTAL	5	100

Remarque : la construction d'un *doh* coûte de 200-400 US\$, selon sa taille (une personne peut creuser environ 1m³ par jour pour un dollar US). Sur la base d'un calcul à l'hectare, le coût est très variable car il est lié au nombre d'hectares supplémentaires irrigables. Dans l'étude de cas ci-dessus, il y a quatre *dohs* pour un village d'une surface totale de 50 ha. Dix des 50 ha ont bénéficié de l'irrigation (en plus des 5 ha déjà irrigués) grâce aux quatre *dohs* et au réservoir ; les coûts mentionnés ci-dessus ont été répartis sur ces 10 ha. Dans ce cas, la moitié des coûts est directement liée aux *dohs* (capacité moyenne de 400 m³ chacun), et l'autre moitié aux travaux sur la zone de captage, où le réservoir (environ 600 m³) représente le coût principal. Là où la roche affleure, il peut être nécessaire d'utiliser des foreuses et de la dynamite, ce qui augmente les coûts. Ce n'était pas le cas pour ce village. Le coût de l'approfondissement/agrandissement des 5 puits (*odees*) n'a pas été inclus ici : il a été effectué par les villageois. Alors que le projet finance environ 85% des coûts de la main d'œuvre, à Mohanpada, le projet n'a eu à financer que 75% de la somme à cause de l'engagement important des villageois.

Evaluation

Impacts de la technologie

Bénéfices de production et socioéconomiques

- +++ augmentation des rendements des cultures
- ++ augmentation des revenus agricoles

Inconvénients socioéconomiques et de production

- + augmentation des inégalités économiques dans certains villages

Bénéfices socioculturels

- +++ amélioration de la conservation / érosion
- ++ renforcement des connaissances sur les institutions communautaires

Inconvénients socioculturels

- + conflits socioculturels
- + diminution de la quantité d'eau pour les usagers de l'aval

Bénéfices écologiques

- +++ augmentation du taux d'humidité du sol
- +++ augmentation du niveau de la nappe phréatique
- ++ amélioration de la couverture du sol
- ++ réduction des pertes de sol

Inconvénients écologiques

aucun

Bénéfices hors-site

- +++ réduction des inondations en aval
- ++ réduction de la sédimentation en aval
- + augmentation du débit des cours d'eau en période sèche
- + réduction de la pollution des rivières / nappes phréatiques

Inconvénients hors-site

- + réduction du débit des rivières

Contribution au bien-être humain / moyens d'existence

Pas de données

+++ : élevé, ++ : moyen, + : faible

Bénéfices / coûts du point de vue de l'exploitant

Bénéfices comparés aux coûts	à court terme	à long terme
Mise en place	positifs	très positifs
Entretien / récurrents	positifs	très positifs

Acceptation/adoption : 100% des familles d'exploitants (1600 familles ; 70% de la zone) ont mis en œuvre la technologie avec un soutien matériel externe. La tendance à l'adoption spontanée (croissante) de la technologie est faible. Les fermiers de Mohanpada ont construit un *doh* avec seulement 10 % de subventions sur le coût total. L'adoption spontanée est croissante dans les villages voisins.

Conclusions

Forces → comment les maintenir/améliorer

La technique des *dohs* est une solution peu chère permettant d'augmenter les réserves d'eau souterraine dans les zones semi-arides où la production à valeur ajoutée de légumes dépend de l'irrigation ; les *dohs* sont la meilleure façon d'augmenter la surface de terres irrigables et de permettre à davantage de familles d'irriguer leurs terres.

De multiples petits points d'eau permettent de recharger les nappes phréatiques pour l'irrigation à partir de puits → briser l'aliés du fond du cours d'eau à l'aide de foreuses ou d'explosifs pour approfondir les *dohs* et les rendre plus efficaces.

Pas de risque de brèches dans des digues car les structures sont enterrées dans le sol.

Faiblesses et → comment les surmonter

Il faut que l'entretien soit effectué par un groupe → constituer des groupes d'usagers.

Les villageois sont plutôt habitués (et préfèrent parfois) des « réservoirs » plus grands et plus profonds → creuser davantage de *dohs* pour augmenter l'impact.

La capacité des *dohs* est limitée, ils s'assèchent rapidement, de même que les puits → creuser davantage de *dohs* pour augmenter l'impact.

Personne(s) à contacter : Agrawal VK and Nayak T: danidain@mantrafreenet.com or pmdanida@sancharnet.in; Comprehensive Watershed Development Project, 22 Pratap Nagar, RATLAM – 457 001, MP, India David Gandhi: david_gandhi@yahoo.com



Petits barrages en terre

Zambie - *Small earth dams (English)*

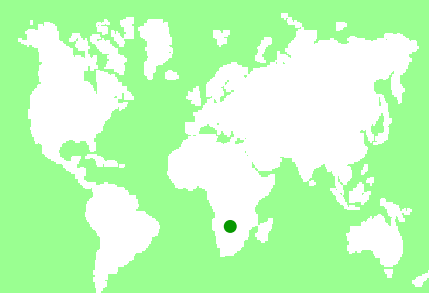
Les petits barrages en terre sont des structures pour le stockage de l'eau, construites sur des vallées étroites afin de récupérer l'écoulement provenant d'un bassin versant en amont.

La construction du mur du barrage commence par l'excavation d'une tranchée sous la longueur du barrage ; elle est remplie d'argile compactée de manière à former un « cœur » qui fixe les murs et évite les fuites. Les talus amont et aval sont aussi construits en terre, avec une proportion de 20-30% d'argile. Au cours de la construction – avec de la main d'œuvre humaine, de la traction animale ou mécanique (bulldozer, compacteur, niveleuse, etc.) – il est essentiel d'assurer un bon compactage pour la stabilité du mur. La graminée Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) est habituellement plantée sur les talus pour prévenir l'érosion. Le barrage est clôturé avec du barbelé pour empêcher le bétail d'éroder le mur. L'eau des barrages est surtout utilisée pour la consommation domestique, l'irrigation ou l'abreuvement du bétail.

La longueur moyenne du remblai est de 50-100 m avec une profondeur d'eau de 4-8 m. Un déversoir d'urgence (végétalisé ou en béton) est prévu d'un côté ou des deux côtés du mur pour évacuer l'excédent d'eau en toute sécurité. La longueur du lac est au maximum de 500 m et sa capacité de 50'000 – 100'000 m³. Lorsqu'un barrage doit être construit sur des terres communales, il est essentiel de consulter et d'impliquer toute la communauté locale. Le gouvernement fournit l'assistance technique et financière pour la conception, la construction et la gestion de ces infrastructures. La communauté peut contribuer en fournissant des terres, de la main d'œuvre et des ressources locales. Elle assure l'entretien périodique de l'ouvrage – y compris la gestion de la végétation sur les talus, l'enlèvement des sédiments, etc. – et du bassin versant (par des pratiques de conservation des sols et de l'eau).

gauche : la construction manuelle d'un barrage exige une action communautaire : la terre est transportée dans des sacs, empilée et compactée couche par couche. (photo : Maimbo Malesu)

droite : puisage d'eau pour l'usage domestique, au bord d'un petit barrage. (photo : Maimbo Malesu)




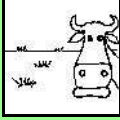
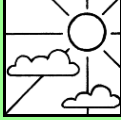


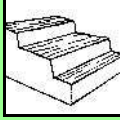
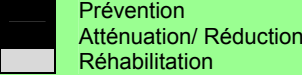
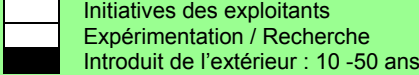
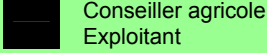
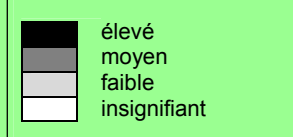
Localisation / Région : province du Sud
Surface de la technologie : Il y a plus de 293 barrages qui desservent une population de 1,1 millions de bovins et de la population humaine de près de 1 million de personnes
Pratique de conservation : structure physique
Stade de l'intervention : prévention de la dégradation des terres, atténuation / réduction de la dégradation des terres
Origine : développé à l'extérieur / introduit par un projet, il y a 10-50 ans
Utilisation des terres : terres cultivées et pâturages
Climat : semi-aride, subtropical
Référence de la base de données WOCAT : QT ZAM0001fr sur cdewocat.unibe.ch/wocatQT
Approche similaire/liée : non documentée
Compilé par : Maimbo Malesu, ICRAF-CGIAR ; Nairobi, Kenya,
Date : janvier 1970, mise à jour 2011



Classification

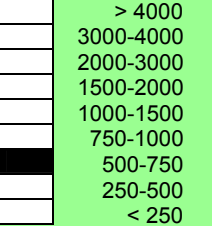
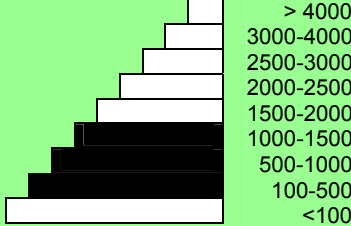
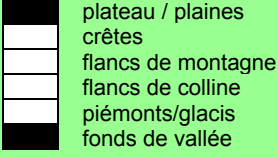
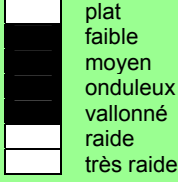
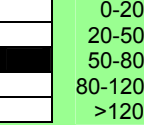
Problèmes d'utilisation des terres :

- érosion hydrique, ravinement, manque d'eau de surface (point de vue de l'expert)

Utilisation des terres  cultures annuelles (cultures pluviales)  pâturages extensif	Climat  semi-aride, subtropical  subhumide	Dégradation  dégradation hydrique : variation dans la quantité d'eau de surface	Pratique de conservation  structure physique : réservoir de retenue / barrage : (stockage de l'excès d'eau)
Stade de l'intervention 	Origine 	Niveau de connaissances techniques 	
Principales causes de la dégradation des terres : Causes directes - naturelle : fort / extrême niveau de précipitation (intensité et quantité), inondations			
Principales fonctions techniques : - contrôle du ruissellement en ravines : rétention/capture - récupération de l'eau / augmentation des réserves d'eau	Fonctions techniques secondaires : aucune		

Environnement

Environnement naturel

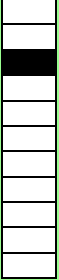
Précipitations moyennes annuelles (mm) 	Altitude (m) 	Topographie 	Pente (%) 
Profondeur du sol (cm) 	Saison de culture : 120 jours (novembre - avril) Texture du sol : gros grain / léger (sablonneux), moyen (limons) Fertilité du sol : moyen Matière organique dans la couche arable : moyenne (1- 3%) Drainage du sol / infiltration : pas de données		Capacité de rétention d'eau du sol : pas de données Profondeur estimée de l'eau dans le sol : pas de données Disponibilité de l'eau de surface : pauvre/ absente Qualité de l'eau : pas de données Biodiversité : pas de données

Tolérance aux extrêmes climatiques : augmentation de la température, augmentation des précipitations saisonnières, diminution des précipitations saisonnières, tempêtes de vent / de poussière, sécheresses / périodes de sécheresse, diminution de la période de culture

Sensibilité aux extrêmes climatiques : évènement de fortes précipitations (intensité et quantité), inondations

En cas de sensibilité, quelles modifications ont été apportées / sont possibles : pas de données

Environnement humain

Terres cultivées par ménage (ha)	Exploitant : groupe / communauté, exploitants à petite échelle, exploitants défavorisés	Importance des revenus non agricoles : pas de données
	Densité de population : < 10 personnes/km ²	Accès aux services et infrastructures : faible
<0.5	Croissance annuelle de population : 3 - 4%	Economie générale : mixte (de subsistance et de rente)
0.5-1	Propriété foncière : commune / village, non propriétaire	Mécanisation : traction animale
1-2	Droits d'utilisation des terres : communal (organisé)	Cheptel pâturant sur les cultures : pas de données
2-5	Droits d'utilisation de l'eau : pas de données	
5-15	Niveau relatif de richesse des exploitants : pauvre	
15-50		
50-100		
100-500		
500-1,000		
1,000-10,000		
>10,000		

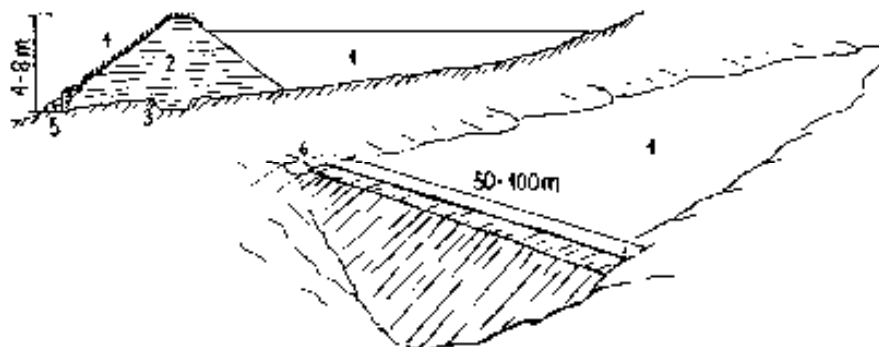


Schéma technique

Les principaux constituants de la technologie : 1) réserve d'eau ; 2) mur du barrage (couches de terre compactée), talus, pente 3:1 ; 3) « cœur » (noyau) ; 4) herbe sur la crête et talus aval du barrage ; 5) enrochement aval ; 6) déversoir (Mats Gurtner)

Activités de mise en œuvre, intrants et coûts

Activités de mise en place	Intrants et coûts de mise en place par ha		
	Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
1. Sélection du site en concertation avec la communauté			
2. Plan et conception du barrage, relevé topographique de la zone avec du matériel de mesure (niveau optique ou théodolite) ; détermination des dimensions du barrage			
3. Construction du mur du barrage : creuser la tranchée du fond (en général, 4 m de large et 2 m de prof.). Extraire et transporter de la terre argileuse sur le site. Construire le cœur et les talus (pente de 3:1). Compacter en continu.	Main d'œuvre (633 personnes jours)	2'000	
4. Construire le déversoir(s) latéral, d'une largeur de 5-30 m (en fonction du débit de crue et de la pente aval)	Equipement - outils	30'000	
5. Conception et installation des infrastructures d'irrigation et de drainage (s'il est prévu de cultiver)	Matériaux de construction - pierre	15'000	
6. Achèvement : planter de l'herbe Kikuyu sur les talus du barrage, le déversoir et les canaux d'irrigation (ou cimenter) ; clôturer	Intrants agricoles - semences	1'000	
	- engrais	1'000	
	- produit phytosanitaires	1'000	
	TOTAL	50'000	20

Activités de maintenance / récurrentes	Intrants et coûts d'entretien / récurrents et coûts par ha par année		
	Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
1. Conservation sur le bassin versant pour éviter la sédimentation dans la retenue et le système d'irrigation (en continu)			
2. (Re) plantation d'herbe sur le barrage et l'infrastructure d'irrigation (tous les ans, à la houe).	Main d'œuvre (63 pers. jours)	200	
3. Désenvasement du barrage (tous les 5-10 ans) ; creuser et évacuer les sédiments déposés dans le lac	Equipement - outils (binettes, pelles, machettes)	2'000	
4. Nettoyage du lac et des infrastructures d'irrigation (tous les ans) : enlever les arbres / buissons du lac et des canaux. Réparer le ciment	Matériaux de construction - pierres	1'500	
	Intrants agricoles - semences, engrais, produit phytosanitaires	300	
	TOTAL	4'000	80

Remarques : les coûts de mise en place sont calculés pour un barrage dont le volume de terre extraite est de 10'000 m³ (44 m de long, 8 m de prof. pentes latérales 3:1). 20% des coûts sont supportés par la communauté (contributions en nature)

Evaluation

Impacts de la Technologie

Bénéfices de production et socio-économiques

- +++ augmentation du rendement des cultures
- +++ augmentation de la disponibilité / qualité de l'eau d'irrigation
- ++ augmentation de la production animale
- ++ augmentation des revenus agricoles

Inconvénients de production et au niveau socio-économique

aucun

Bénéfices socioculturels

- +++ amélioration de la sécurité alimentaire et de l'autosuffisance
- ++ renforcement des institutions communautaires
- + augmentation des possibilités de loisirs

Inconvénients socioculturels

aucun

Bénéfices écologiques

- +++ augmentation de la quantité d'eau
- +++ meilleure récupération / collecte des eaux de ruissellement
- ++ recharge de la nappe phréatique / aquifère
- + baisse du risque vis-à-vis d'événements défavorables

Inconvénients écologiques

aucun

Bénéfices hors-site

- +++ augmentation de la disponibilité de l'eau
- +++ réduction des inondations en aval

Inconvénients hors-site

aucun

Contribution au bien-être humain / moyens d'existence

pas de données

+++ : élevé, ++ : moyen, + : faible

Bénéfices / coûts du point de vue de l'exploitant

Bénéfices comparés aux coûts	à court terme	à long terme
Mise en place	négatif	très positif
Entretien / récurrents	neutres	très positif

Acceptation/adoption : Les statistiques de 1991 indiquaient l'existence d'au moins 537 de ces barrages en Zambie.

Conclusions

Forces → comment les maintenir/améliorer

Les barrages permettent une diversification des activités pour la génération des revenus (pépinières, pisciculture etc.) et pour réduire la pauvreté → l'accès aux marchés doit être facilité pour les populations afin de soutenir ces activités.

Ils aident les populations à économiser le temps nécessaire au portage de l'eau pour l'usage domestique → les droit d'accès à l'eau doivent être claires et équitables.

Réduction des risques d'échec de production en réduisant les périodes de sécheresses prolongées et en facilitant l'adaptation au changement climatique → cette pratique devrait être combinée avec des modes de production qui protègent l'humidité du sol (paillage).

Réduction des dégâts causés par l'érosion du sol et des inondations → une approche de gestion intégrée par bassin versant permet de réduire les inondations et l'érosion du sol.

Comme le bétail peut être abreuvé à proximité du village la compaction des sols peut être réduite → l'accès du bétail au barrage doit être régulé pour éviter le développement d'une auréole de dégradation autour du point d'eau et celui-ci doit être protégé de la contamination.

Faiblesses et → comment les surmonter

Les barrages appartiennent aux communautés → bonne organisation et fort investissement de la communauté.

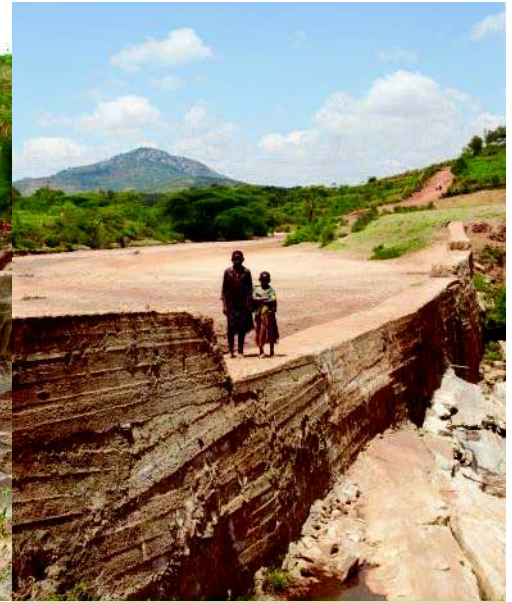
Risque d'envasement → nécessité de désenvaser et d'une bonne gestion conservatoire du bassin versant.

Vulnérabilité au changement climatique → augmenter la profondeur et prévoir une capacité pour au moins deux saisons de pluie.

Evaporation et fuites → planifier une profondeur minimale de quatre mètres ; si les fuites sont importantes, prévoir un revêtement imperméable pour le talus amont, p. ex. de l'argile ou un film plastique.

Référence(s) clé(s) : Frot, E., van Wesemael, B., Benet, A.S. and House, M.A., 2008. Water harvesting potential in function of hillslope characteristics: A case study from the Sierra de Gador (Almeria province, south-east Spain). Journal of Arid Environments, 72(7): 1213-1231

Personne à contacter : Maimbo Malesu, ICRAF-CGIAR; Nairobi, Kenya; m.malesu@cgiar.org



Barrages de sable

Kenya – Barrages à réserve de sable, barrages à réserve d'eau souterraine

Le barrage de sable est une retenue maçonnée construite en travers du lit d'une rivière saisonnière. Il retient l'eau et le sable qui viennent du bassin versant.

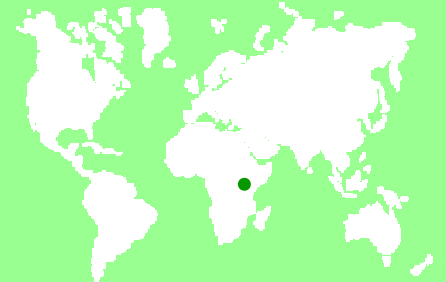
Un barrage de sable mesure de 1 à 5 mètres de haut et de 10 à 50 mètres de large. Lorsqu'il pleut, le barrage retient l'eau chargée de sédiments ; le sable se dépose au fond et les limons fins restent en suspension dans l'eau. Le barrage finit par se remplir de sable, généralement après 1 – 3 saisons, parfois après un seul épisode pluvieux. 25 à 40% du volume du sable est occupé par de l'eau. Après remplissage, un barrage peut contenir des millions de litres d'eau ; il se remplit à nouveau à chaque épisode pluvieux, fournissant de l'eau toute l'année à plus de 1000 personnes.

La technologie des barrages de sable à récolte d'eau de pluie est peu onéreuse, facile à construire et demande peu d'entretien. Elle fournit une ressource locale d'eau propre pour l'usage domestique et agricole et elle est adaptée aux régions arides et semi-arides du monde. Cette solution est transposable à grande échelle et possède un large champ d'application qui permet de remplacer les ponceaux de franchissement de rivière des routes rurales et des réserves de faune sauvage.

Le barrage de sable est la façon la plus économique de récolter l'eau de pluie ; sa robustesse et son très faible coût d'entretien en font une technique particulièrement adaptée aux régions isolées et mal desservies. Un barrage type construit avec 500 sacs de ciment mesure environ 40 mètres de long avec un déversoir situé à 2 mètres au-dessus du niveau de la roche mère. Le barrage est construit en maçonnerie de pierres, dans un coffrage en planches. Il coûte environ USD 11'800 (prix 2012). Ce montant comprend les matériaux (ciment, renforcement en acier, bois, transport) et le permis pour le barrage : USD 8800 (75%) ; la gestion du projet, comprenant le soutien technique des artisans locaux qualifiés et des concepteurs du barrage : USD 2150 (18%) ; les coûts financiers et administratifs de l'organisation de la mise en œuvre : USD 850 (7%). Les habitants locaux participent spontanément à la construction du barrage par leur travail, en portant les pierres, le sable et l'eau et en protégeant le bassin versant proche. Si cette contribution était chiffrée et incluse dans le coût du barrage, son prix doublerait presque. Les coûts d'entretien et de réparation sont négligeables, à condition que le barrage ait été bien conçu et construit. Les exploitants sont responsables de la gestion et des réparations du barrage et du système de captage d'eau. Lorsqu'une pompe à bras est installée, les usagers locaux doivent en financer la réparation et le remplacement en fonction des besoins. L'achat et l'entretien de pompes à eau à moteur que certains groupes utilisent pour irriguer les terres proches reste sous la responsabilité des membres du groupe local.

Comme l'eau est stockée dans le sable, les pertes par évaporation sont très faibles. Le sable filtre l'eau et les maladies véhiculées par l'eau, comme la malaria, sont contrôlées. Les barrages de sable ont un impact significatif sur l'environnement : ils contribuent à la recharge des aquifères, augmentent le débit en aval en saison sèche, revitalisent l'écologie des rivières et régulent les crues. Ainsi, ils font partie des services rendus aux écosystèmes et participent à l'adaptation au changement climatique.

gauche : exemple d'un barrage de sable après remplissage dans la vallée de Nzyaa Muisio. (photo : Simon Maddrell)
droite : exemple d'un autre barrage de sable rempli dans la même vallée. (photo : Polly Braden)

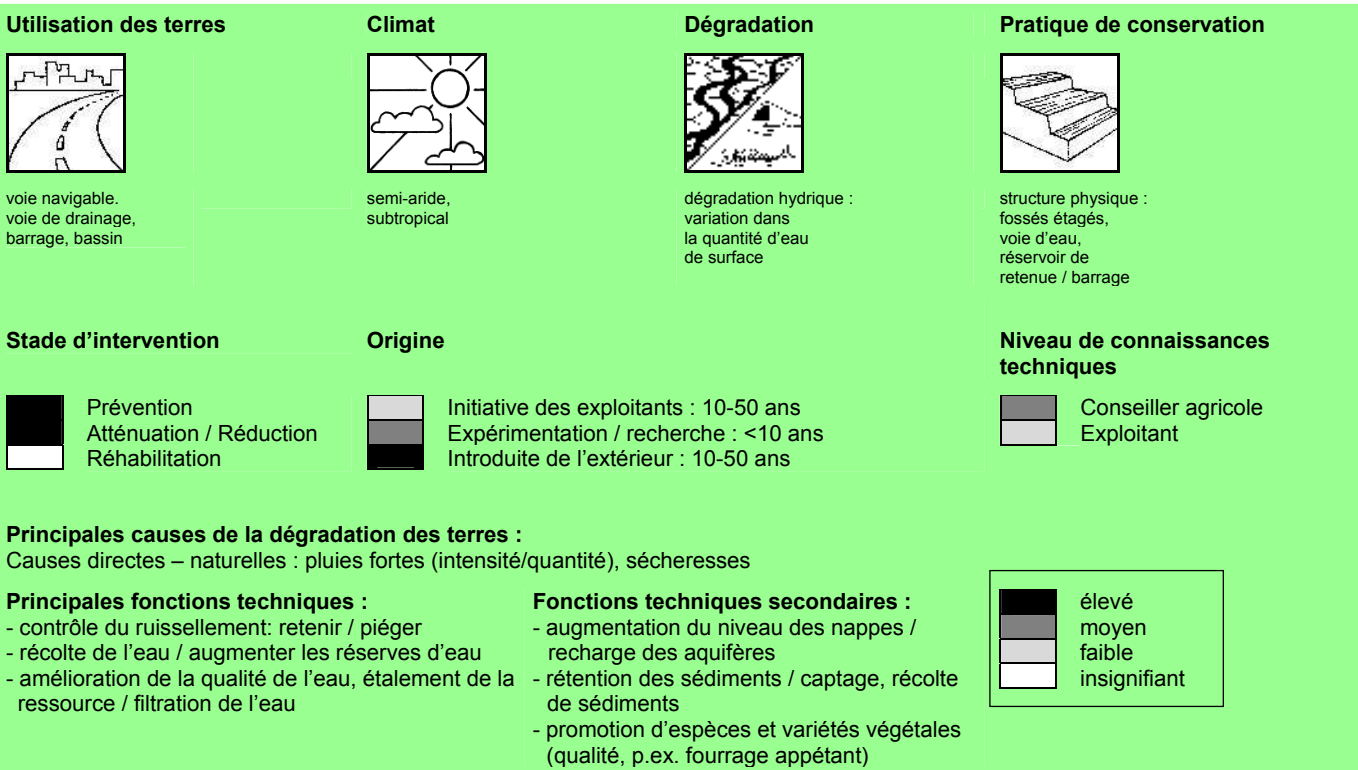


Localisation : comtés de Machakos, Kitui and Makueni
Région : Province de l'Est, Kenya
Surface de la technologie : 1000 - 10'000 km²
Pratique de conservation : structure physique
Stade d'intervention : prévention / atténuation
Origine : développé à l'extérieur / introduite par un projet, il y a 10-50 ans
Utilisation des terres : autres terres (voie navigable, voie de drainage, barrage, bassin)
Climat : semi-aride, subtropical
Référence de la base de données WOCAT : QT KEN653en sur cdewocat.unibe.ch/wocatQT
Approche similaire/liée : non documentée
Compilé par : Ian Neal, Excellent Development Ltd.
Date : 27 mars 2012

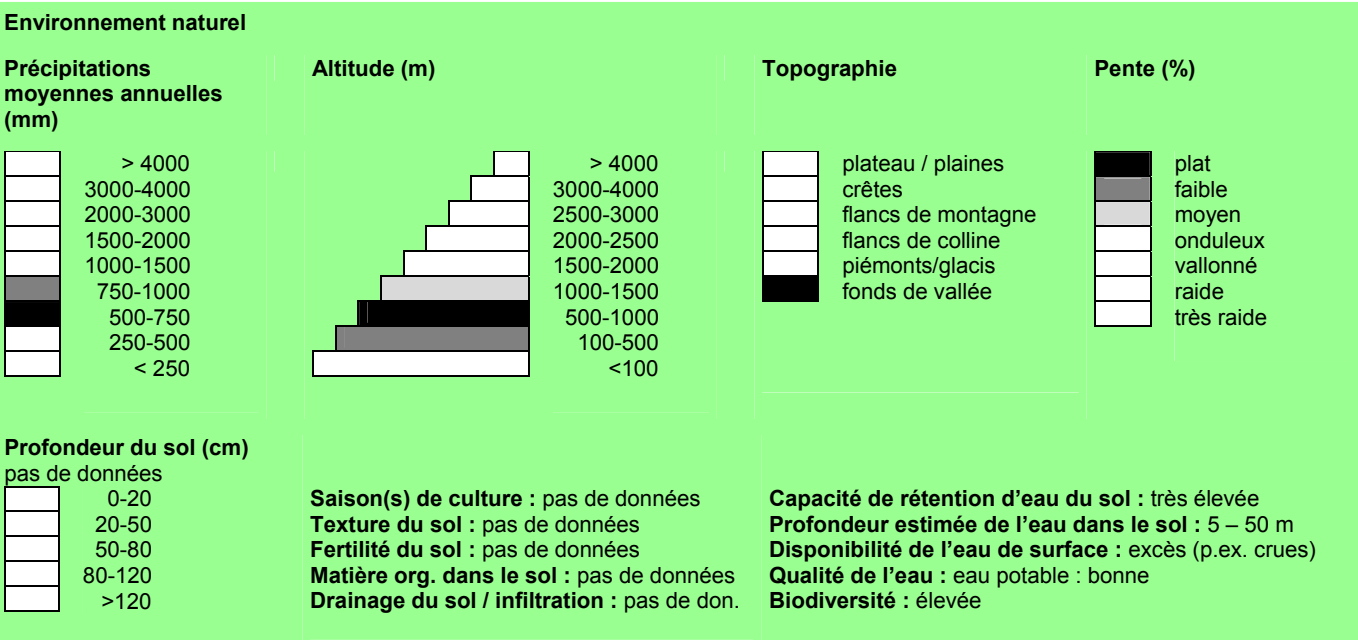


Classification

Problèmes d'utilisation des terres : « Nous allions chercher l'eau à Londokwe ; il fallait parfois toute la nuit pour la récolter. 3 à 10 km pour y aller et 12 heures ou plus jusqu'au retour [à cause du temps à faire la queue]. Quand on ne pouvait aller à la rivière, on envoyait nos enfants chercher l'eau. Quand ils y allaient, ça voulait dire qu'ils n'allaient pas à l'école. Parfois, les gens se battaient pour prendre les trous d'eau des autres. Ces trous de puisage étaient gardés à tour de rôle. Les gourdes [bidons à eau] étaient endommagées et l'eau se vidait. Les enfants ne pouvaient pas aller à l'école [parce qu'ils devaient] garder les plus jeunes pendant que les parents allaient chercher l'eau. Les enfants manquaient l'école parce qu'ils avaient faim, juste parce qu'il n'y avait pas d'eau pour cuisiner. » Yikiuuku SHG. Les zones arides sont caractérisées par des précipitations intenses et très variables et un manque de couvert végétal. Elles sont exposées aux sécheresses, aux inondations et à l'érosion des sols, ce qui se traduit par une pénurie endémique d'eau et de nourriture.



Environnement



Tolérance aux extrêmes climatiques : augmentation de température, augmentation/ diminution saisonnière des précipitations, pluies violentes (intensité et quantité), tempêtes de vent / poussière, crues, sécheresses / périodes sèches, diminution de la saison de culture

En cas de sensibilité, quelles modifications sont apportées / sont possibles : augmenter la capacité du déversoir pour gérer les crues importantes

Environnement humain

Surface cultivée par ménage (ha)

pas de données

	<0.5
	0.5-1
	1-2
	2-5
	5-15
	15-50
	50-100
	100-500
	500-1,000
	1,000-10,000
	>10,000

Exploitants : groupes / communautés, exploitants à petite échelle, exploitants typiques / moyens, surtout des femmes

Densité de population : 50-100 personnes/km²

Croissance annuelle de la population : 2 - 3%

Droit de propriété foncière : Etat

Droit d'utilisation des terres : communal (organisé) (des accords légaux entre groupes d'entre-aide et propriétaires des terres jouxtant le barrage, pour la construction et l'accès ; l'enregistrement du barrage et du droit d'accès à l'eau auprès du Kenyan Water Resources management Authority (WRMA) sont primordiaux pour garantir les droits d'utilisation de l'eau, pour contrôler l'extraction d'eau et de sable, pour autoriser le groupe d'entre-aide à percevoir des taxes (si approprié) et assurer le libre accès de tous aux trous de prélèvement d'eau)

Droit d'utilisation de l'eau : idem que pour les terres

Niveau relatif de richesse : pauvre

Importance des revenus non agricoles : moins de 10% des revenus : très variable, mais la plupart des membres de groupes d'entre-aide sont des fermiers en autosubsistance

Accès aux services et infrastructures : faible : assistance technique, emploi (p.ex. hors ferme), marchés, énergie, eau potable et assainissement, services financiers ; moyen : santé, éducation, routes et transports

Economie générale : pas de données

Mécanisation : pas de données

Cheptel pâturant sur les cultures : pas de données

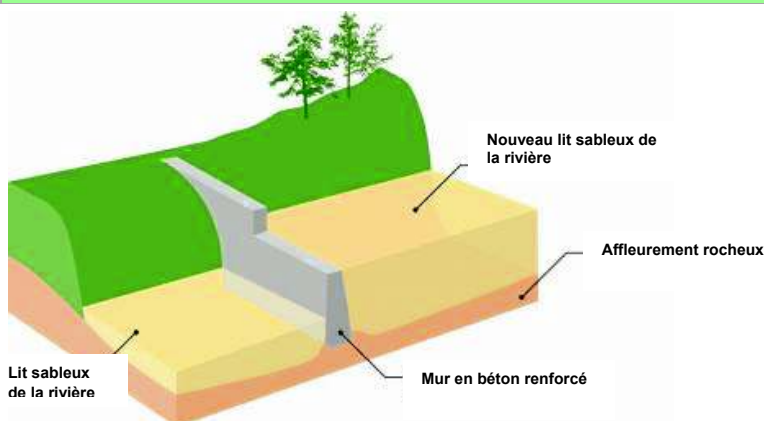


Schéma technique

Vue en coupe d'un barrage de sable (Excellent Development)

Activités de mise en œuvre, intrants et coûts

Activités de mise en place

1. Collecte des pierres, du sable et de l'eau
2. Construction du barrage
3. Nettoyage du barrage
4. Terrassement et protection du bassin de captage

Intrants et coûts de mise en place par ha

Intrants	Coûts (US\$)	% pour l'exploitant
Main d'œuvre	2'500	100
Équipement		
- outils	300	0
Matériaux de construction		
- pierres	0	
- sable	0	0
- ciment	5'000	0
- fer à béton	0	0
Autres		
- main d'œuvre qualifiée	3'000	0
Total	10'800	21.19

Activités de maintenance / récurrentes

1. Inspecter, si nécessaire, agrandir le déversoir ou réparer l'érosion autour du barrage
2. Maintenir en état la pompe à bras si nécessaire

Intrants et coûts d'entretien / récurrents et coûts par ha et par an

pas de données

Remarques : chaque barrage est conçu sur mesure. Sa taille, sa conception et son coût varient considérablement avec la taille de la rivière, l'emplacement et le coût du transport. Les barrages de sable sont la façon la plus économique de récolter l'eau de pluie dans les régions rurales arides : 3 à 30 fois moins cher que des réservoirs de récolte d'eau de pluie, des barrages en terre, des *hafirs* ou des captages rocheux. En 2012, dans le comté de Machakos au Kenya, le coût des matériaux et de l'assistance technique pour un barrage de 250 sacs de ciment était de US\$ 7'000 ; pour un barrage de 500 sacs, il était de US\$ 11'700. Le coût est basé sur 500 sacs. Le volume d'un tel barrage est d'environ 140 m³ de maçonnerie de pierre dont 40% de mortier (sable et ciment) et 60% de pierres. Un tel barrage convient pour une rivière d'environ 30m de large avec un déversoir à 3 m au-dessus du lit rocheux de la rivière. Les coûts peuvent augmenter de 50% dans les régions ou pays reculés. Un tel ouvrage nécessite beaucoup de travail : les membres de la communauté récoltent les pierres, le sable et l'eau, participent à la construction et font le terrassement autour du barrage. Sans cette participation en nature, le coût peut augmenter de 100%. Au Kenya, avec une longue tradition de construction de barrages de sable, il faut de 6 à 12 semaines pour planifier et préparer la construction et de 2 jours à 2 semaines pour le construire. Dans d'autres régions, avec moins d'expérience et/ou moins d'investissement communautaire, la construction peut prendre 6 mois ou plus.

Evaluation

Impacts de la technologie

Bénéfices de production et socioéconomiques

- +++ réduction des contraintes dues au travail
- ++ augmentation de la production de fourrage
- ++ augmentation de la production de bois
- ++ réduction du risque d'échec de culture
- ++ augmentation de la disponibilité en eau potable
- ++ augmentation de la disponibilité / qualité de l'eau
- ++ augmentation de la disponibilité / qualité de l'eau d'irrigation
- ++ augmentation des revenus agricoles
- ++ diversification des sources de revenus
- ++ réduction de la charge de travail
- ++ réduction des maladies véhiculées par l'eau
- + augmentation du rendement des cultures
- + augmentation de la qualité du fourrage
- + augmentation de la production animale
- + diversification de la production
- + réduction de l'absentéisme scolaire

Inconvénients de production et socioéconomiques

aucun

Bénéfices socioculturels

- +++ amélioration de la sécurité alimentaire / autosuffisance
- ++ amélioration des opportunités culturelles
- ++ amélioration des connaissances en conservation / érosion
- ++ amélioration de la santé
- ++ augmentation des revenus
- ++ amélioration de l'approvisionnement en combustible
- ++ amélioration de la santé du bétail
- ++ réduction des conflits
- + renforcement des institutions communautaires

Inconvénients socioculturels

aucun

Bénéfices écologiques

- +++ augmentation de la quantité d'eau
- +++ augmentation de la qualité de l'eau
- +++ amélioration de la récolte / stockage de l'eau
- +++ augmentation du taux d'humidité du sol
- +++ réduction de l'évaporation
- ++ recharge de la nappe phréatique / aquifère
- ++ réduction de l'exposition aux événements extrêmes
- + réduction du ruissellement de surface
- + réduction des émissions de carbone / gaz à effet de serre
- + réduction de la salinité
- + augmentation de la diversité végétale
- + amélioration / maintien de la diversité des habitats

Inconvénients écologiques

aucun

Bénéfices hors-site

- ++ réduction des inondations en aval
- ++ augmentation du débit des rivières en saison sèche
- ++ amélioration de l'effet tampon / capacité de filtration
- ++ réduction des dégâts sur infrastructures publiques / privées
- + augmentation de la disponibilité en eau
- + réduction de la sédimentation en aval

Inconvénients hors-site

aucun

Contribution au bien-être humain/moyens d'existence

++ Les barrages de sable épargnent des heures de travail aux fermiers qui peuvent améliorer leurs fermes et cultiver plus de nourriture ; ils permettent aussi d'irriguer les arbres et les cultures, d'abreuver le bétail et de générer des revenus. Il est vivement recommandé d'intégrer plus largement les barrages de sable dans la gestion des territoires et les programmes d'aide afin de profiter de leurs opportunités. La propriété et la gestion doivent rester entre les mains des communautés pour atteindre ces objectifs.

+++ : élevé, ++ : moyen, + : faible

Bénéfices / coûts du point de vue de l'exploitant	Bénéfices comparés aux coûts	à court terme	à long terme
	Mise en place	positifs	très positifs
	Entretien / récurrents	très positifs	très positifs

Le très faible coût de fonctionnement et d'entretien des barrages de sable les destine aux régions pauvres et mal desservies. C'est une technologie à faible coût mais qui exige une contribution importante de la communauté et les connaissances et compétences des artisans locaux ; elle est donc particulièrement bien adaptée à l'autogestion et à l'autosuffisance communautaires. C'est ce qui contribue à une mise en œuvre réussie.

Acceptation/adoption : 100% des familles d'exploitants ont mis la technologie en œuvre avec un soutien matériel extérieur. Les barrages de sable nécessitent une aide matérielle extérieure qui inclut le conseil technique pour trouver l'emplacement, concevoir et construire le projet. 0% des familles d'exploitants ont mis en œuvre la technologie spontanément. Il existe une tendance à l'adoption spontanée chez les agences de développement qui travaillent dans des régions adaptées aux barrages de sable.

Conclusions

Forces → comment les maintenir/améliorer	Faiblesses et → comment les surmonter
<p>Les barrages de sable fournissent toute l'année une source d'eau fiable, sûre et locale aux personnes, aux cultures et aux animaux dans des environnements arides → leur très faible coût de fonctionnement et d'entretien les destine aux régions isolées et mal desservies. L'autogestion par les communautés est la clé de la réussite de leur gestion.</p> <hr/> <p>Les barrages de sable épargnent chaque jour des heures de travail aux fermiers qui peuvent améliorer leurs fermes et cultiver plus de nourriture. Ils représentent aussi un potentiel pour l'irrigation des arbres et des cultures, pour abreuver le bétail et pour générer des revenus → il ne faut pas construire un barrage de sable de manière isolée.</p> <hr/> <p>C'est une technologie à faible coût mais qui exige une contribution importante de la communauté et les connaissances et compétences des artisans locaux ; elle est donc particulièrement bien adaptée à l'autogestion et à l'autosuffisance communautaires. C'est ce qui contribue à une mise en œuvre réussie → ne pas faire l'économie de l'implication de la communauté. Un véritable investissement de la communauté, depuis la planification initiale jusqu'à la gestion du fonctionnement, est vital pour bénéficier pleinement du potentiel du barrage. L'enregistrement légal et des accords de protection du droit communautaire d'accès à l'eau contribuent à cela.</p> <hr/> <p>Les barrages de sable fournissent des bénéfices environnementaux significatifs tels que la recharge des aquifères, l'amélioration du débit en aval en saison sèche, la revitalisation de l'écologie des rivières et l'atténuation des inondations. Ils contribuent ainsi aux services aux écosystèmes et à l'adaptation au changement climatique → le soutien à la construction de terrasses, à la plantation d'arbres et à l'agriculture de conservation sur le bassin versant élargi contribue à la conservation du sol et de l'eau dans les fermes, favorise la recharge des aquifères, le flux d'eau dans le barrage et diminue la quantité de sédiments fins dans l'aquifère sableux du barrage → faire de la recherche, diffuser les résultats de ces bénéfices et la valeur de ces services aux écosystèmes.</p> <hr/> <p>Cette solution est transposable à grande échelle et possède un large champ d'application qui permet de remplacer les ponceaux de franchissement de rivière des routes rurales et des réserves de faune sauvage → pour transposer cette solution à grande échelle, il est nécessaire de sensibiliser et de promouvoir davantage la technologie et ses bénéfices auprès de ces groupes.</p>	<p>Bien que les barrages de sable soient techniquement reproductibles, leur mise en œuvre dans de nouveaux contextes nécessite une compréhension et une attention très soignées → <i>Excellent Development</i> a développé un outil cadre pour aider les agences à identifier les facteurs politiques, économiques, sociaux, techniques, légaux et environnementaux à prendre en compte lors de l'introduction des barrages de sable dans de nouveaux contextes.</p> <hr/> <p>La participation des artisans locaux avec leurs connaissances techniques et leur savoir-faire est indispensable pour situer, concevoir et construire correctement les barrages de sable → les obstacles techniques sont peu importants : les compétences techniques peuvent et doivent être développées localement. L'échange de savoirs entre organisations intéressées et le développement de manuels techniques et de ressources peut contribuer à cet apprentissage.</p> <hr/> <p>C'est une solution pour les terres arides. Les barrages de sable ne peuvent être construits que sur des rivières temporaires avec suffisamment de sédiments sableux et où la roche ou une couche imperméable est accessible dans le lit de la rivière → sensibiliser aux critères qui déterminent l'aptitude technique d'un site à être utilisé. Des tests simples, tels que le tamisage sur le terrain et le sondage, permettent d'évaluer les sites potentiels et de cartographier le potentiel de mise en œuvre des barrages de sable.</p>

Référence(s) clé(s) : Practical guide to sand dam implementation: Water supply through local structures as adaptation to climate change, the RAIN Foundation, 2008 www.sanddam.org/ Films on sand dams and related conservation technologies and approaches, Excellent Development www.excellentdevelopment.com/ Website with selected bibliography and resources on sand dams and related water technologies www.samsamwater.com/Library Sand Dam Advocacy Brochure, Excellent development, 2011 / Be buffered website including Managing the Water Buffer for Development and Climate Change Adaptation. Groundwater recharge, retention, reuse and rainwater storage. Steenbergen F. van and A. Tuinhof. (2009) which includes sand dams, www.bebuffered.com/3rbook

Personnes(s) à contacter : Ian Neal, Excellent Development Ltd. ian@excellent.org.uk / Silu Andrew Musila ,Africa Sand Dam Foundation, P.O Box 125 - 90128, Mito Andei, Kenya, musila.asdf@gmail.com /Maddrell Simon Excellent development, 59, The Market building, 195 The high Stree, Brentford, TW8 8LB, UK. simon@excellent.org.uk



Puits filtrant

Tunisie - Puits filtrant

Un puits filtrant est un puits foré à 30-40 m de profondeur, entouré d'un filtre et atteignant la nappe phréatique. Il permet de faire pénétrer l'eau directement dans l'aquifère.

Les principales méthodes de recharge des eaux souterraines utilisées dans le monde sont les bassins d'infiltration et des puits filtrants. Bien que la recharge des nappes phréatiques par la récolte d'eau en période d'abondance pour une réutilisation en période sèche ait une histoire plurimillénaire, les puits filtrants n'ont commencé à être utilisés qu'au vingtième siècle, en particulier pendant la Seconde guerre mondiale, à cause de l'inquiétude des attaques sur les dispositifs de stockage d'eau. Leur utilisation a ensuite été élargie au contrôle des infiltrations d'eau salée, au traitement des eaux usées, à la récolte d'eau en zone sèche et au stockage stratégique de l'eau.

Afin d'améliorer l'infiltration de l'eau des crues dans l'aquifère, les puits filtrants sont combinés avec des barrages en gabions. Dans les zones où la perméabilité de la couche rocheuse sous-jacente est jugée trop faible en amont du gabion, le puits filtrant peut être installé dans le lit d'un *wadi* (oueds ou cours d'eau temporaires). L'eau est retenue par le barrage et s'infiltrer plus rapidement par le puits jusqu'à l'aquifère.

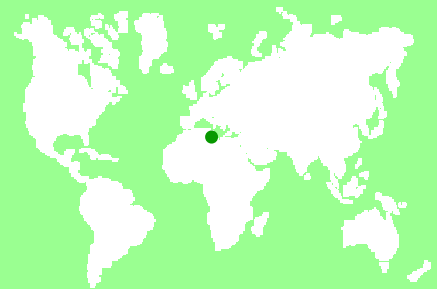
Un puits filtrant est constitué d'un long tube intérieur entouré d'un tube extérieur, le tout d'une circonférence de 1 à 2 m. L'espace entre les deux tubes est rempli de gravier de rivière qui joue le rôle de filtre à sédiments. L'eau pénètre dans le puits par des fentes rectangulaires (d'environ 20 cm de long sur quelques mm de large) situées dans le tube extérieur, puis coule dans le tube intérieur après avoir été filtrée par le gravier et les fentes rectangulaires du forage. Le puits dépasse le niveau du sol de 2 à 3 m et la profondeur varie en fonction du niveau de la nappe phréatique (jusqu'à 40 m). Le forage est en contact direct avec l'aquifère, soit par la nappe phréatique, soit indirectement par des fissures. Le volume de l'étang dépend de la taille du barrage en gabions ; il varie de 500 à 3'000 m³. L'eau filtrée pénètre directement dans l'aquifère, bien plus rapidement que la vitesse à laquelle elle s'infiltrerait naturellement par le sol et les strates sous-jacentes.

La conception doit être effectuée par un hydrogéologue et un spécialiste de la conservation des sols et de l'eau afin de déterminer les sites potentiels et l'équipement de forage nécessaire. Le forage doit être effectué par une entreprise spécialisée.

Le coût global, de 5000 à 10'000 US\$, dépend du contexte géologique. Les puits filtrants sont utilisés pour recharger les aquifères profonds exploités surtout par les agences gouvernementales. Les fermes privées bénéficient cependant directement d'une plus grande disponibilité de l'eau souterraine.

gauche : le rôle d'un puits filtrant est de diminuer le temps d'exposition de l'eau à l'air avant infiltration, donc l'évaporation, en la faisant pénétrer rapidement dans l'aquifère où elle est stockée pour être puisée plus tard pour divers usages. Ici, un exemple de puits filtrant derrière une retenue en gabions, après la pluie. (photo : Ouessar M.)

droite : un puits filtrant doit toujours être combiné avec une retenue en gabions pour créer un étang et éviter l'écoulement de l'eau vers l'aval. (photo : Temmerman S.)



Localisation : Médenine

Région : Médenine nord

Surface de la technologie : 10 - 100 km²

Pratique de conservation : structure physique

Stade d'intervention : prévention de la dégradation des terres

Origine : développé à l'extérieur / introduit par un projet, il y a 10-50 ans

Utilisation des terres : cultures, pâturages

Climat : aride, subtropical

Références de la base de données WOCAT :

QT TUN14 sur cdewocat.unibe.ch/wocatQT

Approche similaire/liée : approche de gestion des bassins versants en zone aride (QA TUN09)


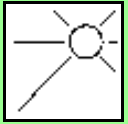

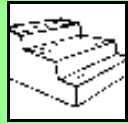
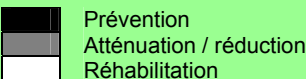
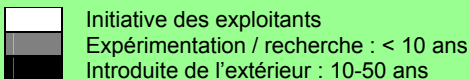
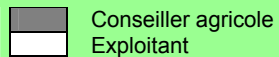
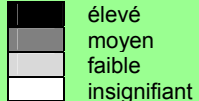
Compilé par : Mohamed Ouessar, Houcine Yahy

Date : 31 jan. 2009, mise à jour le 10 juin 2011



Classification

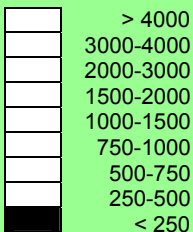
Problèmes d'utilisation des terres : perte d'eau par ruissellement, érosion des berges de rivières, risque d'inondations, sécheresses

<p>Utilisation des terres</p>  <p>cultures d'arbres et de buissons terres de pâturage extensif</p>	<p>Climat</p>  <p>aride, subtropical</p>	<p>Dégradation</p>  <p>dégradation hydrique : aridification</p>	<p>Pratique de conservation</p>  <p>structure physique : puits</p>
<p>Stade d'intervention</p>  <p>Prévention Atténuation / réduction Réhabilitation</p>	<p>Origine</p>  <p>Initiative des exploitants Expérimentation / recherche : < 10 ans Introduite de l'extérieur : 10-50 ans</p>	<p>Niveau de connaissances techniques</p>  <p>Conseiller agricole Exploitant</p>	
<p>Principales causes de la dégradation des terres : Causes directes – d'origine humaine : surexploitation / pompage d'eau excessif (irrigation, industrie, etc.)</p>			<p>Principales fonctions techniques : - augmentation du niveau de la nappe phréatique, recharge des aquifères</p> <p>Fonctions techniques secondaires : - récolte d'eau / augmentation des réserves d'eau</p>  <p>élevé moyen faible insignifiant</p>

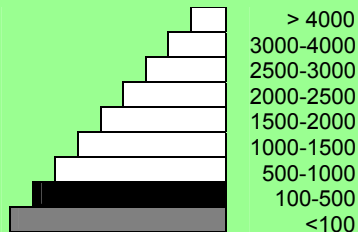
Environnement

Environnement naturel

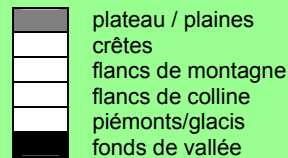
Précipitations moyennes annuelles (mm)



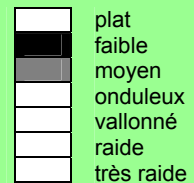
Altitude (m)



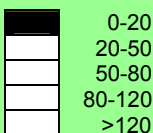
Topographie



Pente (%)



Profondeur du sol (cm)



Saison(s) de culture : 180 jours (oct. - avril)
Texture du sol : moyenne (limons)
Fertilité du sol : très pauvre
Matière organique dans la couche arable : faible (<1%)
Drainage du sol / infiltration : moyen

Capacité de rétention d'eau du sol : moyenne
Profondeur estimée de l'eau dans le sol : 5 – 50 m
Disponibilité de l'eau de surface : faible mais avec des périodes d'excès (crues)
Qualité de l'eau : moyenne
Biodiversité : moyenne

Tolérance aux extrêmes climatiques : à tout sauf aux crues violentes

Sensibilité aux extrêmes climatiques : crues violentes

Environnement humain		
Terres mixtes par ménage (ha)		
	<0.5	Exploitant : employés (entreprises, gouvernement) Densité de population : 10-50 personnes/km ² Croissance annuelle de population : 0,5 - 1% Propriété foncière : Etat Droits d'utilisation des terres : communal (organisé) Droits d'utilisation de l'eau : communal (organisé) Niveau relatif de richesse des exploitants : moyen, ce qui représente 70% des exploitants ; 75% de la surface des terres appartient à des exploitants moyens
	0.5-1	
	1-2	
	2-5	
	5-15	
	15-50	
	50-100	
	100-500	
	500-1,000	
	1,000-10,000	
	>10,000	Importance des revenus non agricoles : > 50% des revenus Accès aux services et infrastructures : faible : services financiers ; moyen : santé, assistance technique, marchés, énergie, routes et transports, eau potable et assainissement ; élevé : éducation Economie générale : mixte (subsistance / de marché)

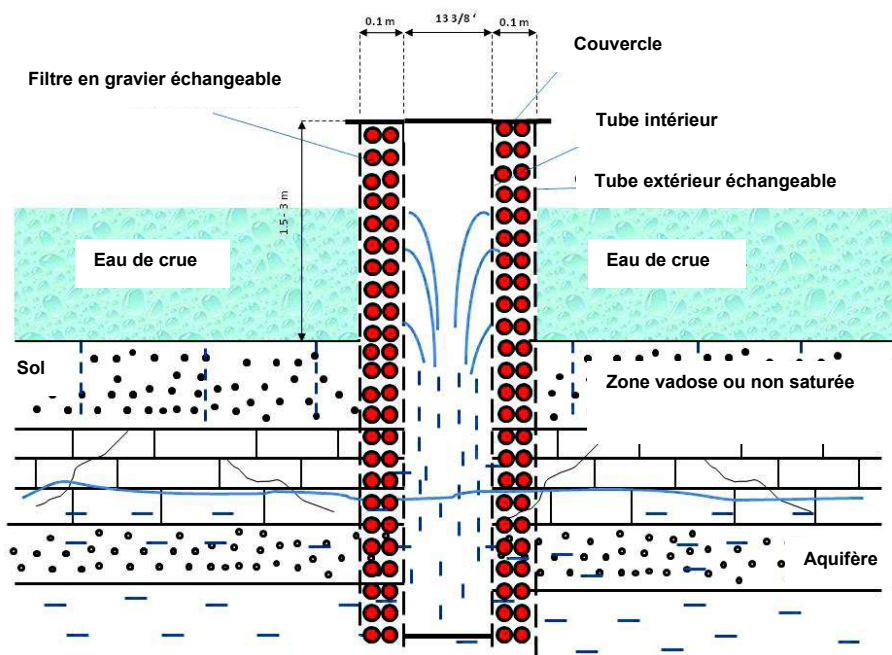


Schéma technique

Représentation schématique des principaux composants d'un puits filtrant. L'eau des crues est retenue par le barrage en gabions ; elle traverse le tube extérieur et le filtre en gravier jusqu'à la nappe phréatique. Le principal problème de ce système est le colmatage du filtre, qu'il est nécessaire de prendre en compte et de résoudre. (Ouessar M.)

Activités de mise en œuvre, intrants et coûts

Activités de mise en place

1. Forage
2. Installation

Intrants et coûts de mise en place par unité

Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
Main d'œuvre	7'000	0
Matériaux de construction	1'000	0
TOTAL	8'000	0

Activités de maintenance / récurrentes

1. Nettoyage du filtre
2. Réparations

Intrants et coûts d'entretien / récurrents par unité et par an

Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
Main d'œuvre	500	0
Matériaux de construction	100	0
TOTAL	600	0

Remarques : le coût à l'unité peut être ramené à l'hectare de terre bénéficiant du puits filtrant. La main d'œuvre est le facteur qui affecte le plus les coûts. Le salaire journalier local est de 10 US\$.

Evaluation

Impacts de la technologie

Bénéfices de production et socioéconomiques

- +++ augmentation de la disponibilité en eau potable
- +++ augmentation de la disponibilité/qualité de l'eau pour le bétail
- +++ augmentation de la disponibilité / qualité en eau d'irrigation

Inconvénients de production et socioéconomiques

Bénéfices socioculturels

- ++ atténuation des conflits
- ++ amélioration des connaissances en conservation / érosion

Inconvénients socioculturels

Bénéfices écologiques

- +++ recharge des nappes phréatiques / aquifères
- +++ amélioration de la récolte / stockage de l'eau
- +++ réduction du risque face aux extrêmes climatiques (crues, sécheresses)
- +++ réduction de la salinité

Inconvénients écologiques

- +++ risque de contamination des aquifères

Bénéfices hors-site

- +++ augmentation de la disponibilité en eau
- +++ réduction des inondations en aval
- ++ réduction des dégâts sur infrastructures publiques / privées

Inconvénients hors-site

- +++ réduction de la quantité d'eau de surface qui atteint les zones en aval

Contribution au bien-être humain / moyens d'existence

- +++ augmentation de la disponibilité en eau potable, pour l'agriculture et le bétail

+++ : élevé, ++ : moyen, + : faible

Bénéfices / coûts du point de vue de l'exploitant	Bénéfices comparés aux coûts	à court terme	à long terme
	Mise en place	très positifs	positifs
	Entretien / récurrents	très positifs	positifs

A long terme, les bénéfices diminuent légèrement à cause des problèmes de colmatage.

Acceptation/adoption :

Aucune famille d'exploitant n'a mis la technologie en œuvre avec un soutien extérieur. Elle n'est mise en œuvre que par les agences gouvernementales.

Conclusions

Forces → comment les maintenir/améliorer

Réapprovisionnement des aquifères → sélection rigoureuse du site et des méthodes de forage.

Faiblesses et → comment les surmonter

Colmatage des filtres → entretien des filtres.

Mauvais fonctionnement dû à la configuration et aux caractéristiques de l'aquifère → sélection rigoureuse des sites.

Rétention de l'eau au détriment des usagers de l'aval → plan de gestion approprié du bassin versant.

Référence(s) clé(s) : Yahyaoui, H., Ouessar, M. 2000. Abstraction and recharge impacts on the ground water in the arid regions of Tunisia: Case of Zeuss-Koutine water table. UNU Desertification Series, 2: 72-78.; Temmerman, S. 2004. Evaluation of the efficiency of recharge wells on the water supply to the water table in South Tunisia. Graduation dissertation, Ghent University, Belgium.

Personne(s) à contacter : Ouessar Mohamed, Institut des Régions Arides, 4119 Médenine, Tunisie, Yahyaoui Houcine, CRDA, 4100 Médenine, Tunisie, Ouessar.Mohamed@ira.nrt.tn

COLLECTE DE L'EAU PAR MICRO-CAPTAGES



Demi-lunes avec paillage, Niger. (HP. Liniger)

En un mot

Définition

Les systèmes de collecte de l'eau par micro-captage (MicroCE) sont conçus pour piéger et collecter l'eau d'une petite zone de captage, en général (10 – 500 m²), dans les limites de l'exploitation agricole. L'eau de ruissellement est dirigée vers une zone d'application où elle s'accumule dans des trous, des dépressions, des cuvettes et derrière des diguettes. Elle s'infiltré dans le sol et permet aux plantes de pousser. L'eau est stockée dans la zone racinaire de cultures telles que le sorgho, le mil, le maïs, des buissons ou des cultures fourragères. Le rapport entre la surface de captage (collecte) et la surface cultivée (application) varie de 2:1 à 10:1. La taille de la surface de captage est facilement contrôlable par le fermier, donc le système est facile à adapter et à répliquer. Les systèmes de MicroCE sont petits et reproductibles de nombreuses fois selon le même schéma. Les zones de captage et d'application alternent dans un même champ et l'eau de pluie est recentrée sur la surface restreinte où les plantes poussent. En comparaison, les systèmes de MacroCE sont bien plus grands, avec une zone de captage qui se trouve en dehors de la zone cultivée.

Stockage de l'eau et objectifs

L'eau collectée est stockée dans le profil du sol, dans la zone racinaire, et permet aux plantes de pousser. Lorsque ce genre de système est mis en œuvre sur une grande surface, la nappe phréatique parvient même à se recharger.

Technologies les plus courantes

Les trous de plantation (ex. *zāi*, *tassa*, *chololo*), les micro-bassins (ex. *negarim*, *meskat*), les diguettes triangulaires / en forme de V, les diguettes en demi-lune, les terrasses « en sourcil », les cuvettes Vallerani, les barrières en travers de la pente (ex. barrières / bandes végétales, billons cloisonnés, les diguettes / talus / billon en courbe de niveau, les diguettes en pierre, les terrasses en banquettes en courbes de niveau).

Applicabilité

La MicroCE convient aux régions semi-arides à arides à pluviométrie saisonnière très variable. Ils peuvent être construits sur presque toutes les pentes, y compris les plaines presque plates – dès qu'un ruissellement peut être capté sur le sol. Les sols doivent être suffisamment profonds pour que des trous ou des dépressions puissent être creusés pour stocker l'eau collectée. Les sols qui ont tendance à la battance ou au croûtage sont bien adaptés car le ruissellement se fait facilement sur la zone de captage. De plus, la MicroCE peut être appliquée à des sols très fortement dégradés où elle peut faire partie d'un processus de réhabilitation pour la production, de réduction de l'érosion et des inondations.

Amélioration de la disponibilité en eau	
Eau potable (de bonne qualité)	n/ap
Usage domestique (ménages)	n/ap
Bétail sédentaire	n/ap
Bétail au pâturage	+
Agriculture pluviale	+++
Irrigation opportuniste	n/ap
Irrigation complémentaire	n/ap
Irrigation de cultures / jardins potagers	+
Recharge des aquifères	+
Questions de développement concernées	
Prévention / inversion de la dégradation des terres	+++
Maintien / amélioration de la sécurité alimentaire	+++
Réduction de la pauvreté rurale	++
Création d'emplois en milieu rural	+
Soutien à l'équité des genres / des groupes marginalisés	+
Réduction du risque d'échec de culture	+++
Amélioration du rendement des cultures (y compris arbres fruitiers)	+++
Amélioration de la production fourragère	++
Amélioration de la production de bois / fibres	++
Amélioration de la productivité de l'eau	+
Piégeage des sédiments et nutriments	++
Amélioration de la biodiversité	++
Prévention / atténuation des catastrophes naturelles	+
Atténuation du changement climatique	+++
Adaptation au changement climatique	
Résilience aux conditions très sèches	+
Résilience à une pluviométrie variable	++
Résilience aux tempêtes de pluie et de vent	+
Résilience à l'augmentation des températures et du taux d'évaporation	++

Importance : +++ élevée, ++ moyenne, + faible, n/ap = non applicable

Résilience à la variabilité climatique

La CE avec micro-captages diminue le risque d'échec de production dû à une pénurie d'eau et à la variabilité de la pluviométrie et à des périodes sèches. L'eau qui s'accumule permet aux cultures de pousser (y compris la plantation d'arbres) dans des zones où la pluviométrie est en principe insuffisante ou peu fiable. Bien que les méthodes agricoles de collecte du ruissellement améliorent la disponibilité en eau, le risque climatique existe toujours et lors d'années à pluviométrie très faible, la technologie ne peut compenser un déficit d'eau généralisé.

Principaux bénéfices

- Augmentation de la disponibilité en eau, réduction du risque d'échec de la production, augmentation des rendements des cultures, du fourrage et des arbres et amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau.
- Simple à concevoir et à contrôler et économique à installer (et à adapter) pour les fermiers, donc facile à répliquer.
- Meilleure efficacité de collecte du ruissellement que les systèmes CE à moyenne ou à grande échelle ; pertes de transport de l'eau négligeables.
- Contrôle de l'érosion et piégeage des sédiments riches en nutriments du ruissellement.
- La surface à préparer pour la plantation ainsi que les intrants en engrais sont moins élevés que pour la préparation conventionnelle de tout le champ, alors que le rendement global est amélioré et que le risque d'échec est diminué.

Principaux inconvénients

- Le captage utilise des terres potentiellement arables (sauf pour les très fortes pentes).
- La surface de captage doit être entretenue, c.-à-d. désherbée. Cependant, une croûte se forme souvent sur les surfaces dénudées du captage, limitant le développement des adventices.
- Comme pour tous les systèmes de collecte de l'eau, les structures peuvent être endommagées par les pluies diluviennes.
- Si l'entretien est inadéquat, le sol risque d'être érodé et l'investissement initial sera perdu.

Rapport bénéfice-coût

Technologie	à court terme	à long terme
Trous de plantation	+ /++	+++
Micro-bassins et fossés	- /+	+++
Bandes enherbées	+	++
Terrasses <i>fanya juu</i>	-	++
Lignes de pierres et diguettes	- /+	++
Globalement	+	++

--- très négatif ; -- négatif ; - légèrement négatif ; -/+ neutre ; + légèrement positif ; ++ positif ; +++ très positif ; (WOCAT, 2012).

Les coûts de mise en place des systèmes de MicroCE sont surtout ceux de la main d'œuvre, mais moins que pour la MacroCE. Pour les structures temporaires et les cultures annuelles, ces coûts reviennent lors de chaque saison de plantation. Dans ce cas, le rapport bénéfice-coût à long terme est plus bas que pour des structures permanentes de MacroCE. Les autres intrants réguliers sont surtout des produits agricoles (semences, compost, engrais, etc.)

Adoption et transposition à grande échelle

Globalement, le taux d'adoption des pratiques de MicroCE reste assez faible – avec des exceptions notables comme le Plateau central du Burkina Faso où l'on peut voir des trous de plantation *zai* partout. Lorsque les droits d'utilisation des sols ne sont pas assez sûrs ou que l'accès aux marchés pour vendre le surplus est insuffisant, les exploitants hésitent à investir. La technique des trous nécessite peu de financement et beaucoup de main d'œuvre ; par contre, les structures permanentes comme les diguettes en pierre demandent un gros investissement initial. Les pratiques moins coûteuses sont ainsi plus facilement adoptées que celles-ci.



Mise en œuvre de micro-captages à grande échelle en Chine. (HP. Liniger)



Micro-captages avec terrasses « en sourcil » pour la plantation d'arbres, Orissa, Inde. (HP. Liniger)

Exemple : collecte du ruissellement par des sillons pour les oliviers en Syrie

La collecte du ruissellement est utilisée pour la plantation d'oliviers dans le nord-ouest de la Syrie, région jugée trop sèche pour cette culture. Dans un essai, les arbres ont été plantés à 8 m en tous sens. Autour de chaque arbre, des sillons en « arêtes de poisson » ont été creusés pour collecter le ruissellement de l'eau de pluie. Les sillons ont été creusés à la main avec des houes et renforcés avec des pierres. Ils permettent de détourner le ruissellement de l'eau de pluie et de le diriger vers des cuvettes autour des arbres. Chaque arbre est alimenté par un captage de 60 m². Les sillons sont recrusés chaque année (F. Turkelboom et al. dans Liniger et Critchley, 2007 ; WOCAT, 2012).



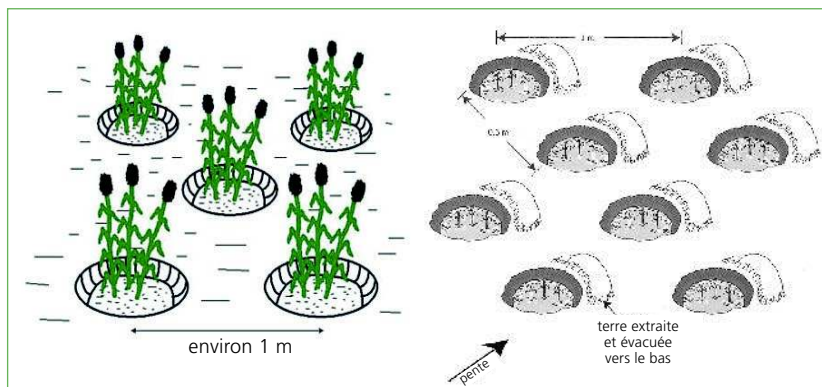
Sillons pour la collecte du ruissellement dans des vergers d'oliviers, en Syrie. (F. Turkelboom)

Technologies

Trous de plantations

Les trous de plantation sont de petites cuvettes plantées de quelques graines de plantes annuelles ou pérennes. Les trous se présentent sous différentes tailles, formes et densités (trous/ha). Ils mesurent généralement 20 – 30 cm de large et 20 – 30 cm de profondeur et sont espacés de 60 cm – 1 m. Le ratio C:A est de 3:1. Ils sont creusés à la main et la terre extraite est déposée du côté aval du trou, en formant parfois un petit rebord pour mieux capter l'eau de pluie et le ruissellement. Lorsqu'ils sont disponibles, du fumier et/ou de l'engrais sont ajoutés dans chaque trou. Les trous sont souvent associés avec des lignes de pierres pour réhabiliter les terres dégradées et croûtées et les remettre en culture. L'herbe qui pousse entre les pierres facilite encore l'infiltration et accélère l'accumulation de sédiments fertiles. Les trous de plantation sont utilisés sur des terres plates ou en pente légère (0 – 5%) qui reçoivent une pluviométrie de 350 – 600 mm/an. Quelques exemples : *tassa* au Niger, trous *zai* au Burkina Faso, trous *chololo* en Tanzanie, trous *agun* au Soudan, trous *kofyar* au Nigéria, trous *katumani* et *tubukiza* pour la production de fourrage au Kenya, *yamka* au Kirghizistan : les *yamkas* servent à planter des arbres dans des cuvettes dans les cours d'écoles, les places et d'autres terrains plats où l'irrigation est impossible ou peu pratique. Ces trous peuvent aussi servir pour des cultures annuelles.

La conception des trous *ngoro* (*matengo*) en Tanzanie est légèrement différente : Ils sont carrés, plus larges et plus profonds et chaque trou est entouré de quatre diguettes de terre déposée sur une couche d'herbe. Des cultures (souvent du maïs) sont plantées sur ces diguettes afin qu'elles profitent des nutriments fournis par l'herbe en décomposition.



gauche : Trous *zai* au Burkina Faso (Mati, 2005).

droit : Schéma technique des trous *chololo* en Tanzanie (Mutunga et Critchley, 2001).

Caractéristiques de divers trous de plantation

Nom	Pays	Culture	Forme	Profondeur (cm)	Largeur (cm)	Distance inter-ligne (cm)	Distance sur ligne (cm)
<i>Zai</i>	Burkina Faso	sorgho	rond	15 – 50	30 – 50	60 – 75	30 – 50
<i>Katumani</i>	Kenya	fourrage	croissant	15 – 20	n/a	n/a	continu
Trous <i>Chololo</i>	Tanzanie	mil	rond	20 – 25	20 – 25	100	0,5
Trous à bananiers	Kenya, Tana	banane	carré	60	60	300	300
Trous à canne à sucre	Kenya, Mwingi	canne à sucre	carré	60 – 75	100	60	60
Trous de 5 sur 9	Kenya	maïs	carré	60	60	n/a	n/a
<i>Tubukiza</i>	Kenya Ouest	herbe napier	variable	variable	variable	variable	variable

n/a : non disponible

(Critchley et Mutunga, 2003 ; Desta, 2005 ; Mati, 2006 ; Onduru et Muchena, 2011 dans Knoop et al., 2012)



Oliviers poussant dans des trous de plantation au Maroc. (HP. Liniger)



Trous de plantation (*tassa*) avant la plantation et la saison des pluies, Niger. (HP. Liniger)



Tassa remplis d'eau de pluie au Niger. (W. Critchley)

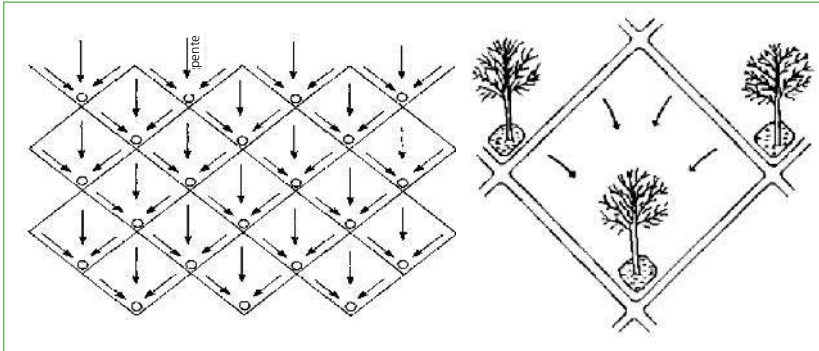


Exploitant cultivant son sorgho dans un champ préparé avec des *tassa*. (P. Benguerel)

Micro-bassins et cuvettes

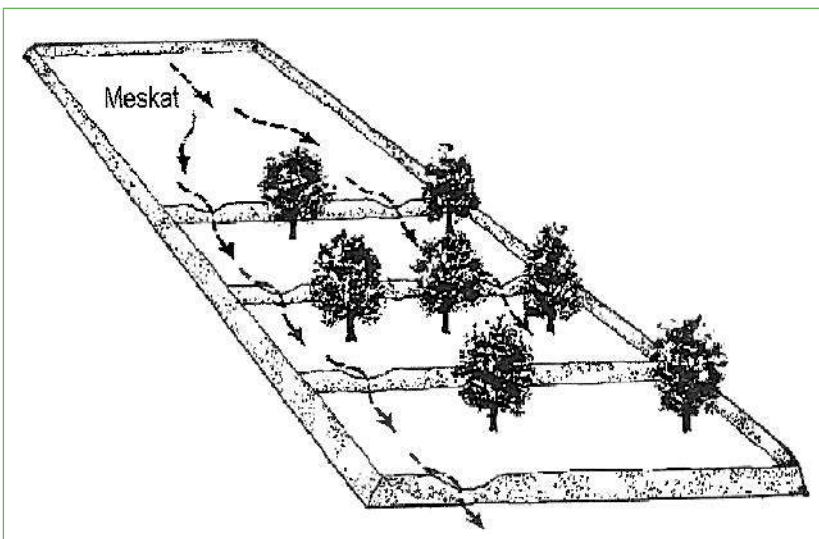
Ces pratiques de MicroCE utilisent différentes formes de petites cuvettes entourées de petites diguettes. Elles canalisent le ruissellement vers le point le plus bas de la cuvette, où l'eau s'infiltre et est absorbée par les plantes. Il en existe de différents types :

Les **negarim** sont de petites cuvettes en forme de losange, entourées de petites diguettes en terre. Le ruissellement s'infiltre dans l'endroit le plus bas, là où les arbres sont plantés. En Israël, les **negarim** font de 100 – 250 m² et en Inde, jusqu'à 400 m². 15-90% de l'eau de pluie peut être collectée sous forme de ruissellement et être utilisée par l'arbre ; le rapport entre surface de captage et surface de culture varie de 3:1 à 10:1 ; dans les zones plus plates et plus sèches ce rapport peut aller jusqu'à 25:1. Ces structures sont utilisées dans des terres en pente (1-20%) mais souvent aussi sur des pentes de 1-5% dans des régions à pluviométrie de 150 – 500 mm/an. Au Moyen Orient, les **negarim** sont utilisés pour les arbres fruitiers, surtout des abricotiers, oliviers, amandiers, vigne, grenadiers et pistachiers ; mais ils permettent aussi de cultiver des arbustes fourragers et des arbres indigènes.



gauche : disposition de plusieurs **negarim** (Critchley et Siegert, 1991) ; droite : détail d'un **negarim** (dans Schauwecker, 2010).

Le **meskat** est un bassin de ruissellement rectangulaire. Il consiste en une zone de captage, appelée **meskat**, qui mesure environ 500 m² et une surface de culture, appelée **mankaa**, qui fait environ 250 m² (ratio C:A de 2:1). Le système est entièrement entouré de diguettes d'environ 20 cm de haut et équipé de déversoirs qui permettent au ruissellement de couler dans le **mankaa**. Un **meskat** peut avoir plusieurs **mankaa** disposés en série (voir figure ci-dessous). Le surplus d'eau coule d'un **mankaa** à l'autre. Les **meskats** sont adaptés aux pentes de 2-15% et pour des régions à pluviométrie annuelle de 200 – 400 mm. Ils sont utilisés pour la culture d'arbres (ex. oliviers, figuiers, dattiers), la vigne et des céréales (orge et blé).



Micro-captage **meskat** en Tunisie (Prinz, 1996).

Diguettes triangulaires / en forme de V : très semblables aux **negarim**, ces diguettes en terre d'environ 0,5 m de haut ont une cuvette du côté de la pointe, où l'eau est stockée jusqu'à ce qu'elle s'infiltre dans le sol. Les structures font 1 – 7 m de large et elles sont généralement disposées en quinconce. Les extrémités de la cuvette doivent se trouver sur la courbe de niveau. Le ratio C:A est d'environ 5:1. Ces structures sont beaucoup utilisées pour la plantation d'arbres : amandiers, abricotiers,



Micro-captages pour la plantation d'arbres, Ethiopie. (HP. Liniger)



Micro-bassins ou tranchées au Niger. (HP. Liniger)



Negarim pour la culture d'acacias à Turkana, Kenya. (HP. Liniger)

Exemple : **meskats** en Tunisie

Le **meskat** est un système traditionnel de MicroCE, utilisé seulement pour la culture des arbres en Tunisie. Il couvre une surface d'environ 300'000 ha, plantée surtout en oliviers dans les parcelles intégrées de **mankaa**. Il est utilisé dans des régions à pluviométrie d'environ 200 – 400 mm/an et avec des pentes de 2-15% (Taamallah, 2010).



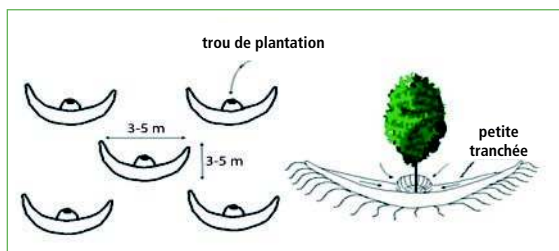
Meskats plantés en oliviers dans la zone de Msaken, Sousse, Tunisie. (H. Taamallah)

pêchers, pistachiers, oliviers ou grenadiers, ainsi que pour des buissons fourragers. Elles sont généralement mises en œuvre sur des pentes jusqu'à 20% dans des régions avec plus de 300 mm de pluviométrie annuelle.

Les diguettes en demi-lune sont en général faites en terre ou en pierres et mesurent 2 – 8 m (jusqu'à 12 m) de diamètre. Les pointes de la diguette, dirigées vers le haut, sont alignées sur une courbe de niveau. Les diguettes font 30 – 50 cm de haut et sont construites en quinconce, afin que chaque ligne de diguettes reçoive l'eau qui ruisselle entre celles de la ligne précédente et ainsi de suite. Le ratio C:A varie entre 1:1 et 3:1. Dans des zones sèches, les diguettes sont plus grandes et dans des conditions plus humides, davantage de diguettes plus petites sont construites à l'hectare. Elles sont utilisées sur des pentes jusqu'à 15%, mais les diguettes en terre sont rarement utilisées sur des pentes de plus de 5% et qui reçoivent plus de 300 mm/an de pluie. Les demi-lunes sont plus grandes et plus espacées et servent plutôt à la réhabilitation de pâturages ou à la production de fourrage. De petites demi-lunes serrées servent à faire pousser des arbres et des buissons. Dans le Sahel, elles sont utilisées pour la culture du petit mil. Là où elle servent à faire pousser des arbres dans des systèmes d'agroforesterie, avec un seul trou creusé au point le plus bas, elle agissent plutôt comme des *negarim*.

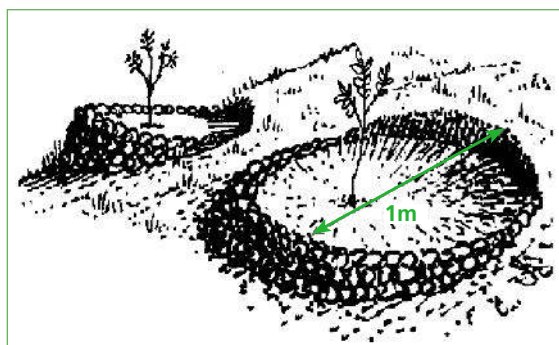


Diguette en demi-lune plantée (Rocheleau et al., 1988 dans Oweis et al., 2012).



Plan d'un système de diguettes en demi-lune (Mati, 2005).

Terrasses « en sourcil » : des micro-bassins qui concentrent le ruissellement pour un seul arbre ou buisson sur des collines sont parfois appelés terrasses « en sourcil ». Elles sont aussi appelées "terrasses en plateforme" car leur partie cultivée est de niveau. La surface de captage mesure 5 – 50 m² et la surface cultivée 1 – 5 m². Cette technologie peut être appliquée sur des pentes allant jusqu'à 50% ; plus la pente est forte, plus les diguettes doivent être renforcées par des pierres (si elles sont disponibles). Les terrasses « en sourcil » sont adaptées aux zones à pluviométrie annuelle de 200 – 600 mm.



Terrasse « en sourcil » vue de côté et de dessus (dans Schauwecker, 2010).



Diguette triangulaire en pierre (en forme de V) (Benli, 2012).



Diguettes en demi-lune retenant l'eau, avec des oliviers. (T. Oweis)

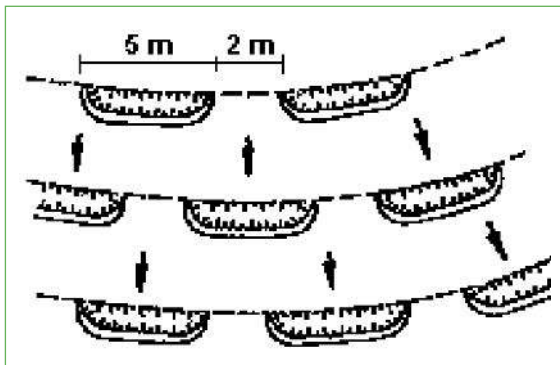


Terrasses « en sourcil » pour la plantation d'arbres, Inde. (HP. Liniger)

Exemple : terrasses « en sourcil » et haies vives au Népal

Au Népal, des terres de pâturages très dégradées ont été réhabilitées en introduisant des terrasses « en sourcil », pour collecter et contrôler le ruissellement de l'eau de pluie. De l'herbe et des arbres ont été plantés et protégés par des clôtures. L'objectif était de réintroduire une couverture végétale sur ces pâturages dénudés. Après creusement des terrasses « en sourcil » et de fossés de drainage, plusieurs espèces d'herbe ont été plantées sur les bords des terrasses et des fossés. Des rangées de haies ont été installées le long des courbes de niveau, entre les tranchées et les terrasses « en sourcil » et des arbres plantés juste sous les trous (WOCAT, 2012).

Cuvettes de type Vallerani (demi-lunes mécanisées) : les demi-lunes mécanisées sont creusées à l'aide d'un des deux types de charrues modifiées (« train » ou « delphine ») tirées par un tracteur. La charrue « delfino » creuse 5'000 – 7'000 micro-bassins par jour ou 400/ha. Un micro-bassin fait 4 – 5 m de long, 40 cm de large et 40 cm de profondeur, avec une capacité de captage d'eau d'environ 600 litres. Le taux d'installation des arbres est très élevé. L'utilisation de cette charrue spéciale est économique lorsque de grandes surfaces peu peuplées doivent être traitées rapidement, par exemple pour lutter contre une désertification menaçante. Elle sert aussi à la reforestation et à la réhabilitation des pâturages sur le bassin méditerranéen et dans certains pays d'Afrique et d'Asie. Ce système est adapté aux zones à pluviométrie annuelle de 100 – 600 mm et sur des pentes de 2-10%.



Micro-cuvettes Vallerani (entièrement mécanisées) (Prinz, 1996).

Barrières en travers de la pente

Il existe différents types de barrières en travers de la pente : végétales, en terre (souvent combinée avec végétale) et en pierres.

Barrières et bandes végétales permanentes : elles sont plantées d'herbe, de buissons ou d'arbres (souvent combinés) pour diminuer les pertes de terre et augmenter l'infiltration. C'est une technologie sans mesures structurelles qui convient aussi bien aux pentes faibles que fortes. La largeur des bandes enherbées varie de 0,5 à 1,5 m. Sur les pentes raides, elle varie de 2 à 4 m. Les bandes d'arbres et de buissons sont plus larges, de 5 – 10 m. Comme les bandes végétales suivent les courbes de niveau, la distance entre bandes est dictée par la pente du terrain. Sur des terres en pente faible, l'espacement est de 20 – 30 m ; sur des pentes fortes, il est de 10 – 15 m. La pratique est applicable aussi bien à des systèmes à petite qu'à grande échelle. Les bandes végétales peuvent aussi fournir du bois de feu ou du fourrage pour le bétail si des variétés d'herbe appétentes ou des buissons sont plantés serrés (pour l'affouragement en stabulation). C'est la forme la moins chère et la moins exigeante en main d'œuvre des barrières en travers de la pente. Elle est très populaire car les bandes se transforment petit à petit en terrasses avec l'accumulation de terre érodée derrière la végétation, surtout dans des régions subhumides.

La brousse tigrée est une forme naturelle de bandes végétales qui collectent l'eau. C'est une alternance de bandes d'arbres et de buissons séparés par des zones de terre nue ou à peine enherbée, qui suivent grossièrement les courbes de niveau. On la trouve sur les pentes faibles dans des régions arides et semi-arides, en Australie, dans le Sahel en Afrique de l'Ouest et en Amérique du nord. Dans les zones sèches, les arbres isolés et les buissons qui abritent une couverture herbeuse sous leur couronne forment aussi des barrières naturelles et des systèmes de CE. Ils collectent l'eau provenant des pentes dénudées en amont. Sur la terre nue (entre les arbres), 80 – 90% de l'eau se transforme en ruissellement. Les arbres et l'herbe collectent ce ruissellement et l'accumulent dans le sol, profitant ainsi des zones dénudées environnantes.

Bandes cultivées : sur des pentes faibles, des bandes alternées de cultures sont établies selon les courbes de niveau : la bande du haut sert de captage et celle du bas est cultivée. La largeur des bandes varie de 1 – 3 m. Le ratio C:A est de 1:1 mais peut aller jusqu'à 1:5 selon la pluviométrie et le type de culture. Les côtés et le bas des surfaces cultivées sont souvent équipés de diguettes pour empêcher le ruissellement de quitter la zone cultivée. Les bandes cultivées sont utilisées sur des terres plates ou des pentes allant jusqu'à 4%, avec une profondeur de sol d'au moins 1 m et une pluviométrie de plus de 200 mm/an.



Micro-cuvettes Vallerani (entièrement mécanisées). (www.vallerani.com)



Micro-cuvettes Vallerani. (W. Critchley)



Bandes de ruissellement pour des cultures de plein champ, Syrie. (T. Oweis)



Les arbres et l'herbe collectent le ruissellement et le stockent dans le sol sous la couronne des arbres. (HP. Liniger)



Vue aérienne de la brousse tigrée. La distance moyenne entre bandes végétales est de 50 m, Parc "W", Niger. (N. Barbier)

Billons cloisonnés : ce sont de petites buttes alternées avec de petites tranchées et cloisonnées tous les 0,5 – 1 m par de la terre. Sur des pentes légères, les buttes font en général 20 – 25 cm de haut et l'espace entre deux buttes est de 0,5 – 1,5 m, selon la pluviométrie et la culture prévue. En terrain plat, des diguettes compactées et des buttes sont construites pour provoquer un ruissellement, avec un espacement 1,2 à 10 m et une hauteur de 30 – 100 cm, selon la pluviométrie, la culture à mettre en place et les caractéristiques du sol. Le ruissellement est collecté entre les buttes. Le rapport captage/zone d'application (C:A) est de 1:1 à 5:1. Ce genre de butte doit être entretenu pendant la saison de culture et doit être reconstruit toutes les 5-6 saisons. Les billons cloisonnés sont souvent considérés comme une forme de conservation de l'eau in situ, même si les buttes plus grandes peuvent être une forme de micro-captage.



Billons cloisonnés avec paillage dans les sillons au Kenya. (HP. Liniger)

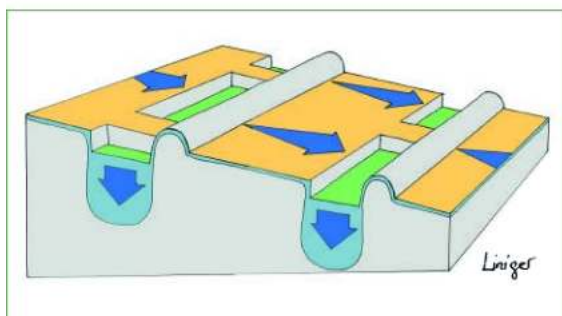
Diguettes en courbe de niveau en terre – vers le bas de la pente (*fanya chini* : "jette-le vers le bas" en Kiswahili) : la construction de ces diguettes en terre (parfois appelées « buttes » / billons en Afrique du Sud) se fait selon les courbes de niveau, en creusant une tranche et en créant une petite butte en contrebas. Parfois, la terre qui sert à construire la diguette est prise à la fois en haut et en bas de la structure. Elle est parfois renforcée et stabilisée avec de la végétation ou des pierres. Les diguettes sont progressivement rehaussées avec l'entretien annuel et l'ajout de terre. Le principal avantage est le compartimentage des longues pentes en parcelles plus petites et moins pentues. L'érosion est réduite et le ruissellement s'infiltré mieux dans le sol entre les diguettes. Avant leur transformation progressive en banquettes plates, les diguettes forment des micro-captages efficaces qui concentrent le ruissellement en amont des structures. Pour éviter que l'eau en coulant le long des diguettes ne finisse par les rompre, des cloisonnements sont construits à intervalles réguliers. Ce genre de système est utilisé dans des régions à pluviométrie annuelle de 300 – 600 mm et à pente de 1-25%. Il peut être appliqué à tous types de sols plutôt perméables (ex. alluviaux, latérites, sols rouges, bruns, sols noirs peu profonds et profonds) mais pas sur des argiles ou des vertisols. Ce genre de système est utilisé pour des cultures annuelles comme du maïs (*Zea mays*), du tef (*Eragrostis tef*) ou des fèves (*Vicia faba L*), mais des cultures plus exigeantes en eau comme les bananes, les fruits et les légumes peuvent être plantés là où le ruissellement se concentre, juste au-dessus (et parfois juste sous) les diguettes. Les diguettes en courbe de niveau peuvent être utilisées en tant que technologie de collecte de l'eau pour l'implantation d'arbres.



Diguettes en courbe de niveau « vers le bas » au Rajasthan, Inde. (HP. Liniger)



Diguettes en courbe de niveau « vers le bas » au Cap Vert. (HP. Liniger)



Fanya chini diguettes selon les courbes de niveau.



Fanya chini et trous pour la plantation de bananiers, Muranga, Kenya. (HP. Liniger)

Diguettes en courbe de niveau – vers le haut (*fanya juu* : "jette le vers le haut" en Kiswahili) : c'est une variante des terrasses en banquettes en courbe de niveau, elles sont construites sur des pentes de 5-20%. Une tranche de 50 – 60 cm de profondeur est creusée en jetant la terre vers le haut pour former une diguette. La tranche est interrompue par des cloisonnements tous les 10 m. Un petit rebord ou 'berme' est laissé entre le fossé et la diguette pour empêcher la terre de retomber. Les *fanya juu* demandent plus de travail que les *fanya chini*. Dans les régions semi-arides, elles sont construites pour collecter et conserver l'eau de pluie alors que les zones subhumides, elles peuvent être dégradés latéralement pour évacuer le ruissellement. Les banquettes (buttes) sont souvent stabilisées avec des graminées fourragères. Au fil du temps, les terrasses *fanya juu* inclinées vers l'avant finissent par se transformer en terrasses en banquettes à cause du labour dans le sens des courbes de niveau et de l'érosion. Les terrasses *fanya juu* existent au Kenya, en Ethiopie, en Tanzanie et on les rencontre aussi au Zimbabwe.



Terrasses *fanya juu* avec bandes enherbées bien établies dans une zone semi-aride. Les diguettes en courbe de niveau se sont transformées en banquettes terrassées. (HP. Liniger)

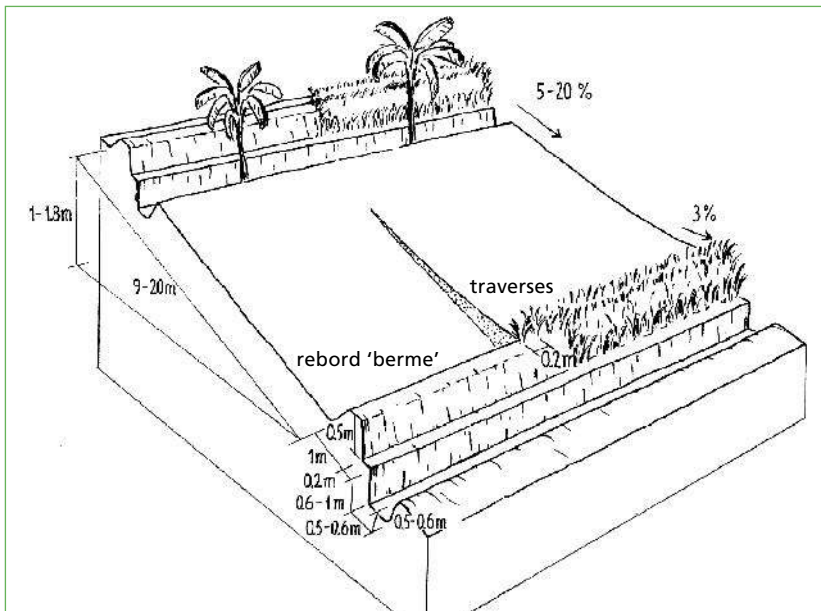


Schéma technique de *fanya juu* (M. Gurtner dans Liniger et al., 2011).



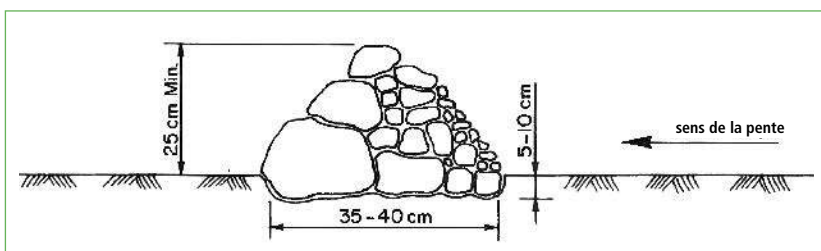
Vue rapprochée d'une bande enherbée *fanya juu* au Kenya. (HP. Liniger)



Diguette en pierre : le ralentissement de l'eau favorise l'infiltration de l'eau et la germination précoce du maïs. (HP. Liniger)



Des cordons pierreux sur des pâturages accumulent l'eau dans le sol sous les pierres, Niger. (HP. Liniger)



Diguette en pierre : hauteur jusqu'à 25 cm ; largeur 35-40 cm (Critchley et Siegert, 1991).



Des terrasses inclinées dans le sens de la pente au Rwanda. (HP. Liniger)

Les terrasses en banquettes selon la courbe et à pente inclinée en avant sont construites ou se développent au fil du temps à partir de bandes enherbées, de diguettes en terre et de diguettes en pierre sur des pentes raides (jusqu'à 60%). Cette technologie combine la conservation des eaux et des sols (CES) avec la collecte de l'eau (CE). Le ruissellement est collecté sur la pente non cultivée entre les terrasses (ratio C:A de 1:1 – 10:1). Ce genre de terrasse est utilisé dans les régions à pluviosité annuelle de 200 – 600 mm et convient surtout pour les arbres et les buissons mais moins pour les cultures.

Diffusion et applicabilité

Diffusion

Systèmes à trous : ex. Burkina Faso (*zaï*), Niger (*tassa*), Nigeria (*kofyar*), Tanzanie (*chololo*, *ngoro* et *matengo*), Kenya (*katumani*, *tubukiza*), Soudan (*magun*), Ouganda, Zambie en Afrique subsaharienne et Kirgizistan (*yamka*) en Asie centrale, etc.

Micro-bassins : ex. Botswana, Burkina Faso, Tchad, Egypte, Kenya, Maroc, Niger, Sénégal, Soudan, Tunisie (*meskat*), Israël (*negarim*), Jordanie, Syrie, Chine, Inde, Népal, Tadjikistan.

Cuvettes de type Vallerani : Burkina Faso, Tchad, Chine, Egypte, Jordanie, Kenya, Maroc, Niger, Sénégal, Soudan, Syrie et Tunisie.

Les barrières en travers de la pente sont présentes partout

- Diguettes en courbe de niveau : Afrique subsaharienne (ex. Botswana, Burkina Faso, Cameroun, Ethiopie, Ghana, Kenya, Malawi, Mali, Niger, Nigeria, Sénégal, Somalie (système *saad*), Afrique du Sud, Soudan, Tanzanie, Ouganda, Zambie, Zimbabwe), Afghanistan, Chine, Inde, Népal, Pakistan, Thaïlande, Philippines, Pérou, Syrie, Tadjikistan, Tunisie, etc.
- Cordons pierreux : Afrique subsaharienne (ex. Burkina Faso, Kenya, Mali, Niger, Sénégal), Afghanistan, Pakistan, Tadjikistan, etc.
- Barrières végétales : ex. Burkina Faso, Sénégal, Syrie.

Applicabilité

Utilisation des sols : cultures annuelles de céréales (sorgho, mil, maïs), graines de légumineuses (niébé, pois d'Angole etc.), légumes (tomates, oignons, pommes de terre, etc.). Souvent utilisé pour l'arboriculture, parfois aussi pour des buissons fourragers et des arbres forestiers.

Utilisation de l'eau : pour augmenter la disponibilité de l'eau dans la zone racinaire et donc la productivité végétale. L'association des trous de plantation et des cordons pierreux est utilisée en Afrique de l'Ouest pour réhabiliter les terres dégradées et croûtées et les remettre en culture. Ces technologies doivent être combinées avec des technologies qui réduisent le ruissellement et les pertes par évaporation (couverture du sol, ombrage et protection contre le vent et contrôle des adventices) et qui améliorent la fertilité du sol (apport de fumier et microdosage d'engrais) pour augmenter les rendements.

Climat : surtout appliquées dans des régions semi-arides avec une pluviométrie de 250 – 750 mm/an. Ces pratiques sont parfois aussi utilisées en zones subhumides à humides. Les bandes enherbées sont plus efficaces dans les climats plus humides.

Terrain : les pratiques de MicroCE peuvent être appliquées sur des pentes raides aussi bien qu'en terrain plat, tant que le ruissellement est suffisant. Les différents types de trous sont plutôt utilisés en terrain plat, alors que les barrières en travers de la pente, les diguettes, les tranchées et les terrasses sont surtout utilisées sur les terres en pente.

Echelle : l'eau est collectée sur de petites surfaces de captage, en général 10 – 500 m², situées dans les limites de la propriété de chaque ferme et sur des terres agricoles.

Niveau de mécanisation : généralement construites à la main, sauf pour les micro-bassins Vallerani qui sont mécanisés.

Propriété foncière et droits d'utilisation de l'eau / des terres : les pratiques de MicroCE sont souvent appliquées par des exploitants individuels, pour les cultures ; parfois aussi sur des terres appartenant à l'Etat ou communales, p.ex. pour la reforestation. Les surfaces réduites de captage sont facilement contrôlées par les exploitants eux-mêmes, ce qui fait que ces systèmes sont adaptables et reproductibles. Comme l'eau est stockée dans le sol et qu'elle provient du champ lui-même, chaque exploitant peut appliquer le système sans implication de la communauté, ce qui évite les conflits avec les voisins sur l'usage de l'eau.

Compétences et connaissances requises : la mise en œuvre des pratiques de MicroCE nécessite peu de connaissances de la part des exploitants mais les conseillers agricoles doivent avoir un niveau moyen de connaissances.

Exigence en main d'œuvre : exigences moyennes à élevées : les systèmes de trous de plantation exigent une disponibilité en main d'œuvre importante car ils doivent être recrusés pour chaque saison de culture. Cependant, comparé à la préparation de la surface entière du terrain sans micro-captages, la charge de travail et l'intrant de main d'œuvre sont concentrés sur la zone où les plantes poussent.

Utilisation des terres

	Terres cultivées		Elevé
	Pâturages		Modéré
	Forêts / bois		Faible
	Terres mixte		Insignifiant
	Autres		

Utilisation de l'eau

	Domestique
	Bétail
	Irrigation supplement
	Irrigation
	Autres

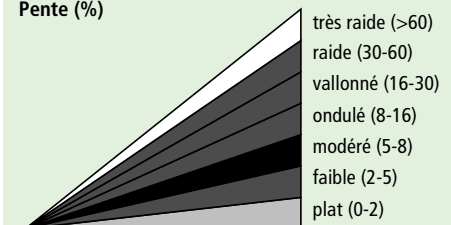
Climat

	Humide
	Subhumide
	Semi-aride
	Aride

Pluviométrie moyenne

	> 3000
	2000-3000
	1500-2000
	1000-1500
	750-1000
	500-750
	250-500
	< 250

Pente (%)



Echelle

	Petite échelle
	Moyenne échelle
	Grande échelle

Propriété foncière

	Etat
	Société privée
	Communauté
	Individuelle, sans titre
	Individuelle, titrée

Mécanisation

	Main d'œuvre
	Traction animale
	Mécanisé

Orientation de la production

	Subsistance
	Mixte
	Commerciale

Exigence en travail

	Elevé
	Moyen
	Faible

Exigence en connaissances

	Elevé
	Moyen
	Faible

Données économiques

Coûts

Coût de la main d'œuvre pour les MicroCE

Pratique	Pays	Coûts (US\$/ha)	
		Mise en place	Entretien par an
Zaï et diguettes en courbes de niveau ¹	Burkina Faso	80 – 175	30
Ngoro ²	Kenya	45 – 55	15 – 20
Diguettes de pierres ²	Kenya	36 – 62	12
Fanya juu ²	Kenya	54	18
Trous de plantation et cordons pierreux ³	Kenya	77 – 175	21
Katamani ³	Kenya	100 – 150	
Trous à bananiers ³	Kenya	2'177	81
Meskat ⁴	Tunisie	900	–
Bandes de vétiver ⁵	Afrique du Sud	140	25
Citernes ⁴	Tunisie	400 / structure	65 / structure

¹ Van Steenberg et al., 2011 ; ² pour les fanya juu, il faut plus d'outils ; durée de vie des diguettes en pierre et des fanya juu : 10 ans, des trous ngoro : 2 ans ; adapté de Ellis-Jones et Tengberg, 2000 ; ³ Knoop et al., 2012 ; ⁴ Taamallah, 2010 ; ⁵ WO CAT, 2012.

² et ³ Coûts de la main d'œuvre : US\$ 1,0 par jour, mais variables de US\$ 0,75-1,25 par jour dans les différentes études de cas.

Coût de certaines technologies de MicroCE au Niger

Pratique de MicroCE	Coûts indicatifs US\$/ha
Cordons pierreux	31
Cordons pierreux avec semis direct	44
Diguettes en terre (mécanisées)	137
Diguettes en terre (manuel)	176
Demi-lunes pour cultures	111
Demi-lunes pour arbres	307
Trous de plantation Zaï	65

(Projet d'Aménagement Agro-Sylvo-Pastoral Nord Tillabéry (PASP) ; Projet Développement Rural Tahoua (PDRT) dans Liniger et al., 2011).

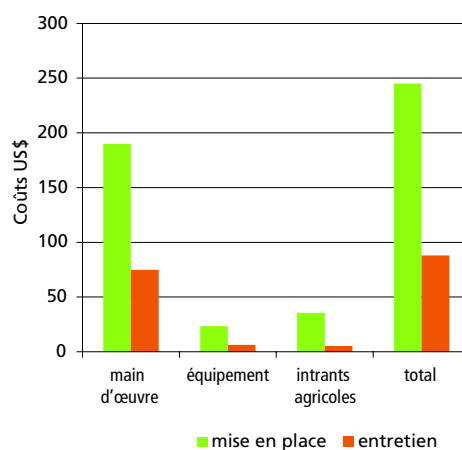
Bénéfices de production

Augmentation de rendement avec MicroCE

Culture	Rendement sans MicroCE (t/ha)	Rendement avec MicroCE (t/ha)	Gain de rendement (%)
Maïs (rendement grain) Kenya ¹	0,16 – 0,56	Cordons pierreux : 0,41 – 1,28	230 – 250
Mil Burkina Faso ²	0,15 – 0,3	Zaï + fumier : 0,4 (pluie faible) 0,7 – 1 (pluie élevée)	30 – 400
Sorgho (rendement grain) Burkina Faso ²	0 (conditions de sols difficiles, échec du sorgho)	Demi-lunes seules : 0,04 Demi-lunes + fumier : 1,61 Demi-lunes + compost : 1,0	
Sorgho Burkina Faso ³	0,08	Zaï et diguettes en pierres : 0,3-0,4 (année de pluviométrie faible) 15 (année de bonne-pluviométrie)	375 – 500

¹ Wakindiki et Ben-Hur, 2002 ; ² Zougmore et al., 2003 ; ³ Van Steenberg et al., 2011 ; bénéfice secondaire : des marchés pour le fumier.

Coûts par structure de MicroCE (médiane)



Le coût de mise en place des structures MicroCE varie de 95 US\$/ha pour les cuvettes de type Vallerani à 809 US\$/ha pour les trous chololo. MicroCE nécessite surtout de la main d'œuvre et des intrants agricoles : semences, compost, engrais, etc. Nombre de journées de travail très variable, de 80 – 250 personnes/jours.

Source : 8 études de cas (WO CAT, 2012).



Production d'olives à grande échelle à l'aide de micro-captages, Maroc. (HP. Liniger)

Exemples : bénéfices de production pour les trous de plantation

Au Burkina Faso, le développement de la technique des trous zaï a permis aux fermiers de réhabiliter leurs terres et d'agrandir leurs fermes dans des zones où rien ne poussait avant. Ainsi, là où les rendements étaient quasi nuls avant les trous, ils atteignent 0,3 – 0,4 t/ha les années de faible pluviométrie et jusqu'à 1,5 t/ha les bonnes années. Avec la technique des demi-lunes, le rendement en grain du sorgho a dépassé les rendements moyens (sur champs normalement labourés) sur des sols complètement dégradés. Sans les micro-bassins en demi-lunes, la culture de sorgho échoue (Zougmore et al., 2003).

Une étude similaire sur les trous ngoro en Tanzanie a montré que le rendement en maïs des trous de 2 m de large était meilleur (1,85/ha) que celui des trous de 1 m de large (1,44 t/ha) et de 1,5 m de large (1,66 t/ha) (Malley et al., 2004).

Le taux de survie de buissons fourragers plantés avec des structures de MicroCE en Syrie est 3-4 fois plus élevé que pour des buissons seuls, en année de faible comme de forte pluviométrie (Somme et al., 2004).

Impacts

Bénéfices	Au niveau de la ferme / des ménages	Au niveau de la communauté / bassin versant / paysage
Production / Economiques	+++ augmentation des rendements ++ amélioration de la disponibilité de l'eau pour les plantes ++ augmentation de la production fourragère ++ augmentation du revenu agricole + augmentation de la production de bois + diversification de la production	++ réduction du risque d'échec de la production
Ecologiques	+++ amélioration de la disponibilité en eau +++ amélioration de l'infiltration de l'eau +++ augmentation du taux d'humidité du sol +++ réduction du ruissellement +++ réduction de l'érosion et de la perte de sol ++ peut servir à la réhabilitation de terres très dégradées + amélioration de la couverture du sol + augmentation du taux de matière organique et de la fertilité du sol + piège à sédiments pour les nutriments	+++ réduction de l'inondation et de la charge sédimentaire pour les rivières et les réservoirs +++ réduction de la dégradation et de la sédimentation
Socioculturels	++ amélioration des connaissances en conservation ++ pas de conflits sur l'utilisation de l'eau	++ amélioration de la sécurité alimentaire
Hors-site		++ protège les rivières et réservoirs de la sédimentation

Importance : +++ élevée, ++ moyenne, + faible

	Contraintes	Comment les surmonter
Production / Economiques	la MicroCE seule peut ne pas être suffisante pour améliorer les rendements	→ combiner avec une gestion améliorée de la fertilité (microdosage et compostage)
	un entretien inadéquat des systèmes de MicroCE peut entraîner de l'érosion du sol	→ vérifier que l'entretien est fait de façon appropriée et organiser la formation
	une disponibilité insuffisante de fumier pour améliorer la fertilité diminue le potentiel de production des plantes	→ améliorer l'accès aux marchés pour les intrants et l'équipement
	durée de vie limitée des structures donc travail d'entretien récurrent	→ vérifier qu'il existe suffisamment de force de travail avant de commencer la mise en œuvre de MicroCE
	la perte de surface de terre (pour les captages) peut être perçue comme un problème dans les petites fermes	→ trouver d'abord un compromis entre perte de surface de terre et augmentation de la production et diminution du risque d'échec de la culture
Ecologiques	la saturation en eau du sol peut être un problème dans les systèmes mal drainés	→ vérifier la capacité de drainage du sol
	l'herbe et les buissons qui poussent sur les barrières peuvent favoriser l'installation de rongeurs dans le champ	→ combiner avec un contrôle biologique des ravageurs
Socioculturels	risque de conflits socioculturels autour des terres réhabilitées. Certaines terres dégradées non utilisées ont été revendiquées après réhabilitation par des personnes qui ne s'étaient pas investies dans la démarche	→ dès le début des activités de réhabilitation, impliquer les fermiers et les communautés et clarifier les revendications et les droits

Adoption et transposition à grande échelle

Taux d'adoption

En général, le taux d'adoption reste faible. Les exploitants hésitent à investir du temps et de l'argent dans la MicroCE, sans savoir si l'accès aux terres leur est garanti et avec un accès limité aux marchés locaux où vendre les surplus. Cependant, certaines technologies de MicroCE comme les *zaï* ont été largement adoptées avec (et parfois sans) soutien externe.

Environnement propice

Politiques environnementales : des lois et règlements favorables doivent exister pour encadrer l'utilisation des terres et de l'eau par les différents usagers – en particulier les éleveurs et les cultivateurs.

Droits d'utilisation des terres et de l'eau : la sécurité des droits fonciers est l'élément déterminant qui permettra aux fermiers d'adopter, d'adapter et de mettre en œuvre ou non les pratiques de MicroCE.

Soutien technique et développement des capacités : la MicroCE nécessite peu de soutien matériel et technique. Il reste cependant des défis, comme l'amélioration de la gestion des nutriments grâce des approches intégrées (microdosage, fumure / compostage et mulchage), et une mécanisation plus importante, qui nécessite un soutien technique et matériel.

Accès aux services financiers : le coût d'investissement pour les barrières en travers de la pente, par exemple, est considérable ; les exploitants doivent donc avoir accès au microcrédit pour favoriser l'autofinancement. L'abus d'incitations proposées aux communautés, en particulier l'utilisation sans réflexion de « vivres contre travail », qui induit une culture de la dépendance, doit être évité. Au delà du soutien sous forme de microcrédit et d'outils, il existe aussi un besoin pour des campagnes d'information, de la sensibilisation des démonstrations, de la formation et de la vulgarisation.

Disponibilité de la main d'œuvre : les pratiques MicroCE ont la réputation d'être exigeantes en main d'œuvre ; la disponibilité de celle-ci est donc considérée comme le facteur clé de l'adoption de ces pratiques. Cependant, si l'on considère que la surface plantée d'un champ est diminuée et que l'eau et les nutriments sont concentrés sur cette zone, le rendement augmente considérablement pour la main d'œuvre investie, comparé à la plantation conventionnelle du même champ. Dans les zones rurales de certains pays en développement, où l'émigration des jeunes vers les centres urbains ou vers l'étranger est élevée, la disponibilité de la main d'œuvre peut être très limitée.

Approches adaptées : les écoles de champ qui favorisent l'apprentissage en groupes et le renforcement des connaissances et des capacités des exploitants est une approche efficace. L'entraide entre voisins est aussi une approche utilisée dans de nombreux pays : les voisins prennent des tours pour aider un membre de la communauté lors des gros travaux (ex. *hashar* au Tadjikistan). Les initiatives qui soutiennent les innovateurs locaux peuvent aider à identifier et à stimuler les innovations récentes.

Faisabilité et planification

Avant de mettre en œuvre les pratiques de MicroCE, il faut d'abord évaluer la quantité de main d'œuvre et les moyens matériels et financiers disponibles pour pouvoir choisir les pratiques appropriées. Ensuite, afin de pouvoir sélectionner les pratiques les plus adaptées à l'environnement, il est nécessaire d'effectuer une évaluation biophysique du terrain, qui comprend les besoins en eau, les propriétés du sol, les données pluviométriques et une estimation du coefficient de ruissellement. Lorsque c'est possible, les pratiques de CE existantes (locales et innovantes) doivent d'abord être prises en compte – et modifiées en fonction des données socio-économiques et biophysiques existantes.

La viabilité sociale et économique des pratiques de MicroCE dépend largement de l'implication de toutes les parties prenantes. Les communautés doivent être impliquées dans la planification à tous les stades afin que les pratiques perdurent et que les bénéfices soient partagés.

La planification devra aussi prendre en compte le potentiel et les possibilités de gestion de la fertilité et explorer la disponibilité de fumier ou de compost pouvant être apporté aux champs, en plus des pratiques de MicroCE.

Le suivi et l'évaluation doivent faire partie intégrante du système afin d'améliorer la productivité et de fournir des informations aux exploitants qui leur permettent d'adapter leurs systèmes.

Environnement propice : facteurs clés de l'adoption

Intrants, matériaux	++
Subventions, crédits	+
Formation et éducation	+
Droits d'utilisation des terres / de l'eau	+++
Accès aux marchés pour les intrants et les productions	++
Recherche	+
Appropriation et investissement réel des communautés	++

Importance : +++ élevée, ++ moyenne, + faible +/- neutre

Faisabilité et planification : facteurs-clés de mise en œuvre

Evaluation de la quantité d'eau récoltable	+++
Evaluation de la qualité de l'eau	+/-
Evaluation des besoins en eau	++
Evaluation du site	++
Aspects financiers	++
Evaluation de l'impact environnemental	+/-
Droits d'utilisation des terres / de l'eau	++
Relations de voisinage	+/-
Implication de la communauté	+
Questions sociales et de genre	+/-
Approbation officielle du gouvernement	+/-

Importance : +++ élevée, ++ moyenne, + faible, +/- neutre



Planification à grande échelle de projets gouvernementaux pour la reforestation sur le plateau de Loess, Chine. (HP. Liniger)



Formation des exploitants pour la mise en place de tranchées selon les courbes de niveau et de terrasses *fanya juu* pour la collecte d'eau dans des régions sèches, Laikipia, Kenya. (HP. Liniger)

Références

- African Development Bank. 2009. Rainwater Harvesting Handbook: Assessment of Best Practises and Experience in Water Harvesting. African Development Bank, Tunis. <http://www.rwsn.ch/documentation/skatdocumentation>.
- Ali, A., Oweis, T., Rashid, M., El Naggar, S. and A. Aal. 2007. Water harvesting options in the drylands at different spatial scales. *Land Use and Water Resources Research* 7:1-13.
- Benli, B. 2012. Rain Water Harvesting. United Nations Development Programme (UNDP). Presentation available from http://www.unep.org/fileadmin/DAM/env/water/meetings/TF_EWE/2nd_meeting/power_points/Water_Harvesting.pdf
- Biazin, B., Sterk, G., Temesgen, M., Abdulkedir, A. and L. Stroosnijder. 2012. Rainwater harvesting and management in rainfed agricultural systems in sub-Saharan Africa: A review. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* 47-48 139-151.
- Botoni, E., Reyssset, M.B., Ndiaye, O. et S. Ouedraogo. 2009. Récupération des sols fortement dégradés à des fins sylvo-pastorales: une évaluation quantitative des aménagements mécaniques à partir de la charrue Delfino réalisés par l'ONG REACH au Burkina Faso. Comité permanent Inter- États de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) et Commission Européenne au Burkina Faso FERSOL.
- Critchley, W. and K. Siegert. 1991. Water harvesting. A Manual for the Design and Construction of Water harvesting Schemes for Plant Production. FAO, Rome. <http://www.fao.org/docrep/U3160E/U3160E00.htm#Contents>
- Ellis-Jones, J. and A. Tengberg. 2000. The impact of indigenous soil and water conservation practices on soil productivity: Examples from Kenya, Tanzania and Uganda. *Land Degradation & Development* 11(1):19-36.
- Ibraimo, N. and P. Munguambe. 2007. Rainwater Harvesting Technologies for Small Scale Rainfed Agriculture in Arid and Semi-arid Areas. Department of Rural Engineering, Faculty of Agronomy and Forestry Engineering, University of Eduardo Mondlane, Mozambique.
- Knoop, L., Sambalino, F. and F. Van Steenbergen. 2012. Securing Water and Land in the Tana Basin: a Resource Book for Water Managers and Practitioners. 3R Water Secretariat. Wageningen, The Netherlands.
- Liniger, H. and W. Critchley (eds). 2007. Where the land is greener: case studies and analysis of soil and water conservation initiatives worldwide. *World Overview of Conservaton Approaches and Technologies (WOCAT)*.
- Liniger, H., Mekdaschi Studer, R., Hauert, C. and M. Gurtner. 2011. Sustainable Land Management in Practice. Guidelines and Best Practices for Sub-Saharan Africa. TerrAfrica, World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT) and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Mati, B. M. 2005. Overview of water and soil nutrient management under smallholder rainfed agriculture in East Africa. Working Paper 105. International Water Management Institute (IWMI), Colombo, Sri Lanka.
- Malley, Z.J.U., Kayombo, B., Willcocks, T.J. and P.W. Mtakwa. 2004. Ngoro: an indigenous, sustainable and profitable soil, water and nutrient conservation system in Tanzania for sloping land. *Soil and Tillage Research* 77(1):47-58.
- Mupangwa, W., Love, D. and S. Twomlow. 2006. Soil-water conservation and rainwater harvesting strategies in the semi-arid Mzingwane catchment, Limpopo Basin, Zimbabwe. *Physics and Chemistry of the Earth* 31(15-16):893-900.
- Mutunga, K. and W. Crichley. 2001. Farmers' Initiatives in Land Husbandary: Promising Technologies for the Drier Areas of East Africa. Regional Land Management Unit (RELMA), Swedish International Development Cooperation Agency (Sida). RELMA Technical Report Series 27. Nairobi.
- Oweis, T.Y., Prinz, D. and A.Y. Hachum. 2012. Water Harvesting for Agriculture in the Dry Area. ICARDA, CRC Press/ Balkema, Leiden, the Netherlands.
- Prinz, D. 2001. Water Harvesting for Afforestation in Dry Areas. Paper read at 10th International Conference on Rainwater Catchment Systems, Mannheim, 10-14 Sept. 2001, at Mannheim.
- Prinz, D. 1996. Water harvesting: Past and Future. In: Pereira L.S., (ed). Sustainability of Irrigated Agriculture. Proceedings, NATO Advanced Research Workshop, Vimeiro, 21 - 26.03.1994. Balkema, Rotterdam.
- Prinz, D. and A.H. Malik. 2002. More Yield with Less Water: How Efficient can be Water Conservation in Agriculture? Paper read at 5th International EWRA Conference on Water Resources Management in the Era of Transition, Athens, Greece, 4- 8 September 2002.
- Rockström, J., Folke, C., Gordon, L., Hatibu, N., Jewitt, G., Penning de Vries, F., Rwehumbiza, F., Sally, H., Savenije, H. and R. Schulze. 2004. A watershed approach to upgrade rainfed agriculture in water scarce regions through water system innovations: an integrated research initiative on water for food and rural livelihoods in balance with ecosystem functions. *Physics and Chemistry of the Earth* 29:1109-1118.
- Somme, G., Oweis, T., Abdual, A., Bruggeman, A. and A. Ali. 2004. Micro-catchment Water Harvesting for Improved Vegetative Cover in the Syrian Badia. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Aleppo, Syria.
- Taamallah, H. (ed). 2010. Gestion durable des terres en Tunisie: bonnes pratiques agricoles. Land Degradation Assessment in Drylands (FAO-LADA), World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT) and Institut des Régions Arides (IRA), Médenine.
- Van Steenbergen, F., Tuinhof, A. and L. Knoop. 2011. Transforming Lives Transforming Landscapes: the Business of Sustainable Water Buffer Management. 3R Water Secretariat. Wageningen, The Netherlands.
- Wakindiki, I.I.C. and M.Ben-Hur. 2002. Indigenous soil and water conservation techniques: effects on runoff, erosion, and crop yields under semi-arid conditions. *Australian Journal of Soil Research* 40(3):367-379.
- WOCAT (World Overview of Conservaton Approaches and Technologies). 2012. WOCAT Database: Technologies. <http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/index.php>.
- Zaal, F. and R.H. Oostendorp. 2002. Explaining a miracle: intensification and the transition towards sustainable small-scale agriculture in dryland Machakos and Kitui Districts, Kenya. *World Development* 30(7):1271-1287.
- Zougmoré, R., Zida, Z. and N.F. Kambou. 2003. Role of nutrient amendments in the success of half-moon soil and water conservation practice in semiarid Burkina Faso. *Soil & Tillage Research* 71(2):143-149.

Références complémentaires :

- Anderson, I.M. and M. Burton. 2009. Best Practices and Guidelines for Water Harvesting and Community Based (Small Scale) Irrigation in the Nile Basin. Water Harvesting Report. Part I – Best Practices in Water Harvesting. Part I – Best Practices in Water Harvesting. Appendices. Part II – Guidelines for the implementation of best practices in Water Harvesting. Part II – Guidelines for the implementation of best practices in Water Harvesting. Appendix A: List of Reference Material. Kent, Nile Basin Initiative. Efficient Water Use for Agricultural Production Project (EWUAP).
- Critchley, W. 2009. Soil and Water Management Techniques in Rainfed Agriculture: State of the Art and Prospects for the Future. Background note prepared for the World Bank, Washington D.C.
- Desta, L., Carucci, V., Wendem-Agenehu, A. and Y. Abebe (eds). 2005. Community Based Participatory Watershed Development, Part 1: A Guideline, Part 2: Annex. Ministry of Agriculture and Rural Development, Addis Ababa, Ethiopia.
- Duveskog, D. 2003. Soil and Water Conservation with a Focus on Water Harvesting and Soil Moisture Retention. A study guide for Farmer Field Schools and Community-based Study Groups. Harare, FARMESA.

FAO (Food and Agricultural Organization of the UN). 2000. Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia: Experiencias en América Latina. Zonas áridas y semiáridas No. 13. Santiago, Chile, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai128s/ai128s00.pdf>

Hai, M.T. 1998. Water Harvesting: an Illustrative Manual for Development of Microcatchment Techniques for Crop Production in Dry Areas. RELMA Technical Handbook. Nairobi, RELMA. <https://we.riseup.net/assets/4867/microcatchment%20for%20dry%20area%20crops.pdf>

Herweg, K. and E. Ludi. 1999. The performance of selected soil and water conservation measures: case studies from Ethiopia and Eritrea. *Catena* 36(1-2):99-114.

Hurni, H. 1986. Guidelines for Development Agents on Soil Conservation in Ethiopia. Ministry of Agriculture, Natural Resources Conservation and Development. Community Forests and Soil Conservation Development Department (CFSCDD). Addis Abbaba, Ethiopia.

ICIMOD. 2009. Mountain Development Resource Book for Afghanistan. International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD). Kathmandu, Nepal.

IFAD. 2001. Rainwater Harvesting Design Manual for Irrigated Agriculture in Marginal Areas. International Fund for Agricultural Development (IFAD). Rome.

Junghou, W. and V. Vallerani. 2010. The Afforestation of a Pilot Area through the Application of the "Vallerani System" Technology in the Inner Mongolia Autonomous Region. Implementation Report for the Sino-Italy Cooperation Project.

LUCOP (Lutte Contre la Pauvreté). 2004. Referentiel des mesures techniques de recuperation, de protection et d'exploitation durable des terres, 2ème edition. Coopération Nigéro – Allemande. Programme Régional Tillabéri, Bureau Régional Niamey.

Mahnot, S. 2003. Water Harvesting Management: Improving Land Management in Rajasthan. SDC/Intercooperation Coordination Unit. Jaipur, India.

Orodho, A. (not dated). Tumbukiza technology: an alternative method of Napier grass production. Betuco.be.

Oweis, T.Y., Prinz, D. and A.Y. Hachum. 2001. Water Harvesting. Indigenous Knowledge for the Future of the Drier Environments. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Aleppo, Syria.

PROWALO. 1996. La charrue Delphine: Expérimentation dans les forêts et les terroirs du Walo. Projet d'Aménagement des Forêts et de Gestion des Terroirs Villageois du Walo (PROWALO). http://www.vallerani.com/images/Dispensa_illustrata_PROWALO-1996.pdf

Rocheleau, D., Weber, F. and A. Field-Juma. 1988. Agroforestry in dryland Africa. International Council for Research in Agroforestry (ICRAF). Nairobi, Kenya.

Rochette, R.M. (ed). 1989. Le sahel en lutte contre la desertification: leçons d'expériences. Comité Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel (CILSS). Margraf. Weikersheim, Germany.

Schauwecker, C. 2010. A Water Harvesting Guide for Extension Workers: Water Harvesting Manual and Catalogue. Bern University of Applied Sciences, School of Agriculture, Forest and Food Sciences.

Audiovisuels :

AccessAgriculture. Contour bunds. Langue : Anglais. Durée : 15.0 min. <http://www.accessagriculture.org/node/511/en>

IIED (International Institute for Environment and Development) and IFAD (International Fund for Agricultural Development) .2011. Series on Sustainable Land Management Technologies. Videos. Réalisé par : William Critchley. Produit par : Josephine Rodgers (Country Wise Communication). Langue : Anglais. <http://www.thewaterchannel.tv/>

IIED (International Institute for Environment and Development) Clips. Climate Change Adaptation Technology: Stone Lines. Langue : Anglais. Durée : 7.27. http://www.youtube.com/watch?v=RQkiv_U5AoU&feature=player_embedded#!

IIED (International Institute for Environment and Development) Clips. Climate Change Adaptation Technology: Fanya Juu Terraces. Langue : Anglais. Durée : 5:27. http://www.youtube.com/watch?v=b9Z_wYJyBCE&feature=player_embedded

Vincent, P. 2011. Collecting rain water using Vetiver. Langue : Anglais. Durée : 2.02 min. http://www.youtube.com/watch?v=e482unvd3uc&feature=player_embedded#!

Réseaux et acteurs :

International Rainwater Harvesting Alliance (IRHA). Foyer : Global. <https://www.irha-h20.org>

World Overview of Conservation Approches and Technologies (WOCAT). Foyer : Global. <http://www.wocat.net>

Centre for Science and Environment (CSE). Foyer : Indie. <http://www.rainwaterharvesting.org>

Evénements :

SearNet International Conference. <http://worldagroforestry.org/projects/searnet/conference/>

World Overview of Conservation Approches and Technologies (WOCAT) International Workshop and Steering Meeting. <http://www.wocat.net>

Etudes de cas WOCAT sélectionnées :

Niger : Tassa avec cordon pierreux. QTNIG02. http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/qt_summary.php?qt_id=513

Syrie : Récolte du ruissellement par des sillons, pour les oliviers. QTSYR03. http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/qt_summary.php?qt_id=263

Burkina Faso : Le système Vallerani. QTBRK011. http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/qt_summary.php?lang=english&qt_id=667

Kenya : Les terrasses fanya juu. QTKEN05. http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/qt_summary.php?qt_id=473



Tassa avec cordon pierreux

Niger - Tassa = Taska = Taksa (Haoussa), planting pits and stone lines (English)

La création de trous de plantation fumés associés à des cordons pierreux le long des courbes de niveau permet de réhabiliter les sols dégradés. Ces trous servent à la culture du millet et du sorgho dans des terres en pente légère.

L'association de trous de plantation (*Tassa*) et d'alignements de pierres est utilisée pour la réhabilitation de terres dégradées et battantes. Cette technique est mise en œuvre principalement dans des zones semi-arides de plaines sableuses/argileuses, souvent recouvertes d'une croûte dure, et dont la pente est inférieure à 5%. Ces plaines dénudées sont mises en culture grâce à l'association de *tassa* et de cordons pierreux. Les trous de plantation mesurent 20-30 cm de diamètre et 20-25 cm de profondeur, ils sont espacés d'environ 1 m en toutes directions. La terre extraite est déposée en cordon sur le bord aval du trou. Chaque trou reçoit du fumier, mais la disponibilité de celui-ci pose parfois des problèmes. Du millet ou du sorgho est semé dans les trous au début de la saison des pluies.

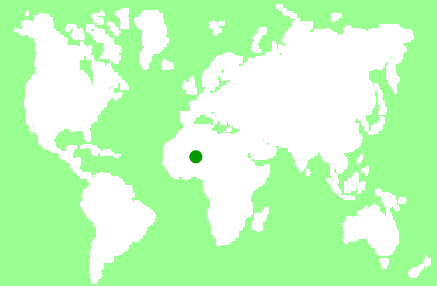
Le but de cette technique est de retenir l'eau de pluie et le ruissellement afin d'améliorer l'infiltration, tout en augmentant la disponibilité des nutriments. Les cordons pierreux sont de petites structures, larges de trois pierres au plus et parfois hautes d'une seule pierre. La distance entre les lignes varie selon la pente et la disponibilité des pierres. Elle est généralement de 25-30 m sur les pentes de 2-5%. Les pierres sont ramassées sur des sites proches - quoique parfois éloignés de 5-10 km - et transportées dans des charrettes tirées par des ânes ou par camion (dans le cas d'un projet). Elles sont déposées à la main selon les courbes de niveau. Ces alignements de pierres ralentissent l'écoulement de l'eau tout en protégeant les trous de plantation du comblement.

L'herbe s'établit souvent entre les pierres, ce qui accroît le potentiel d'infiltration et accélère l'accumulation de sédiments fertiles. Les particules déplacées par le vent viennent aussi s'accumuler le long des alignements de pierres, car la vitesse du vent y est réduite. L'accumulation des sédiments est ainsi accrue le long des cordons pierreux, ce qui favorise encore l'infiltration en amont. La croissance des plantes est améliorée, renforçant les effets du système. La construction ne nécessite pas de gros moyens matériels (sauf en cas de transport éloigné par camion).

Cette technique est donc souvent mise en œuvre spontanément. Les alignements de pierres peuvent demander un entretien annuel, surtout en cas de pluies abondantes. Le fumier est apporté tous les deux ou trois ans dans les trous creusés auparavant et le sable est retiré tous les ans. La productivité végétale est meilleure au cours de la deuxième année suivant l'apport de fumier.

gauche : ajouter du fumier avant de planter. (photo : William Critchley)

droite : cordon pierreux en combinaison avec *tassa* : les deux mesures combinées capturent l'écoulement et améliorent la performance des plants. (photo : Charles Bielders)



Localisation : Arrondissement de Tahoua

Région : Tahoua

Surface de la technologie : 40 km²

Pratique(s) de conservation : structure physique et pratique agronomique

Stade d'intervention : réhabilitation / reprise de terres dénudées

Origine : introduite de l'extérieur / présentée à travers un projet, récent, il y a < 10 ans

Utilisation des terres : terres cultivées

Climat : semi-aride, tropical

Référence de la base de données WOCAT :

QT NIG002fr sur cdewocat.unibe.ch/wocatQT

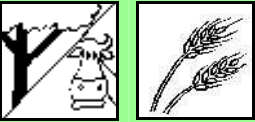

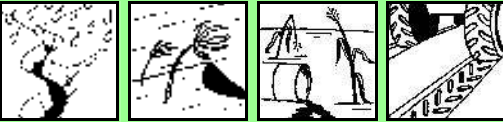
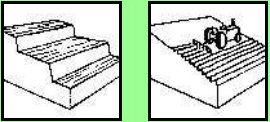
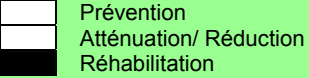
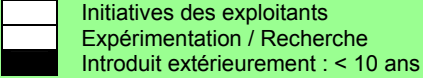
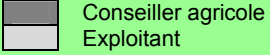
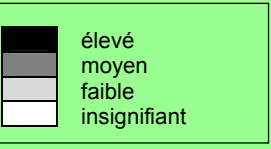
Approche similaire/liée : Appr. partic. de récupération indiv. des terres individuelles et collectives (QA NIG01), Participatory land rehabilitation (QA NIG01)

Compilé par : Oudou Noufou Adamou, Projet de développement rural de Tahoua (PDRT)

Date : 17 juillet 1996, mise à jour 2011

Classification

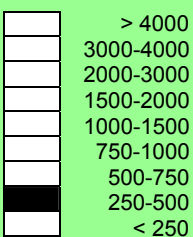
Problèmes d'utilisation des terres : la baisse de la fertilité du sol est le problème fondamental : elle est due à la dégradation et à l'exploitation des éléments nutritifs. La perte d'eau de pluie par ruissellement et la perte de la couverture du sol ont pour résultat la faible production agricole et l'insuffisance alimentaire. Cela se produit en combinaison avec le manque de pâturages et par conséquent une pénurie de fumier.

Utilisation des terres	Climat	Dégradation	Pratique de conservation
 <p>sylvo-pastorale (avant) cultures annuelles (cultures pluviales) (après)</p>	 <p>semi-aride, tropical</p>	 <p>érosion hydrique du sol : perte du sol de surface par l'eau érosion éolienne du sol : perte du sol de surface par le vent dégradation chimique du sol : baisse de la fertilité du sol dégradation physique du sol : compaction/ croûte du sol</p>	 <p>structure physique : cordons pierreux, trous de plantation pratique agronomique : application de fumier (supp.)</p>
Stade d'intervention	Origine	Niveau de connaissances techniques	
 <p>Prévention Atténuation/ Réduction Réhabilitation</p>	 <p>Initiatives des exploitants Expérimentation / Recherche Introduit extérieurement : < 10 ans</p>	 <p>Conseiller agricole Exploitant</p>	
<p>Principales causes de la dégradation des terres : Causes directes – naturelle : sécheresses Causes indirectes : régime foncier, pauvreté</p>			
<p>Principales fonctions techniques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - augmentation de l'infiltration - augmentation / maintien de l'eau stockée dans le sol - collecte de l'eau - augmentation de la matière organique - augmentation de la fertilité du sol - augmentation de la régénération naturelle des arbres 		<p>Fonctions techniques secondaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - réduction de la longueur de la pente - amélioration de la structure du sol - amélioration de la couverture du sol 	
 <p>élevé moyen faible insignifiant</p>			

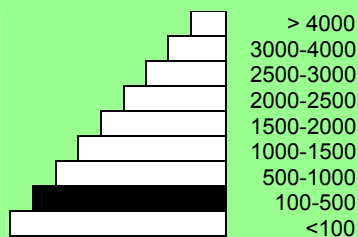
Environnement

Environnement naturel

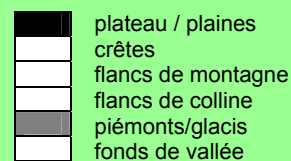
Précipitations moyennes annuelles (mm)



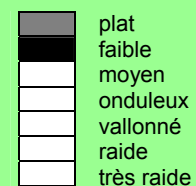
Altitude (m)



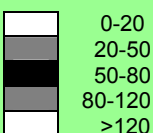
Topographie



Pente (%)



Profondeur du sol (cm)



Saison(s) de culture : 90 jours (juin - septembre)
Texture du sol : gros grain / léger (sablonneux)
Fertilité du sol : pauvre
Matière organique dans la couche arable : faible (<1%)
Drainage du sol / infiltration : bon

Capacité de rétention d'eau du sol : pauvre
Profondeur estimée de l'eau dans le sol : pas de données
Disponibilité de l'eau de surface : pas de d.
Qualité de l'eau : pas de données
Biodiversité : pas de données

Tolérance aux extrêmes climatiques : pas de données

Sensibilité aux extrêmes climatiques : pas de données

En cas de sensibilité, quelles modifications ont été apportées / sont possibles : pas de données

Environnement humain

Terres cultivées par ménage (ha)

	<0.5
	0.5-1
	1-2
	2-5
	5-15
	15-50
	50-100
	100-500
	500-1,000
	1,000-10,000
	>10,000

Exploitant : pas de données
Densité de population : 10-50 personnes/km²
Croissance annuelle de population : 2 - 3%
Propriété foncière : état
Droits d'utilisation des terres : individuel
Droits d'utilisation de l'eau : pas de données
Niveau relatif de richesse des exploitants : moyens, ce qui représente 40% des exploitants

Importance des revenus non agricoles : moins de 10% de tout le revenu : il n'y a pas de différences entre les exploitants moyennement riches et pauvres dans ce sens
Accès aux services et infrastructures : faible
Economie générale : de rente / de marché
Mécanisation : travail manuel
Cheptel pâturant sur les cultures : pas de données

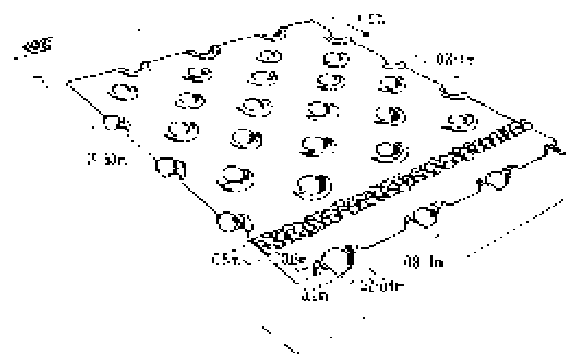


Schéma technique

Les trous de plantation (*tassa*) captent le ruissellement des eaux de pluies pour la culture des plantes annuelles et les cordons pierreux – espacés de 25-50 mètres – aident à retenir l'humidité et les sols érodés.

Activités de mise en œuvre, intrants et coûts

Activités de mise en place	Intrants et coûts de mise en place par ha		
	Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
1. Creuser des trous (<i>tassa</i>) avec une binette en saison sèche : la terre extraite forme une petite crête en aval du trou. Ces trous sont espacés d'environ 1 m, donnant approximativement 10 000 trous/ha.	Main d'œuvre - pour creuser les <i>tassa</i> (100 personnes jours) - pour les cordons pierreux (25 pers. jours)	150 40	100 100
2. Déterrer des pierres des sites voisins en utilisant une pioche et une pelle.			
3. Transporter les pierres sur des charrettes tirées par des ânes ou sur des camions.	Equipement - outils pour les <i>tassa</i> - outils pour les cordons pierreux - transport des pierres par camions	5 5	75 100
4. Aligner les pierres en courbes de niveau avec l'aide d'un 'niveau' (tube rempli d'eau) : 3 pierres de largeur au maximum.			
5. Mettre le fumier dans les trous avec environ 250 g par trou (2,5 t/ha)	Matériaux - pierres (50 m ³) Agriculture - compost/fumier (2,5 t)	0 5	 100
	TOTAL	245	83

Activités de maintenance /récurrentes	Intrants et coûts d'entretien / récurrents et coûts par ha par année		
	Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
1. Enlever le sable des <i>tassa</i> (annuellement, mars-mai)			
2. Ajouter du fumier dans les trous, environ 250 g par trou (2,5 t/ha) tous les deux ans en octobre/novembre ou mars-mai.			
3. Vérifier et réparer les cordons pierreux chaque année et après les fortes pluies.			
	Main d'œuvre - pour creuser les <i>tassa</i> (20 personnes jours) - pour les cordons pierreux (1 pers. jours)	30 1.5	100 100
	Equipement - outils <i>tassa</i>	1	100
	Agriculture - compost/fumier (2,5 t)	2.5	100
	TOTAL	35	100

Remarques : les coûts sont basés sur 300 m de cordons pierreux à l'hectare (sur une pente de 3-4%). Les coûts d'entretien se réfèrent à l'enlèvement du sable des trous à partir de la deuxième année et à l'application du fumier tous les deux ans (les coûts sont répartis sur une base annuelle). Le cas échéant, les coûts pour le transport du fumier doivent être rajoutés. L'hypothèse générale dans ces calculs est que le fumier est facilement accessible à proximité. La disponibilité des pierres est le principal facteur dans la détermination des coûts - bien que la disponibilité de la main d'œuvre puisse également influencer sur les prix. Si les pierres ne sont pas disponibles sur le terrain ou à proximité (d'où elles peuvent être transportées sur une charrette tirée par un âne), celles-ci doivent être transportées par camions, ce qui est beaucoup plus cher. Les coûts ici se réfèrent seulement aux coûts du carburant, payés par un projet : ils ne comprennent pas l'amortissement des camions.

Evaluation

Impacts de la technologie

Bénéfices de production et socio-économiques

- +++ augmentation du rendement des cultures
- ++ augmentation du revenu agricole

Inconvénients au niveau de la production et au niveau socio-économique

- ++ augmentation des contraintes de main d'œuvre
- ++ augmentation des contraintes d'intrants

Bénéfices socioculturels

- ++ amélioration des connaissances en CES /érosion
- + renforcement des institutions communautaires à travers

Inconvénients socioculturels

- + conflits des droits d'utilisation des terres pour les terres réhabilitées
- + conflits entre agriculteurs et éleveurs car les pâturages ont été transformés en terres cultivées

Bénéfices écologiques

- ++ amélioration de la couverture du sol à long terme
- ++ augmentation de l'humidité du sol après de fortes pluies
- ++ augmentation de la fertilité du sol
- ++ augmentation de la matière organique
- ++ réduction de la perte de sol

Inconvénients écologiques

- + saturation du sol en eau dans les trous de plantation après des fortes pluies

Bénéfices hors-site

- + réduction des inondations en aval
- + réduction de la sédimentation en aval

Inconvénients hors-site

aucun

Contribution au bien-être humain / moyens d'existence

pas de données

+++ : élevé, ++ : moyen, + : faible

Bénéfices / coûts du point de vue de l'exploitant

Bénéfices comparés aux coûts	à court terme	à long terme
Mise en place	positif	très positif
Entretien / récurrente	positif	très positif

Acceptation/adoption : tous les villageois ont accepté la technologie avec des mesures incitatives à travers certains outils manuels et la fourniture du transport pour la collecte des pierres (le cas échéant, par camions), ce qui assure une plus grande participation. L'adoption spontanée se développe de façon modérée, mais aucune estimation concernant la progression n'est disponible.

Conclusions

Forces → comment les maintenir/améliorer

Technologie simple, applicable individuellement en saison sèche, demandant seulement une petite formation, quelques connaissances et aucun équipement spécial.

Meilleur usage du fumier, qui est une ressource limitée.

Réhabilitation des terres dénudées et dégradées : remettre en culture des terres autrefois incultes ; extension des terres agricoles aux plateaux.

Faiblesses et → comment les surmonter

La technologie a besoin de main d'œuvre pour sa mise en place et son entretien → mécaniser les tâches : le transport des pierres et du fumier. Cependant, cela augmenterait les coûts.

Instabilité des trous de plantation dans les sols meubles, augmentation de l'érosion sur les pentes les plus raides et avec les pluies les plus fortes → éviter les sols meubles, sableux et les pentes raides.

L'efficacité peut être compromise si les différentes unités géomorphologiques (plateaux, pentes) ne sont pas traitées en même temps → l'approche par bassin versant en cas d'inondation en aval est une solution.

Possibilité de conflits d'utilisation des terres concernant les terres réhabilitées, en particulier avec les éleveurs → meilleure coordination / consultation avant la réalisation de la technologie dans la zone.

Contraintes de mise en œuvre : disponibilité du fumier et /ou des pierres et transport du fumier / des pierres sur les plateaux et les pentes → subventionner les moyens de transport (ou fournir les charrettes avec les ânes) ou/et réaliser les cordons pierreux uniquement dans les zones où les pierres sont disponibles à proximité des champs.

Référence(s) clé(s) : Bety A, Boubacar A, Frölich W, Garba A, Kriegl M, Mabrouk A, Noufou O, Thienel M and Wincker H (1997) Gestion durable des ressources naturelles. Leçons tirées du savoir des paysans de l'Adar. Ministère de l'agriculture et de l'élevage, Niamey, 142 pp. Hassane A, Martin P and Reij C (2000) Water harvesting, land rehabilitation and household food security in Niger: IFAD's Soil and Water Conservation Project in Illela District. IFAD, Rome, 51 pp. Mabrouk A, Tielkes E and Kriegl M (1998) Conservation des eaux et des sols: Leçons des connaissances traditionnelles de la région de Tahoua, Niger. In: Renard, G., Neef, A., Becker, K. and Von Oppen, M. (eds). Soil fertility management in West African land use systems. Proceedings of the Regional Workshop, 4-8 March 1997, Niamey, Niger. Margraf Verlag. Weikersheim/Germany. pp. 469-473.

Personne(s) à contacter : Charles Bielders, Dept. of Environ. Sciences and Land Use Planning – Agric. Engineering Unit, The Faculty of Bio-engineering, Agronomy and Environment, Université catholique de Louvain, Croix du Sud 2, boîte 2, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgium, bielders@geru.ucl.ac.be / Eric Tielkes, Centre for Agriculture in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany, tielkes@uni-hohenheim.de



Récolte du ruissellement par des sillons, pour les oliviers

République arabe syrienne - إستغلال أنثام الفلاحة لحصاد المياه في بساتين الزيتون (Arabe)

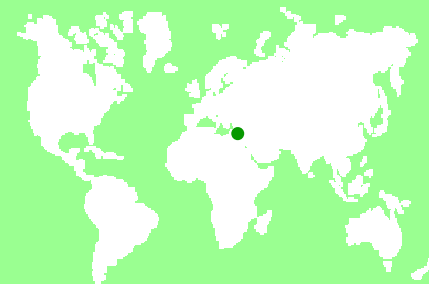
Récolte du ruissellement favorisé par le labour dans le sens de la pente, grâce à des micro-captages en forme de V.

La vallée de Khanasser dans le nord-ouest de la Syrie est une région agricole marginale, avec une pluviométrie annuelle d'environ 220 mm/an. Les sols sont superficiels et peu productifs. Les piémonts des collines dégradées sont traditionnellement utilisés pour le pâturage extensif et la culture de l'orge. Cependant, pour atteindre l'autosuffisance dans la production d'huile d'olive, certains fermiers ont planté des vergers dans cette région, qui est généralement jugée trop sèche pour l'olivier. Les arbres sont espacés de 8 m en tout sens. Traditionnellement, les fermiers préfèrent labourer leurs vergers avec le tracteur pour empêcher les adventices de pousser (les mauvaises herbes attirent les moutons, peuvent provoquer des incendies et entrent en compétition avec les oliviers pour l'eau). Les sillons favorisent le ruissellement et l'érosion car le labour est pratiqué dans le sens de la pente. Cependant, lorsque cette pratique est combinée avec des micro-captages en forme de V et/ou en arêtes de poisson autour de chaque arbre, les sillons servent à récolter l'eau de ruissellement pour améliorer la production. Des diguettes en terre en forme de V (renforcées avec des pierres) sont construites à la main, avec une houe, autour de chaque arbre. Les sillons dirigent alors le ruissellement vers les micro-captages où l'eau se concentre dans des cuvettes autour des arbres. Chaque arbre est desservi par une surface d'environ 60 m². Le ratio entre le captage et la surface cultivée est d'environ 60:1 (si l'on prend en compte la surface exploitée par l'arbre). Cette technologie économise l'eau d'irrigation pendant la saison sèche, améliore le stockage de l'humidité dans le sol et stimule la croissance des oliviers. De plus, les fines particules de terre érodée sont capturées par les micro-captages. Elles sont chargées en nutriments mais elles ont aussi tendance à former une croûte en la surface.

Les sillons doivent être recrusés tous les ans. Lorsque les structures sont endommagées par un gros orage, il faut les réparer. La charge de travail nécessaire à la mise en place et à l'entretien est limitée, la technologie est simple et peu chère à entretenir et le savoir-faire local existe pour soutenir et étendre le système. La technologie complémentaire qui consiste à protéger la zone autour de chaque arbre avec des pierres disponibles localement (calcaire et/ou basalte) permet de faire baisser la température du sol en été, de diminuer l'évaporation et d'améliorer l'infiltration. Les zones de captage entre les arbres sont parfois plantées avec des cultures d'hiver peu exigeantes en eau (lentilles, vesce, orge, etc.) surtout tant que les arbres sont jeunes, ce qui contribue à réduire l'érosion de surface. Pour les vergers d'oliviers, la mise en œuvre de la récolte du ruissellement par des sillons a commencé en 2002 et l'adoption de cette technologie par les fermiers croît régulièrement.

gauche : récolte du ruissellement par labour dans le sens de la pente (au tracteur) et micro-captages en V (creusés à la houe), pour les oliviers. (photo : Francis Turkelboom)

droite : le ruissellement est récolté dans des cuvettes autour de chaque arbre. Une pratique complémentaire, le mulch en pierres, améliore aussi la conservation de l'humidité en diminuant l'évaporation. (photo : Francis Turkelboom)



Localisation : Harbakiyeh et Habs, vallée de Khanasser

Région : Alep, nord-ouest de la Syrie

Surface de la technologie : 0,05 km²

Pratique de conservation : structure physique et pratique agronomique

Stade d'intervention : réhabilitation / reconquête de terres dénudées

Origine : développé à l'extérieur / introduit par un projet

Utilisation des terres : cultures, mixte (silvo-pastoralisme)

Climat : semi-aride, tempéré

Référence de la base de données WOCAT :

QT SYR003en sur cdewocat.unibe.ch/wocatQT

Approche similaire/liée : développement technologique participatif (QA SYR03)

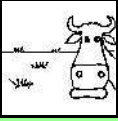




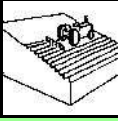
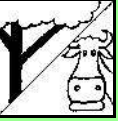
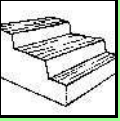
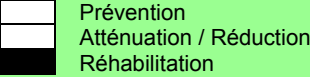
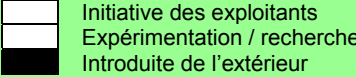
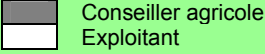
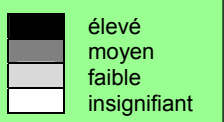
Compilé par : Francis Turkelboom, ICARDA

Date : 1^{er} nov. 2004, mise à jour avril 2005



Classification

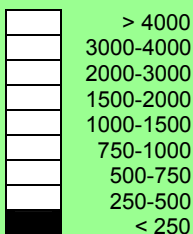
Problèmes d'utilisation des terres : il y a plusieurs problèmes dans cette région : pluviométrie faible et erratique, sécheresses, faible productivité des terres, faible efficacité de l'utilisation de l'eau, dégradation des sols, quantité limitée d'eau souterraine pour l'irrigation, options agricoles limitées et faible revenu agricole.

Utilisation des terres		Climat	Dégradation	Pratique de conservation	
					
pâturage extensif (avant)	culture d'arbres et de buissons (après)	semi-aride, tempéré	dégradation hydrique : aridification	érosion éolienne du sol : perte du sol de surface	érosion hydrique du sol : perte du sol de surface par l'eau
					
					structure physique : sillons en forme de V, paillage avec des pierres
Stade d'intervention 		Origine 		Niveau de connaissances techniques 	
Principales causes de la dégradation des terres : Causes directes – naturelles : sécheresses, pluviométrie erratique					
Principales fonctions techniques : - contrôle du ruissellement : retenir / capter - augmenter la quantité d'eau stockée dans le sol - récolte d'eau			Fonctions techniques secondaires : - diminution de la longueur de la pente - récolte de sédiments - diminution de la vitesse du vent		
					

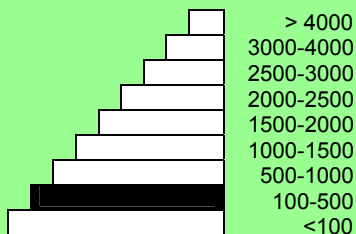
Environnement

Environnement naturel

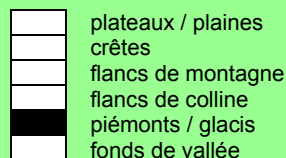
Précipitations moyennes annuelles (mm)



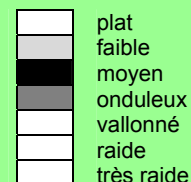
Altitude (m)



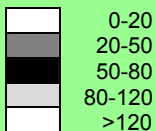
Topographie



Pente (%)



Profondeur du sol (cm)



Saison(s) de culture : 150 jours (décembre - avril)
Texture du sol : moyenne (limons)
Fertilité du sol : faible
Matière organique dans la couche arable : moyenne (1-3%)
Drainage du sol / infiltration : bon, moyen

Capacité de rétention d'eau du sol : pas de données
Profondeur de l'eau dans le sol : pas de d.
Disponibilité de l'eau de surface : pas de d.
Qualité de l'eau : pas de données
Biodiversité : pas de données

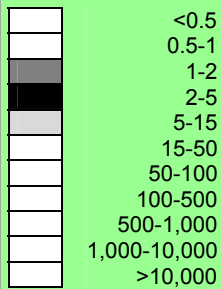
Tolérance aux extrêmes climatiques : pas de données

Sensibilité aux extrêmes climatiques : pas de données

En cas de sensibilité, quelles modifications ont été apportées / sont possibles : pas de données

Environnement humain

Terres cultivées par ménage (ha)



Exploitant : individuel
Densité de population : pas de données
Croissance annuelle de population : 1 - 2%
Droits de propriété foncière : individuelle, titrée
Droits d'utilisation des terres : individuel
Droits d'utilisation de l'eau : pas de données
Niveau relatif de richesse des exploitants : pas de données

Importance des revenus non agricoles : 10%-50% des revenus : ouvriers agricoles et non agricoles dans les villes voisines
Accès aux services et infrastructures : pas de données
Economie générale : mixte (subsistance et commerciale)
Mécanisation : pas de données
Cheptel pâturant sur les cultures : oui

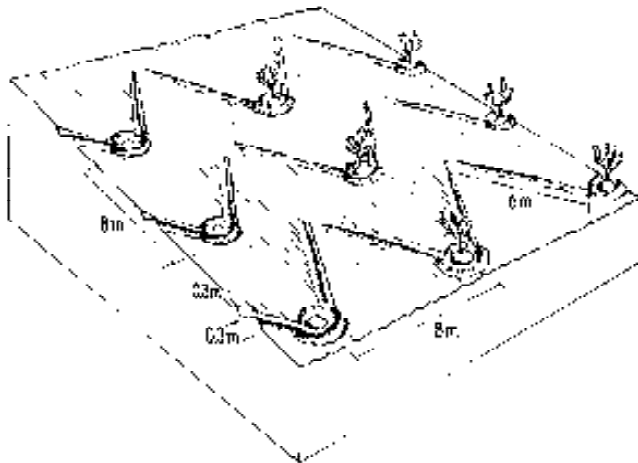


Schéma technique

Schéma des micro-captages en V qui récoltent l'eau pour les oliviers ; les sillons dans le sens de la pente aident à canaliser le ruissellement en direction des arbres.
 (Mats Gurtner)

Activités de mise en œuvre, intrants et coûts

Activités de mise en place

1. Labour à la charrue et au tracteur dans le sens de la pente, en hiver
2. Creusement des sillons et des micro-captages (cuvettes), à la main avec une houe (novembre/décembre ; début de la saison pluvieuse).

Les sillons en forme de V sont des structures saisonnières qui doivent être établies chaque année : construction des sillons de captage et des micro-bassins

Intrants et coûts de mise en place par ha

Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
Main d'œuvre		
- construction (10 pers. jours)	50	100
- réparation (5 personnes jours)	25	100
Equipement		
- utilisation de machines	10	100
- outils	3	100
Matériaux de construction		
- terre (disponible sur place)	0	
TOTAL	88	100

Activités de maintenance / récurrentes

1. Entretien des sillons au cours de la saison pluvieuse/hiver, après les fortes chutes de pluie, 1-3 fois par an

Intrants et coûts d'entretien / récurrents et coûts par ha par an

Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
pas de données		

Remarques : le calcul ne concerne que la technologie de récolte du ruissellement, c.à.d. les activités annuelles de labour et de mise en place de la structure de récolte d'eau ainsi que son entretien. La plantation des oliviers et leur entretien ne sont pas inclus ici.

Evaluation

Impacts de la technologie

Bénéfices de production et socioéconomiques

- ++ économie d'eau
- ++ amélioration de la croissance des arbres
- + augmentation du rendement

Inconvénients de production et socioéconomiques

- ++ dépend de la disponibilité d'un tracteur
- + augmente la charge de travail
- + ralentit les autres travaux de la ferme
- + favorise la croissance des adventices autour des arbres

Bénéfices socioculturels

- ++ amélioration des connaissances en conservation / érosion
- + amélioration de la qualité de l'environnement et du paysage

Inconvénients socioculturels

aucun

Bénéfices écologiques

- +++ réduction du ruissellement en surface
- +++ réduction des pertes de sol
- ++ augmentation du taux d'humidité du sol
- + réduction de la vitesse du vent
- + augmentation de la fertilité du sol
- + effet favorable sur la biodiversité

Inconvénients écologiques

aucun

Bénéfices hors-site

- + réduction des inondations en aval
- + réduction de la sédimentation en aval

Inconvénients hors-site

- + réduction du ruissellement / infiltration en fond de vallée
- + réduction de la récolte de sédiments en fond de vallée

Contribution au bien-être humain / moyens d'existence

pas de données

+++ : élevé, ++ : moyen, + : faible

Bénéfices / coûts du point de vue de l'exploitant

Bénéfices comparés aux coûts	à court terme	à long terme
Mise en place	*n.ap.	*n.ap.
Entretien / récurrents	très positifs	*n.ap.

n.ap.* non applicable

Acceptation/adoption : 100% des familles d'exploitants ont mis la technologie en œuvre volontairement. La tendance à l'adoption spontanée (croissante) est faible ; est surtout appliquée par les agriculteurs, c.à.d. les ménages qui vivent de l'agriculture. Les éleveurs de moutons ou ceux qui travaillent à l'extérieur sont moins intéressés. Tendance à l'expansion lente mais progressive.

Conclusion

Forces → comment les maintenir/améliorer

Augmente le stockage de l'humidité dans le sol en zone de faible pluviométrie et permet d'étendre la culture de l'olivier dans les zones sèches → utiliser des amendements organiques (mulch, fumier), plus de pierres en protection.

Facile, économique, ne nécessite pas d'intrants extérieurs.

Réduit l'érosion du sol.

Diminue le besoin d'irrigation d'été → utiliser l'irrigation localisée (goutte à goutte) pour réduire encore les besoins.

Augmente la productivité des oliviers → défoncer le terrain avant de planter pour améliorer encore les résultats.

Faiblesses et → comment les surmonter

Nécessite plus de main d'œuvre → travailler hors-saison.

Augmente la quantité d'adventices dans la cuvette de l'arbre → mulcher davantage avec des pierres.

Les arbres ont quand même besoin d'irrigation en été → améliorer l'efficacité des pratiques d'irrigation.

Référence(s) clé(s) : Tubeileh A. and Turkelboom F. (2004) Participatory research on water and soil management with olive growers in the Khanasser Valley. KVIRS project, ICARDA, Syria. / Tubeileh A., Bruggeman A., Turkelboom F. (2004) Growing olive and other tree species in marginal dry environments, ICARDA, Aleppo, Syria.

Personne(s) à contacter : Francis Turkelboom, F.Turkelboom@cigar.org / Ashraf Tubeileh, A.Tubeileh@cigar.org / Adriana Bruggeman, A.Bruggeman@cigar.org. All from ICARDA, Aleppo, Syria, www.icarda.org



Le système Vallerani

Burkina Faso

Une charrue spéciale tirée par un tracteur forme automatiquement des petits captages d'eau ; cette technologie est parfaitement adaptée aux travaux de régénération à grande échelle.

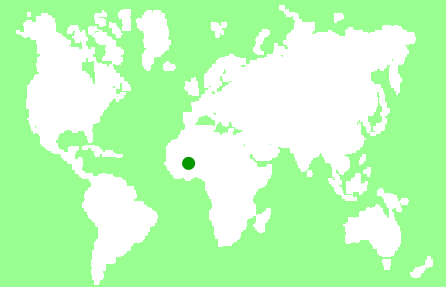
L'outil Vallerani est une charrue modifiée, appelée Delfino3 et tirée par un tracteur de grande puissance. En terrain plat, une charrue classique trace des sillons symétriques, la terre s'accumulant des deux côtés du sillon. La charrue Delfino3 n'a qu'un soc réversible qui crée un sillon anguleux et qui n'accumule la terre que du côté aval. Cette terre forme un rebord qui empêche ou ralentit le ruissellement vers l'aval. Le soc de la charrue monte et descend (il rentre et sort de la terre), créant des micro-bassins d'environ 5 m de long, 50 cm de profondeur et espacés de 2 m, chacun avec un rebord. Deux rippers placés à l'avant de la charrue travaillent le sol à une profondeur de 70 cm, se relevant avant les cuvettes et redescendant entre elles, formant ainsi une poche de rétention pour l'eau qui s'écoule directement des cuvettes. Même avec de très faibles pluviométries (150-500 mm/an), chaque micro-captage/poche de réserve peut récolter 1'500 litres d'eau, y compris le ruissellement. Cette eau est protégée de l'évaporation et reste disponible pour les racines des plantes et les aquifères.

Le Systeme Vallerani (VS) est basé sur un semis direct de graines de buissons et d'arbres indigènes disponibles sur place. Ils sont semés sur les bords des cuvettes et dans le sillon du ripper. Dans la zone de l'étude de cas, *Acacia tortilis*, *Ziziphus mauritania*, *Balanites aegyptiaca*, *Acacia senegal*, *Acacia seyal* et *Faidherbia albida* ont été semés. Bien que la plupart des graines peuvent être récoltées par la population locale, il est nécessaire d'acheter les graines chez des pépiniéristes pour certaines espèces rares dans la région. L'utilisation de fumier de chèvre contenant des graines et semé directement s'est aussi montrée efficace (au moins un arbre pousse dans environ 95% des micro-bassin). Le surplus d'humidité maintenu longtemps à disposition des arbres leur permet de pousser rapidement ; la couverture herbacée s'améliore, en qualité et en quantité, fournissant 20-30 fois plus de fourrage (1'000-2'000 kg de biomasse sèche/ha/an), contribuant aussi à la conservation des sols. La zone labourée et semée n'est pas clôturée ; le pâturage par les animaux est autorisé afin que les villageois puissent profiter du fourrage, réduisant ainsi l'accumulation de biomasse combustible qui augmenterait encore le risque d'incendie en saison sèche.

En une journée, la charrue Vallerani peut « traiter » jusqu'à 20 ha, creusant 5'720 micro-bassins. Les atouts de la charrue Delfino3 sont sa vitesse et son efficacité dans la lutte contre la désertification, mais ils peuvent aussi être un facteur limitant majeur car, pour en tirer le maximum, il faut trouver de grandes surfaces de terres à reboiser ou à cultiver, ce qui n'est faisable qu'au moyen d'initiatives publiques ou d'entreprises. La diffusion « en traînée de poudre » propre à cette étude de cas s'est faite grâce à la présence sur le territoire d'une OGN déjà active et implantée depuis de nombreuses années, et par la persévérance, le respect et les compétences du partenaire « du Nord ». Une fois que le projet a investi dans le tracteur et la charrue (tracteur ~ 70'000 EUR, charrue ~ 40'000 EUR), les autres coûts de mise en œuvre – main d'œuvre locale et conducteurs, carburant, etc. sont d'environ EUR 125 / ha / an.

La zone d'étude de cas, dans le nord-est du Burkina Faso, reçoit 300-500 mm de précipitations par an. Les sols de cette région agro-pastorale sont fortement dégradés avec une faible densité d'arbres et une absence quasi-totale de couverture herbacée.

gauche : la charrue Delfino3 au travail. La photo la montre au moment où, après avoir creusé un micro-captage, le soc ressort du sol tandis que les 2 rippers descendent plus profondément pour créer la réserve d'eau souterraine (photo : Deserto Verde)
droite : les habitants locaux sèment des graines d'arbres indigènes dans le sillon juste formé ; le même terrain 3 ans après le labour (photo : Deserto Verde)



Localisation : Oudalan
Région : Gorom-Gorom
Zone de la technologie : 50 km²
Pratique de conservation : structure physique et pratique végétale
Stade d'intervention : réhabilitation / régénération de terres dénudées
Origine : développé à l'initiative des exploitants agricoles. traditionnelle, il y a > 50 ans
Utilisation des terres : utilisation mixte (agro-silvo-pastoralisme)
Climat : aride, subtropical
Référence de la base de données WOCAT : QT BRK011 en sur cdewocat.unibe.ch/wocatQT
Approche liée : non documentée
Compilé par : Sabina Vallerani, Associazione Deserto Verde
Date : 3 mai 2012



Vallerani
System

Classification

Problèmes d'utilisation des terres : le problème principal est la dégradation-désertification avec diminution du couvert végétal en termes de densité de plantes et d'espèces : disparition de l'herbe et des arbres, diminution de la taille des plantes résistantes et de l'activité biologique du sol. Augmentation du ruissellement, de l'érosion éolienne et hydrique. Sécheresse et précipitations irrégulières avec conséquences graves sur la fertilité du sol, la disponibilité en eau pour les humains et le bétail, la recharge des aquifères.

Utilisation des terres		Climat	Dégradation		Pratique de conservation :		
agro-silvo-pastoralisme	pâturage extensif (pluvial)	aride, subtropical	érosion hydrique du sol : perte du sol de surface par l'eau, érosion par ravinement	érosion éolienne du sol : perte du sol de surface par le vent	dégradation biologique : réduction de la couverture végétale, baisse de la qualité et de la composition / diversité des espèces	structure physique : fossés / cuvettes	pratique végétale : couverture végétale et arbustive, herbe et plantes herbacées pérennes
Stade de l'intervention		Origine		Niveau de connaissance technique			
	Prévention Atténuation / Réduction Réhabilitation		Initiative des exploitants : > 50 ans Expérimentation / recherche Introduit de l'extérieur		Conseiller agricole Exploitant		
Principales causes de la dégradation des terres :							
Causes directes – d'origine humaine : surexploitation de la végétation pour l'usage domestique, surpâturage							
Causes directes – naturelles : modification du régime saisonnier des précipitations, sécheresses							
Principales fonctions techniques :			Fonctions techniques secondaires :				
<ul style="list-style-type: none"> - contrôle du phénomène de battance - amélioration du couvert végétal - amélioration de la structure du sol (compactage) - stabilisation du sol (p.ex. racines des arbres contre les glissements de terrain) - récolte d'eau / augmenter les réserves d'eau - augmentation de la biomasse (quantité) - favoriser certaines espèces et variétés végétales (qualité, p.ex. fourrage plus appétant) 			<ul style="list-style-type: none"> - augmentation du taux de matière organique - augmentation de la disponibilité en nutriments (réserve, recyclage,...) - augmentation de l'infiltration - augmentation / maintien de l'eau stockée dans le sol 				

Environnement

Environnement naturel		Saison(s) de culture : 90 jours		Profondeur estimée de l'eau dans le sol : pas de données	
Précipitations moyennes annuelles (mm)	Altitude (m)	Texture du sol : gros grain / léger (sablonneux)	Disponibilité de l'eau de surface : bonne, faible / nulle	Qualité de l'eau : mauvaise pour l'eau potable	Biodiversité : faible
		Fertilité du sol : pauvre			
Profondeur du sol (cm)		Matière organique de la couche arable : faible <1%			
		Drainage du sol / infiltration : faible (croûtage)			
		Capacité stockage du sol en eau : faible			
			Topographie	Pente (%)	

Tolérance aux extrêmes climatiques : augmentation des températures, augmentation et diminution des précipitations saisonnières, fortes précipitations (intensité et quantité), tempêtes de vent/ poussière, sécheresses/ périodes sèches, diminution de la période de croissance

Sensibilité aux extrêmes climatiques : pas de données

En cas de sensibilité, quelles modifications ont été apportées / sont possibles : pas de données

Environnement humain

Terres cultivées par ménage

(ha) : pas de données

	<0.5
	0.5-1
	1-2
	2-5
	5-15
	15-50
	50-100
	100-500
	500-1,000
	1,000-10,000
	>10,000

Exploitants : groupes / communautés, exploitants à petite échelle, exploitants moyens, homme et femmes
Densité de population : 10-50 personnes/km²
Croissance annuelle de population : 3-4%
Droits de propriété foncière : Etat
Droit d'utilisation des terres : accès libre (non organisé)
Droit d'utilisation de l'eau : accès libre (non organisé)
Niveau relatif de richesse des exploitants : pas de données

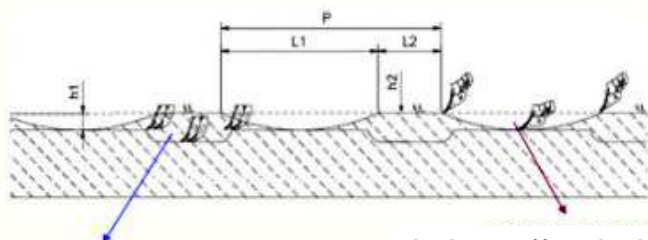
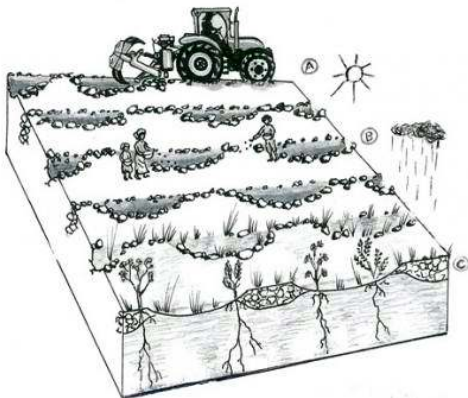
Importance du revenu non agricoles : moins de 10% du revenu : La seule activité des habitants de la région est l'élevage de chèvres et de vaches. Les cultures ne servent qu'à la subsistance.

Accès aux services et infrastructures : faible : santé, assistance technique, emploi (hors ferme) marchés, énergie, routes et transports, eau potable et assainissement, services financiers; moyen : éducation

Economie générale : mixte (subsistance et commerciale)

Mécanisation : mécanisation

Cheptel pâturant sur les cultures : peu



Les deux rippers creusent la poche de rétention d'eau, facilitant l'infiltration de l'eau dans le sol

La charrue crée un micro-bassin pour la collecte de l'eau, les graines, la terre arable, etc.

Schéma technique

(en haut) A. La parcelle choisie avec la population locale est labourée avec la charrue spéciale Delfino3. B. Les habitants locaux sèment des graines (récoltées sur les arbres de la région ou achetées si les espèces sont rares) ou du fumier de chèvre qui contient des graines (récolté dans les enclos de nuit après avoir secoué les arbres pour faire tomber les graines mûres, que les chèvres mangent). C. Les micro-bassins récoltent la pluie qui tombe dans les croissants et 50% de l'eau de ruissellement. L'eau pénètre facilement dans le sol, remplit les poches de rétention, reste disponible pour les racines des plantes et s'infiltre dans les nappes phréatiques sans risque d'évaporation. Chaque micro-bassin/poche de rétention peut récolter jusqu'à 1'500 l of water. (en bas) h1 - profondeur de travail du soc = 40/50 cm ; largeur du micro-bassin = 40/50 cm ; L1 - longueur du micro-bassin, programmable = 3,5/5 m ; h2 - profondeur de travail des rippers = 50/80 cm ; P- longueur totale du travail = 4/8 m. Puissance du tracteur 210/250CV (150-198 KW) ; vitesse de travail : 4/7 Km/h ; poids 2'000 kg (Deserto Verde)

Activités de mise en œuvre, intrants et coûts

Activités de mise en place

1. Planification du projet, conseil et formation SV et experts nationaux
2. Labour avec charrue spéciale Delfino, tirée par un tracteur de 210CV
3. Récolte des graines effectuée par la population locale, soit en les récoltant sur les plantes, soit en secouant les arbres au bon moment pour en nourrir les chèvres et moutons, pour collecter le fumier dans l'enclos de nuit
4. Le reste des graines peut être acheté dans les marchés locaux ou, si les arbres sont rares ou l'espèce a disparu, chez un pépiniériste
5. Semis direct

Intrants et coûts de mise en place par ha

Intrants	Coûts (US\$)	% supporté par l'exploitant
Main d'œuvre	72	50
Equipement - utilisation de la machine	23.4	0
TOTAL	95.4	37.74

Entretien/ activités récurrentes

Inputs and coûts d'entretien/récurrents annuels par ha

Pas d'activités d'entretien

Remarques : Le coût initial d'acquisition du matériel est d'environ 40'000 EUR pour la charrue et de 70'000 EUR pour le tracteur. Toutes les données du tableau concernent un projet idéal qui dure 5 ans avec 3'000 hectares labourés chaque année. Tous les travaux effectués donnent lieu à rétribution économique. Le point 1 fait référence à la planification, à la formation et aux conseillers techniques/ingénieurs consultants, qui ont un fort impact sur le coût à l'ha (\$47). Cette valeur resterait identique si 3MTU (Mechanized Technical Unit) étaient utilisées dans la même zone, réduisant le coût à \$ 15,6 par ha.

Evaluation

Impacts de la technologie

Bénéfices socioéconomiques et de production

- +++ augmentation de la production de bois
- ++ augmentation de la production de fourrage
- ++ amélioration de la qualité du fourrage

Inconvénients socioéconomiques et de production

aucun

Bénéfices socioculturels

- +++ renforcement des institutions communautaires
- +++ renforcement des institutions nationales
- +++ atténuation des conflits
- +++ amélioration des connaissances de conservation / érosion
- +++ amélioration de la situation des groupes défavorisés
- +++ amélioration de la sécurité alimentaire / autosuffisance
- +++ amélioration de la santé
- +++ formation de main-d'œuvre qualifiée en zones défavorisées
- ++ augmentation des possibilités culturelles

Inconvénients socioculturels

aucun

Bénéfices écologiques

- +++ amélioration des récoltes / stockage de l'eau
- +++ augmentation du taux d'humidité du sol
- +++ réduction du ruissellement de surface
- +++ augmentation de la biomasse au-dessus du sol C
- +++ réduction des pertes de sol
- +++ réduction du compactage du sol
- ++ recharge de la nappe phréatique / aquifères
- ++ augmentation du recyclage des nutriments
- ++ augmentation taux de matière organique/ sous le sol C

Inconvénients écologiques

- ++ augmentation du risque d'incendie
- + augmentation des menaces dues aux animaux sauvages

Bénéfices hors-site

- + réduction des inondations en aval
- + réduction des dégâts sur infrastructures publiques / privées

Inconvénients hors-site

aucun

Contribution au bien-être humain/ conditions de vie

+++ Grâce à la forte augmentation de production d'arbres, prairies et récoltes, les qualités de vie et de santé ont beaucoup augmenté

+++ : élevé, ++ : moyen, + : faible

Bénéfices / coûts du point de vue de l'exploitant

Comparaison bénéfices/coûts	à court terme	à long terme
Mise en place	très négatif	très positif
Entretien / récurrente	négatif	très positif

La mise en œuvre de la technologie est coûteuse. Après installation, l'entretien est peu coûteux et rapporte grâce à la productivité +++.

Acceptation/adoption : 100% des familles d'exploitants ont mis la technologie en œuvre avec un soutien matériel externe. Le système comprend l'utilisation d'un tracteur puissant et d'une charrue spéciale à coût élevé, difficile à financer par la population locale. Toutes les activités en lien sont effectuées (ou peuvent l'être) sans soutien matériel externe. Il existe une forte tendance (croissante) à l'adoption de la technologie.

Conclusions

Forces → comment les maintenir/améliorer

La pratique permet de traiter rapidement de très grandes surfaces dégradées, en peu de temps → entretien régulier du matériel

Les arbres et buissons plantés sont des espèces indigènes adaptées localement → réintroduction de plantes qui ont disparu (dernières décennies) pour améliorer la biodiversité et la résilience.

La technique de labour du système Vallerani offre la meilleure efficacité dès les premières années après la mise en œuvre, qui ne doit pas être répétée car les effets persistent longtemps sur les parcelles → sensibiliser la population locale à l'exploitation durable des produits des surfaces traitées.

Le SV n'utilise pas d'eau (sauf la pluie) dans des pays où l'eau est rare et précieuse. De plus, il évite la salinisation des sols → rediriger les fonds alloués vers les pépinières pour diffuser le système Vallerani, les employés des pépinières peuvent effectuer les activités d'explication du système : récolte des graines, semis, animateurs de village, conducteurs de tracteurs, etc.

Faiblesses et → comment les surmonter

Les coûts d'investissement pour les machines sont extrêmement élevés et ne peuvent être financés par les exploitants individuels, ni même par les communautés → les projets doivent être financés de l'extérieur.

La vitesse et l'efficacité de la charrue Delfino3 sont ses grands atouts dans la lutte contre la désertification mais peuvent aussi être une limitation majeure dans sa mise en œuvre car il faut trouver de grandes surfaces à reboiser ou à cultiver → cela devient possible avec un large public ou l'initiative d'une entreprise.

Comme de grandes superficies sont traitées, il faut une organisation importante pour toutes les activités (sensibilisation, récolte des graines, formation du personnel, logistique, etc.) → tout cela doit être très bien organisé et opérationnel avant le début du labour.

Référence(s) clé(s) : Conedera, M., N. Bomio-Pacciorini, et al. 2010. Reconstitution des écosystèmes dégradés sahéliens. Bois et Forêts des Tropiques 304(2). (<http://www.vallerani.com/images/Reconstitution.pdf>) / Akhtar Ali, Theib Oweis, Atef Abdul Aal, Mohamed Mudabbar, Khaled Zubaidi, and Adriana Bruggeman. 2006. The Vallerani Water Harvesting System. ICARDA Caravan No. 23. (<http://www.vallerani.com/images/Caravan-23.pdf>)

Personne à contacter : Sabina Vallerani, (valleranisystem@gmail.com)



Les terrasses fanya juu

Kenya – Fanya juu (Kiswahili)

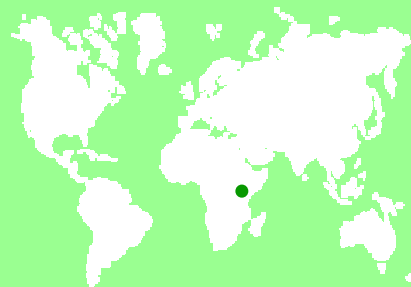
Terrasses en talus (remblais) associées à un fossé, le long des courbes de niveau ou selon une douce pente latérale. Le sol est rejeté sur la partie supérieure du fossé pour former le talus, souvent stabilisé par la plantation d'herbes fourragères.

Les terrasses fanya juu (« jeter vers le haut » en kiswahili) comprennent des remblais (talus), construits en creusant des fossés et en amoncelant la terre sur la partie supérieure pour former les talus. Un petit rebord ou « monticule » est laissé entre le fossé et le talus pour empêcher la terre de glisser en arrière. Dans les zones semi-arides, les terrasses fanya juu sont généralement construites selon les courbes de niveau pour retenir l'eau de pluie, alors que dans les zones subhumides, celles-ci sont nivelées latéralement pour évacuer le ruissellement excédentaire. L'espacement est fonction de la pente et de la profondeur du sol (voir le dessin technique). Par exemple, sur une pente de 15% avec une profondeur moyenne du sol, l'espacement est de 12 m entre les structures et l'intervalle vertical est d'environ 1,7 m. Les dimensions typiques des fossés sont de 0,6 m de profondeur et 0,6 m de large. Le talus a une hauteur de 0,4 m et une largeur de base de 0,5-1 m. La construction manuelle prend environ 90 jours par hectare sur une pente typique de 15%, bien que les besoins en main d'œuvre augmentent considérablement sur les pentes les plus raides en raison du rapprochement des structures.

Le but des terrasses fanya juu est de prévenir la perte d'eau et de sol et ainsi d'améliorer les conditions de croissance des plantes. Le talus généré est généralement stabilisé par des bandes de graminées, souvent l'herbe à éléphants (« Napier », *Pennisetum purpureum*), ou le makarikari (*Panicum coloratum* var. *Makarikariensis*) dans les zones sèches. Ces graminées servent un autre objectif, à savoir de fourrage pour le bétail. Comme pratique agroforestière complémentaire et de soutien, des arbres fruitiers ou polyvalents peuvent être plantés juste au-dessus du remblai (par exemple, des agrumes ou *Grevillea robusta*), ou dans le fossé en dessous pour les zones sèches (par exemple, des bananiers ou des papayer, là où les eaux de ruissellement ont tendance à se concentrer. Résultant de l'érosion hydrique et du travail du sol, les sédiments s'accumulent derrière le talus et, de cette façon, les terrasses fanya juu peuvent devenir des terrasses en banquettes légèrement penchées vers l'avant (ou même à niveau). L'entretien est important : chaque année, les talus ont besoin d'être remontés, et les bandes herbeuses d'être coupées pour les garder denses. Les terrasses fanya juu sont des constructions manuelles et sont bien adaptées aux petites exploitations agricoles où elles ont été largement utilisées au Kenya. Celles-ci sont d'abord devenues célèbres dans les années 1950, mais la période de développement rapide a eu lieu au cours des années 1970 et 1980 avec l'avènement du Programme National de Conservation de l'Eau et des Sols. Les terrasses fanya juu se propagent maintenant dans toute l'Afrique de l'Est et plus loin encore.

gauche : dans une zone semi-aride, terrasses fanya juu devenues au cours du temps des banquettes : notez les bandes herbeuses bien établies le long des talus. (photo : Hanspeter Liniger)

droite : talus fanya juu dans un champ de maïs après la récolte : des bandes d'herbes à éléphants sur la partie supérieure et des restes de maïs dans le fossé en dessous. (photo : Hanspeter Liniger)



Localisation / Région : Province Est, Kenya

Zone de la technologie : 3'000 km²

Pratique de conservation : structure physique
Stade d'intervention : atténuation / réduction de la dégradation des terres

Origine : développé à l'initiative des exploitants agricoles, traditionnelle, il y a >50 ans

Utilisation des terres : terres cultivées

Climat : semi-aride, subtropical

Référence de la base de données WOCAT :

QT KEN0057fr sur cdewocat.unibe.ch/wocatQT

Approche similaire/liée : les groupes d'entraide (QA KEN013fr)






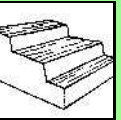
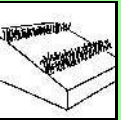
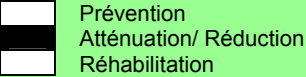
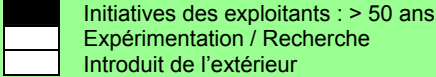
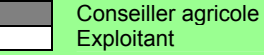
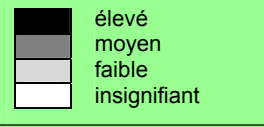
Compilé par : Donald Thomas, Kithinji Mutunga et Joseph Mburu, Ministère de l'Agriculture, Kenya

Date : janvier 1999, mise à jour, juin 2004



Classification

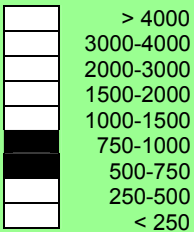
Problèmes d'utilisation des terres : des pluies faibles et irrégulières, l'érosion des sols, le scellage de surface, les pertes d'eau par ruissellement, la faible fertilité des sols ainsi que la pénurie des terres nous conduisent à la nécessité de conserver les ressources.

Utilisation des terres	Climat	Dégradation	Pratique de conservation
 <p>cultures annuelles : surtout maïs et haricots (cultures pluviales)</p>	 <p>semi-aride, subtropical</p>	 <p>subhumide</p>	 <p>dégradation hydrique : aridification</p>
		 <p>érosion hydrique : perte du sol de surface par l'eau</p>	 <p>structure physique : talus (diguettes)</p>  <p>pratique végétale : bandes herbeuses (sup.), arbres alignés (en option)</p>
Stade de l'intervention	Origine	Niveau de connaissances techniques	
 <p>Prévention Atténuation/ Réduction Réhabilitation</p>	 <p>Initiatives des exploitants : > 50 ans Expérimentation / Recherche Introduit de l'extérieur</p>	 <p>Conseiller agricole Exploitant</p>	
<p>Principales causes de la dégradation des terres : Causes directes - induite par l'homme : surexploitation de végétation pour l'usage domestique, causes agricoles</p>			
<p>Principales fonctions techniques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - contrôle du ruissellement dispersé (en nappe) - augmentation / maintien de l'eau stockée dans le sol - augmentation de l'infiltration - réduction de la longueur de la pente - réduction de l'importance la pente 		<p>Fonctions techniques secondaires : aucune</p>  <p>élevé moyen faible insignifiant</p>	

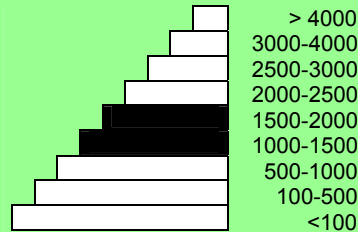
Environnement

Environnement naturel

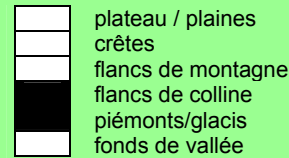
Précipitations moyennes annuelles (mm)



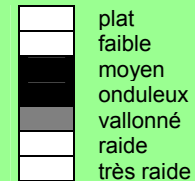
Altitude (m)



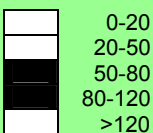
Topographie



Pente (%)



Profondeur du sol (cm)



Saison(s) de culture : 180 jours (mars - aout)
Texture du sol : moyen (limons)
Fertilité du sol : moyen
Matière organique dans la couche arable : moyenne (1- 3%) ou faible (<1%)
Drainage du sol / infiltration : bon ou moyen


Capacité de rétention d'eau du sol : moyenne
Profondeur estimée de l'eau dans le sol : pas de données
Disponibilité de l'eau de surface : pas de données
Qualité de l'eau : pas de données
Biodiversité : pas de données

Tolérance aux extrêmes climatiques : augmentation de la température, augmentation des précipitations saisonnières, diminution des précipitations saisonnières, évènement de fortes précipitations (intensité et quantité), tempêtes de vent / de poussière, sécheresses / périodes de sécheresse

Sensibilité aux extrêmes climatiques : la conservation de l'eau augmente la résilience au stress hydrique

En cas de sensibilité, quelles modifications ont été apportées / sont possibles : pas de données

Environnement humain

Terres cultivées par ménage (ha)	Exploitant : exploitants de petite échelle, individu / ménage	Importance des revenus non agricoles : 10-50% de tous les revenus : emplois locaux, commerces et rentes, cela dépend beaucoup de la localisation : plus on est proche d'une grande ville, plus les revenus non agricoles sont importants.
	Densité de population : 100-200 personnes/km ²	Accès aux services et infrastructures : faible
<0.5	Croissance annuelle de population : 2-3%	Economie générale : de subsistance (autosuffisance), mixte (de subsistance et de rente)
0.5-1	Propriété foncière : individuel propriétaire et individuel non propriétaire	Mécanisation : traction animale
1-2	Droits d'utilisation des terres : individuel	Cheptel pâturant sur les cultures : pas de données
2-5	Droits d'utilisation de l'eau : individuel	
5-15	Niveau relatif de richesse des exploitants : moyens, ce qui représente 50% des exploitants.	
15-50	60% de la superficie est la propriété d'exploitants moyens	
50-100		
100-500		
500-1,000		
1,000-10,000		
>10,000		

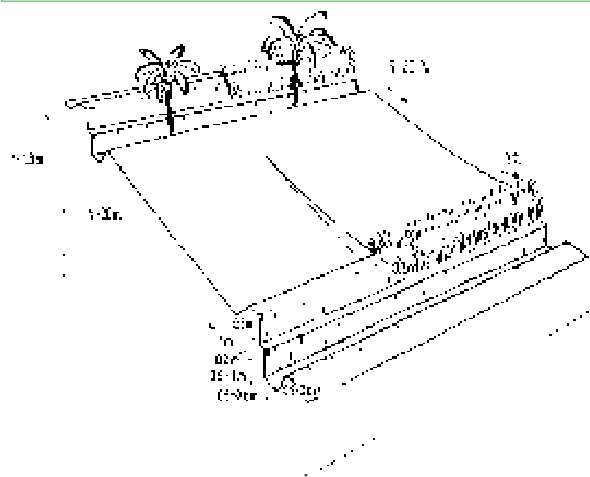


Schéma technique

Les terrasses fanya juu : nouvellement construites (à gauche) et à terme (à droite) avec des bananiers plantés en dessous des talus et des herbes fourragères sur le dessus : notez le nivellement au cours du temps (à droite).

Activités de mise en œuvre, intrants et coûts

Activités de mise en place	Intrants et coûts de mise en place par ha		
	Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
1. Agencement des terrasses (alignement et espacement) soit en courbes de niveau (zones sèches) soit selon une légère pente (zones plus humides) souvent à l'aide d'une simple « ligne de niveaux » par l'agriculteur.	Main d'œuvre (90 personnes jours)	270	100
2. Labour du sol pour l'ameubler et pouvoir creuser (fourche, charrue tirée par des bœufs).	Equipement - outils (binettes, pelles, machettes)	20	100
3. Creusement des fossés/tranchées et mise en place vers le haut des talus, à l'aide de binettes et de pelles.	-traction animale (charrue tirée par des bœufs)		
4. Nivellement et compactage des talus.	Intrants agricoles - compost / fumier (1,000kg)	10	100
5. Creusement des trous de plantation pour les graminées	- plantation des graminées (20,000)	20	100
6. Réalisation des divisions des végétaux pour leur plantation (des espèces à multiplication végétative telles que l'herbe à éléphant - Pennisetum purpureum et P. makarikari - Panicum coloratum var. Makarikariensis).	TOTAL	320	100
7. Fumier (sur l'herbe à éléphant et les arbres fruitiers)			
8. Plantation des graminées.			

Activités de maintenance / récurrentes	Intrants et coûts d'entretien / récurrents et coûts par ha par année		
	Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
1. Réparation des brèches dans les structures si nécessaire	Main d'œuvre (10 personnes jours)	30	100
2. Reconstruction des talus chaque année.	Equipement - outils (binettes, pelles, machettes)	5	100
3. Coupe des bandes herbeuses pour les garder courtes et non compétitives et fournir du fourrage au bétail.	Intrants agricoles - compost / fumier (1,000kg)	3	100
4. Entretien des bandes herbeuses, denses et sans mauvaise herbe.	TOTAL	38	100
5. Fumier sur l'herbe à éléphant.			

Remarques : ces calculs sont fondés sur une pente de 15% (avec 830 mètres linéaires de terrasses à l'hectare), avec des dimensions et un espacement typiques, selon le tableau et le dessin ci-dessus. Dans certaines zones, les outils sont fournis gratuitement - mais c'est normalement uniquement pour les parcelles de démonstration et celles-ci ne sont pas incluses dans ces calculs.

Evaluation

Impacts de la Technologie

Bénéfices de production et socio-économiques

- ++ augmentation du rendement des cultures
- ++ augmentation de la production de fourrage
- ++ augmentation des revenus agricoles
- + augmentation de la production de bois

Inconvénients au niveau de la production et au niveau socio-économique

- ++ perte de terres
- ++ augmentation des contraintes de main d'oeuvre
- + augmentation des contraintes d'intrants
- + difficulté à marcher/porter des charges dans les champs

Bénéfices socioculturels

- ++ renforcement des institutions communautaires
- ++ réduction des conflits
- + renforcement des institutions nationales

Inconvénients socioculturels

aucun

Bénéfices écologiques

- ++ augmentation de l'humidité du sol
- ++ amélioration du drainage de l'eau en excès
- ++ réduction de la perte en sol

Inconvénients écologiques

aucun

Bénéfices hors-site

- ++ réduction des inondations en aval
- + augmentation du débit des cours d'eau en saison sèche
- + réduction de l'envasement en aval

Inconvénients hors-site

aucun

Contribution au bien-être humain / moyens d'existence

pas de données

+++ : élevé, ++ : moyen, + : faible

Bénéfices / coûts du point de vue de l'exploitant

Bénéfices comparés aux coûts	à court terme	à long terme
Mise en place	légèrement négatif	positif
Entretien / récurrents	positif	très positif

Acceptation/adoption : 30% de ceux qui ont adopté la technologie, l'ont fait avec des mesures incitatives, les 70% restants n'ont reçu aucune incitation matérielle. Les incitations en question sont des outils - fournis dans certains endroits par des programmes de développement. Il existe quelques adoptions spontanées se développant à l'extérieur de la zone, grâce à la reconnaissance des avantages par les agriculteurs. C'est particulièrement le cas par le biais des groupes de femmes. Dans la zone spécifiée, du district de Machakos, presque toutes les terres cultivées sont en terrasse.

Conclusions

Forces → comment les maintenir/améliorer

Contrôle du ruissellement et de la perte de sol → garantir une bonne conception, l'entretien des structures et une conception adaptée aux conditions locales.

Stockage de l'eau dans le sol pour les cultures → idem

Maintien de la fertilité du sol → idem

Augmentation de la valeur de la terre → idem

Faiblesses et → comment les surmonter

Perte de surfaces de cultures à cause des talus des terrasses → mise en œuvre spécifique au site : seulement quand les terrasses sont absolument nécessaires, c'est-à-dire quand les pratiques agronomiques (par ex. le paillage, le labour en courbes de niveau) et végétales ne sont pas suffisantes pour retenir/détourner le ruissellement.

Implication d'une main d'œuvre importante pour la construction initiale → répartir le travail sur plusieurs années et travailler en groupes.

Risque de casse et donc d'augmentation de l'érosion → agencement précis et bon compactage des talus.

Compétition entre les herbes fourragères et les cultures → faucher l'herbe et la récolter pour l'alimentation du bétail.

Référence clé : Thomas D (1997) Soil and water conservation manual for Kenya. Soil and water conservation Branch. Nairobi

Personne à contacter : Donald Thomas; Kithinji Mutunga and Joseph Mburu, Ministry of Agriculture, Kenya; Kithinji.Mutunga@fao.org

COLLECTE DE L'EAU SUR LES TOITS ET DANS LES COURS



Collecte d'eau à partir d'un toit en tôle galvanisée. (C. Studer)

En un mot

Définition

La collecte de l'eau sur les toits et dans les cours (Toits-CoursCE) fournit de l'eau à proximité des maisons. L'eau qui ruisselle sur le toit d'une maison ou sur la surface compactée / goudronnée d'une cour ou des environs est collectée. Elle est transportée par un système d'adduction, de gouttières et de tuyaux vers des structures de stockage diverses. Les matériaux de couverture adaptés à la collecte de l'eau sont très divers, selon la technologie, les conditions naturelles et les moyens disponibles. Ce sont, entre autres, la tôle ondulée galvanisée, les plaques en fibrociment, en aluminium, les tuiles et les ardoises. Dans de nombreux pays tropicaux, les toits en chaume, en bambou ou en feuilles de palme peuvent être une alternative à bas coût, mais ils sont difficiles à nettoyer et peuvent altérer l'eau. Les gouttières et descentes, les installations de filtration et de stockage peuvent être très simples et fabriquées en matériaux disponibles sur place ou fabriqués spécialement pour l'usage. En clair, plus le toit est grand, plus le rendement est important : L'eau de pluie récoltable sur un toit en une année peut être estimée en multipliant la pluviométrie annuelle par la surface de toiture. Sous les tropiques, 85% seulement de cette eau coule du toit ; le reste est perdu par évaporation ou éclaboussures. Lorsque la pluie tombe surtout sous forme de bruine comme dans certains pays tempérés, le pourcentage perdu par évaporation lente est supérieur à 15%. La qualité de l'eau peut être protégée en rajoutant un dispositif de filtration ou par la « dérivation à effet de chasse ». Toits-CoursCE est surtout utilisé par des ménages individuels mais aussi par des institutions communales / publiques telles que des écoles, des hôpitaux ou des entreprises privées.

Stockage de l'eau et objectifs

Les systèmes de stockage fermés sont construits au-dessus ou sous le sol, ou une combinaison des deux. Selon leur taille, leur forme ou leur emplacement, ils sont appelés « réservoir », « cuve », « fût » ou « citerne ». L'eau collectée sert à la boisson, à l'usage domestique ou pour le bétail, ainsi que pour l'arrosage des potagers et cultures horticoles, selon les besoins et la qualité de l'eau collectée.

Technologies les plus courantes

ToitsCE : l'eau collectée sur des toits en tôle ondulée, en aluminium ou en béton, sur des toits en tuiles, en ardoises ou en matière organique est stockée dans des dispositifs souterrains ou en surface.

CoursCE : l'eau collectée sur des surfaces compactées ou avec un revêtement est stockée dans des dispositifs souterrains.

Applicabilité

Toits-CoursCE offre une source d'eau potable accessible de bonne qualité (mais en quantité limitée) dans des contextes où d'autres sources sont soit moins accessibles ou sales.

Amélioration de la disponibilité en eau	
Eau potable (de bonne qualité)	++
Usage domestique (ménages)	+++
Bétail sédentaire	++
Bétail au pâturage	n/ap
Agriculture pluviale	n/ap
Irrigation opportuniste	n/ap
Irrigation complémentaire	+
Irrigation de cultures / jardins potagers	+++
Recharge des aquifères	n/ap
Agroalimentaire	++
Questions de développement concernées	
Prévention / inversion de la dégradation des terres	n/ap
Maintien / amélioration de la sécurité alimentaire	+
Réduction de la pauvreté rurale	++
Création d'emplois en milieu rural	++
Soutien à l'équité des genres / des groupes marginalisés	+++
Réduction du risque d'échec de culture	+
Amélioration du rendement des cultures (y compris arbres fruitiers)	+
Amélioration de la production fourragère	n/ap
Amélioration de la production de bois / fibres	n/ap
Amélioration de la productivité de l'eau	++
Piégeage des sédiments et nutriments	n/ap
Amélioration de la biodiversité	+
Prévention / atténuation des catastrophes naturelles	+
Atténuation du changement climatique	+/-
Adaptation au changement climatique	
Résilience aux conditions très sèches	+
Résilience à une pluviométrie variable	++
Résilience aux tempêtes de pluie et de vent	+++
Résilience à l'augmentation des températures et du taux d'évaporation	+++

Importance : +++ élevée, ++ moyenne, + faible, +/- neutre, n/ap : non applicable

Résilience à la variabilité climatique

Une pluviométrie suffisante et régulière est nécessaire ; les sécheresses prolongées sont problématiques. Comparé à la plupart des sources alternatives, Toits-CoursCE est résistant en cas de pluies diluviennes, bien que le dispositif de stockage limite la quantité collectée. L'excès d'eau ne peut pas être stocké.

Principaux bénéfices

- Augmentation de la disponibilité en eau potable assez propre, fiable et peu chère, pour la boisson, l'usage domestique, sanitaire, la consommation animale, l'irrigation des jardins potagers et pour les activités qui peuvent générer des revenus.
- Diminution de la charge de travail, surtout pour les femmes qui sont en charge de nombreuses tâches ménagères ; diminution des problèmes de santé liés au portage de l'eau, chez les femmes.
- Possibilité de stockage de l'eau pendant la saison des pluies et donc utilisation en saison sèche.
- Gestion de l'eau à l'échelle des ménages, donc disparition des conflits liés à la gestion communautaire de l'eau.

Principaux inconvénients

- Risque de contamination de l'eau, par exemple taux élevé de phosphates des déjections d'oiseaux et poussière accumulée sur le toit, qui sont entraînés dans le dispositif de stockage.
- Dépendance de la stabilité de la pluviométrie ; nécessité d'avoir une capacité de stockage adaptée.

Rapport bénéfice-coût

L'installation d'un système Toits-CoursCE nécessite un investissement financier et de la main d'œuvre, bien qu'une fois construit, les coûts de fonctionnement soient très faibles.

Système	à court terme	à long terme
Système de CE préfabriqué	--	+++
Système de CE construit avec des techniques et des matériaux simples	+ / -	+++
Globalement	-	+++

--- très négatif ; -- négatif ; - légèrement négatif ; +/- neutre ; + légèrement positif ; ++ positif ; +++ très positif ; (WOCAT, 2012).

Adoption et transposition à grande échelle

Toits-CoursCE doit être rentable pour les exploitants, d'un prix abordable et simple à installer et à gérer. Les communautés peuvent recevoir des subventions pour ces technologies, à condition que la source d'eau principale soit éloignée, inexistante ou polluée et que la rentabilité des technologies de Toits-CoursCE soit suffisamment élevée. Dans les pays plus développés, les subventions permettent d'économiser de l'argent et de vivre plus écologiquement.



Captage de toit au Kenya, montrant les différents éléments d'un système de ToitsCE. (M. Malesu)



Exemple de ToitsCE au Kirghizistan. (L. Pluess, Helvetas)



Réservoir en ferrociment au Sri Lanka. (inconnue)



Installation de collecte de l'eau dans une cour ou une surface compactée à Lanzarote, Archipel des Canaries. (W. Critchley)



Collecte d'eau dans un cour, Palestine. (N. Harari)

Types et matériaux

Surface de captage

Dans un système de Toits-CoursCE, ce sont les toits des maisons et les cours qui servent de surface de captage.

Collecte de l'eau sur les toits : les matériaux de toiture qui permettent de collecter l'eau sont de natures diverses, selon la technologie, les conditions naturelles et l'accessibilité. Les deux principales exigences pour qu'une toiture puisse servir de ToitsCE sont :

- 1) La toiture doit être facile à raccorder à des gouttières et celles-ci doivent pouvoir être fixées au toit d'une manière ou d'une autre.
- 2) L'eau qui provient du toit doit être exempte de contamination, en particulier des matières dissoutes.

Tôle galvanisée ou tôles en d'aluminium : elles fournissent une surface très lisse pour le ruissellement de l'eau de pluie et les températures élevées aident à tuer les bactéries. Les mêmes matériaux peuvent servir à couvrir le réservoir de stockage. Mais ces matériaux sont assez chers et inaccessibles dans certains pays à faible revenu.

Plaques de fibrociment ondulé : elles sont couramment utilisées et font un excellent matériau de couverture de toit. Elles fournissent une eau relativement propre et sont faciles à mettre en œuvre.

Plaques d'amiante-ciment : l'amiante était autrefois très utilisé en toiture dans certains pays. Les plaques neuves peuvent fournir de l'eau assez propre, mais les vieilles toitures moisissent ou se couvrent de mousse. De plus, l'amiante de la toiture peut contaminer l'eau, ce qui constitue un risque grave pour la santé et devrait être évité.

Tuiles et ardoises : les tuiles en argile cuite fournissent de l'eau de très bonne qualité; elles existent en différents formats. Il peut y avoir une contamination des joints, et les tuiles non vernies peuvent abriter des moisissures. Les ardoises sont bien adaptées pour la ToitsCE car elles n'absorbent presque pas d'eau et sont assez résistantes à tout type de temps. Elles sont surtout utilisées dans les pays développés.

Couverture en matière organique : les matériaux suivants sont courants en toiture sous les tropiques : le chaume, les feuilles de palme, le bambou ou les tuiles en bois (bardeaux) avec ou sans couverture de plastique. Ils sont utilisés dans beaucoup de pays à faible revenu et fournissent une qualité d'eau médiocre. L'eau collectée est trouble et la matière organique dissoute est difficilement filtrable. De plus, les toitures organiques fournissent peu de ruissellement et, comme leur forme est souvent arrondie et pentue, la fixation des gouttières est difficile. En cas de pose de plastique, celui-ci doit être amovible pour être protégé de la poussière et du soleil quand il ne pleut pas. La couverture de ce genre de toit avec du plastique n'est pas recommandé car celui-ci empêche la ventilation naturelle du toit et l'humidité piégée fait pourrir la matière organique.

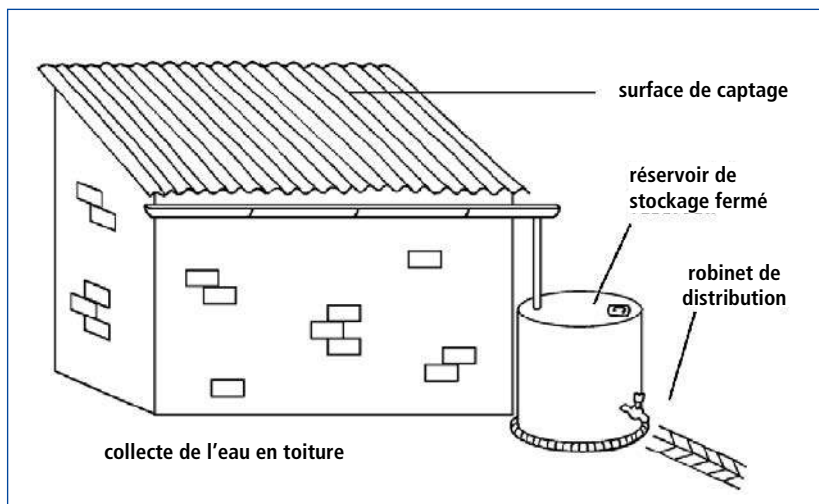


Schéma technique d'un système de ToitsCE typique (UNEP IETC, 1998 dans Clements et al., 2011).



Couvercle en tôle ondulée. (HP. Liniger)



Projet de collecte de l'eau dans une école secondaire au Kenya (Water Charity, 2012).

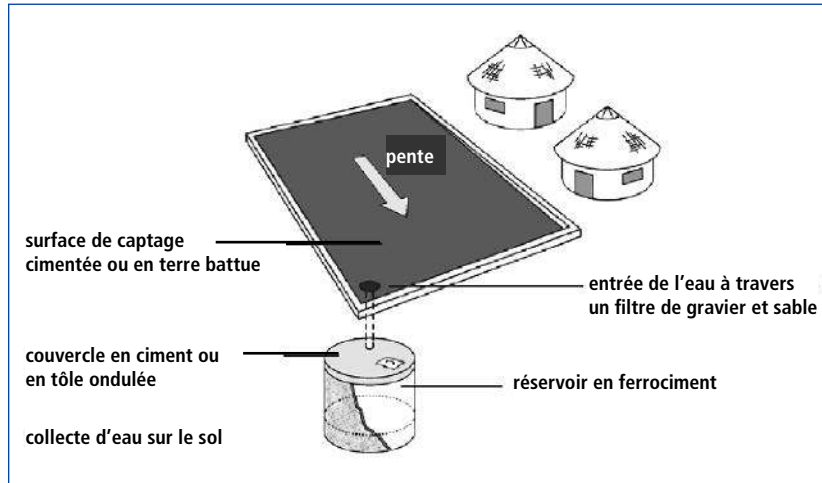


Système de ToitsCE avec collecte d'eau de pluie sur un toit en matière organique. (infonet-biovision.org)



Un système de Toits-CoursCE simple pour l'eau potable à Madagascar. (J. Zähringer)

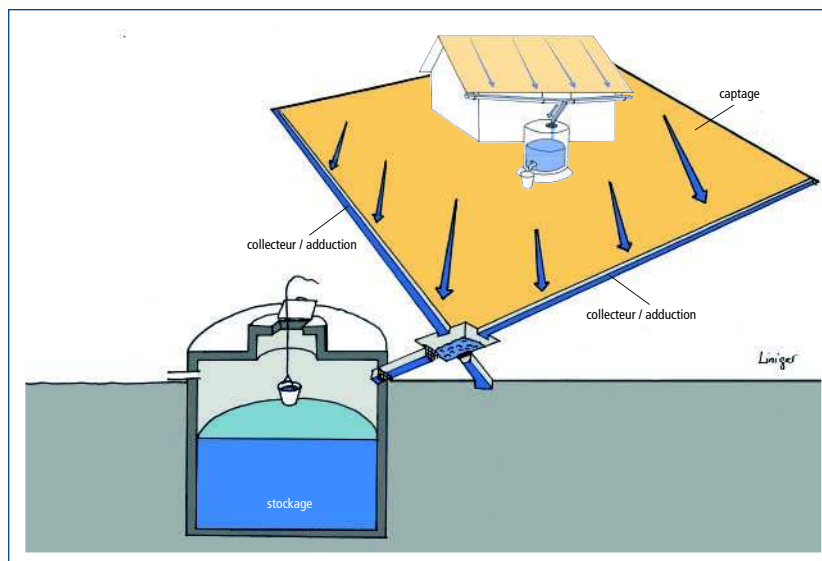
Collecte de l'eau dans les cours : l'eau de pluie peut être collectée sur le sol, sur des surfaces qui ont été soit compactées, pavées ou recouvertes de film plastique, dans la cour ou les environs. La pente et la perméabilité à l'eau (le « coefficient de ruissellement ») de la couche supérieure influence la quantité d'eau récoltable. L'eau de pluie peut être stockée au-dessus ou sous le sol : elle est récoltée sur les surfaces plates et est dirigée vers une citerne souterraine. L'eau récoltée ainsi est de qualité médiocre et une partie peut être perdue par infiltration. Le sol devra être débarrassé de toute végétation et le sol compacté pour diminuer la perméabilité et augmenter la quantité d'eau récoltée. Pour empêcher les pierres et le sable d'entrer dans le dispositif de stockage et améliorer la qualité de l'eau, un filtre devra être installé à l'entrée. Dans une région avec une pluviométrie annuelle de 500 mm, une surface imperméable de 100 m² peut récolter 50 m³ d'eau dans l'année, bien que le chiffre de 40 – 45 m³ paraisse plus réaliste à cause des pertes.



Système de captage dans une cour avec un sol cimenté (une route pourrait aussi faire office de captage), une citerne souterraine en ferrociment avec un couvercle en ciment, en tôle ondulée ou en tuiles (UNEP IETC, 1998 dans Clements et al., 2011).

Collecte de l'eau de route à proximité de la propriété : une route goudronnée ou une route (*murram*), un sentier ou un chemin avec un drainage peut aussi contribuer à la collecte d'eau pour l'usage domestique. L'eau collectée par ce type de CE est dirigée vers un dispositif souterrain (ex. un réservoir souterrain cylindrique) semblable à celui du système décrit ci-dessus.

Système combiné : la ToitsCE peut être combinée avec la CoursCE et la RouteCE. Comme l'eau de la ToitsCE est généralement de meilleure qualité que l'eau récoltée sur le sol ou sur une route, il est conseillé de conserver l'eau de toiture dans un réservoir séparé. Le surplus d'eau peut être redirigé vers un dispositif de stockage mixte pour valoriser au mieux le stockage de l'eau.



Système combiné de Toits-CoursCE (dans Schauwecker, 2010).



Récolte de l'eau de pluie au sol en Chine. (HP. Luniger)

Exemple : Tankas ou kundis en Inde

Les communautés du Rajasthan utilisent couramment le toit de leurs maisons et leurs cours pour collecter l'eau de pluie. Cette technologie, appelée localement *tankas* ou *kunds*, est très importante car l'eau de la nappe phréatique de ces régions est salée et non potable. La pente des toits est faible afin que l'eau puisse couler dans un tuyau équipé d'un filtre qui retient le sable et les impuretés avant que l'eau ne soit dirigée vers un réservoir souterrain. La taille de ces réservoir varie selon la pluviométrie locale et la surface de captage. Les cours sont revêtues d'un mélange de sable et de calcaire et ont une légère pente qui va soit d'un bout à l'autre de la cour, soit des quatre coins vers le centre. C'est dans ce point central que se trouve un *kund*. Celui-ci est construit de manière à ce que l'eau ne puisse pas suinter par la base. La qualité de l'eau des *kunds* est très bonne (Mahnot, 2003).

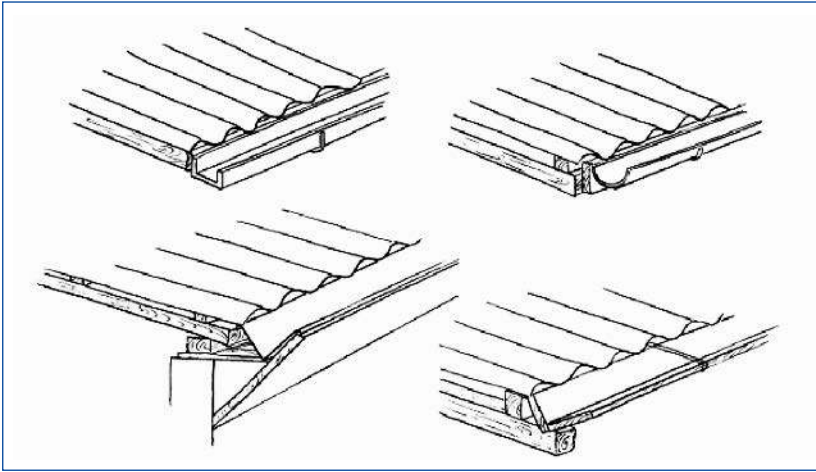


Réservoir souterrain pour la récolte d'eau d'un cour et d'une route au Kenya. Ce réservoir a été équipé d'un piège à sédiments et est utilisé pour stocker l'eau de ruissellement (Nissen-Petersen, 2007).

Système d'adduction

Les systèmes d'adduction transportent le ruissellement depuis le toit jusqu'au dispositif de stockage. Ce sont des gouttières connectées soit aux descentes, soit rallongées jusqu'à un point au-dessus du réservoir.

Gouttières : elles sont de formes, types et matériaux divers.

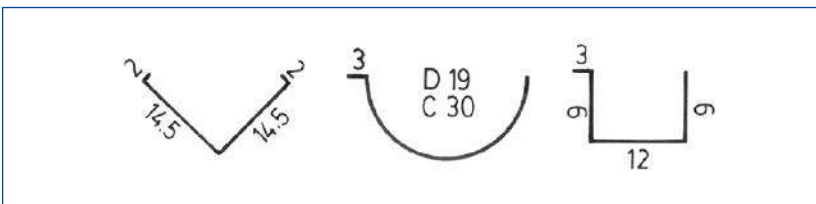


Gouttières à section carrée, en demi-cercle et en V avec deux façons différentes de les fixer à la surface de captage (Worm et Hattum, 2006).

Gouttières en forme de V : elles sont fabriquées en coupant et en pliant des tôles galvanisées plates. La façon la plus simple de fabriquer une gouttière en V est de bloquer la tôle coupée entre deux pièces de bois et de la plier sur l'angle du bois. Les bords sont renforcés en les pliant à 90° puis en martelant le bord sur une surface dure. Ce genre de gouttière est facilement bouché par des brindilles et des feuilles.

Gouttières en demi-cercle : l'extrusion du plastique est la façon la plus simple de fabriquer des gouttières en demi-cercle. Le plastique brut est fondu et formé selon un profil continu. Les gouttières peuvent aussi être fabriquées en coupant un tube (ou une tige de bambou) en deux. Ces gouttières sont peu chères et faciles à nettoyer.

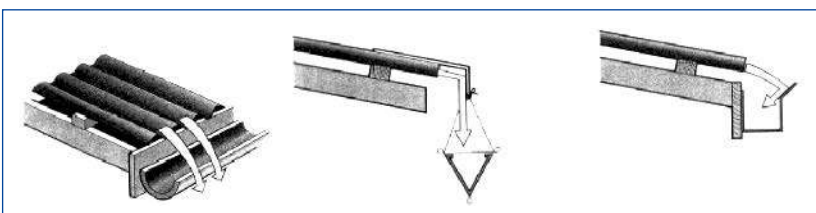
Gouttières à section carrée : la tôle métallique est pliée et formée en utilisant une pièce de bois pour obtenir une section carrée. Ce genre de gouttière a tendance à se boucher.



Dimensions de gouttières en V, à section carrée et en demi-cercle en centimètres (D : diamètre, C : circonférence) (Nissen-Petersen, 2007).

Planches en bois et gouttières en bambou : ce sont les gouttières les moins chères, presque gratuites au niveau local. Il faut cependant souvent les remplacer. De plus, elles sont difficiles à nettoyer et l'eau est souvent trouble.

Afin d'éviter que l'eau ne passe par-dessus la gouttière, un rebord ou une protection peut être installée.



Franchissement de l'eau par dessus la gouttière et dispositifs pour éviter les pertes (Skinner, 2003 dans Doyle, 2008).



Gouttière en demi-cercle avec descente de gouttière ronde. (C. Studer)



Fabrication de gouttières à section carrée avec de la tôle galvanisée : pliage autour d'une pièce de bois (Nissen-Petersen, 2007).

Exemple : gouttière au Myanmar

Les habitants de la région du Delta au Myanmar utilisent souvent du bambou et du film plastique pour fabriquer des gouttières.



Lorsque la pluie est attendue, le propriétaire de la maison attache une grande gouttière amovible en film plastique sous le toit.



Pour des gouttières plus durables, du bambou est fendu, attaché à quelques morceaux de bois puis fixé selon une pente à la poutre de la maison.

(Nissen-Petersen, 2007)

Extension de gouttière : dans ce dispositif, la gouttière est prolongée au-delà du bord du toit du bâtiment et aboutit au-dessus du milieu du réservoir de stockage. Les gouttières prolongées sont en pente légère ; parfois, le réservoir est installé directement dans l'espace entre les deux arrivées des prolongations (venant de droite et de gauche). Dans ce cas, le ruissellement des deux prolongations se rejoint et tombe dans le réservoir de stockage.

Canalisation ouverte séparée : cette méthode simple consiste à prolonger un peu la gouttière au-delà du bout du bâtiment et de la percer pour permettre à l'eau de couler. Une canalisation séparée légèrement en pente et installée sous la gouttière, là où l'eau tombe, dirige l'eau vers l'ouverture du réservoir. Le réservoir ne doit plus nécessairement être placé sous le bord du toit. Cette méthode permet de connecter l'avant et l'arrière du bâtiment à un seul réservoir.

Descentes de gouttière : elles sont faites en métal, plastique ou d'autres matériaux disponibles localement. Il existe des raccords spéciaux étanches pour raccorder les descentes aux gouttières. Les descentes doivent avoir un diamètre semblable à celui des gouttières.

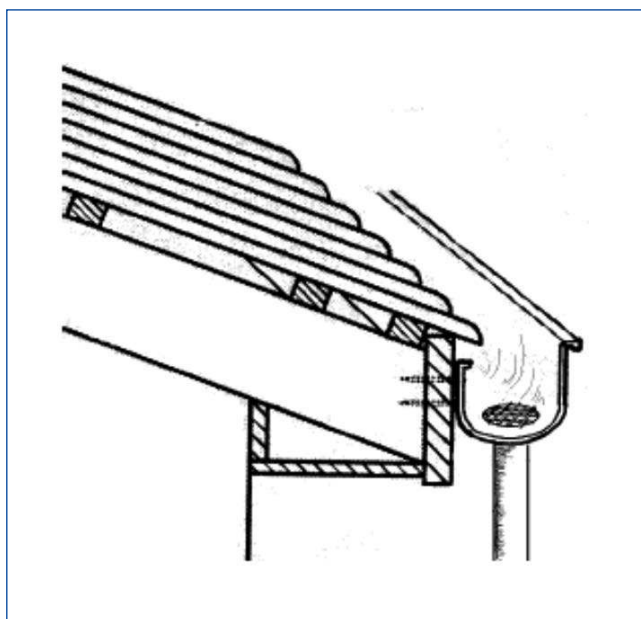
Tuyaux de trop-plein : des tuyaux de trop-plein sont installés sur le haut du réservoir de stockage afin de permettre au surplus d'eau d'être évacué sans dommage pendant les épisodes pluvieux importants et prolongés. Le diamètre du tuyau de trop-plein est en principe le même que celui du tuyau d'arrivée / d'adduction. Un grillage sera fixé à l'extrémité pour empêcher les cafards, rats et écureuils de pénétrer. Le grillage devra être remplacé de temps en temps.

Filtration

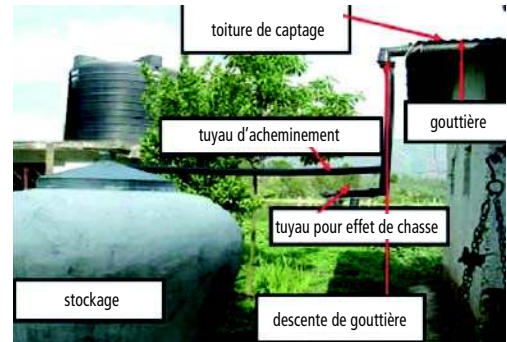
Les débris doivent être filtrés pour éviter la pollution du dispositif de stockage.

Filtres grossiers : un grillage / filet est installé entre la gouttière et le tuyau de trop-plein ou l'entrée du dispositif de stockage. Le maillage devra être suffisamment grand (environ 5 mm) pour que l'eau puisse entrer dans le réservoir sans entrave. Le filtre est retiré et nettoyé régulièrement.

Filtres fins : des filtres de grillage fin sont parfois utilisés pour les systèmes de ToitsCE. Ces filtres peuvent cependant poser des problèmes car ils sont souvent simplement retirés quand ils se bouchent ou, dans le meilleur des cas, remplacés par des filtres plus grossiers. Dans les pays à revenu élevé, il existe des filtres autonettoyants à maillage de 0,4 mm ; la première eau sert à faire chasse pour nettoyer le filtre lors de chaque épisode pluvieux.



Filtre grossier (Worm et Hattum, 2006).



Éléments d'un système de ToitsCE au Nepal (ICIMOD, 2009).



« Gouttières en cascade » d'un système ToitsCE pour l'usage domestique à Majorque, Espagne (Barron, 2009).



Une descente de gouttière en bouteilles plastique recyclées et cousues ensemble avec du fil de fer fin dirige l'eau vers un réservoir en béton, Boshkengash, Tadjikistan. (S. Stevenson)

Exemple de filtre en Inde :

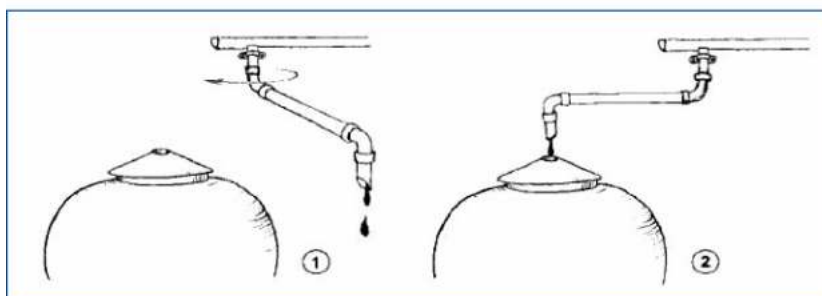
En Inde, un filtre fait de gravier et de sable dans un filet fin est posé sur la cuve de stockage pour que l'eau reste propre. Il empêche les feuilles, la poussière, les sédiments et la matière organique d'entrer dans le réservoir. Les matériaux du filtre sont nettoyés après chaque pluie car le filtre bouché pourrait déborder si l'eau ne peut entrer dans le réservoir. Le gravier et le sable sont extraits, lavés et remis dans le filtre.



Un filtre en filet, sable et gravier, utilisé au Karnataka, Inde (Rainwater Club, non daté).

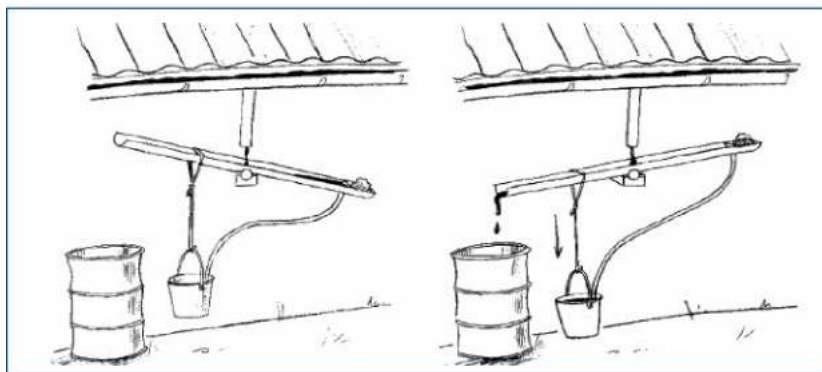
Dérivation : l'évacuation de l'eau de ruissellement sale du début s'appelle « dérivation à effet de chasse ».

Dérivation à effet de chasse : ce processus consiste à éliminer la première eau de ruissellement chargée des contaminants lessivés sur le toit. La technique la plus simple consiste à repousser la descente de gouttière à la main au début de la pluie pour que la première eau ne tombe pas dans le réservoir. Dans de nombreux pays à revenu élevé, des dérivations automatiques sont utilisés.



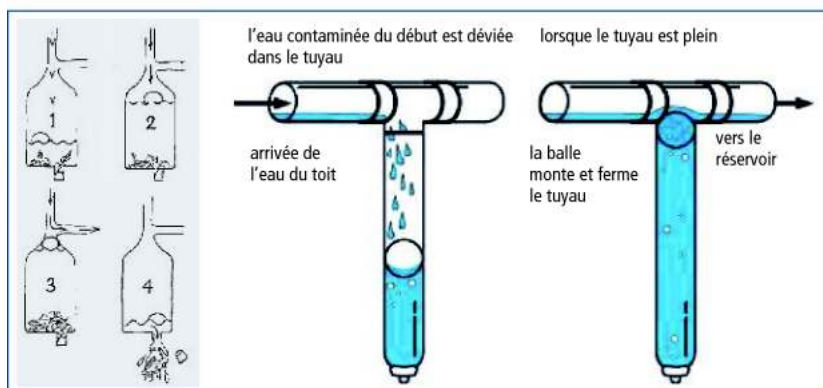
Méthode manuelle de dérivation à effet de chasse (Worm et Hattum, 2006).

Système de bascule à masse fixe : ce système est parfois utilisé au lieu du système manuel de dérivation car celui-ci dépend de la disponibilité de l'utilisateur au moment du début de la pluie. Le système à balancier fixe utilise le poids d'un seau ou une bascule pour faire pencher le seau ou une bascule.

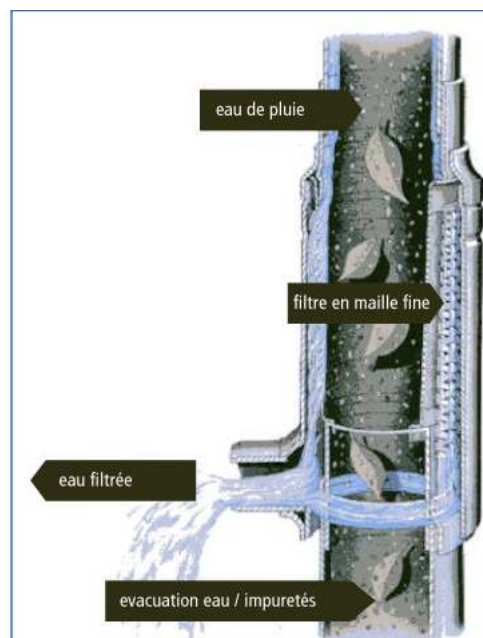


Système à bascule (Worm et Hattum, 2006).

Balle flottante : la balle flottante, aussi connue sous le nom de Système SafeRain, est une méthode à effet de chasse automatique. Un ballon de dérivation est installé sur le tuyau d'adduction entre la gouttière et le dispositif de stockage, afin que la première eau sale coule dans le ballon. Lorsque celui-ci est plein, l'eau coule directement dans le réservoir. Pour éviter que l'eau propre ne se mélange avec l'eau sale dans le ballon, le système prévoit une balle. Lorsque le niveau monte et remplit le ballon, la balle flottante monte aussi et bouche l'entrée du ballon en arrivant en haut. Après chaque pluie, le ballon est vidé avant la prochaine averse. Ce système a l'avantage d'être auto-nettoyant en supprimant la nécessité de stocker la première eau de chasse.



Dérivations à effet de chasse à balle flottante. A gauche, décrit par Worm et Hattum (2006) et à droite par Doyle (2008).



Système combiné de filtration allemand :

La société allemande WISY a développé un filtre ingénieux qui agit en même temps comme filtre et comme système à effet de chasse. L'eau passe dans un filtre très fin (environ 0,20 mm) et les débris et sédiments s'évacuent par le tuyau (Practical Action, 2008).



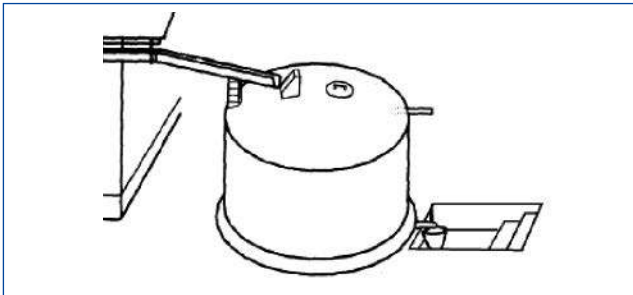
Cuve en plastique avec un système à effet de chasse, Kenya (Stevenson, 2007 dans Doyle, 2008).

Dispositifs de stockage

L'eau récoltée sur les toits est généralement stockée dans des dispositifs fermés de divers modèles et qui peuvent se trouver au-dessus ou sous la terre. La principale exigence est qu'ils doivent être bien protégés contre les pertes d'eau par infiltration ou par évaporation. Tous les dispositifs en parpaings et maçonnerie doivent reposer sur des fondations solides et résistantes aux intempéries.

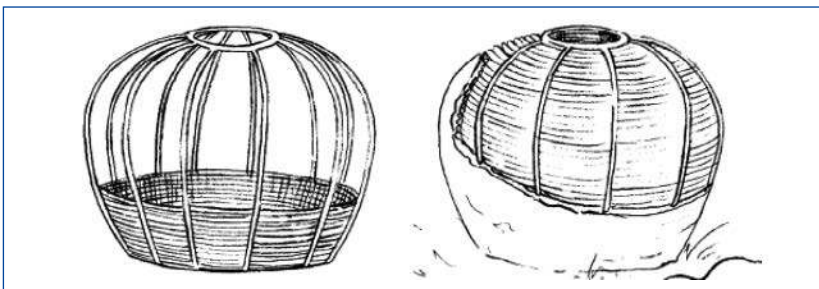
Au-dessus du sol

Réservoir en ferrociment: les réservoirs en ferrociment sont une technologie assez bon marché, durable et qui nécessite peu d'entretien. Le réservoir est construit à l'aide d'un moule solide en tôle galvanisée plate ou ondulée, constitué de sections arrondies qui sont boulonnées ensemble pour former un cylindre. Le moule est entouré de grillage et du fil de fer galvanisé est enroulé en spirales serrées en bas du réservoir et plus espacées en haut. Puis le grillage est enduit de mortier et laissé à prendre pendant la nuit. Le moule est ensuite démonté et l'intérieur enduit de mortier. La plupart de ces réservoirs sont étanchéifiés avec une barbotine de ciment ; certains mélangent un produit étanchéifiant à l'enduit (Thomas and Martinson, 2007). Le couvercle du réservoir est fabriqué avec un moule spécial. Le modèle cylindrique droit avec moule en tôle métallique est l'un des plus populaires de ces réservoirs. Même s'ils ont la réputation d'être faciles à construire ("*low skill*" technology), un minimum de professionnalisme est indispensable. Ce genre de réservoir de stockage est très répandu en Afrique du Sud, au Sri Lanka et en Thaïlande.



Réservoir en ferrociment (Worm et Hattum, 2006).

Les cuves à eau en ferrociment (aussi appelées cuve potiron, *jumbo jars*) : elles sont beaucoup utilisées en Asie (ex. Népal, Thaïlande) et très appréciées des femmes qui peuvent les construire elles-mêmes. Elles sont constituées d'une armature en bambou et grillage à poules, pour la forme, avec un revêtement de béton et sont placées à 90 cm du mur de la maison, là où l'eau tombe. La construction de ces cuves débute normalement après la saison des pluies afin que le ferrociment aie le temps de sécher lentement et que la cuve soit bien solide.



Construction d'une cuve à eau avec ossature en tiges de fer ou en bambou et revêtement en ciment (Worm et Hattum, 2006).

Bidons / barils de pétrole : cette solution simple et économique est beaucoup utilisée en Afrique et en Asie. Elle est adaptée aux lieux d'habitation denses, là où la place est limitée et les toits petits, mais aussi pour les ménages ruraux pauvres (ex. Ouganda rural). Les barils ont souvent une capacité de 200 litres (barils les plus utilisés ; presque toujours moins de 1'000 litres). Ce format est viable économiquement si l'on tient compte des sources d'eau alternatives disponibles en zone urbaine. Les ménages assez pauvres préfèrent ce genre de dispositif de ToitsCE car il est bon marché, transportable et rapide à installer. Cependant, la qualité de l'eau récoltée est mauvaise car a) la plupart des bidons ont contenu du pétrole b) ils ne sont pas couverts et font un bon milieu reproductif pour les moustiques c) le puisage de l'eau se fait en plongeant une tasse qui peut contaminer l'eau.



Un réservoir en ferrociment près d'une école locale au Burkina Faso. (WaterAid / Chris Leake)

Exemple : cuves en Thaïlande

En Thaïlande, les cuves à eau sont utilisées comme moyen peu cher et approprié pour stocker le ruissellement d'eau de pluie des toits pour l'eau potable. Avant l'introduction de ces dispositifs de stockage, les communautés ne savaient pas protéger l'eau de la saleté et des moustiques. Les nouvelles cuves sont de tailles diverses (100 à 3'000 litres). Les cuves les plus courantes font 2'000 litres. Elles stockent assez d'eau pour un ménage de six personnes pour la saison sèche qui dure presque six mois (UNEP, 2002).

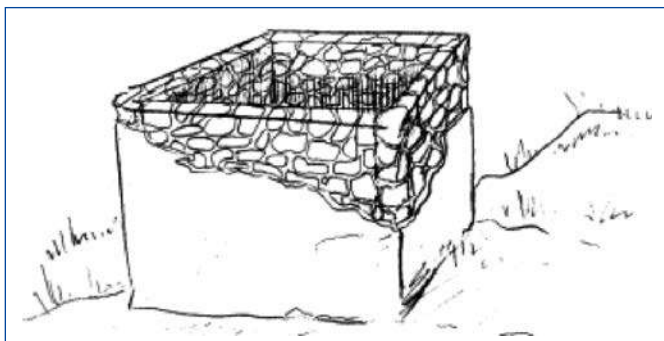


Cuve à eau de pluie en Inde. (RAIN)



Eau de pluie collectée dans un fût servant de réservoir, à partir d'un toit. (HP. Liniger)

Réservoir en briques : construit en briques locales, en pierres taillées ou de carrière, en blocs de terre compressée ou en béton. Ce genre de réservoir est généralement construit par les habitants locaux car la technique est semblable à celle de la construction d'un bâtiment circulaire. Mais lorsque le réservoir est un cylindre de petit diamètre, les briques mal ajustées peuvent nécessiter plus de ciment qu'un dispositif de stockage similaire en ferrociment. La taille du réservoir dépend de la pluviométrie. Les réservoirs en briques sont utilisés par exemple au Sri Lanka et en Ouganda. Au Népal, les réservoirs traditionnels en briques ont une capacité d'environ 25'000 litres.



Réservoir en briques / pierres (Worm et Hattum 2006).

Réservoirs béton préfabriqués : ils sont couramment utilisés dans des pays à haut revenu comme l'Allemagne et l'Australie. Ce genre de réservoir est moulé en usine (jusqu'à 35 m³), livré par camion et installé avec une grue. En Allemagne, les réservoirs sont installés sous terre pour économiser de la place. Il existe des tentatives de mise en œuvre de cette technologie dans des pays à bas revenus comme le Brésil ou le Kenya en utilisant un coffrage en tôle ondulée. Mais l'adoption est très lente car la technologie est coûteuse pour ces pays.

Cuves en plastique : d'abord développés dans les pays à haut revenu. Dans les pays en transition et à bas revenus, ces cuves sont estimées trop chères ; leur prix baisse cependant grâce à l'amélioration de la production de masse locale et leur popularité augmente. Les cuves en plastique sont généralement fabriquées en polyéthylène haute densité ou en plastique renforcé de fibre de verre, en utilisant un processus complexe. Elles sont légères à transporter et faciles à installer.

Réservoirs enterrés

Dans certains pays, des réservoirs à bas prix sont construits sous terre, car la terre supporte la pression. Leur fond n'a pas besoin d'être plat, ils peuvent donc avoir des formes variées, par exemple avec un fond en forme de dôme inversé. Si le sol est bien adapté, ce genre de réservoir présente l'avantage de coûter jusqu'à 50% de moins, pour les matériaux. De plus, les réservoirs souterrains peuvent être construits par les membres du foyer et des personnes non formées.

Réservoir partiellement enterré et revêtu de ciment

Comme les réservoirs enterrés, les réservoirs partiellement enterrés (6'000 à 10'000 litres) sont utilisés en Ouganda, où ce genre de dispositif de stockage a été introduit dans le cadre d'un projet de développement. Des maçons ont été formés et la construction a été financée par les ménages eux-mêmes. Après peu de temps, plus de 1'000 réservoirs avaient été construits dans la région.



Réservoir en tôle d'acier Macquierey Bay, Australie (Barron, 2009).

Exemple : Collecte de l'eau sur les toits au Japon

Rojison est un dispositif de collecte et de stockage d'eau de pluie simple et unique à l'échelle communautaire, construit par les habitants locaux dans le district de Mukojima à Tokyo pour collecter l'eau des toits des maisons privées. L'eau sert pour l'arrosage des jardins, la lutte contre les incendies et la boisson en cas d'urgence. Environ 750 bâtiments privés et publics à Tokyo ont introduit ce système et la collecte d'eau de pluie est en pleine expansion (UNEP, 2002).



Toit en matière organique couvert de plastique avec réservoirs partiellement enterrés, en zone rurale, Ouganda (Danert et Motts, 2009).



Réservoir souterrain revêtu de ciment, en cours de construction, Ethiopie. (HP Liniger)

Diffusion et applicabilité

Diffusion

Toiture : monde entier ; ex. Botswana, Burkina Faso, Ghana, Kenya, Nigeria, Sénégal, Afrique du Sud, Ouganda en Afrique ; Chine, Kirghizistan, Inde, Indonésie, Japon, Népal, Sri Lanka, Tadjikistan, Thaïlande en Asie et Brésil, Australie, Allemagne, Espagne

Cours : ex. Chine, Inde, Jordanie, Kenya, Palestine, Syrie

Applicabilité

Utilisation des terres : zones habitées, cours, jardins potagers.

Utilisation de l'eau : l'eau de pluie collectée sur les toitures fournit généralement l'eau pour l'usage domestique (eau potable, lavage, usage sanitaire, etc.), l'irrigation des potagers et l'abreuvement du bétail. L'eau de pluie collectée dans les cours est de moins bonne qualité, elle n'est donc généralement pas utilisée pour la boisson.

Climat : les systèmes de Toits-CoursCE sont surtout applicables dans les régions où il pleut très peu pendant trois mois successifs et dans les zones où la pluviométrie dépasse 1'000 mm/an, avec une longue saison sèche (jusqu'à cinq mois successifs presque sans pluie). Il existe cependant des cas où ces systèmes de stockage sont aussi utilisés dans des zones très humides pour tenter de réduire le débordement des systèmes de drainage dans les zones habités ou pour des raisons écologiques. Quelques exemples de pluviométrie annuelle dans des pays où la Toits-CoursCE est appliquée : 250 – 500 mm (Botswana) ; 500 – 750 mm (Tadjikistan) ; 750 – 1'000 mm (Népal), 1'700 – 2'500 mm (Tonga).

Surface de toiture nécessaire (m²/personne) avec différentes pluviométries

	Pluvio- métrie	700 mm	1000 mm	1500 mm	2000 mm	>2500 mm
Utilisation de l'eau		Surface de toit nécessaire (m ² /personne)				
Seule source d'eau (95% de la demande à 20 l/pj*)	Grand réservoir	14,5	10	6,5	5	4
Source principale (70% de la demande à 20 l/pj*, saison humide, 14 l/pj*, saison sèche)	Réservoir moyen	11,5	8,5	5,5	4	3
Saison humide seulement (95% de la demande)	Petit réservoir	8	5,5	4	3	2,5
Eau potable uniquement (95% de la demande à 7 l/pj*)	Petit réservoir	6,5	4,5	3,5	2,5	2

* l/pj : litres par personne par jour
(adapté de Thomas et Martinson, 2007).

Echelle : les systèmes de Toits-CoursCE construits par des ménages privés sont directement et entièrement gérés par eux-mêmes. La gestion des systèmes construits sur des bâtiments institutionnels (écoles, hôpitaux, etc.) nécessite souvent une clarification.

Propriété foncière et droits d'utilisation de l'eau / des terres : les technologies de Toits-CoursCE sont généralement installées sur des terres en propriété titrée d'un ménage / école ; l'utilisateur du système de CE a les pleins droits d'utilisation de l'eau.

Compétences et connaissances requises : bien que les systèmes de Toits-CoursCE simples n'exigent pas de connaissances techniques précises, les systèmes plus complexes exigent une main d'œuvre qualifiée, surtout pour les dispositifs de stockage. Lorsque la main d'œuvre est chère, il est conseillé d'utiliser les systèmes simples.

Exigence en main d'œuvre : exigences en main d'œuvre relativement faibles; la construction des réservoirs de stockage est plus exigeante.

Utilisation des terres

	Terres cultivées		Elevé
	Pâturages		Modéré
	Forêts / bois		Faible
	Terres mixte		Insignifiant
	Autres		

Utilisation de l'eau

	Domestique
	Bétail
	Irrigation supplement
	Irrigation
	Autres

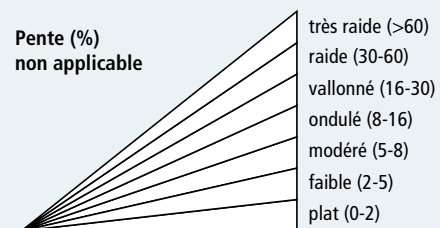
Climat

	Humide
	Subhumide
	Semi-aride
	Aride

Pluviométrie moyenne (mm)

	> 3000
	2000-3000
	1500-2000
	1000-1500
	750-1000
	500-750
	250-500
	< 250

Pente (%) non applicable



Echelle

	Petite échelle
	Moyenne échelle
	Grande échelle

Propriété foncière

	Etat
	Société privée
	Communauté
	Individuelle, sans titre
	Individuelle, titrée

Mécanisation

	Main d'œuvre
	Traction animale
	Mécanisé

Orientation de la production

	Subsistance
	Mixte
	Commerciale

Exigence en travail

	Elevé
	Moyen
	Faible

Exigence en connaissances

	Elevé
	Moyen
	Faible

Données économiques

Coûts

Exemples de coûts de diverses pratiques de Toits-CoursCE par unité

Technologie	Pays	Volume m ³	Mise en place US\$	Entretien
Toit en tôle galvanisée pour un réservoir souterrain en béton et mortier	Botswana ¹	22	2'000	13 (coûts de main d'œuvre)
Cave à eau / réservoir souterrain	Chine ²	20–30	280	30
Cuve en ferrociment	Népal ³	2	130	15 (nettoyage et rinçage de la cuve)
Réservoir en terre revêtu de polyéthylène	Tadjikistan ⁴	12	30	9 (pour changer le plastique)
Réservoir en béton et gouttières	Tadjikistan ⁴	16	400	5 (main d'œuvre pour nettoyage)
Réservoirs en béton in situ	Kenya ⁵	5	650	
Réservoir en briques cuites	Kenya ⁵	10	1'065	
Réservoir en blocs de terre compressée	Kenya ⁵	15	1'210	
Réservoir en moellons	Kenya ⁵	12	1'045	
Réservoir en ferrociment	Kenya ⁵	3	360	
Réservoir en ferrociment	Kenya ⁵	11	830	
Réservoir en ferrociment	Kenya ⁵	23	1'220	
Réservoir en ferrociment	Kenya ⁵	46	1'695	
Réservoir enterré en ferrociment	Kenya ⁵	90	2'555	

¹ J. Althopheng dans Schwilch et al., 2012 ; ² Y. Wang dans Jiang et al., 2008 ; ³ M. Dhakal dans NEPCAT, 2008 ; ⁴ D. Domullojonov et S. Odinaehov dans Wolfgramm, 2011 ; ¹⁻⁴ dans WOCAT, 2012 ; ⁵ Nissen-Petersen, 2007 ; Knoop et al., 2012.

Le coût d'un réservoir, des gouttières, des descentes et des systèmes de filtration dépend du volume, des matériaux, de la conception, du lieu et de la technique de construction. Un gros réservoir coûte en principe 30% de moins que deux petits réservoirs, pour un même volume total. Les bénéfices dépendent donc beaucoup de ce que les exploitants sont prêts à investir. Il est à noter que, malgré l'investissement initial important, certains réservoirs utilisés pour le ToitsCE ont une longue durée de vie (jusqu'à 20 ans) et que les coûts sont faibles s'ils sont étalés sur une telle période. Un exemple au Sénégal montre qu'avec un investissement de US\$ 600 pour un réservoir d'une durée de vie moyenne de 15 à 20 ans, le coût annuel de la structure serait d'environ US\$ 40. C'est une solution peu chère, efficace et durable pour la fourniture d'eau dans des régions qui souffrent de problèmes liés à la qualité et à la quantité d'eau (Van Steenberg et Tuinhof, 2009).

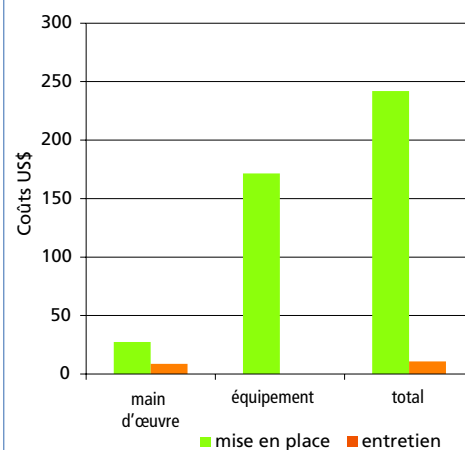
Bénéfices

Avec une pluviométrie saisonnière de 260 mm, ce qui est assez courant dans les régions arides et semi-arides, et une surface de toiture de 100 m², un total de 24'700 l peut être collecté. Dans les régions arides et semi-arides, le besoin minimum en eau à usage domestique est de 6 l par jour et par personne (Nissen-Petersen, 2007 dans Knoop et al., 2012).

Exemple : disponibilité de l'eau grâce à la récolte d'eau en toiture

Dans une région à pluviométrie annuelle moyenne de 1'000 mm, le potentiel de ToitsCE pour une surface de 250 m² (si 50% de la surface est en toiture) est de 125'000 litres (0,5*250*1000). En supposant que 60% de l'eau de pluie est stockée (pertes par évaporation et débordement), la quantité d'eau disponible est de 75'000 litres par an (0,6*125'000). Par jour, elle est de 250 litres (75'000 / 365) et, en supposant qu'une famille comprend 5 membres, la disponibilité est de 50 litres d'eau par personne et par jour. Sachant que le besoin moyen en eau d'une personne est de 100 litres/jour, la ToitsCE peut satisfaire la moitié de ses besoins quotidiens en eau, à condition que la capacité de stockage permette de faire la jonction entre les périodes sèches (UN-HABITAT, non daté).

Coûts par structure de Toits-CoursCE (médiane)



Les coûts de mise en place des structures de Toits-CoursCE varient de US\$ 28 à 2'012 par structure. L'élément déterminant de ces coûts est l'équipement.

Source : 4 études de cas (WOCAT, 2012)



Un couple en train de construire une cuve près de leur maison dans un village en Ouganda. (WaterAid / Caroline Irby)



Une cuve de stockage de l'eau de pluie construite par des ménages au Népal. (RAIN)



L'eau collectée par un système ToitsCE sert à irriguer un jardin potager. (RAIN)

Impacts

Bénéfices	Au niveau de la ferme / des ménages	Au niveau de la communauté / bassin versant / paysage
Production / Economiques	<ul style="list-style-type: none"> +++ eau potable pour la consommation humaine après traitement efficace contre les maladies +++ augmentation de la disponibilité / qualité de l'eau +++ diversification des réserves d'eau +++ réduction des coûts : moins d'eau achetée +++ main d'œuvre disponible pour des activités générant un revenu ++ augmentation de l'eau disponible pour le bétail ++ coûts d'entretien réduits ++ matériaux de construction disponibles sur place (en général) ++ irrigation de potagers / parcelles plus grands + augmentation du rendement des cultures 	<ul style="list-style-type: none"> +++ augmentation de la disponibilité / qualité de l'eau +++ marchés pour le matériel technique et installateurs spécialisés +++ réduction de la demande pour l'eau de surface et souterraine + réduction du risque d'échec de production
Ecologiques	<ul style="list-style-type: none"> +++ augmentation de la qualité / quantité d'eau +++ réduction du ruissellement dû aux orages ++ augmentation de la disponibilité de l'eau en période sèche 	<ul style="list-style-type: none"> +++ réduction de la pression sur la ressource en eau de surface et souterraine +++ la réduction du ruissellement des toits et cours diminue les dégâts et l'érosion autour des habitations et dans les champs environnants
Socioculturels	<ul style="list-style-type: none"> +++ amélioration de la santé grâce à l'eau potable +++ l'eau est fournie là où elle est utilisée +++ amélioration de l'hygiène (lorsque l'accès à suffisamment d'eau était un problème) +++ charge de travail diminuée, surtout pour les femmes +++ moins de tensions et blessures au dos en portant moins de bidons d'eau lourds +++ les systèmes sont souvent gérés par les exploitants individuels, ce qui est un avantage car la gestion communale est souvent source de conflits ++ seule solution pour assurer la réserve d'eau pour de nombreuses îles tropicales et d'autres régions dépourvues d'eau de surface ou souterraine ++ les ménages contrôlent tout le système + applicable aux zones rurales et urbaines + les habitants locaux peuvent être formés facilement à la construction et à l'entretien 	<ul style="list-style-type: none"> +++ disponibilité de l'eau dans les écoles, les centres communautaires et les dispensaires +++ renforcement des institutions communautaires +++ amélioration de la situation des groupes défavorisés économiquement et socialement + amélioration de la sécurité alimentaire

Importance : +++ élevée, ++ moyenne, + faible

	Contraintes	Comment les surmonter
Production / Economiques	quantité d'eau trop faible pour couvrir tous les besoins d'un ménage	→ investir dans un réservoir supplémentaire
Socioculturels	contamination microbiologique avec niveau élevé de phosphates des déjections d'oiseaux et poussière accumulée sur les toits	→ la première partie du ruissellement, généralement pleine de polluants lessivés du toit, doit être éliminée avec la dérivation à effet de chasse
	les réservoirs mal construits peuvent être envahis par les algues, les insectes et les lézards et peuvent être une source de développement de vecteurs de maladies	→ vérifier et nettoyer régulièrement les réservoirs
	les dispositifs de stockage de l'eau peuvent être dangereux pour les petits enfants les rats ou les souris peuvent endommager les réservoirs	→ protéger efficacement l'accès aux réservoirs

Taux d'adoption

Adoption rate

Malgré l'énorme potentiel de Toits-CoursCE dans les pays à bas revenu, le taux d'adoption est faible mais en augmentation. Dans les pays en transition comme la Chine et l'Inde, le ToitsCE gagne du terrain grâce à la production locale en masse des dispositifs de collecte et de stockage d'eau. Dans les pays à revenu élevé comme l'Angleterre, l'Allemagne et les Etats Unis, les taux d'adoption ont légèrement augmenté au cours des dernières années pour diverses raisons environnementales et économiques.

Mesures incitatives pour l'adoption

Rentabilité : la construction des systèmes de Toits-CoursCE coûte assez cher, ils seront donc adoptés s'ils sont moins chers que d'autres alternatives. Selon le lieu, le système doit être simple et économique et la disponibilité des matériaux locaux devra être prise en compte. Un soutien initial pour l'achat des matériaux peut s'avérer nécessaire pour les communautés les plus pauvres.

Soutien externe : pour diffuser les techniques de Toits-CoursCE, les organisations, le gouvernement local, les groupes d'entre-aide et les services de vulgarisation formés sont tous indispensables. Le gouvernement local et l'implication du public sont utiles pour améliorer la qualité des systèmes domestiques de Toits-CoursCE ou pour limiter la puissance des sociétés qui empêchent la diffusion de ces systèmes. Les organisations de soutien ou le gouvernement peuvent être amenés à apporter des aides sous forme de subventions, de fonds renouvelables pour les coûts du capital ou à créer des programmes de microcrédit.

Le développement des capacités et le partage des connaissances sont indispensables. L'information, l'éducation et la formation font partie des contraintes qui limitent l'adoption. Il est conseillé de construire les systèmes de CE en tenant compte de l'expérience des ménages locaux car cela favorise la réplique, l'agrandissement ou l'amélioration des systèmes de CE.

Soutien et incitations : des formations sur les divers types de systèmes et méthodes de construction devront exister car les personnes manquent souvent des connaissances nécessaires. Selon la taille et le genre de système, un ménage peut avoir besoin d'investir et de pouvoir accéder à des microcrédits ou des prêts.

Approches adaptées : une approche de promotion de Toits-CoursCE consiste à installer des systèmes de démonstration de CE et de former des spécialistes locaux. Les approches orientées vers le marché qui proposent des installations de CE à un prix abordable peuvent favoriser les investissements des ménages.

Faisabilité et planification

Aspects environnementaux à prendre en compte : la quantité et les schémas de pluviométrie dans la région, la disponibilité d'autres sources d'eau et la durée des périodes sèches.

Questions techniques à prendre en compte : les données suivantes sont toutes importantes : matériaux de toiture, surface de captage (m²), consommation d'eau, autres sources d'eau disponibles, main d'œuvre qualifiée et matériaux de construction.

Consommation d'eau et gestion : les besoins en eau devront être évalués lors de consultations avec les parties prenantes locales ; de même, il est nécessaire de clarifier dès le départ à qui appartiennent les responsabilités de mise en place et d'entretien du système.

Questions sociales et de genre : le ménage / communauté doit avoir un réel besoin de réserve d'eau de meilleure qualité et l'implication entière du ménage / communauté est indispensable pour développer la cohésion sociale. Par ailleurs, les exemples locaux d'expériences réussies sont très utiles. La mise en place des systèmes de CE diminue la charge de travail, surtout pour les femmes, qui sont souvent chargées d'aller chercher l'eau.

Aspects financiers : la conception devra être soigneuse et la capacité de stockage optimale, tout en réduisant les coûts au minimum. La conception du système de CE doit avoir un bon rapport coût-efficacité et le prix doit rester abordable.

Pertinence : les facteurs qui déterminent la conception du système Toits-CoursCE sont le régime pluviométrique local ; le nombre d'utilisateurs et le rythme de consommation de l'eau ; le mode d'utilisation de l'eau de pluie : occasionnel, intermittent, partiel ou usage unique ; la surface de captage (m²) et le coefficient de ruissellement du captage.

Exemple : taux d'adoption au Botswana et au Tadjikistan

Au Botswana, l'adoption par le public de la collecte de l'eau en toiture était inexistante malgré la mise en place de schémas de démonstration dans chaque village du sous-district de Boteti. Les coupes dans les subventions du gouvernement en étaient la cause. Les coûts des matériaux et d'un maçon professionnel étaient inabordable pour la population locale (J. Athlipheng dans Schwilch et al., 2012).

En comparaison, les taux d'adoption sont élevés au Tadjikistan pour les réservoirs en terre et même pour les réservoirs plus chers en béton. Les exploitants ont observé les bénéfices que leurs voisins en tiraient et ont décidé que l'investissement initial valait la peine d'être fait (Domullojonov et S. Odinashev dans Wolfram, 2011).

Environnement propice : facteurs clés de l'adoption

Intrants, matériaux	+++
Subventions, crédits	+++
Formation et éducation	+++
Droits d'utilisation des terres / de l'eau	+
Accès aux marchés pour les intrants et les productions	++
Recherche	+
Appropriation et investissement réel des communautés	++

Importance : +++ élevée, ++ moyenne, + faible, +/- neutre

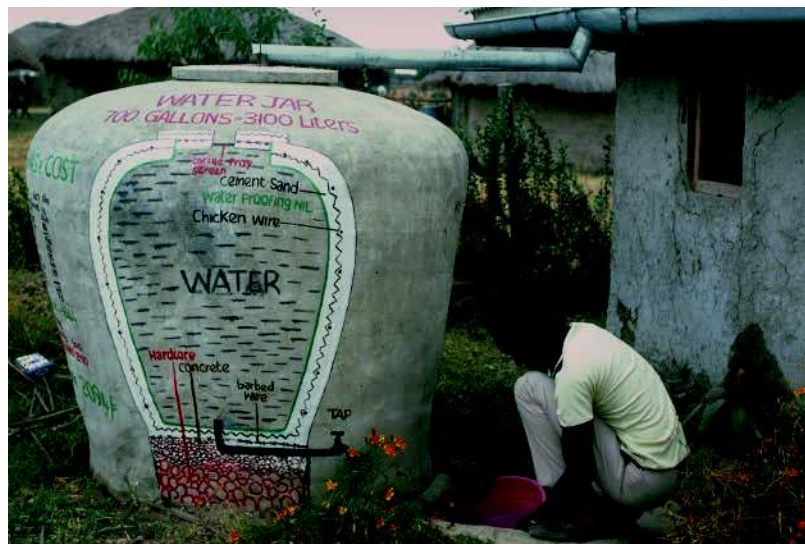
Faisabilité et planification : facteurs clés de mise en œuvre

Evaluation de la quantité d'eau récoltable	+++
Evaluation de la qualité de l'eau	+++
Evaluation des besoins en eau	+++
Evaluation du site	+
Aspects financiers	+++
Evaluation de l'impact environnemental	+/-
Droits d'utilisation des terres / de l'eau	++
Relations de voisinage	+/-
Implication de la communauté	+
Questions sociales et de genre	++
Approbation officielle du gouvernement	+/-

Importance : +++ élevée, ++ moyenne, + faible, +/- neutre

Exemple : subventions de l'Etat à Indore, Inde

A Indore, en Inde, le ToitsCE a été rendu obligatoire par la loi pour la construction de tous les nouveaux bâtiments d'une surface de plus de 250 m². Afin d'encourager la mise en œuvre des systèmes de ToitsCE, l'Etat a instauré une réduction de 6% sur l'impôt foncier (UN-HABITAT, non daté).



Exemple : Ouganda

En Ouganda, il existe une grande variété de dispositifs de stockage manufacturés ou construits sur place pour la collecte domestique de l'eau de pluie (DomCE ; *Domestic Rain Water Harvesting*). Une étude a identifié environ 30 différents moyens de stockage DomCE : bidons de 20 litres, fûts de 50 et 100 litres en plastique moulé, fûts métalliques de 200 litres, cuves en ciment de 420 à 1'500-litres, réservoirs en plastique (Aquatank et Polytank) de 220 à 15'000 litres, réservoirs hors-sol revêtus de plastique (3'000 litres), réservoirs enterrés revêtus de plastique (10'000 litres et plus), réservoirs en ferrociment (4'000 à 10'000 litres), réservoirs partiellement enterrés enduits de ciment (6'000 to 10'000 litres) et réservoirs en briques (10'000 litres).

Malgré l'énorme potentiel de la DomCE et la promotion que le Gouvernement et les ONG en font, le taux d'adoption de la technologie reste faible. En plus de la construction d'installation de démonstration pour les groupes d'entraide, la formation des maçons locaux, l'encouragement de l'épargne « collective » (système de manège, *merry go-round*) et l'offre de subventions, les interventions stratégiques du Gouvernement, des ONG et du secteur privé doivent se multiplier pour accélérer l'adoption des DRWH (Danert et Motts, 2009).

Etapes de la construction d'un réservoir en ciment, en utilisant un sac en plastique rempli de paille. Le schéma du réservoir montre sa conception et les matériaux nécessaires. (HP. Liniger)

Références

- Barron, J. 2009. Rainwater harvesting: a lifeline for human well-being. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi / Stockholm Environment Institute (SEI).
- Clements, R., Haggard, J., Quezada, A. and J.Torres. 2011. Technologies for Climate Change Adaptation: Agriculture Sector. Roskilde: UNEP Risø Centre on Energy, Climate and Sustainable Development.
- Danert, K. and N. Motts. 2009. Uganda Water Sector and Domestic Rainwater Harvesting Sub-Sector Analysis: EnterpriseWorks/VITA.
- Doyle, K.C. 2008. Sizing the First Flush and its Effect on the Storage-Reliability-Yield Behavior of Rainwater Harvesting in Rwanda. Master Thesis, Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology.
- Elliott, M., Armstrong, A., Lobuglio, J. and J. Bartram. 2011. Technologies for Climate Change Adaptation. The Water Sector. Roskilde: UNEP Risø Centre on Energy, Climate and Sustainable Development.
- Ferdausi, S.A. and M.W. Bolkland. 2000. Rainwater harvesting for application in rural Bangladesh. In 26th WEDC Conference on Water. Sanitation and hygiene: challenges of the millennium. Dhaka, Bangladesh.
- ICIMOD. 2009. Mountain Development Resource Book for Afghanistan. International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD). Kathmandu, Nepal.
- Jiang, Z. (director editorial board) et al. 2008. Best practices for land degradation control in dryland areas of China. Land Degradation Assessment in Drylands (FAO-LADA), World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT) and PRC-GEF Partnership on Land Degradation in Dryland Ecosystems, China.
- Knoop, L., Sambalino, F. and F. Van Steenberg. 2012. Securing Water and Land in the Tana Basin: a resource book for water managers and practitioners. 3R Water Secretariat. Wageningen, The Netherlands.
- LaBranche, A., Wack, H.O., Crawford, D., Crawford, E., Sojka, N.J. and C. Brand. 2007. Virginia Rainwater Harvesting Manual. The Cabell Brand Center.
- Mahnot, S. 2003. Water Harvesting Management: improving land management in Rajasthan. SDC/Intercooperation Coordination Unit. Jaipur, India.
- NEPCAT. 2008. Natural Resource and Management Approaches and Technologies in Nepal. NEPCAT fact sheets. Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD). Kathmandu, Nepal.
- Nissen-Petersen, E. 2007. Water from Roofs: a handbook for technicians and builders on survey, design, construction and maintenance of roof catchments. ASAL Consultants Ltd., Nairobi, Kenya. For the Danish International Development Agency (DANIDA) in Kenya. <http://www.waterforaridland.com/Books/book7%20Water%20from%20roofs.pdf>
- Practical Action. 2008. Runoff Rainwater Harvesting. Technical Brief. The Schumacher Centre. Rugby, UK. http://practicalaction.org/docs/technical_information_service/rainwater_harvesting.pdf
- Rainwater Club. non daté. Manual on rooftop rainwater harvesting systems in schools: maintenance schedule, post storage treatment procedure and precautions. Rainwater Club. Bangalore, India. www.rainwaterclub.org
- Schauwecker C. 2010. A Water Harvesting Guide for Extension Workers: Water Harvesting Manual and Catalogue. Bern University of Applied Sciences, School of Agriculture, Forest and Food Sciences.
- Schwilch, G., Hessel, R. and S. Verzaandvoort (eds). 2012. Desire for Greener Land. Options for Sustainable Land Management in Drylands. Bern, Switzerland, and Wageningen, The Netherlands: University of Bern – CDE, Alterra – Wageningen UR, ISRIC – World Soil Information and CTA – Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation.
- Thomas, T.H. and D.B. Martinson. 2007. Roofwater Harvesting: a Handbook for Practitioners. Technical Paper Series; no. 49. International Water and Sanitation Centre (IRC). Delft, The Netherlands. <http://www.washdoc.info/docsearch/title/155697>
- UN-HABITAT. non daté. Measures for Ensuring Sustainability of Rainwater Harvesting. Water for Asian Cities Programme – UN-HABITAT, Directorate of Urban Administration and Development Government of Madhya Pradesh, India.
- UNEP. 2002. Rainwater Harvesting and Utilization: an environmentally sound approach for sustainable urban water management: an introductory guide for decision makers. United Nations Environment Programme (UNEP) Division of Technology, Industry and Economics. <http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/Urban/UrbanEnv-2/index.asp>
- Van Steenberg, F. and A. Tuinhof. 2009. Managing the Water Buffer for Development and Climate Change Adaptation: Groundwater Recharge, Retention, Reuse and Rainwater Storage. UNESCO International Hydrological Programme. Paris.
- Water Charity. 2012. Conclusion of St. Martin Secondary School Rainwater Harvesting Project – Kenya.
- WaterAid. non daté. Rainwater harvesting. Technical Brief. WaterAid International NGO. London, UK. http://www.wateraid.org/documents/plugin_documents/rainwater_harvesting.pdf
- WOCAT (World Overview of Conservation Approaches and Technologies). 2012. WOCAT Database: Technologies. <http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/index.php>.
- Wolfgramm, B. (coordinator). 2011. Sustainable Land Management (SLM) Technologies and Approaches in Tajikistan. Tajikistan Pilot Programme for Climate Resilience (PPCR). https://www.wocat.net/fileadmin/user_upload/documents/Books/Tajikistan_wocat-collection2011_eng_final.pdf
- Worm, J. and T. van Hattum. 2006. Rainwater harvesting for domestic use. AGROMISA and CTA / RAIN (Rainwater Harvesting Implementation Network). Wageningen, The Netherlands.

Références complémentaires :

- African Development Bank. 2009. Rainwater Harvesting Handbook: Assessment of Best Practises and Experience in Water Harvesting. African Development Bank, Tunis. <http://www.rwsn.ch/documentation/skatdocumentation>.
- Ariyananda, T. 2009. Rain Water Harvesting Practitioners Guide for Sri Lanka. Lanka Rainwater Harvesting Forum.
- Baziwe, D. 2011. Putting women at the forefront in accelerating self supply through domestic rainwater harvesting. 6th Rural Water Supply Network (RWSN) Forum. Kampala, Uganda. November 2011.
- Danert, K and S. Sutton. 2010. Accelerating Self Supply: a case study from Uganda. Fieldnote No. 2010-4. Rural Water Development Technology Unit (DTU).
2002. Very-Low-Cost Domestic Roof Water Harvesting in the Humid Tropics: Existing Practice. Domestic Roofwater Harvesting Research Programme, Report R1. Development Technology Unit, School of Engineering, University of Warwick. Warwick, UK. <http://www2.gtz.de/Dokumente/oe44/ecosan/en-very-low-cost-domestic-roofwater-harvesting-in-the-humid-tropics-2002.pdf>
- Development Technology Unit (DTU). 2000. Low-cost, thin-shell, ferrocement tank cover- Instructions for manufacture. DTU Technical Release Series, TR-RWH 04. Development Technology Unit, School of Engineering, University of Warwick. Warwick, UK. <http://www2.warwick.ac.uk/fac/sci/eng/research/structures/dtu/pubs/tr/rwh/tr-rwh04.pdf>
- Efe, S.I. 2006. Quality of rainwater harvesting for rural communities of Delta State, Nigeria. Environmentalist 26:175-181.
- Gould, J. and E. Nissen-Petersen. 1999. Rainwater catchment systems for domestic supply: design, construction and implementation. IT Publications. London, UK.
- Mendez, C.B., Afsha, B.R., Kinney, K., Barrett, M.E. and M.J. Kirisits. 2010. Effect of Roof Material on Water Quality for Rainwater Harvesting Systems. Report. Texas Water Development Board. Austin, Texas.

Naugle, J., Opio-Oning, T. and B. Cronin. 2011. A market-based approach to facilitate self supply for rainwater harvesting in Uganda. 6th Rural Water Supply Network (RWSN) Forum. Kampala, Uganda. November 2011.

Nega, H. and P.M. Kimeu. 2002. Low-cost methods of rainwater storage. Results from field trials in Ethiopia and Kenya. Regional Land Management Unit (RELMA). Nairobi, Kenya.

Nijhof, S. and B.R. Shrestha. 2010. Micro-credit and rainwater harvesting. International Water and Sanitation Centre (IRC) Symposium 2010: Pumps, Pipes and Promises: Costs, Finances and Accountability for Sustainable WASH Services. The Hague, The Netherlands.

Nissen-Petersen E. and M. Lee. 1990. Harvesting Rainwater in Semi-Arid Africa: Manual Number 1: Water Tanks With Guttering and Handpump. ASAL Consultants Ltd., Nairobi, Kenya.

Practical Action. 2009. Rainwater Harvesting in Uganda. The Schumacher Centre. Rugby, UK. <https://practicalaction.org/rainwater-harvesting-answers>

Practical Action. 2008. Underground Rainwater Storage Facilities. The Schumacher Centre. Rugby, UK. <https://practicalaction.org/rainwater-harvesting-answers>

Practical Action. 2002. The Sri Lankan Pumpkin Tank: A Case Study. The Schumacher Centre. Rugby, UK. <https://practicalaction.org/rainwater-harvesting-answers>

Practical Action. 1998. The Underground Brick Dome Tank (5 m3), Sri Lanka: A Case Study. The Schumacher Centre. Rugby, UK. <https://practicalaction.org/rainwater-harvesting-answers>

South Pacific Applied Geoscience Commission (SOPAC). 2004. Harvesting the Heavens. A manual for participatory training in rainwater harvesting. South Pacific Applied Geoscience Commission (SOPAC) for the United Nations Environment Programme (UNEP) in conjunction with the Tonga Community Development Trust (TCDT).

The Caribbean Environmental Health Institute. 2009. Rainwater. Catch it While You Can. A Handbook on Rainwater Harvesting in the Caribbean. A practical guideline featuring best practices for rainwater harvesting in small island Caribbean environments. The Caribbean Environmental Health Institute, St. Lucia / United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi.

UNEP-IETC (United Nations Environment Programme: International Environmental Technology Centre). 1998. Sourcebook of Alternative Technologies for Freshwater Augmentation in some Asian Countries. IETC Technical Publication Series 8b, UNEP-IETC/Danish Hydraulic Institute.

Vilane, B.R.T. and E.J. Mwendera. 2011. An inventory of rainwater harvesting technologies in Swaziland. African Journal of Agricultural Research. Vol. 6(6), pp. 1313-1321.

Waes, van B. and N. Bouman. 2007. Smart Water Harvesting Solutions: examples of innovative low-cost technologies for rain, fog, runoff water and groundwater. Water Partnership/ A4A/ Agromisa/ Partners for Water. Netherlands.

Zanzibar Water Authority. 2010. Zanzibar Rainwater Harvesting Manual for Training of Trainers for Domestic Supply.

Audiovisuels :

Produit par : The Water Channel. Langue : anglais. Durée : 04.18 min. http://www.thewaterchannel.tv/index.php?option=com_hwdvideoshare&task=viewvideo&Itemid=53&video_id=615

Rain Harvesting. How to install and maintain a first flush water diverters? 2 videos. Produit par : Rain Harvesting Pty Ltd. Langue : anglais. Durée : 1.02 and 1.55 min. <http://rainharvesting.com.au/products/pre-filtration/first-flush-water-diverter/downpipe-first-flush-diverter>

Réseaux :

Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN). Foyer : Global. <http://www.rainfoundation.org>

Greater Horn of Africa Rainwater Partnership (GHARP). Foyer : Corne de l'Afrique. <http://www.gharainwater.org>

Centre for Science and Environment (CSE). Foyer : Inde. <http://www.rainwaterharvesting.org>

Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva (ABCMAC). Foyer : Brésil. <http://www.abcmac.org.br/index.php?modulo=english>

European Rainwater Catchment Systems Association (ERCSA). Foyer : l'Europe. <http://www.ercsa.eu/home1.html>

Fachverein für Betriebs- und Regenwassernutzung Ev. Foyer : Allemagne. <http://www.fbr.de/home.html>

Verband Regenwassernutzung Schweiz. Foyer : La Suisse. http://www.vrs-regenwassernutzung.ch/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1

Hawai'i Rainwater Catchment Systems Program. Foyer : Hawaii. <http://www.ctahr.hawaii.edu/hawaiirain/>

RainWater Cambodia. Foyer : Cambodge. http://www.rainwatercambodia.org/activities_final.html

Mvula Trust. Foyer : Afrique du Sud. <http://www.mvula.co.za/>

The African Civil Society Network on Water and Sanitation. Foyer : l'Afrique. <http://www.anewafrika.org/about/index.php>

Organismes d'exécution / chargés de la mise en œuvre :

Barefoot College. Foyer : Inde. http://www.barefootcollege.org/wat_approach.asp

Eau Vive. Foyer : Sahel (Sénégal, Mali, Burkina Faso, Niger). <http://www.eau-vive.org/>

Fondo Hondureño de Inversión Social (FHIS). Foyer: Honduras. <http://www.fhis.hn/programas/pas>

Hararghe Catholic Secretariat (HCS). Foyer: Ethiopie. <http://www.hcsethiopia.org/page/water-sanitation>

Helvetas Swiss Intercooperation. Foyer: Global. <http://www.helvetas.ch/wDeutsch/index.asp>

Plan (Promoting Child Rights to End Child Poverty). Foyer: Global. <http://plan-international.org/>

Practical Action. Foyer : Global. <https://practicalaction.org/rainwater-harvesting-answers>

Safe Water International. Foyer : Soudan. <http://www.safewaterintl.org/page2/page8/page8.html>

Uthaan NGO. Foyer : Inde.

Water for Arid Lands. Foyer : Afrique de l'est. <http://waterforaridland.com/asal.asp>

Événements :

International Water and Sanitation Centre (IRC) Symposium 2013: Monitoring Sustainable Water, Sanitation and Hygiene (WASH) Service Delivery du 9 au 11 April 2013; Addis Ababa, Ethiopia. <http://www.irc.nl/page/72969>

Water, Sanitation and Hygiene (WASH) Sustainability Forum 2013 du 11 March, 2013; World Bank, Washington, D.C, USA. Hosted by: World Bank, UNICEF, Global Water Challenge, WASH Advocates, Aguaconsult, and the International Water and Sanitation Centre (IRC). <http://www.source.irc.nl/page/76191>

Africa Water Week (AWW) organisé par the African Ministers Council on Water (AMCOW). <http://www.africawaterweek.com/index.php>

Asia Water Week 2013 du 13-15 March 2013; ADB Headquarters, Manila, Philippines. Organisé par : Asian Development Bank (ADB). <http://www.source.irc.nl/page/72824>

Water Week Latinoamérica (WWLA) 2013 du 17-22 March 2013; Viña del Mar, Chile. Organisé par : Fundación Chile and Diario Financiero, en collaboration avec AIDIS, DesalData, Global Water Intelligence, et The Nature Conservancy. <http://www.source.irc.nl/page/75433>

India Water Week 2013 du 8 au 12 April 2013; New Delhi, India. Organisé par : Ministry of Water Resources, Government of India, National Water Development Agency et Central Water Commission. <http://www.source.irc.nl/page/75479>

World Water Summit V on 21 June 2013; Lisbon, Portugal. Organisé par : Water & Sanitation Rotarian Action group (Wasrag). <http://www.source.irc.nl/page/76200>

3rd International Water Association (IWA) Development Congress & Exhibition du 14-17 October 2013; Nairobi, Kenya. Organisé par : (IWA), Water Services Providers Association (WASPA) et Nairobi City Water et Sewerage Company (NCWSC). <http://www.source.irc.nl/page/75967>

Etudes de cas WOCAT sélectionnées :

Botswana : Récolte d'eau pluviale en toiture. QTBOT04. http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/qt_summary.php?lang=English&qt_id=105

Nepal : Système de récolte d'eau de pluie. QTNEP18. http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/qt_summary.php?lang=English&qt_id=499

Tadjikistan : Récolte d'eau de pluie en toiture avec stockage dans une citerne souterraine revêtue de polyéthylène. QTTAJ104. http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/qt_summary.php?lang=English&qt_id=298

Tadjikistan : Récolte d'eau de pluie en toiture - réservoir en béton. QTTAJ348. http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/qt_summary.php?lang=English&qt_id=348



Récolte d'eau pluviale en toiture

Botswana – Lekidi (Setswana), Roof rainwater harvesting system (English)

Système de récolte d'eau pluviale utilisant un toit en acier galvanisé et alimentant un réservoir d'eau souterrain.

Un toit en acier galvanisé (tôle ondulée) de 7 x 6m construit sur un support de poteaux d'eucalyptus récupère la pluie (voir photos). L'eau de pluie coule sur le toit en pente vers des tuyaux installés à l'arrière (partie basse) pour arriver dans une citerne conique souterraine faite de briques et de mortier. La citerne remplit deux fonctions importantes : 1) elle stocke l'eau pour l'usage en période sèche ou sans pluie et 2) elle maintient l'eau fraîche dans un environnement très chaud. Cette technologie est très appréciée dans les zones appelées « lands » ; elle permet de fournir de l'eau potable aux ménages. Ces lands sont généralement éloignés des sources d'eau potable (env. 2-15 km). Un autre intérêt du stockage de l'eau de pluie est de diminuer la pression sur les étangs naturels, bien que cette préoccupation soit moins importante.

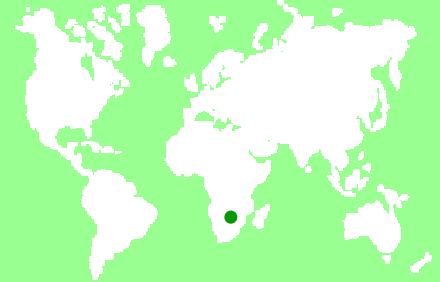
Pour la consommation humaine et les besoins du ménage, l'eau est une ressource vitale. Sa fraîcheur étanche la soif ; le temps de portage de l'eau est diminué, dégageant ainsi du temps pour d'autres activités sur la ferme. L'eau est surtout consommée par les ménages pour la boisson et les tâches domestiques telles que le lavage. Une partie sert à l'abreuvement des volailles et des animaux de trait (p.ex. les ânes au moment des labours). Les installations sont prévues pour un usage individuel et le propriétaire ou le paysan possède un droit exclusif d'utilisation de l'eau. Certains paysans indiquent qu'en l'absence de pluie, ou avant l'arrivée de celle-ci, ils collectent l'eau du village dans des fûts pour la verser dans leurs citernes souterraines qui servent ainsi de réservoirs. Ils apprécient surtout le fait que l'eau y demeure fraîche.

Cette technologie de collecte de l'eau est mise en œuvre dans quatre villages. L'eau coule sur le toit en tôle ondulée vers des gouttières et parvient à la citerne souterraine par une canalisation. Pour construire cette citerne, le sol est creusé sur une profondeur de 2m et une largeur de 3m. Dans ce trou, une construction en forme de tonneau est maçonnée avec des parpaings et du mortier. Elle est ensuite enduite de mortier sur sa face intérieure et sur le fond pour achever la structure. Le haut est fermé sur presque toute sa surface, sauf pour une ouverture munie d'un couvercle, assez grande pour permettre à une personne d'entrer à l'intérieur et d'effectuer le nettoyage de la citerne souterraine en cas de besoin. Ainsi, le système est composé d'un toit pour la collecte de l'eau de pluie et d'une citerne souterraine pour la stocker.

Le climat est de type semi-aride avec une pluviométrie à dominante saisonnière, d'octobre à avril. Dans les régions des lands, les habitants vont chercher l'eau dans les puits des environs ou se déplacent au village (en moyenne à 2-5km, parfois jusqu'à 15km). La plupart de ces forages sont privés ou communaux et l'eau est rationnée à environs deux fûts par semaine, voire toutes les deux semaines. L'eau des forages est souvent saumâtre. C'est pourquoi l'eau de pluie des toitures est une alternative recherchée, car elle est douce. Lorsqu'elle est pleine, une citerne souterraine contient l'équivalent de 110 fûts. La plupart du temps, les précipitations saisonnières suffisent à remplir la citerne, et l'eau reste utilisable jusqu'à la saison des pluies suivante. C'était le cas dans les quatre sites pilotes visités. Le système de collecte d'eau de pluie offre ainsi une sécurité en eau de bonne qualité potable (douce et fraîche) dans la région des lands.

gauche : système de récolte d'eau pluviale dans les lands de Mokoboxhane. (photo : L. Magole)

droite : prise de mesures d'une installation dans les Mopipi lands. (photo : M. Moemedi)



Localisation : zone de Boteti, dans le District central du Botswana

Région : District central

Zone de la technologie : 0,01 km²

Pratique de conservation : structure physique

Stade de l'intervention : mitigation / réduction de la dégradation des sols

Origine : développé à l'extérieur / introduit par un projet, il y a 10-50 ans

Utilisation des terres : cultures, pâturages

Climat : semi-aride, subtropical

Référence de la base de données WOCAT :

QT BOT004fr sur cdewocat.unibe.ch/wocatQT

Approche similaire/liée : non documentée





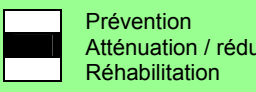
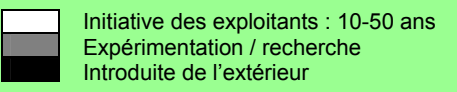
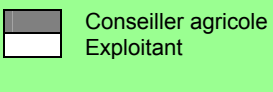
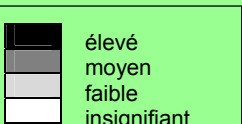
Compilé par : Julius Athlopheng, University of Botswana

Date : 18 mars 2009, mise à jour 3 juin 2011



Classification

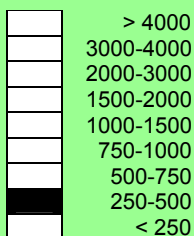
Problèmes d'utilisation des terres : pénurie et mauvaise qualité de l'eau. Le système de collecte d'eau est crucial dans un environnement semi-aride où la pénurie d'eau est fréquente. Il est nécessaire de stocker l'eau pour augmenter les réserves, surtout dans les zones de terres arables où il n'existe pas de borne-fontaine publique, comme dans les villages. Les habitants des *lands* survivent tout juste de leurs productions ; une disponibilité assurée de l'eau permet aux familles de rester plus longtemps auprès des cultures pour la gestion indispensable de leur récoltes et d'augmenter ainsi les rendements.

<p>Utilisation des terres</p>  <p>cultures annuelles pâturage extensif</p>	<p>Climat</p>  <p>semi-aride, subtropical</p>	<p>Dégradation</p>  <p>dégradation hydrique : baisse de niveau des nappes/aquifères</p>	<p>Pratique de conservation</p>  <p>structure physique : réservoir : retenue / barrage (stockage de l'excès d'eau)</p>	
<p>Stade d'intervention</p>  <p>Prévention Atténuation / réduction Réhabilitation</p>	<p>Origine</p>  <p>Initiative des exploitants : 10-50 ans Expérimentation / recherche Introduite de l'extérieur</p>	<p>Niveau de connaissance technique</p>  <p>Conseiller agricole Exploitant</p>		
<p>Principales causes de dégradation des terres : Causes directes – naturelles : sécheresse Causes indirectes : droit foncier</p>				 <p>élevé moyen faible insignifiant</p>
<p>Principales fonctions techniques : - récolte de l'eau / augmentation des réserves d'eau</p>	<p>Fonctions techniques secondaires : - sert d'abri pour le matériel agricole - protection contre la chaleur et abri temporaire</p>			

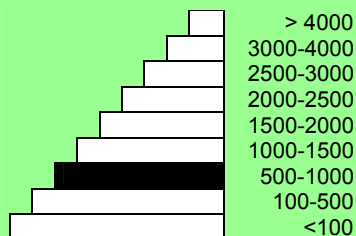
Environnement

Environnement naturel

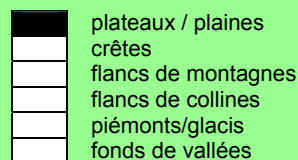
Précipitations moyennes annuelles (mm)



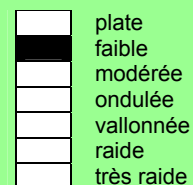
Altitude (m)



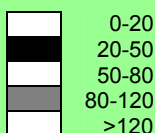
Topographie



Pente (%)



Profondeur du sol (cm)



Saison(s) de culture : 197 jours (octobre - mars)
Texture du sol : gros grain / léger (sablonneux)
Fertilité du sol : très pauvre
Matière organique de la couche arable : faible (<1%)
Drainage du sol / infiltration : bonne

Capacité de rétention d'eau du sol : très faible
Profondeur estimée de l'eau dans le sol : 5 - 50 m
Disponibilité de l'eau de surface : faible / nulle
Qualité de l'eau : mauvaise pour l'eau potable
Biodiversité : moyenne à élevée

Tolérance aux extrêmes climatiques : augmentation des températures, augmentation des précipitations saisonnières, fortes pluies (intensité et quantité), crues, diminution de la période de culture.

Sensibilité aux extrêmes climatiques : diminution des précipitations saisonnières, sécheresses / périodes sèches.

En cas de sensibilité, quelles modifications ont été faites / sont possibles : la surface de toiture est telle que même des précipitations limitées peuvent remplir ou rajouter de l'eau dans la citerne.

Environnement humain

Terres cultivées par ménage (ha)

	<0.5
	0.5-1
	1-2
	2-5
	5-15
	15-50
	50-100
	100-500
	500-1,000
	1,000-10,000
	>10,000

Exploitants : exploitants individuels à petite échelle et utilisateurs défavorisés

Densité de population : < 10 personnes/km²

Croissance annuelle de population : 2 - 3%

Propriété foncière : communal / village

Droits d'utilisation des terres : accès libre (non organisé) (pâturage communal, propriété individuelle pour les terres arables. Possibilité d'accès aux puits communaux dans les *lands* et les élevages, aux bornes-fontaines dans les villages. Accès libre aux eaux de surface pour le bétail p.ex. mares après les pluies. Problème de droits de pâturage : les éleveurs privés font pâturer sur les communaux mais l'inverse est impossible.)

Droits d'utilisation de l'eau : accès libre (non organisé) (pâturage communal, propriété individuelle pour les terres arables. Possibilité d'accès aux puits communaux dans les *lands* et les élevages, aux bornes-fontaines dans les villages.

Accès libre aux eaux de surface pour le bétail p.ex. mares après les pluies. Problème de droits de pâturage : les éleveurs privés font pâturer sur les communaux mais l'inverse est impossible.)

Niveau relatif de richesse des exploitants : très pauvre, ce qui représente 30%: 20% de la surface des terres appartient à des utilisateurs très pauvres

Importance des revenus non agricoles : moins de 10% du revenu : économise le temps de portage de l'eau. Possibilités de revenus externes quasi inexistantes pour tous, y compris pour ceux qui n'adoptent pas la technologie

Accès aux services et aux infrastructures : faible : emplois, énergie, services financiers; moyen : santé, éducation, assistance technique, marchés, routes et transport, eau potable et épuration

Economie générale : de subsistance (autosuffisance)

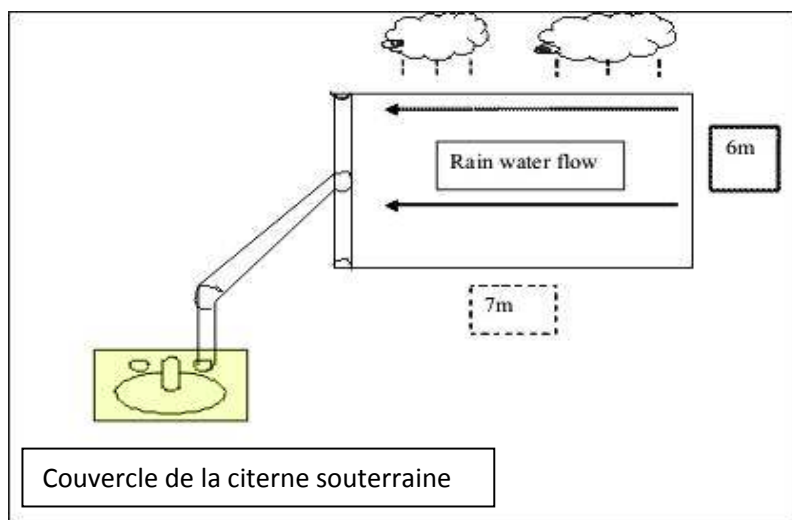
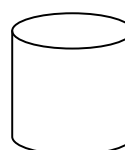


Schéma technique

L'eau de pluie tombe sur la toiture en tôle ondulée, qui mesure en général 7 x 6m. Cette eau descend la pente vers les gouttières, puis dans la canalisation vers une citerne souterraine (construite avec des parpaings revêtus de mortier ; du mortier peut aussi être appliqué sur du grillage). La plupart des citernes ont une contenance d'environ 110 tonneaux (un tonneau contient 200 litres). Sans ce système, un fermier ne dispose que d'environ 2 tonneaux par semaine. (Athlpheng Julius).



Citerne circulaire souterraine

Activités de mise en œuvre, intrants et coûts

Activités de mise en place

1. Excavation du trou
2. Transport du sable, du ciment et des parpaings
3. Construction

Intrants et coûts de mise en place par unité

Intrants	Coûts (US\$ / monnaie locale)	% par exploitant
Main d'œuvre	12.5	100
Matériaux de construction - sable, ciment, parpaings	1500	100
Autres - travail par un employé du gouvernement (8 pers/jours)	500	0
TOTAL	2012.5	75

Entretien / activités récurrentes

1. Nettoyage du toit
2. Nettoyage de la citerne souterraine

Intrants et coûts d'entretien / récurrents par unité et par an

Intrants	Coûts (US\$ / monnaie locale)	% par exploitant
Main d'œuvre	12.5	100
TOTAL	12.5	100

Remarques : coût des matériaux de construction, en particulier la tôle, le bois, les parpaings, le ciment et le maçon, pris en charge par le gouvernement. Prix des matériaux de construction pour le système d'eau pluviale en toiture équipé du système de stockage souterrain. Tout les prix et taux de change ont été calculés le 29 septembre 2008. La subvention du gouvernement prévoit que les hommes paient 30% des coûts, les femmes 20%. Les 20-30% peuvent être payés par la main d'œuvre (creusement de la fosse, transport du sable et du ciment et aide au maçon pendant la construction. Ainsi, si le fermier fournit la main d'œuvre, il ne paye rien. Les coûts sont calculés sur la base de la main d'œuvre fournie et de son coût ou du salaire local, qui est de 5 US\$ par jour. Chaque captage de toit est prévu pour un ménage, il sert en moyenne à 4 personnes qui exploitent une ferme de 2-3 ha (à 5-15km du village principal).

Evaluation

Impacts de la technologie

Bénéfices de production et socio-économiques

- +++ réduction du risque d'échec de production
- +++ augmentation de la disponibilité en eau potable
- ++ augmentation des rendements
- ++ diversification des sources de revenus
- ++ réduction des contraintes de main d'œuvre
- + augmentation de la production animale

Inconvénients de production et socio-économiques

- +++ augmentation du coût des intrants agricoles
- +++ augmentation de l'inégalité économique

Bénéfices socioculturels

- +++ amélioration de la santé
- +++ atténuation des conflits
- ++ renforcement des institutions communautaires
- ++ amélioration de la situation des groupes défavorisés
- ++ amélioration de la sécurité alimentaire / autosuffisance

Inconvénients socioculturels

- +++ aggravation de la situation des groupes défavorisés

Bénéfices écologiques

- +++ augmentation de la quantité et de la qualité de l'eau
- +++ amélioration de la récolte / collecte de l'eau
- +++ diminution de l'évaporation
- +++ diminution des émissions de carbone et gaz à effet de serre

Inconvénients écologiques

- ++ diminution de la qualité de l'eau (si le toit n'est pas nettoyé)

Bénéfices hors-site

- + augmentation de la disponibilité en eau

Inconvénients hors-site

aucun

Contribution au bien être humain / moyens de subsistance

++ De nombreuses excursions pédagogiques ont été organisées sur ces sites de démonstration. L'eau de pluie fraîche est meilleure pour la santé que l'eau des puits (saumâtre)

+++ : élevé, ++ : moyen, + : faible

Bénéfices / coûts du point de vue de l'exploitant

Comparaison coûts-bénéfices	à court terme	à long terme
Mise en place	très négatif	très positif
Entretien / récurrent	très négatif	très positif

Très coûteux à mettre en place sans subvention du gouvernement, par contre, très bon pour les réserves d'eau sur le long terme.

Acceptation/adoption : la technologie est en général estimée trop coûteuse par les paysans moins fortunés et inadaptée par les riches éleveurs qui creusent leur propres puits (nécessité d'abreuver de nombreuses bêtes). Ainsi, seulement 1% des familles ont mis la technologie en œuvre avec un soutien externe. Il existe une structure par village dans le sous-district de Boteti – qui font toutes partie de projets de démonstration. Il n'y a pas eu d'adhésion du public suite à la démonstration car la subvention du gouvernement a changé et a été supprimée. La technologie est trop onéreuse (matériaux de construction, embauche d'un maçon, ciment). Il n'y a pas de tendance à l'adoption spontanée (capital ou coûts de mise en œuvre élevés). Les groupes à bas revenus obtiennent l'eau des forages communaux et les riches éleveurs forent leurs propres puits, la désalinisation est ainsi préférée.

Conclusions

Forces → comment les maintenir / améliorer

Fournit de l'eau fraîche pendant l'été → continuer à faire fonctionner.

Fournit de l'eau dans la zone des *lands*, là où le besoin s'en fait le plus sentir → maintenir la structure ou augmenter la capacité de la citerne.

Les fermiers apprécient la bonne qualité de l'eau et nettoient le système tous les ans → maintenir en fonction.

Coûts d'entretien minime, facile à utiliser → maintenir en fonction.

Utile en tant qu'abri ou lieu de stockage → maintenir en fonction.

Faiblesses → comment les surmonter

Coûteux à mettre en place → subventions du gouvernement, des ONG, du secteur privé.

Considéré comme dépendant des pluies, échec en cas de sécheresse → recherche, information des parties prenantes.

Problèmes de qualité de l'eau → éducation sur le nettoyage de la cuve et faire bouillir l'eau pour la consommation humaine.

Coûteux à mettre en place (matériaux de construction) → subventions du gouvernement, des ONG, du secteur privé.

Peur de confiscation des terres par le gouvernement suite aux subventions → information sur les subventions pour rassurer.

Référence(s) clé(s) : Ministry of Agriculture Headquarters, Department of Crop Production, Engineering Division, Water Development Section, P/Bag 003, Gaborone, Botswana. dcp@gov.bw [department of crop production] or kmphokedi@gov.bw [for director] and blaolalng@gov.bw for technical officer

Personne(s) à contacter : Julius Athhopheng, ATLHOPHE@mopipi.up.bw



Système de récolte d'eau de pluie

Népal - *Akase paani sankalan pranali (népalais)*

Ce système récolte l'eau de pluie d'un toit et l'achemine par des tuyaux vers une cuve à eau en ferrociment.

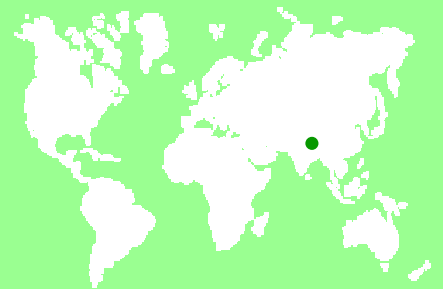
De nombreux ménages des collines moyennes du Népal souffrent de pénurie d'eau pendant la saison sèche. La technologie décrite ici – la récolte d'eau de pluie en toiture lors des fortes précipitations, pour un usage ultérieur – est un moyen prometteur pour améliorer l'accès des habitants à l'eau pour l'usage domestique, surtout pour les ménages qui n'ont pas ou peu accès à l'eau de source ou d'un puits. L'adoption plus systématique de la technologie doit encore se faire dans les collines du Népal.

La technologie a été introduite dans le bassin versant de Jhikhu Khola afin de proposer une source alternative d'eau pour l'usage domestique (surtout l'eau potable). La technologie est adaptée à l'habitat rural des zones montagneuses. Le système de récolte d'eau consiste en une toiture de captage, des tuyaux d'acheminement et une cuve de stockage. La tuyauterie comprend une gouttière faite de tuyaux en polyéthylène coupés dans le sens de la longueur et comprenant une dérivation qui permet de procéder régulièrement à une vidange de nettoyage du système. L'eau collectée est stockée dans une cuve d'une capacité de 500 ou 2000 litres en ferrociment fabriquée à l'aide d'un moule (voir photo). Le moule préfabriqué en tiges de fer et plaques de polyéthylène est d'abord installé sur une plateforme en béton, puis des fils métalliques sont tendus depuis la base du moule jusqu'au sommet, du grillage à poules est ensuite placé sur ces fils et fixé solidement avec du fil de fer fin, enfin, un revêtement en ciment est appliqué sur la structure métallique. La cuve est enduite de trois couches d'enduit de ciment ; un tamis en nylon fin est placé sur l'ouverture pour filtrer les impuretés et un couvercle en tôle ferme le tout.

Un robinet est installé à 20 cm au-dessus du sol, ce qui permet de remplir les récipients locaux de 15 litres (*gagri*) et évite remplir de trop gros récipients, tout en limitant la quantité d'eau inaccessible au fond la cuve (Nakarmi et al. 2003). Un maçon formé peut facilement installer l'ensemble du système. Celui-ci peut être construit en une semaine environ, à condition que le moule et les matériaux soient disponibles. La principale tâche d'entretien consiste à maintenir le toit propre, surtout après de longues périodes de temps sec. Cette opération se fait en ouvrant le système de chasse de la gouttière qui permet d'évacuer la première eau de pluie sale du toit avant qu'elle n'aille dans la cuve.

gauche : les trois composants d'un système de récolte d'eau de pluie en toiture : un toit pour le captage, des tuyaux d'acheminement et une cuve en ferrociment. (photo : K.M. Sthapit)

droite : installation du moule et fixation du grillage à poules pour la fabrication de la cuve. (photo : PARDYP)



Localisation : les comités villageois de développement (VDC) de Kharelthok, Sathighar, Panchkhal, Hokse et Patalekhet du bassin versant de Jhikhu Khola

Région : district de Kavrepalanchowk

Surface de la technologie : 1 - 10 km²

Pratique de conservation : structure physique

Stade d'intervention : atténuation

Origine : développée à l'extérieur / introduite par un projet, récent, il y a <10 ans

Utilisation des terres : autres : implantations, réseaux d'infrastructures

Climat : semi-aride, subtropical

Références de la base de données WOCAT :

QT NEP018en sur cdewocat.unibe.ch/wocatQT

Approche similaire/liée : non documentée

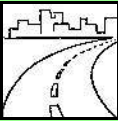


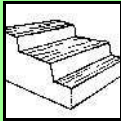
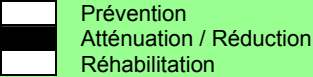
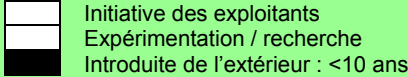
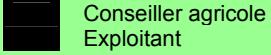
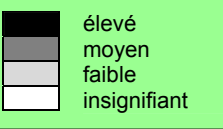
Compilé par : Madhav Dhakal, ICIMOD, Népal

Date : 20 octobre 2006, mise à jour 2008

ICIMOD

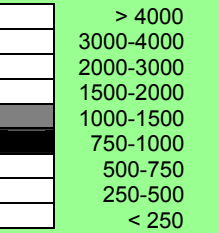
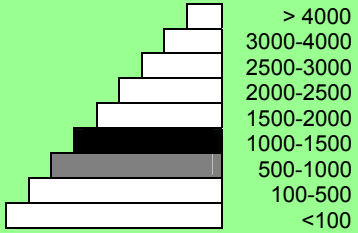
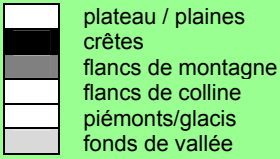
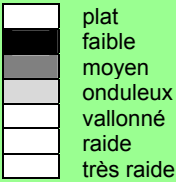
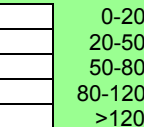
Classification

Problèmes d'utilisation des terres : disponibilité insuffisante de l'eau entre la fin de l'hiver et les mois précédant la mousson ; contamination par les sédiments au cours de la saison des pluies. Le débit des sources traditionnelles d'eau, comme les étangs artificiels, les sources, « trous » à suintement d'eau, puits peu profonds et ruisselets, devient rapidement limité après la fin de la mousson. De nombreuses zones d'habitat sont situées sur des crêtes et la plupart des sources se trouvent plus bas, ce qui rend difficile l'approvisionnement des ménages en eau par des réseaux de tuyaux. Les femmes et les filles sont souvent confrontées à la dure tâche du portage de l'eau vers l'amont, surtout pendant la mousson quand les chemins sont glissants.

<p>Utilisation des terres</p>  <p>implantations, réseaux d'infrastructures</p>	<p>Climat</p>  <p>humide, subtropical</p>	<p>Dégradation</p>  <p>dégradation physique du sol : pénurie d'eau</p>	<p>Pratique de conservation</p>  <p>structure physique : réservoir ou cuve</p>
<p>Stade d'intervention</p>  <p>Prévention Atténuation / Réduction Réhabilitation</p>	<p>Origine</p>  <p>Initiative des exploitants Expérimentation / recherche Introduite de l'extérieur : <10 ans</p>	<p>Niveau de connaissances techniques</p>  <p>Conseiller agricole Exploitant</p>	
<p>Principales causes de la dégradation des terres : Causes directes - naturelles : changement des précipitations saisonnières</p>			
<p>Principales fonctions techniques : - récolte de l'eau / augmentation des réserves d'eau</p>	<p>Fonctions techniques secondaires : aucune</p>	 <p>élevé moyen faible insignifiant</p>	

Environnement

Environnement naturel

<p>Précipitations moyennes annuelles (mm)</p>  <p>> 4000 3000-4000 2000-3000 1500-2000 1000-1500 750-1000 500-750 250-500 < 250</p>	<p>Altitude (m)</p>  <p>> 4000 3000-4000 2500-3000 2000-2500 1500-2000 1000-1500 500-1000 100-500 <100</p>	<p>Topographie</p>  <p>plateau / plaines crêtes flancs de montagne flancs de colline piémonts/glacis fonds de vallée</p>	<p>Pente (%)</p>  <p>plat faible moyen onduleux valloné raide très raide</p>
<p>Profondeur du sol (cm): n.ap.*</p>  <p>0-20 20-50 50-80 80-120 >120</p>	<p>Saison(s) de culture : 150 jours (juin à octobre) Texture du sol : n.ap. Fertilité du sol : n.ap. Matière organique dans la couche arable : n.ap. Drainage du sol / infiltration : n.ap.</p>		<p>Capacité de rétention d'eau du sol : n.ap. Profondeur estimée de l'eau dans le sol : n.ap. Disponibilité de l'eau de surface : n.ap. Qualité de l'eau : médiocre pour l'eau potable Biodiversité : n.ap.</p>

Tolérance aux extrêmes climatiques : augmentation des températures, des précipitations saisonnières, épisodes de fortes précipitations (intensité et quantité), tempêtes de vent/poussière, inondations, diminution de la saison de culture

Sensibilité aux extrêmes climatiques : diminution saisonnière des précipitations, sécheresses / périodes sèches

En cas de sensibilité, quelles modifications ont été apportées / sont possibles : pas de données

*n.ap : non applicable

Environnement humain

Terres cultivées par ménage (ha)

■	<0.5
■	0.5-1
■	1-2
■	2-5
■	5-15
■	15-50
■	50-100
■	100-500
■	500-1,000
■	1,000-10,000
■	>10,000

Exploitant : individuel/ ménages exploitants de moyenne échelle, exploitants typiques / dans la moyenne, hommes et femmes
Densité de population : 200-500 personnes/km²
Croissance annuelle de population : 2 - 3%
Propriété foncière : individuel, titré
Droits d'utilisation des terres : individuel
Droits d'utilisation de l'eau : communal (organisé)
Niveau relatif de richesse des exploitants : pauvre, ce qui représente 50% des exploitants ; 25% de la surface des terres appartient à des exploitants moyens

Importance des revenus non agricoles : 10-50% du revenu : dans la plupart des exploitations, la part des revenus extérieurs joue un rôle plutôt mineur mais va croissant
Accès aux services et infrastructures : pas de données
Economie générale : subsistance (autoconsommation)
Mécanisation : pas de données
Cheptel pâturant sur les résidus de culture : 3,9 unités de bétail tropical (UBT) par ménage

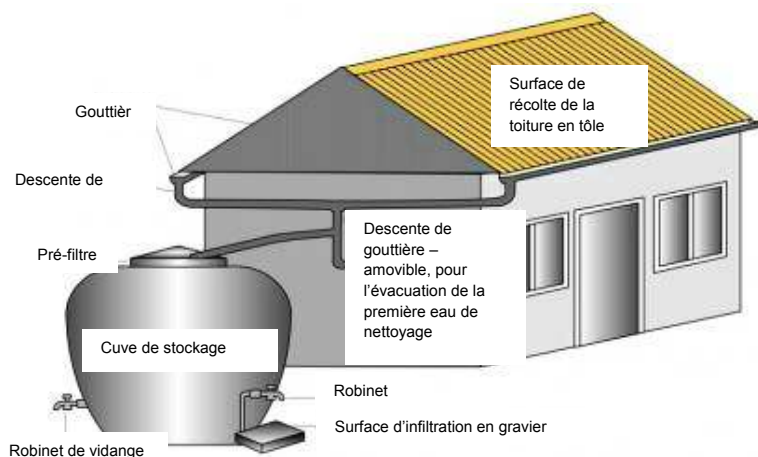


Schéma technique

Le système de récolte d'eau de pluie avec le captage en toiture, les tuyaux de raccordement et la cuve de stockage. (A.K. Thaku)

Activités de mise en œuvre, intrants et coûts

Activités de mise en place	Intrants et coûts de mise en place par ha		
	Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
1. Construction du socle en béton à l'aide du moule pour la base			
2. Installation du moule principal à l'aide de fil de fer avec enveloppement de grillage à poules			
3. Première couche de ciment			
4. Seconde couche de ciment			
5. Installation des gouttières et tuyaux, y compris le tuyau de vidange			
6. Enlèvement du moule			
7. Couche intérieure de ciment			
8. Temps de prise du béton			
9. Contrôle final et pose du couvercle en tôle sur l'ouverture du sommet de la cuve			
	TOTAL	127	9

Activités de maintenance / récurrentes	Intrants et coûts d'entretien / récurrents et coûts par ha par an		
	Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
1. Nettoyage de la cuve une à deux fois par an			
2. Evacuation de l'eau contaminée			
	TOTAL	15	100

Remarques : le moule et les outils ont été fournis par le projet et peuvent servir pour l'installation de nombreux systèmes de collecte d'eau, c'est pourquoi le coût des outils n'a pas été inclut ici. Le prix des matériaux est fluctuant dans le temps. Le coût du transport dépend de l'isolement du site. En 1999/2000, le coût d'un système allait de US\$80 à US\$120 ; les exploitants y contribuaient à hauteur d'environ US\$40 en fournissant la main d'œuvre non qualifiée et les matériaux disponibles sur place, tels que le sable et les agrégats fins (calculé avec un taux de change de US\$1 = NRs 73).

Evaluation

Impacts de la technologie	
Bénéfices de production et socioéconomiques aucun	Inconvénients de production et socioéconomiques + ■ ■ perte de terrain près de la maison, à cause de la cuve
Bénéfices socioculturels +++ renforcement des institutions communautaires +++ amélioration des connaissances de conservation / érosion	Inconvénients socioculturels aucun
Bénéfices écologiques ++ augmentation de la disponibilité de l'eau en période sèche ++ amélioration des conditions sanitaires	Inconvénients écologiques aucun
Bénéfices hors-site ++ plus d'eau disponible pour les voisins en cas de pénurie	Inconvénients hors-site aucun
Contribution au bien-être humain / moyens d'existence + ■ ■ amélioration de la santé grâce à la disponibilité d'eau de bonne qualité	

+++ : élevé, ++ : moyen, + : faible

Bénéfices / coûts du point de vue de l'exploitant	Bénéfices comparés aux coûts	
	à court terme	à long terme
Mise en place	légèrement négatif	très positifs
Entretien / récurrente	très positifs	très positifs

L'investissement initial est élevé, mais les utilisateurs ont tout de suite plus d'eau. Le coût d'installation élevé fait que les bénéfices à court terme sont légèrement négatifs.

Acceptation/adoption : 74% des familles d'exploitants ont mis en œuvre la technologie avec une aide matérielle extérieure. 26% des familles d'exploitants ont mis en œuvre la technologie elles-mêmes. Il existe une petite tendance (croissante) à l'adoption spontanée de la technologie. Le nombre de ménages qui appliquent la technologie augmente sans que de nouvelles incitations soient fournies.

Conclusions

Forces → comment les maintenir/améliorer

La récolte de l'eau de pluie économise au moins un jour de travail par semaine et par famille grâce à la diminution du temps de portage de l'eau (dans le cas présent, lors de la saison des pluies) quelle que soit ensuite l'utilisation de l'eau en saison sèche → Promouvoir les bénéfices économiques de la technologie par des programmes de partage d'expériences.

La technologie diminue la charge de travail des femmes car c'est elles qui doivent porter l'eau → Promouvoir la technologie en mettant en œuvre un programme à plus grande échelle.

Les cuves durent plus longtemps que les réservoirs en plastique → Entretien régulièrement les systèmes pour les maintenir en état.

L'eau stockée peut servir pour les urgences, pour préparer les repas pour les invités en période chargée comme la plantation ou la récolte du riz et pendant les festivals → Partager les expériences pour favoriser l'adoption de la technologie.

L'eau récoltée a meilleur goût car elle est plus fraîche que celle des réservoirs en polyéthylène → Des analyses de laboratoire de l'eau de pluie récoltée à différentes périodes, c.à.d. du 1^{er} au 12^{ème} mois de récolte permettraient d'en connaître la qualité.

Faiblesses et → comment les surmonter

Une cuve de 2000 litres couvre à peine les besoins d'un ménage en saison sèche → Construire de plus grandes cuves, ou plusieurs cuves, pour subvenir aux besoins de la plupart des ménages.

Une contamination microbiologique (total bactéries et coliformes fécaux) et des niveaux de phosphate au-dessus des normes CE ont été trouvés dans certaines cuves à cause des déjections d'oiseaux et poussières sur le toit → Nettoyer régulièrement les toitures de captage et traiter l'eau avant consommation par ébullition ou chloration. Le faible taux minéral de l'eau de pluie peut être dommageable pour la santé humaine, lorsqu'elle est bue en grande quantité (effet d'osmose inverse).

La technologie n'est pas adaptée aux toitures des temples car ces toits hébergent un grand nombre de pigeons dont les excréments souillent l'eau de pluie qui tombe sur ces toits → Eviter les captages trop contaminés.

La technologie est chère pour les ménages pauvres → Un soutien externe est nécessaire pour que ces ménages puissent l'acquérir.

Le robinet est très bas, rendant le puisage avec le *gagree* difficile → Le système est conçu afin d'utiliser efficacement l'eau récoltée ; le robinet peut être placé plus haut mais la quantité d'eau inutilisable augmente à cause de la « réserve morte ».

Des fondations trop peu compactées peuvent entraîner l'effondrement de la cuve → bien compacter la zone sous la plaque.

Référence(s) clé(s) : Harma, C. (2001) Socioeconomic Indicative Impact Assessment and Benchmark Study on Rooftop Rainwater Harvesting, Kabhrepalanchok District, Nepal, a report submitted to ICIMOD, Kathmandu, Nepal / ICIMOD (2000) Water Harvesting Manual, unpublished manual prepared for PARDYP Project, ICIMOD / ICIMOD (2007) Good Practices in Watershed Management, Lessons Learned in the Mid Hills of Nepal. Kathmandu: ICIMOD / Lessons Learned from the People and Resource Dynamics Project, PARDYP/ICIMOD. 2006. / Nakarmi, G.; Merz, J.; Dhakal, M. (2003) 'Harvesting Roof Water for Livelihood Improvement: A Case Study of the Yarsha Khola Watershed, Eastern Nepal'. In News Bulletin of Nepal Geological Society, 20: 83-87 / Nakarmi, G.; Merz, J. (2001) Harvesting Rain Water for Sustainable Water Supplies to Rural Households in the Yarsha Khola Watershed, a report submitted to Kirchgemeinde Zuoz, Switzerland and ICIMOD, Kathmandu, Nepal

Personne(s) à contacter : Madhav Dhakal, ICIMOD, Kathmandu, Nepal



Récolte d'eau de pluie en toiture avec stockage dans une citerne souterraine revêtue de polyéthylène

Tadjikistan - Чамъоварии оби борон аз руи боми хона (russe)

Utilisation d'une citerne creusée et revêtue d'un film de polyéthylène pour stocker l'eau de pluie récoltée sur le toit de la maison

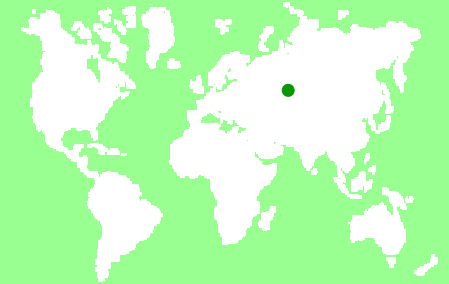
Il s'agit d'une citerne creusée dans la terre, une structure simple et peu coûteuse qui peut servir à stocker l'eau récupérée sur le toit. Le trou est creusé et revêtu d'un film de polyéthylène pour éviter les fuites, puis recouvert d'un couvercle en métal permettant l'accès. Le toit de la maison est équipé d'une gouttière en plastique qui capte l'eau de pluie et la dirige vers la citerne par un tuyau en plastique. L'eau de la citerne peut ensuite être utilisée pour l'irrigation des cultures (pendant les mois chauds et secs de l'été), pour les sanitaires et, potentiellement, pour l'eau potable.

La population du Tadjikistan du sud est surtout constituée de fermiers qui pratiquent la culture de subsistance et qui sont très dépendants de leurs jardins potagers. Avec l'accroissement de la population, la pression foncière augmente. Les terres, déjà en mauvais état, sont de plus en plus dégradées par la déforestation, le surpâturage et la surexploitation en général. Au Tadjikistan du sud, les précipitations sont importantes pendant la saison pluvieuse, de l'automne au printemps, mais le manque d'eau de la fin du printemps jusqu'à l'automne pose des problèmes de pénurie. Pendant la saison pluvieuse, une bonne partie de l'eau se perd sous forme de ruissellement ; cette eau peut être récupérée dans un réservoir pour servir en saison sèche. Elle peut servir pour arroser les cultures et augmenter leurs rendements, leur diversité et leur qualité. L'eau en trop peut être utilisée pour l'usage sanitaire, pour l'eau potable et pour abreuver les animaux.

Plusieurs étapes sont nécessaires pour la mise en place d'un tel réservoir de stockage. Une estimation approximative du volume potentiel d'eau récoltable devra tout d'abord être faite ; ensuite, il s'agit de trouver le meilleur emplacement pour le réservoir afin de minimiser les coûts et que l'accès en soit aisé. Il est déconseillé de placer les réservoirs près de grands arbres car leurs racines sont susceptibles de percer le film en polyéthylène.

Les étapes de la construction sont : 1) creuser le réservoir, 2) revêtir les murs intérieurs avec un mélange de terre très fine et d'eau afin de les lisser, 3) doubler les murs du réservoir avec une double couche de polyéthylène, 4) raccorder les couches de polyéthylène intérieures avec le couvercle du réservoir au moyen d'une corde afin que l'ensemble puisse être extrait à tout moment pour le nettoyage des sédiments, 5) couvrir le réservoir avec les matériaux disponibles, par exemple un mélange de terre, d'eau et de paille, renforcé par quelques perches en bois, et en laissant une ouverture de 0,25 x 0,25m pour pouvoir puiser l'eau, 6) finalement, raccorder le toit au réservoir avec un tuyau en plastique. Pour éviter que de l'eau sale coule depuis le toit dans le réservoir, il est conseillé de ne raccorder le tuyau au réservoir qu'un certain temps après le début de la pluie.

gauche : citerne de récolte d'eau de pluie raccordée à la gouttière par un tuyau. (photo : Daler Domullojonov)
droite : citerne économique de récolte d'eau de pluie. (photo : Daler Domullojonov)

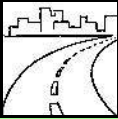


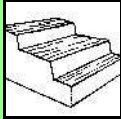
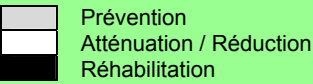
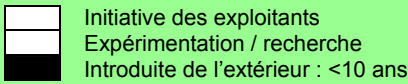
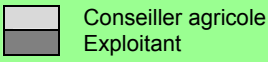
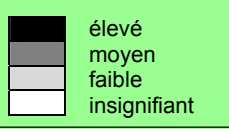


Localisation : Temurmalik, Baljuvon
Région : province de Khatlon
Surface de la technologie : 10 - 100 km²
Pratique de conservation : structure physique
Stade d'intervention : réhabilitation / reprise de terres dénudées
Origine : développé à l'extérieur / introduit par un projet, récente, il y a <10 ans
Utilisation des terres : lieux habités, réseaux d'infrastructure
Climat : semi-aride, tempéré
Référence de la base de donnée WOCAT : QT TAJ104 en sur cdewocat.unibe.ch/wocatQT
Approche similaire/liée : non documentée
Compilé par : Daler Domullojonov, Welthungerhilfe
Date : 06 avril 2011, mise à jour le 8 juillet 2011



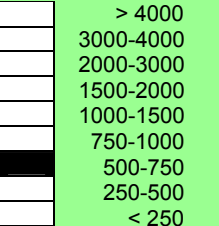
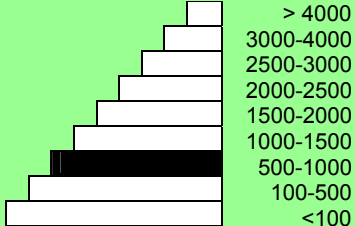
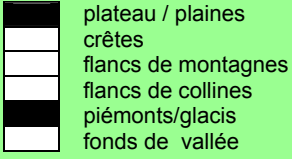
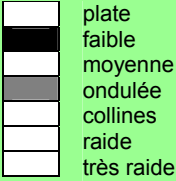
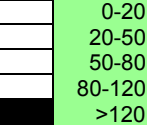
Classification

Problèmes d'utilisation de l'eau : la pénurie d'eau et la gestion inefficace des ressources naturelles, visible surtout dans le fait que les gens jettent des engrais organiques potentiels au lieu de les épandre sur les champs ; des techniques de labour inadaptées qui entraînent une accélération de l'érosion, la déforestation et le gaspillage des combustibles dans des cuisinières et des fours peu efficaces ; un surpâturage qui entraîne une dégradation des prairies.

<p>Utilisation des terres</p>  <p>lieux d'habitation, réseaux d'infrastructure</p>	<p>Climat</p>  <p>semi-aride, tempéré</p>	<p>Dégradation</p>  <p>dégradation hydrique : aridification, variation dans la quantité d'eau de surface, baisse de la qualité de l'eau de surface</p>	<p>Pratique de conservation</p>  <p>structure physique : réservoir / retenue / barrage (stockage de l'excès d'eau)</p>
<p>Stade d'intervention</p>  <p>Prévention Atténuation / Réduction Réhabilitation</p>	<p>Origine</p>  <p>Initiative des exploitants Expérimentation / recherche Introduite de l'extérieur : <10 ans</p>	<p>Niveau de connaissances techniques</p>  <p>Conseiller agricole Exploitant</p>	
<p>Principales causes de dégradation des sols : Causes directes : d'origine humaine : gestion des sols, déforestation / suppression du couvert végétal (feux de forêt), surpâturage Causes indirectes : intrants et infrastructures</p> <p>Principales fonctions techniques : - récolte de l'eau / augmentation des réserves d'eau - contrôle du ruissellement : retenir / stocker - contrôle du ruissellement : drainer / détourner</p> <p>Fonctions techniques secondaires : aucune</p>  <p>élevé moyen faible insignifiant</p>			

Environnement

Environnement naturel

<p>Précipitations moyennes annuelles (mm)</p>  <p>> 4000 3000-4000 2000-3000 1500-2000 1000-1500 750-1000 500-750 250-500 < 250</p>	<p>Altitude (m)</p>  <p>> 4000 3000-4000 2500-3000 2000-2500 1500-2000 1000-1500 500-1000 100-500 <100</p>	<p>Topographie</p>  <p>plateau / plaines crêtes flancs de montagnes flancs de collines piémonts/glacis fonds de vallée</p>	<p>Pente (%)</p>  <p>plate faible moyenne ondulée collines raide très raide</p>
<p>Profondeur du sol (cm)</p>  <p>0-20 20-50 50-80 80-120 >120</p>	<p>Saison(s) de culture : 180 jours (mars-novembre) Texture du sol : fine / lourde (argiles) Fertilité du sol : moyenne Matière organique de la couche arable : faible (<1%) Drainage du sol/infiltration : moyen</p> <p>Capacité de rétention d'eau du sol : moyenne Profondeur estimée de l'eau dans le sol : 5 - 50 m Disponibilité de l'eau en surface : faible / nulle Qualité de l'eau : mauvaise pour l'eau potable Biodiversité : faible</p>		

Tolérance aux extrêmes climatiques : augmentation des températures, augmentation des précipitations saisonnières, fortes pluies (intensité et quantité), tempêtes / tempêtes de poussière, diminution de la période de culture

Sensibilité aux extrêmes climatiques : diminution des précipitations saisonnières, inondations, sécheresses / périodes sèches

En cas de sensibilité, quelles modifications ont été faites / sont possibles : afin de minimiser le risque d'endommagement du film d'étanchéité en polyéthylène et diminuer l'évaporation, le réservoir est couvert. Comme celui-ci est enterré, la température de l'eau reste stable. Si la pluviométrie diminue, la quantité d'eau stocké diminue aussi

Environnement humain

Terre cultivée par ménage (ha) pas de données

	<0.5
	0.5-1
	1-2
	2-5
	5-15
	15-50
	50-100
	100-500
	500-1,000
	1,000-10,000
	>10,000

Exploitant : individuel / ménages, exploitants à petite échelle, exploitants typiques / dans la moyenne, hommes et femmes
Densité de population : < 10 personnes/km²
Croissance annuelle de la population : 1 - 2%
Droit de propriété foncière : Etat, individuel, titres
Droit d'utilisation des terres : individuel
Droit d'utilisation de l'eau : individuel
Niveau moyen de richesse des exploitants : pauvre, 100% des exploitants

Importance des revenus non agricoles : 10-50% des revenus : dans cet exemple, le fils du fermier a émigré en Russie
Accès aux services et infrastructures : faible : santé, assistance technique, emploi (p.ex. hors exploitation), marché, énergie, routes et transports, eau potable et assainissement, services financiers; moyen : éducation
Orientation du marché : non .ap*.
Mécanisation : non .ap*.
Pâturage sur les terres de culture : non .ap*.

n.ap* : non applicable

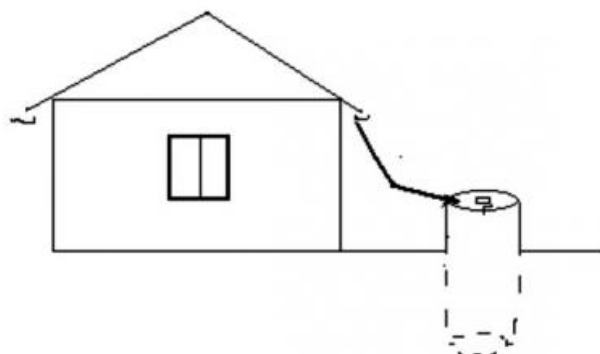


Schéma technique

Récolte de l'eau de pluie sur le toit de la maison d'habitation et stockage dans un réservoir creusé dans la terre et revêtu d'un film de plastique. Le réservoir est recouvert d'une plaque métallique amovible d'accès. (Daler Domullojonov)

Activités de mise en œuvre, intrants et coûts

Activités de mise en place

- Creusement de la fosse à la main, lissage et enduit, couverture du réservoir
- Obtention, préparation et mise en place des feuilles de polyéthylène et du tuyau

Intrants et coûts de mise en place par ha

Intrants	Coûts (US\$)	% à charge de l'exploitant
Main d'œuvre	13.8	100
Équipement - seau	1	100
Matériaux de construction		
- bois	4.4	100
- terre	1	100
- film en polyéthylène	5.1	50
- tuyau en plastique	2.2	100
- corde	0.11	50
TOTAL	27.6	86

Activités de maintenance/récurrentes

- Changement du film en polyéthylène; couverture
- Nettoyage du réservoir (nettoyage des sédiments)

Intrants et coûts de maintenance/récurrents par ha et par an

Intrants	Coûts (US\$)	% à charge de l'exploitant
Main d'œuvre	1	100
Matériaux de construction		
- terre	0.6	
- film en polyéthylène	5.1	100
- corde	2.2	
TOTAL	8.9	100

Remarques : la nature du sol au Tadjikistan se prête très bien au creusement des fosses de rétention, la main d'œuvre est fournie par l'exploitant et les tuyaux en plastique peuvent être fabriqués à partir de bouteilles en plastique vides. Le film polyéthylène et la corde doivent être achetés dans un magasin. Les coûts ci-dessus ont été calculés pour la construction d'un réservoir. Un ménage peut avoir plusieurs réservoirs pour le jardin potager.

Evaluation

Impacts de la technologie

Bénéfices socioéconomiques et de production

- +++ augmentation de la disponibilité qualité / de l'eau
- +++ augmentation de la disponibilité qualité / de l'eau d'irrigation
- ++ augmentation des revenus agricoles
- ++ réduction de la charge de travail
- + augmentation des rendements
- + augmentation de la production fourragère
- + augmentation de la production animale

Inconvénients socioéconomiques et de production

pas de données

Bénéfices socioculturels

- ++ amélioration de la sécurité alimentaire / autosuffisance

Inconvénients socioculturels

pas de données

Bénéfices écologiques

- +++ augmentation de la quantité d'eau
- +++ amélioration de la collecte / stockage de l'eau
- + réduction du ruissellement de surface

Inconvénients écologiques

pas de données

Bénéfices hors-site

pas de données

Inconvénients hors-site

pas de données

Contribution au bien-être humain/conditions de vie

- ++ Plus d'eau disponible pour les ménages; moins de temps de portage de l'eau.

+++ : élevé, ++ : moyen, + : faible

Bénéfices / coûts selon l'exploitant

Bénéfices comparés aux coûts	à court terme	à long terme
Mise en place	très positif	non spécifié
Entretien/récurrent	très positif	non spécifié

Avant la mise en place de cette technologie, une famille dépensait \$44,50 par mois environ pour un camion d'eau. La construction d'un réservoir coûte environ \$25 et peut fournir 4 mois de consommation d'eau pour une famille après la saison de pluies.

Acceptation/adoption : 58% des familles d'exploitants ont mis la technologie en œuvre avec un soutien matériel externe. Lors de la phase initiale du projet, seulement 50% du coût du film en polyéthylène et de la corde leur était payé. 42% des familles d'exploitants ont mis la technologie en œuvre de manière autonome. Après avoir observé les avantages de la technologie et le rapport coût / bénéfice élevé, de nombreuses personnes de la communauté et des villages environnants ont reproduit eux-mêmes la technologie. Il existe une forte tendance (croissante) à l'adoption spontanée de la technologie.

Conclusions

Points forts et → comment les maintenir/améliorer

C'est une technologie peu chère et qui peut être mise en œuvre avec des matériaux obtenus localement → diffuser ce concept dans des régions où la pénurie d'eau se fait sentir, grâce à des services de vulgarisation locaux / ONG ou des habitants locaux.

Diminution du temps et des efforts de récolte d'eau, du coût d'achat de l'eau → promotion des mesures et technologies d'économie d'eau par les services ou ministères concernés.

Plus d'eau disponible pour le jardinage et les tâches ménagères.

Facilite l'accès à l'eau potable et pour l'hygiène → construire des réservoirs plus grands et/ou en plus grand nombre.

Fournit de l'eau pour l'irrigation lors des mois chauds et secs de l'été, améliorant ainsi le rendement et la diversité des cultures → formation et éducation sur les techniques de jardinage familial afin d'optimiser l'utilisation de la réserve d'eau.

Facile et rapide à installer et à entretenir.

Points faibles et → comment les surmonter

Les couches de plastique ont une durée de vie limitée → trouver des matériaux plus épais et plus résistants ou poser plusieurs couches.

Le revêtement imperméable est facilement percé par les rongeurs et même les gros insectes.

Les fermiers trouvent que la technique est chère à mettre en place et qu'il n'y a pas de garantie d'avoir de l'eau car elle est dépendante de la pluie → des subventions contribueraient à installer ces structures là où c'est faisable ; c'est pourquoi il est nécessaire de bien évaluer le volume potentiel d'eau avant la construction.

La durée de vie du polyéthylène n'est que de 2-4 ans → augmenter le nombre de couches ou utiliser un film de polyéthylène plus épais.

Référence(s) clé(s) : Brochure - Converting drought prone areas into productive gardens! Low cost options to improve rainwater harvesting in Southern Tajikistan rain fed areas and beyond! 2009 / Training film - Simple ways to improve management of kitchen gardens in Southern Tajikistan rain fed areas and beyond. 2009 / Welthungerhilfe project final narrative report (144-912) - 2010

Personne(s) à contacter : Domullojonov Daler Welthungerhilfe, Temurmalik office, 77, H. Zarif street, Soviet settlement, Temurmalik district, Khatlon province, Tajikistan, +992 918 248084, daler.domullojonov@welthungerhilfe.de; dalerd@list.ru



Récolte d'eau de pluie en toiture - réservoir en béton

Tadjikistan - Чамоварию оби борон (russe)

Ce système de récolte d'eau de pluie en toiture qui alimente un réservoir en béton a été conçu afin d'améliorer l'accès des ménages à l'eau d'irrigation pour les jardins potagers pendant les mois chauds et secs de l'été.

Un réservoir en béton de 16 m³, situé à l'ombre de la maison, est construit pour contenir l'eau de pluie collectée par les gouttières du toit.

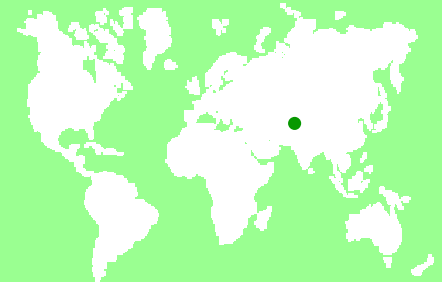
Le but de ce réservoir est de stocker l'eau destinée à la boisson, à l'usage sanitaire et à l'irrigation pendant les mois chauds et secs de l'été. Cette eau permet d'arroser des jardins potagers et de diversifier les cultures, ce qui devrait permettre d'améliorer les conditions de vie des ménages concernés.

La construction du système de récolte de l'eau pluviale comporte trois principaux éléments : tout d'abord, la pose d'une gouttière en métal sur des supports en bois autour du périmètre du toit de la maison ; ensuite, la construction d'une fosse en béton dans l'ombre de la maison ; finalement, la pose d'un tuyau de raccordement entre la gouttière et la fosse. Celle-ci devra être nettoyée pour éviter les contaminations et le développement d'algues sur les bords du réservoir.

A l'époque soviétique, la réserve d'eau pour le village se trouvait dans un réservoir en béton situé au pied des collines, au-dessus du village. Après la chute de l'Union soviétique, le réservoir en béton et l'infrastructure associée ont été laissés à l'abandon. Les habitants furent ainsi confrontés à des pénuries d'eau, surtout pendant les étés chauds et secs. Afin de remédier à cette situation, les habitants investirent du temps, de l'argent et des ressources dans la construction de systèmes de récolte d'eau pluviale.

gauche : Le tuyau en plastique qui raccorde le toit au réservoir en béton. (Photo : S. Stevenson)

droite : Le tuyau en plastique qui raccorde le toit au réservoir en béton. (Photo : S. Stevenson)



Localisation : Boshkengash

Région : Rudaki

Surface de la technologie : < 0.1 km²

Pratique de conservation : structure physique

Stade d'intervention : atténuation / réduction de la dégradation des sols

Origine : développée à l'initiative des exploitants, il y a 10-50 ans

Utilisation des terres : forêts/régions boisées (avant), cultures (après)

Climat : semi-aride, tempéré

Référence de la base de données WOCAT : QT TAJ348en sur cdewocat.unibe.ch/wocatQT




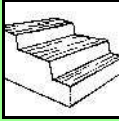
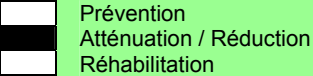
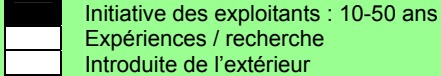
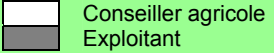
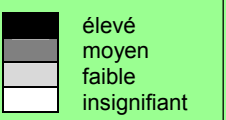
Approche similaire/liée : non documentée

Compilé par : Sa'dy Odinashoev, Caritas Tadjikistan

Date : 27 avril 2011

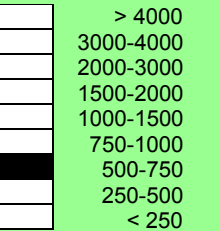
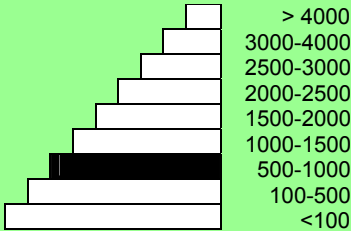
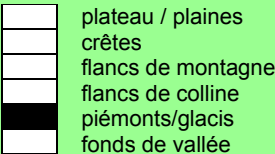
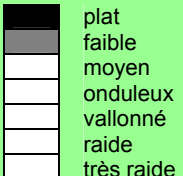
Classification

Problèmes d'utilisation des terres : pénurie d'eau lors des périodes critiques de l'année. Le village reçoit 600mm/an de précipitations qui tombent surtout pendant deux mois de l'année. Les terres du village s'assèchent de plus en plus, se dénudent et deviennent impropres à la culture.

Utilisation des terres	Climat	Dégradation	Pratique de conservation
 <p>forêts / zones boisées (avant) cultures annuelles (après) vergers et culture d'arbustes (après)</p>	 <p>semi-aride, tempéré</p>	 <p>érosion hydrique du sol : perte du sol de surface par l'eau</p>	 <p>structure physique : fossés étagés, voies d'eau (pour drainer et diriger l'eau)</p>
Stade d'intervention	Origine	Niveau de connaissances techniques	
 <p>Prévention Atténuation / Réduction Réhabilitation</p>	 <p>Initiative des exploitants : 10-50 ans Expériences / recherche Introduite de l'extérieur</p>	 <p>Conseiller agricole Exploitant</p>	
<p>Principales causes de dégradation des terres : Causes directes - d'origine humaine : sur/exploitation de la végétation pour l'usage domestique</p>			
<p>Principales fonctions techniques : - récolte de l'eau / augmentation des réserves d'eau</p>		<p>Fonctions techniques secondaires : - distribution de l'eau</p>	
 <p>élevé moyen faible insignifiant</p>			

Environnement

Environnement naturel

Précipitations moyennes annuelles (mm)	Altitude (m)	Topographie	Pente (%)
 <p>> 4000 3000-4000 2000-3000 1500-2000 1000-1500 750-1000 500-750 250-500 < 250</p>	 <p>> 4000 3000-4000 2500-3000 2000-2500 1500-2000 1000-1500 500-1000 100-500 <100</p>	 <p>plateau / plaines crêtes flancs de montagne flancs de colline piémonts/glacis fonds de vallée</p>	 <p>plat faible moyen onduleux vallonné raide très raide</p>
Profondeur du sol (cm)	<p>Saison(s) de culture : 220 jours (mars - novembre) Texture du sol : moyenne (limons) Fertilité du sol : élevée Matière organique dans la couche arable : moyenne (1-3%) Drainage du sol/infiltration : moyen</p>		<p>Capacité de rétention d'eau du sol : faible Profondeur estimée de l'eau dans le sol : 5 - 50 m Disponibilité de l'eau en surface : moyenne, faible/nulle Qualité de l'eau : eau potable : bonne, mauvaise Biodiversité : moyenne</p>

Tolérance aux extrêmes climatiques : augmentation des températures, augmentation saisonnière des précipitations, tempêtes de vent / de poussière, sécheresses / périodes sèches, raccourcissement de la saison de culture

Sensibilité aux extrêmes climatiques : sécheresses / périodes sèches

En cas de sensibilité, quelles modifications ont été apportées / sont possibles : En cas de précipitations importantes et de sécheresses estivales prolongées, il est possible d'augmenter la taille du réservoir.

Environnement humain

Terres cultivées par ménage (ha)

■	<0.5
■	0.5-1
■	1-2
■	2-5
■	5-15
■	15-50
■	50-100
■	100-500
■	500-1,000
■	1,000-10,000
■	>10,000

Exploitants : individuels / ménages, exploitants à petite échelle, exploitants typiques / dans la moyenne, hommes et femmes
Densité de population : 100-200 personnes/km²
Croissance annuelle de la population : 1 - 2%
Droit de propriété foncière : état
Droits d'utilisation des terres : individuel (pour l'eau des réservoirs, les jardins potagers sont attribués par le gouvernement local. Toutes les terres appartiennent à l'Etat.)
Droits d'utilisation de l'eau : individuel (pour l'eau des réservoirs, les jardins potagers sont attribués par le gouvernement local. Toutes les terres appartiennent à l'Etat.)
Niveau moyen de richesse des exploitants : moyen, ce qui représente 70% des exploitants

Importance des revenus non agricoles : 10-50% des revenus : les habitants ne tirent pas de revenu significatif de leurs jardins potagers.
Accès aux services et infrastructures : faible : santé, éducation, assistance technique, eau potable et sanitaire, services financiers; moyen : emploi (p.ex. non agricole), marchés, énergie, routes et transports
Economie de marché : subsistance (autoconsommation)
Mécanisation : n.ap.*
Cheptel pâturant sur les cultures : n.ap.*

n.ap* : non applicable

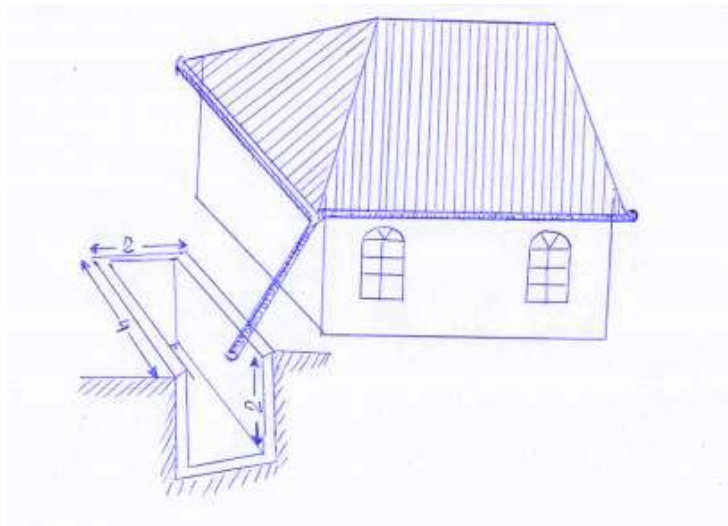


Schéma technique

Le schéma montre la gouttière métallique d'un diamètre de 0,15m fixée autour du périmètre de la toiture. La gouttière récolte l'eau de pluie qui coule sur le toit et la conduit vers le réservoir en béton par un tuyau en plastique fait de bouteilles de récupération fixées ensemble grâce à du fil de fer mince. Dans cet exemple, le réservoir mesure 4m de long, 2m de large et 2 m de profondeur et est situé du côté ombragé de la maison pour diminuer de taux d'évaporation. Le réservoir est situé dans la pente et est partiellement enterré du côté amont. Il est couvert pour des raisons de sécurité et pour éviter une contamination de l'extérieur. (Sosin Peter)

Activités de mise en œuvre, intrants et coûts

Activités de mise en place

1. Construction du réservoir en béton et de la gouttière

Intrants et coûts de mise en place par ha

Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
Main d'œuvre	100	100
Équipement - outils	15	100
Matériaux de construction		
- bois	30	100
- ciment, pierres, sable	150	100
- tôle pour la gouttière du toit	100	100
- tuyau plastique	2	100
TOTAL	397	100

Activités d'entretien / récurrentes

1. Nettoyage

Intrants et coûts d'entretien / récurrents et coûts par ha par année

Intrants	Coûts (US\$)	% couvert par l'exploitant
Main d'œuvre	5	100
TOTAL	5	100

Remarques : La main d'œuvre, les outils et les tuyaux peuvent être fournis par l'exploitant ; les pierres pour les fondations sont disponibles sur place. Cependant, il reste un investissement initial de \$300 pour le ciment, le bois et la gouttière en métal. Dans cet exemple, l'argent pour l'investissement initial a été récolté par les membres de la famille qui travaillent en Russie ou qui ont des salaires locaux. Le coût par réservoir a été calculé sur la base des prix en 2010.

Evaluation

Impacts de la technologie

Bénéfices de production et socio-économiques

- +++ augmentation de la disponibilité en eau potable
- +++ augmentation de la disponibilité / qualité de l'eau
- +++ augmentation de la disponibilité en eau d'irrigation
- ++ augmentation des rendements des cultures
- ++ diminution des dépenses en intrants agricoles
- + augmentation de la production de bois
- + réduction de la charge de travail

Inconvénients socioéconomiques et de production

- + risque d'endettement si l'exploitant doit emprunter pour l'investissement initial

Bénéfices socioculturels

- ++ atténuation des conflits
- ++ amélioration de la sécurité alimentaire / autosuffisance

Inconvénients socioculturels

aucun

Bénéfices écologiques

- +++ augmentation de la quantité d'eau
- +++ augmentation de la qualité de l'eau
- +++ amélioration de la récolte / stockage de l'eau
- ++ amélioration du taux d'humidité du sol
- ++ réduction de l'évaporation
- ++ augmentation de la diversité des plantes

Inconvénients écologiques

aucun

Bénéfices hors-site

- ++ augmentation de la disponibilité de l'eau

Inconvénients hors-site

aucun

Contribution au bien-être humain / moyens d'existence

+++ le niveau sanitaire et d'hygiène, la qualité et la diversité des cultures ont considérablement augmenté grâce à l'accès permanent à l'eau. L'accès à l'eau potable et l'amélioration de la qualité de celle-ci ont aussi progressé, bénéficiant à la santé en général.

+++ : élevé, ++ : moyen, + : faible

Bénéfices / coûts du point de vue de l'exploitant

Bénéfices comparés aux coûts	à court terme	à long terme
Mise en place	très positifs	très positifs
Entretien / récurrent	très positifs	très positifs

L'entretien du système reste limité s'il est construit selon des normes définies.

Acceptation/adoption : 70% des familles d'exploitants ont choisi de mettre la technique en œuvre de manière volontaire. Le système de collecte d'eau pluviale urbain a été copié par de nombreux membres de la communauté, sans soutien externe. Il existe une tendance modérée (croissante) à l'adoption spontanée de la technologie. Les gens l'ont observée et en ont expérimenté les bénéfices, ils ont ensuite décidé que l'investissement initial en valait la peine.

Conclusions

Points forts → comment les maintenir/améliorer

Améliore la ressource en eau d'irrigation pour la période estivale chaude et sèche → continuer à la diffuser à d'autres ménages.

A permis d'améliorer et de diffuser les jardins potagers → formations sur la mise en œuvre d'un jardin potager.

Améliore la qualité et la quantité des rendements

Améliore l'accès à l'eau potable et sanitaire → éducation sur les techniques sanitaires.

L'amélioration du niveau de vie et l'accès facilité à l'eau ont permis aux ménages d'avoir plus d'autonomie concernant le choix de leurs cultures et de leur alimentation.

Points faibles et → comment les surmonter

Sentiment que l'eau du réservoir est impropre à la consommation → l'eau a été analysée et trouvée bonne pour la consommation, ce qui a rassuré les membres du foyer. La couverture permanente du réservoir et son nettoyage régulier sont essentiels pour la qualité de l'eau.

L'investissement initial peut paraître trop important pour certaines familles → de nombreuses familles ont adopté le système ; il est probable que les coûts des matériaux seraient plus faibles si de nombreuses installations étaient construites en même temps. La technologie pourrait donner lieu à des micro-financement.

Personne(s) à contacter : Odinashoev Saadi CARITAS, 20, Pavlova str, Dushanbe, Tadjikistan. tel.985-170-125, E mail: sady.dc@mail.ru

Annexes







HP, Liniger

Annexe

Annexe1

Différentes définitions de la collecte de l'eau

- La collecte de l'eau est la récupération des eaux de ruissellement et leur utilisation pour l'irrigation des cultures, des pâturages et des arbres, et pour la consommation animale (Finkel et Finkel, 1986).
- La collecte de l'eau est la récupération des eaux de ruissellement* à des fins productives.** Cette définition par Critchley et Siegert (1991) a été et est encore souvent utilisée et citée (FAO, 1994; Falkenmark et al., 2001; Anderson et Burton, 2009; Scheierling et al., 2013).
- La collecte de l'eau est la récupération des eaux de ruissellement provenant des toits ou des surfaces au sol (Falkenmark et al., 2001; Worm et Hattum, 2006).
- La collecte de l'eau comprend toutes les méthodes de concentration, de détournement, de recueil, de stockage, d'utilisation et de gestion des eaux de ruissellement pour une utilisation productive (Ngigi, 2003).
- La collecte de l'eau est la récupération des eaux de ruissellement pluviales pour l'alimentation en eau domestique, l'agriculture et la gestion de l'environnement (Worm et Hattum, 2006).
- La collecte de l'eau est le recueil et la concentration des eaux de ruissellement pluviales pour la production agricole - ou pour améliorer la performance des herbes et des arbres - dans les zones arides où le déficit hydrique est le principal facteur limitant (Liniger et Critchley, 2007).
- La collecte des eaux pluviales est la concentration du ruissellement à partir des bassins versants pour une utilisation bénéfique (Rockström et al., 2007).
- La collecte des eaux pluviales est la récupération et la concentration des précipitations afin de les rendre disponibles pour des usages domestiques ou agricoles dans les zones arides où le déficit hydrique est le principal facteur limitant (Liniger et al., 2011).
- La collecte de l'eau est la récupération et la concentration des précipitations et des eaux de ruissellement et son utilisation productive pour l'irrigation des cultures annuelles, des pâturages et des arbres, pour la consommation domestique et celle du bétail et pour la recharge des eaux souterraines (Prinz, 2011).
- La collecte de l'eau est la récupération et la concentration des eaux de ruissellement pluviales ou des eaux de crue pour la production végétale (Critchley et Scheierling, 2012).
- La collecte de l'eau est le processus de concentration des précipitations par ruissellement et son stockage pour une utilisation bénéfique (Oweis et Al., 2012).

* Les eaux de ruissellement peuvent être collectées à partir des toits et des surfaces au sol ainsi qu'à partir des cours d'eau intermittents ou éphémères.

** Les fins productives comprennent l'eau destinée à la consommation et à l'utilisation humaine et animale et l'eau pour l'agriculture (cultures, fourrages, pâturages, arbres, jardins potagers, agro-alimentaire) et pour la gestion de l'environnement (forêts, zones protégées, faune sauvage).



gauche : captage rocheux, Kenya

droite : stockage d'eau derrière un barrage en terre sur le plateau de Loess, Chine

HP. Liniger

Annexe 2

Utilisation finale de l'eau collectée – "quelle technique est appropriée et sur quel site ?"

Utilisation de l'eau	Consommation humaine		Consommation du bétail		Agriculture		
	Eau potable	Eau domestique	Elevage sédentaire	Elevage pastoral	Production	Agro-alimentaire	Pêche
Exploitation	ToitsCE	Toits-CoursCE MacroCE (petits barrages, mares de fermes, réservoirs au dessus et au dessous du sol)	Toits-CoursCE MacroCE (petits barrages, mares de fermes, réservoirs au dessus et au dessous du sol)		MicroCE Toits-CoursCE (jardins potagers, cultures d'arrière-cours) MacroCE pour l'irrigation d'appoint (petits barrages, mares de fermes)	ToitsCE (en fonction de la quantité et de la qualité)	Toits-CoursCE
Communauté	ToitsCE sur bâtiments publics et industriels MacroCE (barrage et mares, en fonction de la qualité)	MacroCE (barrages, réservoirs)	MacroCE (barrages, mares, réservoirs)	MacroCE (barrages, mares, réservoirs)	MicroCE MacroCE et CrueCE pour prolonger la disponibilité de l'eau dans le sol et pour l'irrigation d'appoint	ToitsCE (en fonction de la quantité et de la qualité)	Toits-CoursCE MacroCE
Bassin versant / territoire	MacroCE (barrages et mares de taille moyenne, en fonction de la qualité)	MacroCE (barrages et mares de taille moyenne)	MacroCE (barrages et mares de taille moyenne)	MacroCE (digues, mares, réservoirs)	CrueCE MacroCE pour prolonger la disponibilité de l'eau dans le sol et pour l'irrigation d'appoint MicroCE		MacroCE

CrueCE : Collecte de l'eau des crues; MacroCE : Collecte de l'eau par macro-captage ; MicroCE : Collecte de l'eau par micro-captage ; Toits-CoursCE : Collecte de l'eau sur les toits et dans les cours.

Annexe 3

Questions abordées par la collecte de l'eau (CE) en matière d'amélioration de la disponibilité de l'eau et de développement

	CrueCE	MacroCE	MicroCE	Toits-CoursCE	CE : synthèse
Disponibilité en eau					
Eau potable (de bonne qualité)	n/ap	+	n/ap	++	+
Usage domestique (ménages)	n/ap	++	n/ap	+++	++
Bétail sédentaire	n/ap	++	n/ap	++	++
Bétail au pâturage	+	+++	+	n/ap	++
Agriculture pluviale	+++	++	+++	n/ap	+++
Irrigation opportuniste	+++	+	n/ap	n/ap	++
Irrigation complémentaire	+	+++	n/ap	+	++
Irrigation de cultures / jardins potagers	n/ap	++	+	+++	++
Questions de développement concernées					
Prévention / inversion de la dégradation des terres	+	++	+++	n/ap	++
Maintien / amélioration de la sécurité alimentaire	+	+++	+++	+	++
Réduction de la pauvreté rurale	+	++	++	++	++
Création d'emplois en milieu rural	+	++	+	++	+
Soutien à l'équité des genres / des groupes marginalisés	+/-	+	+	+++	+
Réduction du risque d'échec de culture	+	++	+++	+	++
Amélioration du rendement des cultures (y compris arbres fruitiers)	++	+++	+++	+	+++
Amélioration de la production fourragère	+	++	++	n/ap	++
Amélioration de la production de bois / fibres	+	++	++	n/ap	++
Amélioration de la productivité de l'eau	+	++	+	++	++
Piégeage des sédiments et nutriments	+++	+++	++	n/ap	++
Amélioration de la biodiversité	+	+++	++	+	++
Prévention / atténuation des catastrophes naturelles	++	++	+	+	++
Atténuation du changement climatique	++	++	+++	+/-	++
Adaptation au changement climatique					
Résilience aux conditions très sèches	+/-	++	+	+	+
Résilience à une pluviométrie variable	+	+++	++	++	++
Résilience aux tempêtes de pluie et de vent	++	++	+	+++	++
Résilience à l'augmentation des températures et de l'évaporation	++	++	++	+++	++

Importance : +++ élevée, ++ moyenne, + faible, +/- neutre, n/ap: non applicable

CrueCE : Collecte de l'eau des crues; MacroCE : Collecte de l'eau par macro-captage ; MicroCE : Collecte de l'eau par micro-captage ; Toits-CoursCE : Collecte de l'eau sur les toits et dans les cours.

Annexe 4 Organisations de la CE et événements de CE réguliers

Le tableau ci-dessous compile les organisations principales de la CE – réseaux et acteurs – et décrit le type de CE ciblé et leurs activités principales.

Organisations principales de la CE

Nom de l'organisation	Type				Focus géographique	CE ciblée	Activités	Site web
	Réseau	ONG	Organisation internationale	Projet de recherche				
Agricultural Water Management Solutions		+			Afrique, Asie	a	k/r	http://awm-solutions.ivmi.org
American Rainwater Catchment Systems Association (ARCSA)	+				Amérique du N, Amérique L	d	c/t/p/k/f/i/m/e/r	www.arcsa.org
Arab Centre for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD)		+/-			Moyen Orient			www.acsad.org
Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva		+			Amérique Latine	d	c/t/p/k	www.abcmac.org.br
Barefoot college		+/-			Asie	d	c/t/p/k/f/i/p	www.barefootcollege.org
Be Buffered	+				Global	a	p/k	www.bebuffered.com
Capacity Building for Sustainable Water Resources Network (Cap-Net)	+/-				Afrique, Asie, Amérique L	a	c	www.cap-net.org
Centre for Science and Environment (CSE)		+/-			Asie	d/a	c/t/p/k	www.rainwaterharvesting.org
Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia		+			Amérique Latine	d	c/t/p/k/r	www.colpos.mx/ircsa/cidecall
Eau et Assainissement pour l'Afrique		+			Afrique	d	c/p	www.wsafrica.org
Eau Vive		+			Afr. de l'Ouest	d	c/t/i/p	www.eau-vive.org
Ethiopian Rainwater Harvesting Association (ERHA)	+				Ethiopie	d/a	c/t/p/k/i/p	www.ethiorainwater.org
European Rainwater Catchment Systems Association (ERCSA)		+			Europe	d/a	c/t/p/k	www.ercsa.eu
Excellent		+			Afrique	d/a	c/t/i/p	www.excellentdevelopment.com
Fachverein für Betriebs- und Regenwassernutzung Ev.		+			Allemagne	d	c/t/p/k	www.fbr.de
FogQuest: Sustainable Water Solution		+			Afrique, Amérique L	d	c/t/p/k/i/p	www.fogquest.org
Global Applied Research Network (GARNET) for the theme "rainwater harvesting"	+				Global	d/a	r	http://info.lut.ac.uk/departments/cv/wedc/garnet/tncrain.html
Global Water Partnership	+/-				Global	a	c/t/p/k	www.gwp.org
Greater Horn of Africa Rainwater Partnership (GHARP)	+				Afrique	d/a	c/t/p/k/m/e/r	www.gharainwater.org
Hawai'i Rainwater Catchment Systems Program		+			Hawaii	d	t/k/r	www.ctahr.hawaii.edu
Household water treatment and safe storage	+				Global	d/a	p/k/r	www.who.int/household_water
International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA)		+/-			Global	a	c/t/p/k/i/p/m/e/r	www.icarda.org
International Fund for Agriculture Development (IFAD)			+/-		Global	d/a	c/f/m/e/r	www.ifad.org
International Groundwater Resources Assessment Centre (IGRAC)	+/-				Global	a	k/r	www.un-igrac.org
International Office for Water		+/-			Global	a	c/t/p/k/i/p	www.oieau.fr
International Rainwater Catchment Systems Association (IRCSA)		+			Global	d	p/k	www.eng.warwick.ac.uk/ircsa
International Rainwater Harvesting Alliance (IRHA)		+			Global	d	c/t/k/f/i	www.irha-h2o.org
International Water Management Institute (IWMI)			+/-		Global	a	c/t/p/k/i/p/m/e/r	www.iwmi.cgiar.org
Japan Rainwater Catchment Systems Association		+/-			Japon			www.rain.jp

Kenya Rainwater Association (KRA)	+			Kenya		c/t/p/k	www.gharainwater.org/kenya-kra
Know With The Flow		+/-		Global	a	k	www.knowwiththeflow.org
Lanka Rain Water Harvesting Forum		+		Sri Lanka	d	c/t/p/k	www.lankarainwater.org
Maji na Ufanisi (Water and Development)		+/-		Kenya	d	p/i/r	www.majinaufanisi.com
MetaMeta Research		+/-		Global	a	c/t/p/k/r	www.metameta.nl
Micro Water Facility		+/-		Afrique, Asie	d	f	/www.microwaterfacility.org
Multiple Use Water Services (MUS-Group)	+/-			Afrique, Asie, Amérique L	d/a	t/k/r	www.musproject.net
Mvula Trust		+/-		Afrique, Asie	d/a	c/k/i/p	www.mvula.co.za
People for Rainwater		+		Japon	d	p/k	www.skywater.jp
Rainharvesting systems		+		Royaume-Uni	d	i/p	www.rainharvesting.co.uk
Rainwater Association of Somalia (RAAS)	+			Somalie	d	t/k/r	www.gharainwater.org/raas_aboutus.html
RainWater Cambodia		+		Cambodge	d	c/t/p/k/i	www.rainwatercambodia.org
Rainwater Club		+		Inde	d/a	c/t/i	www.rainwaterclub.org
Rainwater Harvesting Capacity Centre (RHCC)		+		Népal	d/a	c/t/p/k/m/e/r	www.bspnepalrhcc.org
Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN)	+			Afrique, Asie	d/a	c/t/k/i/r	www.rainfoundation.org
Red de Agua y Saneamiento de Honduras (RAS-HON)	+/-			Honduras	d	c/p	www.rashon.org
Rural Water Supply Network (RWSN)	+/-			Global	d/a	c/t/k/i/i	/www.rural-water-supply.net
Safe Water International		+/-		Global	d	i	www.safewaterintl.org
SamSam Water		+/-		Afrique, Asie	d/a	k/i/r	www.samsamwater.com
SearNet	+			Afrique de l'Est et du Sud	d/a	c/k/p	http://worldagroforestry.org/projects/searnet/
Small Reservoirs Project			+	Afrique, Asie	a	k/r	www.smallreservoirs.org
Soil and Water Conservation Society		+/-		Global	a	c/r	www.swcs.org
Spate Irrigation Network		+		Afrique	a	c/t/p/k/i/r	www.spate-irrigation.org
Stockholm International Water Institute (SIWI)			+/-	Global	a	c/p	www.siwi.org
Swiss Water Kiosk		+/-		Afrique, Asie	d	i/p	http://swisswaterkiosk.org
Systema Iberoamericano de Informacion sobre el Agua	+/-			Amérique Latine	d	k	www.sagua.org
The African Civil Society Network on Water and Sanitation	+/-			Afrique	d/a	c	www.anewfrica.org
The Water Project		+/-		Afrique	d	f	http://thewaterproject.org
The Global Rainwater Harvesting Collective		+		Inde	d	c/t/i/p	http://globalrainwaterharvesting.org
Uganda Rain Water Association (URA)	+			Ouganda	d	c/t/p/k	www.ugandarainwater.org
UN Water	+/-			Global	d/a	p	www.unwater.org
Verband Regenwassernutzung Schweiz	+			Suisse	d	p	www.vrs-regenwassernutzung.ch
Water Aid		+/-		Afrique, Asie, Amérique L	d	c/t/k/i/r	www.wateraid.org
Water for Arid Lands (ASAL)		+		Afrique	a	p/k/i/p	http://waterforaridland.com
Water Harvesting for Rainfed Africa (WAHARA)			+	Afrique	a	r	www.wahara.eu
Water Harvesting Technologies Revisited (WHaTeR)			+	Afrique	a	r	http://whater.eu
Watershed Organisation Trust (WOTR)		+/-		Inde		c/t/p/k	http://www.wotr.org
World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT)	+/-			Global	d/a	k/m/e/r	www.wocat.net
World Water Council (WWC)	+/-			Global	d/a	p/k	www.worldwatercouncil.org

Légende

Acteurs : + : collecte d'eau uniquement, +/- : collecte d'eau également

Focus géographique : Amérique du N : Amérique du Nord, Amérique L : Amérique Latine, Afr. de l'Ouest : Afrique de l'Ouest

CE ciblée : d : domestique (y c. eau potable et sanitaire), a : agriculture (y c. bétail)

Activités : c : développement des capacités, t : conseils techniques, p : promotion, k : échange de connaissances, f : soutien financier,

i : mise en œuvre, p : planification, m : suivi, e : évaluation, r : recherche

Détails d'organisations spécifiques de collecte d'eau

Les organisations de la liste ci-dessous représentent un échantillon limité et comprennent celles qui ont été contactées et qui ont répondu à l'enquête

Acteur	Focus géographique			Activités							Site web	
	Global	Régional	Local	Soutien financier	Promotion	Planification	Conseils techniques	Mise en œuvre	Suivi et évaluation	Recherche		Echange de connaissances
RAIN Foundation		Afrique de l'Ouest, Afrique de l'Est, Asie du Sud	Burkina Faso, Mali, Sénégal, Kenya, Ouganda, Ethiopie, Népal et Bangladesh	■	■		■	■	■		■	www.rainfoundation.org
Rainwater Catchment Program		Micronésie et Etat d'Hawaii	Surtout pour l'Etat de Hawaii mais aussi pour les demandes d'autres Etats des USA				■			■		www.hawaiirain.org or www.ctahr.hawaii.edu/hawaiirain/
Lanka Rain Water Harvesting		Asie du Sud	Sri Lanka		■		■	■	■		■	www.lankarainwater.org
American Rainwater Catchment Systems Association (ARCSEA)		Ameriques		■	■	■	■	■	■	■	■	www.arcsea.org or www.design-aire.com
International Rainwater Harvesting Alliance (IRHA)	x		Etats-Unis, Mexique, Canada, Îles Vierges, Brésil	■	■		■	■	■		■	www.irha-h2o.org
Rainwater Association of Somalia (RAAS)					■	■	■	■	■	■	■	www.gharainwater.org
Rural Water Supply Network (RWSN)	x		Somalie				■				■	www.rwsn.ch

■ active □ Inactive

Événements de CE réguliers – prochaine/ dernière année de convocation

Général

Delft Symposium. 5th symposium on: Water Sector Capacity Development, 29 – 31 mai 2013; Delft, the Netherlands. Organisé par UNESCO-IHE. <http://www.source.irc.nl/page/742105thDelft>; <http://www.unesco-ihe.org/CD-Symposium>.

International Conference on Rainwater Catchment Systems. 15th conference on: Worldwide Multi-Objective Rainwater Harvesting and Utilization, 28 mars - 4 avril 2011; China. Organisé par: International Rainwater Catchment Systems Association (IRCSA); Chinese Culture University, Taipei; National Cheng Kung University, Tainan.

International Water Week Amsterdam. Conférence, 4 – 8 novembre 2013; Amsterdam, the Netherlands (biannual water industry event). Organisé par Amsterdam RAI, International Water Association (IWA), KNW Royal Netherlands Water Network, Netherlands Water Partnership (NWP) and Waternet

International World Water Day (WWD). A lieu tous les ans. WWD, 22 mars 2013 aux Pays Bas. Accueilli par le Gouvernement des Pays Bas et coordonné par l'UNESCO et les membres et partenaires de l'UN-eau. <http://www.source.irc.nl/page/75482>

International water association (IWA) – Rainwater Harvesting Management (RWHM) conférence et exposition. 3ième conférence, 20 – 24 mai 2012; Gyeongnam, Goseong County, Republic of Korea. www.3rwhm.org

International Forum on Water and Food organisé par CGIAR Challenge Program on Water and Food (CPWF)

Multiple Use water Services MUS Group meetings. Réunions annuelles de groupes thématiques. <http://www.musgroup.net/page/315>

SearNet conference. 15th conférence, 4 – 9 novembre 2012; Nairobi and Naivasha, Kenya. Hôte par Kenya Rainwater Association avec le soutien de SearNet et le World Agroforestry Centre. <http://worldagroforestry.org/projects/searnet/>

Water Reuse conference. Conférence sur: Blue Resource of the Future, 27-31 octobre 2013; Windhoek, Namibia. <http://www.source.irc.nl/page/73310>

World Water Forum. 7th Forum 2015, Daegu et Gyeongbuk, Republic of Korea (organisé tous les trois ans). <http://www.source.irc.nl/page/75458>

World Water Week in Stockholm. Conférence, 01 – 06 septembre 2013; Stockholm, Suède. Organisé par: Stockholm International Water Institute (SIWI). <http://www.source.irc.nl/page/75651>, <http://www.worldwaterweek.org/>

CrueCE

Cours annuel de courte durée sur l'irrigation de crue à UNESCO-IHE. <http://www.unesco-ihe.org/Education/Non-degree-Programmes/Short-courses/Spate-Irrigation-and-Water-Management-under-Drought-and-Water-Scarcity>

Cours de Master double sur l'irrigation de crue par l'université de Haramaya avec l'UNESCO-IHE

MacroCE

Conférence IWA Specialist Group Ponds Technology. Dixième conférence sur Advances and Innovations in Pond Treatment Technology, 19-22 août 2013; Cartagena, Colombia. Organisé par: International Water Association (IWA). <http://www.source.irc.nl/page/73308>

International Conference Sustainable Water Resource Management. 7ième conférence sur: Water Resources Management, 21 – 23 mai, 2013; New Forest, UK. Organisé par: Wessex Institute of Technology, UK. <http://www.wessex.ac.uk/13-conferences/water-resources-management-2013.html>

Toits-CoursCE

Africa Water Week organisé par le Conseil des Ministres Africains chargés de l'Eau (AMCOW). <http://www.africawaterweek.com/index.php>

Asia Water Week. AWW, 13 – 15 mars 2013; Siège de l'ADB, Manila, Philippines. Organisé par: Asian Development Bank (ADB). <http://www.source.irc.nl/page/72824>

Programme de formation CSE sur la collecte d'eau en milieu urbain. Atelier, 27 – 29 mars 2012, New Delhi, India. Centre for science and environment (CSE). <http://www.cseindia.org/content/training-programme-urban-rainwater-harvesting-march-27-29-2012>

India Water Week. IWW, 8 – 12 avril 2013; New Delhi, India. Organisé par: Ministry of Water Resources, Government of India, National Water Development Agency and Central Water Commission. <http://www.source.irc.nl/page/75479>

International Water Association (IWA) Development Congress & Exhibition. 3rd congrès, 14 – 17 octobre 2013; Nairobi, Kenya. Organisé par: (IWA), Water Services Providers Association (WASPA) and Nairobi City Water and Sewerage Company (NCWSC). <http://www.source.irc.nl/page/75967>

International Water and Sanitation Centre (IRC) Symposium. Symposium sur: Monitoring Sustainable Water, Sanitation and Hygiene (WASH) Service Delivery, 9 – 11 avril 2013; Addis Ababa, Ethiopia. <http://www.irc.nl/page/72969>

Rural water supply network (RWSN) Forum. Le forum a lieu tous les trois ans (dernière fois, du 29.11 – 1.12 2011, sur: 'Rural Water Supply in the 21st Century: Myths of the Past, Visions for the Future'.)

Water, Sanitation and Hygiene (WASH) Sustainability Forum. Forum, 11 mars, 2013. Organisé par: World Bank, UNICEF, Global Water Challenge, WASH Advocates, Aguaconsult, and the International Water and Sanitation Centre (IRC). <http://www.source.irc.nl/page/76191>

World Water Summit. WWS V, 21 juin 2013; Lisbon, Portugal. Organisé par: Water & Sanitation Rotarian Action group (Wasrag). <http://www.source.irc.nl/page/76200>

Water Week Latinoamérica. WWLA, 17 – 22 mars 2013; Viña del Mar, Chile. Organisé par: Fundación Chile and Diario Financiero, en collaboration avec AIDIS, DesalData, Global Water Intelligence, and The Nature Conservancy. <http://www.source.irc.nl/page/75433>

Annex 5 : Une classification de la littérature passée en revue et des références citées

Cette liste classant la littérature n'a pas la prétention d'être exhaustive. Celle-ci tente d'examiner les dernières publications abordant la collecte de l'eau, sans oublier cependant les ouvrages de référence, plus anciens. Dans ce contexte, « littérature » est entendue comme terme générique, allant de revues et articles examinés par des pairs, aux notes de synthèse, fiches d'information et documents audiovisuels. Celle-ci illustre la littérature que nous avons rencontrée et utilisée pour écrire et compiler ces directives sur la collecte de l'eau. La facilité d'accès aux documents publiés en anglais a conduit à une certaine préférence pour les publications anglophones. Ce processus d'examen n'est pas terminé, mais reste ouvert pour être mis à jour et complété : une accéléra-

tion dans la documentation sur la collecte de l'eau est prévue dans les années à venir puisqu'une précieuse expérience est recueillie.

Les catégories choisies pour classer la documentation et les références sont les suivantes:

- Publications et directives standards (ouvrages de référence)
- Publications, incluant les bonnes pratiques
- Manuels, guides et matériels de formation (sous-catégories des groupes de CE)
- Articles de journaux
- Notes d'orientation, fiches d'information et autres

Publications, directives et ouvrages ressource

- Adank, M., van Koppen, B. and S. Smits. 2012. Guidelines for Planning and Providing Multiple Use Water Services. International Water and Sanitation Centre (IRC) and International Water Management Institute (IWMI). <http://www.musgroup.net>
- Agarwal, A., Narain, S. and I. Khurana (eds). 2001. Making Water Everybody's Business: Practice and Policy of Water Harvesting. Centre for Science and Environment (CSE). New Delhi, India.
- Agarwal, A. and S. Narain. (eds). 1997. Dying Wisdom: Rise, fall and potential of India's traditional water harvesting systems. Centre for Science and Environment (CSE), New Delhi, India.
- Barron, J. 2009. Rainwater Harvesting: a Lifeline for Human Well-Being. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi / Environment Institute (SEI), Stockholm.
- Batchelor, C., Fonseca, C. and S. Smits. 2011. Life-cycle costs of rainwater harvesting systems. Occasional Paper 46 (online). International Water and Sanitation Centre (IRC) / Water, Sanitation and Hygiene (WASH)Cost / Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN). The Hague, The Netherlands. <http://www.irc.nl/op46>.
- Clements, R., Haggard, J., Quezada, A. and J. Torres. 2011. Technologies for Climate Change Adaptation: Agriculture Sector. Roskilde: UNEP Risø Centre on Energy, Climate and Sustainable Development.
- CFS (Committee on World Food Security). 2012. Voluntary Guidelines on the Responsible Governance of Tenure of Land, Fisheries and Forests in the Context of National Food Security. Food and Agriculture Organization (FAO). Rome, Italy.
- Critchley, W. R. S. 2010. More People, More Trees: Environmental Recovery in Africa. Practical Action Publishing, Rugby, UK.
- Critchley, W. 2009. Soil and Water Management Techniques in Rainfed Agriculture: State of the Art and Prospects for the Future. Background note prepared for the World Bank, Washington D.C.
- Critchley, W. and S. Scheierling. 2012. Water Harvesting for Crop Production in Sub-Saharan Africa: Challenges, Concepts and Practices. In Critchley, W. and J. Gowing (eds). Water Harvesting in Sub-Saharan Africa. Earthscan.
- Desti, L., Carucci, V., Wendem-Agenehu, A. and Y. Abebe (eds). 2005. Community Based Participatory Watershed Development. Part 1: A Guideline, Part 2: Annex. Ministry of Agriculture and Rural Development, Addis Ababa, Ethiopia.
- Duveskog, D. 2003. Soil and Water Conservation with a Focus on Water Harvesting and Soil Moisture Retention: a study guide for farmer field schools and community-based study groups. Harare, FARMESA.
- Elliott, M., Armstrong, A., Lobuglio, J. and J. Bartram. 2011. Technologies for Climate Change Adaptation. The Water Sector. Roskilde: UNEP Risø Centre on Energy, Climate and Sustainable Development.
- Everson, C., Everson, T.M., Modi, A.T., Csiwila, D., Fanadzo, M., Naiken, V., Auerbach, R.M.B., Moodley, M., Mtshali, S.M. and R. Dladla. 2011. Sustainable techniques and practices for water harvesting and conservation. Research Report No.1465/1/11. South African Water Harvesting Commission.
- Falkenmark, M., Fox, P., Persson, G. and J. Rockström. 2001. Water Harvesting for Upgrading of Rainfed Agriculture: Problem Analysis and Research Needs. Stockholm International Water Institute (SIWI) Report 11, Stockholm.
- FAO. 1994. Water Harvesting for Improved Agricultural Production. Proceedings of the Food and Agricultural Organization of the UN (FAO) Expert Consultation, November 1993. Cairo, Egypt.
- Faurès, J.M. and G. Santini (eds). 2008. Water and the Rural Poor: Interventions for improving livelihoods in Sub-Saharan Africa. Food and Agricultural Organization of the UN (FAO) Land and Water Division and International Fund for Agricultural Development (IFAD), Rome.
- Finkel, H.J. and M. Finkel. 1986. Engineering Measures: Water Harvesting. In Finkel, H.J., Finkel, M. and Z. Naveh (eds). Semi-Arid Soil and Water Conservation. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA.
- Foster, T. 2012. Private Sector Provision of Rural Water Services: a Desk Study for Water for People.
- Gabathuler, E., Bachmann, F. and A. Klaey. 2011. Reshaping Rural Extension – Learning for Sustainability (LforS): an integrative and learning-based advisory approach for rural extension with small-scale farmers. Margraf Publishers.
- Graaff de, J. and M. Ouessar. 2002. Water harvesting in Mediterranean zones: an impact assessment and economic evaluation. Proceedings from EU WAHIA project final seminar in Lanzarote.
- Hudson, N.W. 1987. Soil and Water Conservation in Semi-Arid Areas. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome, Italy.
- Ibraimo, N. and P. Mungambe. 2007. Rainwater Harvesting Technologies for Small Scale Rainfed Agriculture in Arid and Semi-arid Areas. Department of Rural Engineering, Faculty of Agronomy and Forestry Engineering, University of Eduardo Mondlane, Mozambique.
- ICIMOD. 2009. Mountain Development Resource Book for Afghanistan. International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD). Kathmandu, Nepal.
- IFAD. 2011. New realities, new challenges, new opportunities for tomorrow's generation. Rural poverty report 2011. International Fund for Agricultural Development (IFAD). Rome, Italy.
- IWMI (International Water Management Institute). 2008. Areas of physical and economic water scarcity. United Nations Environment Programme (UNEP) / GRID-Arendal Maps and Graphics Library.

- IWMI (International Water Management Institute). 2009. Flexible water storage options for adaptation to climate change. IWMI, Colombo, Sri Lanka.
- Kiepe, P. 2006. Characterisation of three key environments for integrated irrigation-aquaculture and their local names. Dans Halwart, M. and A.A. van Dam (eds). *Integrated Irrigation and Aquaculture in West Africa: concepts, practices and potential*: pp. 1–6. FAO, Rome.
- Koohafkhan, P. and B.A. Stewart. 2008. *Water and Cereals in Drylands*. Earthscan, London.
- Lawrence, P. and F. van Steenbergen. 2005. *Improving Community Spate Irrigation*. Report OD 154. HR Wallingford Limited and DFID.
- Mati, B. M. 2005. Overview of water and soil nutrient management under smallholder rainfed agriculture in East Africa. Working Paper 105. International Water Management Institute (IWMI), Colombo, Sri Lanka.
- Molden, D. (ed). 2007. *Water for Food, Water for Life: Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*. Earthscan and International Water Management Institute (IWMI). London and Colombo.
- Oweis, T.Y., Prinz, D. and A.Y. Hachum. 2012. *Water Harvesting for Agriculture in the Dry Area*. ICARDA, CRC Press/ Balkema, Leiden, the Netherlands.
- Oweis, T., Hachum, A. and A. Bruggeman (eds). 2004. *Indigenous Water Harvesting Systems in West Asia and North Africa*. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Aleppo, Syria
- Oweis, T.Y., Prinz, D. and A.Y. Hachum. 2001. *Water Harvesting: Indigenous Knowledge for the Future of the Drier Environments*. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Aleppo, Syria.
- Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics. 2012. *Turn Down the Heat: Why a 4 °C Warmer World Must be Avoided*. International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank; Washington D.C.
- Prinz, D. 2001. *Water Harvesting for Afforestation in Dry Areas*. Paper read at 10th International Conference on Rainwater Catchment Systems, Mannheim, 10-14 Sept. 2001, at Mannheim.
- Prinz, D. 1996. *Water harvesting: Past and Future*. Dans Pereira, L.S. (ed). *Sustainability of Irrigated Agriculture*. Proceedings, NATO Advanced Research Workshop, Vimeiro, 21 – 26.03.1994. Balkema, Rotterdam.
- Prinz, D. and A.H. Malik. 2002. *More Yield with Less Water: how efficient can be water conservation in agriculture?* Paper read at 5th International EWRA Conference on Water Resources Management in the Era of Transition, Athens, Greece, 4- 8 September 2002.
- Prinz, D. and A. Singh. 2000. *Technological Potential for Improvements of Water Harvesting*. Contributing paper to the World Commission on Dams. Cape Town, South Africa.
- Reij, C., Scoones, I. and C. Toulmin 1996. *Sustaining the Soil: Indigenous Soil and Water Conservation in Africa*. London: Earthscan.
- Rocheleau, D., Weber, F. and A. Field-Juma. 1988. *Agroforestry in Dryland Africa*. International Council for Research in Agroforestry (ICRAF). Nairobi, Kenya.
- Rockström, J., Hatibu, N., Oweis, T.Y., Wani, S., Barron, J., Bruggeman, A., Farahani, J., Karlberg, L. and Z. Qiang. 2007. *Managing Water in Rainfed Agriculture*. Dans Molden, D. (ed). *Water for Food, Water for Life: Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*. Earthscan and International Water Management Institute (IWMI), London and Colombo.
- Safriel, U. and Z. Adeel. 2005. *Dryland Systems*. Dans Hassan, R., Scholes, R. and N. Ash (eds). *Ecosystems and Human Wellbeing: Current State and Trends*. Vol. 1. Island Press. Washington DC.
- Sanghi, N.K., Ravindra, A., Ramachandrudu, M.V., Suresh, K. (WASSAN); Sen, R. (WDCU); Tucker, S.P., Narasimha Reddy, N.L., Ravindranath, S., Narendra Babu, P. (PLF); Lobo, C., Samuel, A. (WOTR); Satyanarayana, K.V., Reddy, V.K., Renuka Rani, B., Sai Maheswari, K. (MANAGE). 2005. *Upscaling of Successful Experiences in the Mainstream Watershed Programme in India: Mechanisms, Instruments and Policy Considerations*. Watershed Development Coordination Unit (WDCU), Watershed Support Services and Activities Network (WASSAN), Poverty Learning Foundation (PLF), Watershed Organization Trust (WOTR), National Institute of Agricultural Extension Management (MANAGE).
- Scheierling, S.M., Critchley, W. R. S., Wunder, S. and J.W. Hansen. 2013. *Improving Water Management in Rainfed Agriculture: Issues and options in water-constrained production systems*. Water Paper, Water Anchor, The World Bank.
- Tiffen, M., Mortimore, M. and F. Gichuki. 1994. *More People, Less Erosion: Environmental Recovery in Kenya*. John Wiley & Sons, Chichester, UK.
- UNEP-Environmental management group. 2011. *Global Drylands: a UN system-wide response*. United Nation Environment Programme (UNEP). http://www.unep-wcmc.org/global-drylands-a-un-system-wide-response_801.html
- UNEP. 2002. *Rainwater Harvesting and Utilization – an Environmentally Sound Approach for Sustainable Urban Water Management: an introductory guide for decision makers*. United Nations Environment Programme (UNEP) Division of Technology, Industry and Economics. <http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/Urban/UrbanEnv-2/index.asp>
- UNEP-IWSD (Institute of Water and Sanitation Development). 1998. *Sourcebook of Alternative Technologies for Freshwater Augmentation in Africa*. Online Technical Publication Series. United Nation Environment Programme (UNEP). <http://www.unep.or.jp/ietc/publications/techpublications/techpub-8a/permeable.asp>.
- UNEP-IETC (United Nation Environment Programme – International Environmental Technology Centre). 1998. *Sourcebook of Alternative Technologies for Freshwater Augmentation in some Asian Countries*. IETC Technical Publication Series 8b, UNEP-IETC/Danish Hydraulic Institute. <http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/techpublications/TechPub-8e/index.asp>
- UNEP-IETC (United Nation Environment Programme – International Environmental Technology Centre). 1998. *Sourcebook of Alternative Technologies for Freshwater Augmentation in Small Island Developing States*. IETC Technical Publication Series. UNEP-IETC/Danish Hydraulic Institute. <http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/techpublications/TechPub-8d/index.asp>
- Van Steenbergen, F., Verheijen, O., van Aarst, S. and A.M. Haile. 2008. *Spate Irrigation: Livelihood Improvement and Adaptation to Climate Variability and Change*. International Fund for Agricultural Development (IFAD) / MetaMeta / UNESCO-IHE. http://www.spate-irrigation.org/wordpress/wp-content/uploads/2011/06/IFAD_MM_spate_irrigation.pdf
- Van Steenbergen, F., Lawrence, P., Haile A.M., Salman, M. and J-M.Faurès. 2010. *Guidelines on Spate Irrigation*. FAO Irrigation and Drainage Paper. Food and Agricultural Organization of the UN (FAO). Rome, Italy. <http://www.fao.org/docrep/012/i1680e/i1680e.pdf>
- Von Grebmer, K., Ringler, C., Rosegrant, M.W., Olofinbiyi, T., Wiesmann, D., Fritschel, H., Badiane, O., Torero, M., Yohannes, Y. (International Food Policy Research Institute, IFPRI); Thompson, J. (Concern Worldwide); von Oppeln, C., Rahall, J. (Welthungerhilfe and Green Scenery). 2012. *Global Hunger Index – the Challenge of Hunger: Ensuring sustainable food security under land, water, and energy stresses*. Washington, DC. http://www.ifpri.org/sites/default/files/ghi12_scores_severity.pdf
- Waes, van B. and N. Bouman. 2007. *Smart Water Harvesting Solutions: examples of innovative low-cost technologies for rain, fog, runoff water and groundwater*. Water Partnership/ A4A/ Agromisa/ Partners for Water. Netherlands.
- Wani, S.P., Sreedevi, T.K., Rockström, J. and Y.S. Ramakrishna. 2009. *Rainfed Agriculture: Past Trends and Future Prospects*. In Wani, S.P., Rockström, J. and T. Oweis (eds). *Rainfed Agriculture: Unlocking the Potential*. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture 7.
- WB (The World Bank). 1988. *Sub-Saharan Africa Water Harvesting Study*.

Bonnes pratiques, expériences et études de cas

- African Development Bank. 2009. Rainwater Harvesting Handbook: Assessment of Best Practises and Experience in Water Harvesting. African Development Bank, Tunis. <http://www.rwsn.ch/documentation/skatdocumentation>
- AgWater Solutions – Improved Livelihoods for smallholder farmers. Promising Solutions. Accessed décembre 2012. <http://awm-solutions.iwmi.org>
- Anderson, I.M. and M. Burton. 2009. Best Practices and Guidelines for Water Harvesting and Community Based (Small Scale) Irrigation in the Nile Basin. Water Harvesting Report. Part I – Best Practices in Water Harvesting. Part II – Guidelines for the implementation of best practices in Water Harvesting. Appendix A: List of Reference Material. Kent, Nile Basin Initiative. Efficient Water Use for Agricultural Production Project (EWUAP).
- Beernaerts, I. (ed). 2008. Model on “Economic analysis of rainwater harvesting for crop production”. FAO Sub-regional Office for West Africa (SFW).
- Benicke, C. 2001. Costs and Benefits of Adopting Runoff Irrigation Systems: a case study from Kakuma, northern Kenya. Universität Bayreuth, Germany.
- Borst, I. and S.A. de Haas. 2006. Hydrology of Sand Storage Dams: a case study in the Kiindu catchment, Kitui District Kenya, MSc thesis Hydrology, VE University, Amsterdam.
- Botoni, E., Reyssset, M.B., Ndiaye, O. et S. Ouedraogo. 2009. Récupération des sols fortement dégradés à des fins silvo-pastorales: une évaluation quantitative des aménagements mécaniques à partir de la charrue Delfino réalisés par l'ONG REACH au Burkina Faso. Comité permanent Inter- États de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) et Commission Européenne au Burkina Faso FERSOL.
- Critchley, W. and J. Gowing (eds). 2012. Water Harvesting in Sub-Saharan Africa. Earthscan.
- Critchley, W.R.S., Reij, C. and A. Seznec. 1992. Water Harvesting for Plant Production. Volume II: Case Studies and Conclusions for Sub-Saharan Africa'. World Bank Technical Paper Number 157, Africa Technical Department Series, Washington D.C.
- Critchley, W.R.S., Cooke, R., Jallow, T., Lafleur, S., Laman, M., Njoroge, J., Nyagah, V. and E. Saint-Firmin. 1999. Promoting Farmer Innovation: harnessing local environmental knowledge in East Africa. RELMA/UNDP Workshop Report 2.
- Danert, K. and S. Sutton. 2010. Accelerating Self Supply: a case study from Uganda. Fieldnote No. 2010-4. Rural Water Supply Network (RWSN).
- Danert, K. and N. Motts. 2009. Uganda Water Sector and Domestic Rainwater Harvesting Sub-Sector Analysis. EnterpriseWorks/VITA.
- Delaney, S. 2012. Challenges and opportunities for agricultural water management in West and Central Africa: lessons from IFAD experience. International Fund for Agricultural Development (IFAD).
- FAO (Food and Agricultural Organization of the UN). 2008. Farmer field schools on land and water management in Africa. Proceedings an international workshop in Jinja, Uganda. 24 – 29 April, 2006. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0383e/i0383e.pdf>
- FAO. 2001. Water Harvesting in Western and Central Africa. Proceedings of a regional workshop held in Niamey, October, 1999. Food and Agricultural Organization of the UN (FAO). Accra, Ghana. <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/waterharvraf.pdf>
- Foster, S. and A. Tuinhof. 2004. Brazil, Kenya: Subsurface Dams to Augment Groundwater Storage in Basement Terrain for Human Subsistence. Sustainable Groundwater Management Lessons from Practice, Case Profile Collection Number 5. World Bank, Global Water Partnership Associate Programme. Washington.
- GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit). 2012. Bonnes pratiques de CES/DRS -Contribution à l'adaptation au changement climatique et à la résilience des producteurs: les expériences de quelques projets au Sahel. Bonn et Eschborn.
- GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit). 2012. Good Practices in Soil and Water Conservation. Eschborn. <http://www.giz.de/Themen/de/dokumente/giz2012-en-soil-water-conservation.pdf>
- GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit). 2006. Zanjás de infiltración, La Paz, Bolivia. http://proagro-bolivia.org/files/CARTILLA_4_ZANJAS_infiltracion.pdf
- Goetter, J. 2010. Adaptación al Cambio Climático: Cosecha de Agua de Lluvia con “Atajados” en Bolivia, Lima, Peru. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). http://www.riesgoycambioclimatico.org/documentos/ACC_con_CA.pdf
- Goetter, J. 2010b. El Cambio Climático en el área rural del Sur de Cochabamba y Norte de Potosí (Bolivia); La Paz, Bolivia. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). <http://www.riesgoycambioclimatico.org/biblioteca/archivos/DC1115.pdf>
- Goetter, J. 2010. Water Harvesting: a promising climate change adaptation option for traditional Andean agriculture in Bolivia. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Dans Rural Development News 2/2010. http://www.agridea-international.ch/fileadmin/10_International/PDF/RDN/RDN_2010/9_Water_harvesting.pdf
- Jiang, Z. (director editorial board) et al. 2008. Best practices for land degradation control in dryland areas of China. Land Degradation Assessment in Drylands (FAO-LADA), World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT) and PRC-GEF Partnership on Land Degradation in Dryland Ecosystems, China. <https://www.wocat.net/en/knowledge-base/documentation-analysis/national-books-factsheets.html?category=14>
- Junghou, W. and V. Vallerani. 2010. The Afforestation of a Pilot Area through the Application of the “Vallerani System” Technology in the Inner Mongolia Autonomous Region. Implementation Report for the Sino-Italy Cooperation Project.
- Kowsar, S.A. 2011. Floodwater spreading and spate irrigation in Iran. Spate Irrigation Network.
- Kumar, P. and B.M. Kandpal. 2003. Project on Reviving and Constructing Small Water Harvesting Systems in Rajasthan, Sida Evaluation 03/40, Swedish International Development Cooperation Agency (Sida), Department for Asia, Stockholm, Sweden.
- Liniger, H. and W. Critchley (eds). 2007. Where the land is greener: case studies and analysis of soil and water conservation initiatives worldwide. World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT).
- Liniger, H., Mekdaschi Studer, R., Hauert, C. and M. Gurtner. 2011. Sustainable Land Management in Practice: Guidelines and Best Practices for Sub-Saharan Africa. TerAfrica, World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT) and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- LUCOP (Lutte Contre la Pauvreté). 2004. Référentiel des mesures techniques de récupération, de protection et d'exploitation durable des terres, 2ème édition. Coopération Nigéro – Allemande. Programme Régional Tillabéri, Bureau Régional Niamey.
- Mahnot, S. 2003. Water Harvesting Management: Improving Land Management in Rajasthan. SDC/Intercooperation Coordination Unit. Jaipur, India.
- Mutunga, K. and W. Crichley. 2001. Farmers' Initiatives in Land Husbandary: Promising Technologies for the Drier Areas of East Africa. Regional Land Management Unit (RELMA), Swedish International Development Cooperation Agency (Sida). RELMA Technical Report Series 27. Nairobi.
- NEPCAT (Nepal WOCAT). 2008. Natural Resource and Management Approaches and Technologies in Nepal. NEPCAT fact sheets. Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD). Kathmandu, Nepal. <https://www.wocat.net/en/knowledge-base/documentation-analysis/national-books-factsheets.html?category=14>
- Ngigi, S. N. 2003. Rainwater Harvesting for Improved Food Security: Promising Technologies in the Greater Horn of Africa. Greater Horn of Africa Rainwater Partnership (GHARP) and Kenya Rainwater Association (KRA), Nairobi, Kenya
- Oduor, A.R. and H.M. Gadain. 2007. Potential of Rainwater Harvesting in Somalia: a Planning, Design, Implementation and Monitoring Framework. Project Report No W-09. World Agroforestry Centre (ICRAF). Nairobi, Kenya.
- Orodho, A. (not dated). Tumbukiza technology: an alternative method of Napier grass production. Betuco.be.
- Oudra, I. 2011. Spate irrigation in Morocco. Spate Irrigation Network.

- REST (The Relief Society of Tigray). 2011. An overview of REST's implementation of the Productive Safetynet Programme. Field Exchange, Emergency Nutrition Network, Issue 40, pp. 59-66.
- ROOSE, E., Sabir, M. and A. Laouina (eds). 2010. Gestion durable des eaux et des sols au Maroc : valorisation des techniques traditionnelles méditerranéennes. Institut de recherche pour le développement (IRD). Marseille, France. <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010054917>
- Schwilch, G., Hessel, R. and S. Verzaandvoort (eds). 2012. Desire for Greener Land: Options for Sustainable Land Management in Drylands. Bern, Switzerland, and Wageningen, The Netherlands: University of Bern – CDE, Alterra – Wageningen UR, ISRIC – World Soil Information and CTA – Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation.
- Taamallah, H. (ed). 2010. Gestion durable des terres en Tunisie: bonnes pratiques agricoles. Land Degradation Assessment in Drylands (FAO-LADA), World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT) and Institut des Régions Arides (IRA), Médenine.
- Tekle, H.K. 2012. Community Spate Irrigation in Raya Valley: the Case of Three Spate Irrigation Systems. LAP LAMBERT Academic Publishing.
- Tuinhof, A., van Steenberg, F., Vos, P. and L. Tolk. 2012. Profit from Storage: the costs and benefits of water buffering. 3R Water Secretariat. Wageningen, The Netherlands.
- Van den Ham, J.P. 2008. Dodota spate irrigation system Ethiopia: a case study of spate irrigation management and livelihood options. Irrigation and Water Engineering, Wageningen University.
- Van Dijk, J.A. and M. Ahmed. 1993. Opportunities for Expanding Water Harvesting in Sub-Saharan Africa: the Case of the Teras of Kassala. International Institute for Environment and Development (IIED). Sustainable Agriculture and Rural Livelihoods Programme.
- Van Steenberg, F. and A. Tuinhof. 2009. Managing the Water Buffer for Development and Climate Change Adaptation: Groundwater Recharge, Retention, Reuse and Rainwater Storage. UNESCO International Hydrological Programme. Paris.
- Van Steenberg, F., Tuinhof, A. and L. Knoop. 2011. Transforming Lives Transforming Landscapes: the Business of Sustainable Water Buffer Management. 3R Water Secretariat. Wageningen, The Netherlands.
- Water Charity. 2012. Conclusion of St. Martin Secondary School Rainwater Harvesting Project – Kenya.
- WBI (World Bank Institute). 2010. Rehabilitating a Degraded Watershed: a Case Study from China's Loess Plateau. Case-based learning. Learning series on sustainable water and land management. World Bank. <http://wbi.worldbank.org/wbi/Data/wbi/wbicms/files/drupal-acquia/wbi/0928313-03-31-10.pdf>
- WOCAT (World Overview of Conservation Approaches and Technologies). 2012. WOCAT Database: Technologies. <http://cdewocat.unibe.ch/wocatQT/index.php>.
- Wolfgang, B. (coordinator). 2011. Sustainable Land Management (SLM) Technologies and Approaches in Tajikistan. Tajikistan Pilot Programme for Climate Resilience (PPCR). https://www.wocat.net/fileadmin/user_upload/documents/Books/Tajikistan_wocat-collection2011_eng_final.pdf
- WOTR (Watershed Organisation Trust). non daté. Mandwa Village: the Metamorphosis of Life after Water Seeped into its Soil.... Watershed Voices: Experience from the grassroots. WOTR. Maharashtra, India. <http://www.wotr.org/wp-content/uploads/2012/05/Mandwa-village-NEW-WS-voices.pdf>

Ouvrages, guides pratiques et matériel de formation

Général

- Critchley, W. and K. Siegert. 1991. Water Harvesting: a Manual for the Design and Construction of Water harvesting Schemes for Plant Production. FAO, Rome. <http://www.fao.org/docrep/U3160E/U3160E00.htm#Contents>
- Denison, J., Smulders, H., Kruger, E., Houghton, T. and M. Botha. 2011. Water Harvesting and Conservation. Volume 1: Development of a comprehensive learning package. Research Report No.TT 492/11. South African Water Resource Commission.
- Denison, J., Smulders, H., Kruger, E., Ndingi, H. and M. Botha. 2011. Water Harvesting and Conservation. Volume 2: Part 1: Technical Manual and Farmer Handouts (Research Report No.TT 493/11), Part 2: Facilitation and Assessment Guide for the Technical Manual (Research Report No.TT 494/11), Part 3: Facilitation Manual (Research Report No.TT 495/11), Part 4: Facilitation and Assessment Guide for the Facilitation Manual (Research Report No.TT 496/11). South African Water Resource Commission.
- FAO. 2012. Discovery based learning in land and water management, a practical guide for farmer field schools (16 modules). Module 10: managing rainwater; Module 11: water for crops; Module 12: harvesting water for people and for livestock. Food and Agriculture Organization (FAO), Rome, Italy.
- Hatibu, N. and H.F. Mahoo (eds.). 2000. Rainwater Harvesting for Natural Resources Management: A planning guide for Tanzania. Technical Handbook No. 22, Sida Regional Land Management Unit (RELMA), Nairobi.
- Hughes, O. and J.H. Venema. 2005. Module pour Champs – Ecole des Producteurs – Gestion de l'eau de pluie au niveau de l'exploitation agricole. FAO. ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/ffsfm_zim.pdf
- Hurni, H. 1986. Guidelines for Development Agents on Soil Conservation in Ethiopia. Ministry of Agriculture, Natural Resources Conservation and Development. Community Forests and Soil Conservation Development Department (CFSCDD). Addis Abbaba, Ethiopia.
- IFAD. 2012. Technical, financial and economic tool on roof rainwater harvesting. International Fund for Agricultural Development (IFAD), Rome, Italy.
- IFAD. 2001. Rainwater harvesting design manual for irrigated agriculture in marginal areas. International Fund for Agricultural Development (IFAD). Rome.
- Jaetzold, R., Schmidt, H., Hornetz, B. and C. Shisanya. 2005. Farm Management Handbook of Kenya, Volume II (second edition), Nairobi. GTZ.
- LaBranche, A., Wack, H.O., Crawford, D., Crawford, E., Sojka, N.J. and C. Brand. 2007. Virginia Rainwater Harvesting Manual. The Cabell Brand Center.
- Malesu, M.M., Oduor, A.R. and O.J. Odhiambo (eds). 2007. Green Water Management Handbook: rainwater harvesting for agricultural production and ecological sustainability. Technical Manual No. 8 World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi, Kenya and Netherlands Ministry of Foreign Affairs.
- Nissen-Petersen, E. 2007. Water supply by rural builders. ASAL Consultants Ltd., Nairobi, Kenya. For the Danish International Development Agency (DANIDA) in Kenya.
- Rochette, R.M. (ed). 1989. Le sahel en lutte contre la desertification: leçons d'expériences. Comité Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel (CILSS). Margraf. Weikersheim, Germany.
- Schauwecker, C. 2010. A Water Harvesting Guide for Extension Workers: Water Harvesting Manual and Catalogue. Bern University of Applied Sciences, School of Agriculture, Forest and Food Sciences.
- South Pacific Applied Geoscience Commission (SOPAC). 2004. Harvesting the Heavens. A manual for participatory training in rainwater harvesting. South Pacific Applied Geoscience Commission (SOPAC) for the United Nations Environment Programme (UNEP) in conjunction with the Tonga Community Development Trust (TCDT). <http://www.pacificwater.org/pages.cfm/water-services/rainwater-harvesting/>
- UNEP (United Nations Environment Programme), IRCSA (International Rainwater Catchment Systems Association), FAKT (Consult for Management, Training and Technologies) and MARGRAF Publishers. 2005. Rainwater Harvesting toolkit. <http://rainwater-toolkit.net>

CrueCE

- Anonymous. 2008. Design manual [for spate irrigation civil works infrastructure]. Volume 1: Technical Design Criteria. Volume 2: Guidelines for Wadi Diversion and Protection Works. Volume 3: Design Presentations. The European Union's Food Security Programme for Yemen Technical Assistance to the Tihama Development Authority. <http://www.spate-irrigation.org>
- Betifor. 2010. Effets des seuils d'épandage dans la région de Tahoua: cultures sous pluies et contre saison. Campagne 2009/2010. Rapport global provisoire. FICOD. Niger.
- Chunhong, H., Deyi, W., Jayakumar R. and S. Ajisawa (eds). 2004. Warping dams – Construction and its Effects on Environment, Economy, and Society in Loess Plateau Region of China. International Hydrological Programme (IHP), UNESCO Office Beijing & The International Research and Training Center on Erosion and Sedimentation (IRTCES), Beijing. <http://www.irtces.org/pdf-hekou/138198E.pdf>
- Nil, D., Ackermann, K., van den Akker, E., Schöning, A., Wegner, M., van der Schaaf, C. and J. Pieterse. 2012. Water-spreading weirs for development of degraded dry river valleys. Experience from the Sahel. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Eschborn and KfW Entwicklungsbank, Frankfurt.
- Nil, D., Ackermann, K., van den Akker, E., Schöning, A., Wegner, M., van der Schaaf, C. et J. Pieterse. 2012. Seuils d'épandage pour la valorisation des vallées d'oued dégradées. Expériences du Sahel. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Eschborn and KfW Entwicklungsbank, Frankfurt.
- Madrell, S. and I. Neal. 2012. Sand Dams: a Practical Guide. Excellent Development. London.UK
- Ratsey, J. 2011. Engineering Manual for Spate Irrigation. Technical Assistance for the Support to the Agricultural Sector / Food Security Programme in Eritrea. Wiltshire, Landell Mills Limited. <http://www.spate-irrigation.org/guidelines>
- Spate Irrigation Network. Training materials from Yemen, Ethiopia and Pakistan. Spate Irrigation Network. <http://www.spate-irrigation.org/resource-documents/training-material>

MacroCE

- Collins, S. 2000. Hand-dug shallow wells. Series of Manuals on Drinking Water Supply. SKAT. St.Gallen. <http://www.rwsn.ch/documentation/skatdocumentation.2005-11-14.6529097230/file>
- Durand, J-M. 2012. Les petits barrages de décrue en Mauritanie : Recommandations pour la conception et la construction. Fonds international de développement agricole (FIDA).
- Durand, J-M. 2012. Manuel de suivi et d'entretien des petits barrages en Mauritanie. Fonds international de développement agricole (FIDA).
- Koegel, R.G. 1985. Self-help wells. FAO Irrigation and Drainage Paper. Food and Agricultural Organisation of the UN (FAO). Rome. <http://www.fao.org/docrep/X5567E/X5567E00.htm>
- Ministries of Water Resources and Irrigation of Sudan and South Sudan. 2009. Technical Guidelines for the Construction and Management of Improved Hafirs: A Manual for Field Staff and Practitioners. MIWR-GONU (Sudan), MWRI-GOSS, UNICEF.
- Munyao, J.N., Munywoki, J.M., Kitema, M.I., Kithuku, D.N., Munguti, J.M. and S. Mutiso. 2004. Kitui Sand Dams. Construction and Operation. SASOL Foundation. Kitui, Kenya.
- Nissen-Petersen, E. 2006. Water from Dry Riverbeds: how dry and sandy riverbeds can be turned into water sources by hand-dug wells, subsurface dams, weirs and sand dams. ASAL Consultants Ltd., Nairobi, Kenya. For the Danish International Development Agency (DANIDA) in Kenya. http://www.samsamwater.com/library/Book3_Water_from_Dry_Riverbeds.pdf
- Nissen-Petersen, E. 2006a. Water from Roads: a handbook for technicians and farmers on harvesting rainwater from roads. ASAL Consultants Ltd., Nairobi, Kenya. http://www.samsamwater.com/library/Book6_Water_from_roads.pdf
- Nissen-Petersen, E. 2006b. Water from Rock Outcrops: a handbook for engineers and technicians on site investigations, designs, construction and maintenance of rock tanks and dams. ASAL Consultants Ltd., Nairobi, Kenya. For the Danish International Development Agency (DANIDA) in Kenya. http://www.samsamwater.com/library/Book1_Water_from_Rock_Outcrops.pdf
- Nissen-Petersen E. 2006c. Water from Small Dams: handbook for technicians, farmers and others on site investigations, designs, cost estimates, construction and maintenance of small earth dams. ASAL Consultants Ltd., Nairobi, Kenya. For the Danish International Development Agency (DANIDA) in Kenya
- Nissen-Petersen, E. 2000. Water from Sand Rivers: a manual on site survey, design, construction and maintenance of seven types of water structures in riverbeds. RELMA Technical Handbook No.23. Sida Regional Land Management Unit, Nairobi, Kenya.
- RAIN (Rainwater Harvesting Implementation Network). 2009. A practical guide to sand dam implementation: Water supply through local structures as adaptation to climate change. RAIN Foundation / Acacia Water / Ethiopian Rainwater Harvesting Association / Action for Development / Sahelian Solutions Foundation. Wageningen. http://www.rainfoundation.org/fileadmin/PublicSite/Manuals/Sand_dam_manual_FINAL.pdf
- Reynoso, D.S.F. and J.L.O. Mota. 2010. Trampa de captación de agua de lluvia para abrevadero. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca Y Alimentación (SAGARPA). Mexico.
- Sand dam bibliography. <https://sites.google.com/site/sdbibliography/>
- Stern, J.H. and A. Stern. 2011. Water harvesting through sand dams. ECHO Technical Note. ECHO. North Fort Myers, USA.
- Stephens, T. 2010. Manual on small earth dams: a guide to siting, design and construction. FAO Irrigation and Drainage Papers 64. FAO. Rome. <http://www.fao.org/docrep/012/i1531e/i1531e.pdf>
- VSF (Vétérinaires sans frontières). 2006. SubSurface Dams: a simple, safe and affordable technology for pastoralists. A manual on SubSurface Dams construction based on an experience of Vétérinaires sans Frontières in Turkana District (Kenya). Vétérinaires sans frontières. Brussels. <http://www.protos.be/water-in-the-world/Subsurface-damsdefvolledig.pdf>
- Wagner, B. (ed). 2005. Water from ponds, pans and dams. A manual on design, construction and maintenance. Technical Handbook No. 32. Regional Land Management (RELMA) in ICRAF. Nairobi.

MicroCE

- FAO (Food and Agricultural Organization of the UN). 2000. Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia: Experiencias en América Latina. Zonas áridas y semi-áridas No. 13. Santiago, Chile, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai128s/ai128s00.pdf>
- Hai, M.T. 1998. Water Harvesting: an Illustrative Manual for Development of Microcatchment Techniques for Crop Production in Dry Areas. RELMA Technical Handbook. RELMA, Nairobi. <https://we.riseup.net/assets/4867/microcatchment%20for%20dry%20area%20crops.pdf>
- PROWALO. 1996. La charrue Delphine: Expérimentation dans les forêts et les terroirs du Walo. Projet d'Aménagement des Forêts et de Gestion des Terroirs Villageois du Walo (PROWALO). http://www.vallerani.com/images/Dispensa_illustrata_PROWALO-1996.pdf

Toits-CoursCE

- Adler, I., Carmona, G. and J.A. Bojalil. 2008. Manual de captacion de aguas de lluvia para centros urbanos. PNUMA / International Renewable Resources Institute (IRRI). Mexico City, Mexico.
- Ariyananda, T. 2009. Rain Water Harvesting Practitioners Guide for Sri Lanka. Lanka Rainwater Harvesting Forum.
- Ariyawansa, S. 2009. Home Gardening through Rainwater Harvesting. Lanka Rainwater Harvesting.
- Castaneda, N.P. 2010. Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable. La institución educativa Maria Auxiliadora de Caldas, Antioquia. Medellin.
- Doyle, K.C. 2008. Sizing the First Flush and its Effect on the Storage-Reliability-Yield Behavior of Rainwater Harvesting in Rwanda. Master Thesis, Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology.
- Development Technology Unit (DTU). 2002. Very-Low-Cost Domestic Roof Water Harvesting in the Humid Tropics: Existing Practice. Domestic Roofwater Harvesting Research Programme, Report R1. Development Technology Unit, School of Engineering, University of Warwick. Warwick, UK.
- Development Technology Unit (DTU) Forum. 2001. Recommendations for designing rainwater harvesting system tanks. Warwick, Development Technology Unit, School of Engineering, University of Warwick.
- Development Technology Unit (DTU). 2000. Low-cost, thin-shell, ferrocement tank cover- Instructions for manufacture. DTU Technical Release Series, TR-RWH 04. Development Technology Unit, School of Engineering, University of Warwick. Warwick, UK.
- FAO (Food and Agricultural Organisation of the UN). 2001. Small Dams and Weirs in Earth and Gabion Materials. FAO. Rome. <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/misc32.pdf>
- Garduno, M.A. 1998. Sistema de Captacion de Agua de Lluvia para Uso Domestico en America Latina y el Caribe. Instituto Interamericano de Cooperacion para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica.
- Gould, J. and E. Nissen-Petersen. 1999. Rainwater catchment systems for domestic supply: design, construction and implementation. IT Publications. London, UK.
- Kavarana, G. and S. Sengupta. 2013. Catch water where it falls: toolkit on urban rainwater harvesting. Centre for Science and Environment (CSE). New Delhi, India.
- Keddal, H. 2007. Guide pratique pour la récupération des eaux pluviales au Maroc. Ministère de 'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement. Direction du Partenariat, de la Communication et de la Coopération. Royaume du Maroc.
- Luong, T.V. 2002. Harvesting the Rain: a Construction Manual for cement Rainwater Jars and Tanks, UNICEF East Asia and Pacific Regional Office, Bangkok, Thailand.
- Macomber, P.S.H. 2010. Guidelines on Rainwater Catchment Systems for Hawaii. Manoa, College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawai'i at Manoa.
- Nega, H. and P.M. Kimeu. 2002. Low-cost methods of rainwater storage. Results from field trials in Ethiopia and Kenya. Regional Land Management Unit (RELMA). Nairobi, Kenya.
- Nissen-Petersen, E. 2007. Water from Roofs: a handbook for technicians and builders on survey, design, construction and maintenance of roof catchments. ASAL Consultants Ltd., Nairobi, Kenya. For the Danish International Development Agency (DANIDA) in Kenya. <http://www.waterforaridland.com/Books/book7%20Water%20from%20roofs.pdf>
- Nissen-Petersen, E. 1992. How to Build an Underground Tank with Dome, ASAC Consultants Ltd., Kitui, Kenya.
- Nissen-Petersen, K. 1992. How to Build Smaller Water Tanks and Jars, ASAC Consultants Ltd., Kitui, Kenya.
- Nissen-Petersen, E. and M. Lee. 1990. Harvesting Rainwater in Semi-Arid Africa – Manual Number 1: Water Tanks With Guttering and Handpump. ASAL Consultants Ltd., Nairobi, Kenya. http://docs.watsan.net/Scanned_PDF_Files/Class_Code_2_Water/213.2-10144.pdf
- Practical Action. 2009. Rainwater Harvesting in Uganda. The Schumacher Centre. Rugby, UK. <https://practicalaction.org/rainwater-harvesting-answers>
- Practical Action. 2008. Underground Rainwater Storage Facilities. The Schumacher Centre. Rugby, UK. <https://practicalaction.org/rainwater-harvesting-answers>
- Practical Action. 2002. The Sri Lankan Pumpkin Tank: A Case Study. The Schumacher Centre. Rugby, UK. <https://practicalaction.org/rainwater-harvesting-answers>
- Practical Action. 1998. The Underground Brick Dome Tank (5 m3), Sri Lanka: A Case Study. The Schumacher Centre. Rugby, UK. <https://practicalaction.org/rainwater-harvesting-answers>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 2008. Manual sobre Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia para Uso Doméstico y Consumo Humano. 4 Parts. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Panama City. <http://www.pnuma.org/recnat/esp/documentos/>
- Rainwater Club. non daté. Manual on rooftop rainwater harvesting systems in schools: maintenance schedule, post storage treatment procedure and precautions. Rainwater Club. Bangalore, India. www.rainwaterclub.org.
- The Caribbean Environmental Health Institute. 2009. Rainwater: Catch it While You Can – a Handbook on Rainwater Harvesting in the Caribbean: a practical guideline featuring best practices for rainwater harvesting in small island Caribbean environments. The Caribbean Environmental Health Institute, St.Lucia / United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi.
- Texas Water Development Board. 2005. The Texas Manual on Rainwater Harvesting. Third Edition. Austin, Texas. http://www.twdb.state.tx.us/publications/reports/RainwaterHarvestingManual_3rdedition.pdf
- Thoma, T. and B. McGeever. 1997. Underground storage of rainwater for domestic use including construction details of a lowcost cistern and pump. Working Paper. Warwick, Development Technology Unit, School of Engineering, University of Warwick. 49. <http://www2.warwick.ac.uk/fac/sci/eng/research/civil/crg/dtu/pubs/wp/wp49/wp49.pdf>
- Thomas, T.H. and D.B. Martinson. 2007. Roofwater Harvesting: a Handbook for Practitioners. Technical Paper Series; no. 49. International Water and Sanitation Centre (IRC). Delft, The Netherlands. <http://www.washdoc.info/docsearch/title/155697>
- Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural (UNATSABAR). 2001. Guia de diseño para captacion del agua de lluvia. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Lima, Peru.
- Worm, J. and T. van Hattum. 2006. Rainwater harvesting for domestic use. AGROMISA and CTA / RAIN (Rainwater Harvesting Implementation Network). Wageningen, The Netherlands
- Zanzibar Water Authority. 2010. Zanzibar Rainwater Harvesting Manual for Training of Trainers for Domestic Supply (draft). Zanzibar Water Authority. <http://www.dlist-asclme.org/sites/default/files/doclib/upload%20December.pdf>

Articles de journaux, conférences et documents de travail

- Ali, A., Oweis, T., Rashid, M., El Naggar, S. and A. Aal. 2007. Water harvesting options in the drylands at different spatial scales. *Land Use and Water Resources Research* 7:1-13.
- Barron, J. and G. Okwach. 2005. Run-off water harvesting for dry spell mitigation in maize (*Zea mays* L.): results from on-farm research in semi-arid Kenya. *Agricultural Water Management* 74(1):1-21.
- Barry, B., Olaleye, A.O., Zougmore, R. and D. Fatondji. 2008. Rainwater harvesting technologies in the Sahelian zone of West Africa and the potential for outscaling. IWMI Working Paper 126. International Water Management Institute (IWMI). Colombo, Sri Lanka.
- Biazin, B., Sterk, G., Temesgen, M., Abdulkedir, A. and L. Stroosnijder. 2012. Rainwater harvesting and management in rainfed agricultural systems. in sub-Saharan Africa – A review. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* 47-48 139–151.
- Botha, J.J., Joseph, L.F., Anderson, J.J. and A.F. Berhanu. 2011. Classification of rainwater harvesting technologies. Paper read at 3rd International Forum on Water and Food, Tshwane, South Africa. CGIAR Challenge Programme on Water and Food. Colombo, Sri Lanka.
- Critchley, W.R.S. and K. Mutunga. 2003. Local innovation in a global context: documenting farmer initiatives in land husbandry through WOCAT. *Land Degradation & Development*, 14(1), 143–162.
- Deryng, D., Sacks, W.J., Barford, C.C. and N. Ramankutty. 2011. Simulating the effects of climate and agricultural management practices on global crop yield. *Global Biogeochemical Cycles*, 25(2), 1–18.
- Efe, S.I. 2006. Quality of rainwater harvesting for rural communities of Delta State, Nigeria. *Environmentalist* 26:175-181.
- Ellis-Jones J. and A. Tengberg. 2000. The impact of indigenous soil and water conservation practices on soil productivity: Examples from Kenya, Tanzania and Uganda. *Land Degradation & Development* 11(1):19-36.
- Ferdausi, S.A. and M.W. Bolkland. 2000. Rainwater harvesting for application in rural Bangladesh. In 26th WEDC Conference on Water, Sanitation and hygiene: challenges of the millennium. Dhaka, Bangladesh.
- Fox, P., Rockström, J. and J. Barron. 2005. Risk analysis and economic viability of water harvesting for supplemental irrigation in semi-arid Burkina Faso and Kenya. *Agricultural Systems* 83(3):231-250.
- Hagos, F., Yohannes, M., Linderhof, V., Kruseman, G., Mulugeta, A., Samuel, G.G. and Z. Abreha. 2006. Micro water harvesting for climate change mitigation: Trade-offs between health and poverty reduction in Northern Ethiopia. PREM Working report 06-05. Poverty Reduction and Environmental Management, Institute for Environmental Studies, Vrije Universiteit, Amsterdam, The Netherlands. http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1527885
- Herweg, K. and E. Ludi. 1999. The performance of selected soil and water conservation measures: case studies from Ethiopia and Eritrea. *Catena* 36(1-2):99-114.
- Komakech, H.C., Mul, M.L., van der Zaag, P. and F.B.R. Rwehumbiza. 2011. Water allocation and management in an emerging spate irrigation system in Makanya catchment, Tanzania. *Agricultural Water Management* 98(11):1719-1726.
- Luong, T.V. and P. Luckmuang. 2002. Household rainwater harvesting: Thailand. 28th WEDC Conference on sustainable environmental sanitation and water services. Calcutta, India
- Malley, Z.J.U., Kayombo, B., Willcocks, T.J. and P.W. Mtakwa. 2004. Ngoro: an indigenous, sustainable and profitable soil, water and nutrient conservation system in Tanzania for sloping land. *Soil and Tillage Research* 77(1):47-58.
- Mehari, A., Van Steenberg, F. and B. Schultz. 2011. Modernization of Spate Irrigated Agriculture: A New Approach. *Irrigation and Drainage* 60(2):163-173.
- Mendez, C.B., Afshar, B.R., Kinney, K., Barrett, M.E. and M.J. Kirisits. 2010. Effect of Roof Material on Water Quality for Rainwater Harvesting Systems. Report. Texas Water Development Board. Austin, Texas.
- Motiee, H., McBean, E., Semsar, A., Gharabaghi, B. and V. Ghomashchi. 2006. Assessment of the contributions of traditional qanats in sustainable water resources management. *International Journal of Water Resources Development* 22(4):575-588.
- Mul, M.L., Kemerink, J.S., Vyagusa, N.F., Mshana, M.G., van der Zaag, P. and H. Makurira. 2011. Water allocation practices among smallholder farmers in the South Pare Mountains, Tanzania: the issue of scale. *Agricultural Water Management* 98(11):1752-1760.
- Mupangwa, W., Love, D. and S. Twomlov. 2006. Soil-water conservation and rainwater harvesting strategies in the semi-arid Mzingwane Catchment, Limpopo Basin, Zimbabwe. *Physics and Chemistry of the Earth* 31(15-16):893-900.
- Nasr, M. 1999. Assessing Desertification and Water Harvesting in the Middle East and North Africa: Policy Implications. Centre for Development Research (ZEF) Discussion Papers on Development Policy Number. Bonn
- Naugle, J., Opio-Oning, T. and B. Cronin. 2011. A market-based approach to facilitate self supply for rainwater harvesting in Uganda. 6th Rural Water Supply Network (RWWSN) Forum. Kampala, Uganda. November 2011.
- Ngigi, S.N. 2003. What is the limit of up-scaling rainwater harvesting in a river basin? *Physics and Chemistry of the Earth* 28(20-27):943-956.
- Niemeijer, D. 1998. Soil nutrient harvesting in indigenous teras water harvesting in eastern Sudan. *Land Degradation & Development* 9(4):323-330.
- Nijhof, S. and B.R. Shrestha. 2010. Micro-credit and rainwater harvesting. International Water and Sanitation Centre (IRC) Symposium 2010: Pumps, Pipes and Promises: Costs, Finances and Accountability for Sustainable WASH Services. The Hague, The Netherlands.
- Oweis, T. and A. Hachum. 2006. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dryfarming systems in West Asia and North Africa. *Agricultural Water Management* 80(1-3):57-73.
- Raju, N.J., Reddy, T.V.K. and P. Munirathnam. 2005. Subsurface dams to harvest rainwater— a case study of the Swarnamukhi River basin. Southern India. *Hydrogeology Journal*, 14(4), 526–531.
- Rockström, J. 2000. Water resources management in smallholder farms in Eastern and Southern Africa: an overview. *Physics and Chemistry of the Earth* 25(3):275-283.
- Rockström, J. and M. Falkenmark. 2000. Semiarid Crop Production from Hydrological Perspective: Gap between Potential and Actual Yields. *Critical Reviews in Plant Sciences*, vol 19, no 4, pp319-346
- Rockström, J., Folke, C., Gordon, L., Hatibu, N., Jewitt, G., Penning de Vries, F., Rwehumbiza, F., Sally, H., Savenije, H. and R. Schulze. 2004. A watershed approach to upgrade rainfed agriculture in water scarce regions through water system innovations: an integrated research initiative on water for food and rural livelihoods in balance with ecosystem functions. *Physics and Chemistry of the Earth* 29:1109-1118.
- Somme, G., Oweis, T., Abdulal, A., Bruggeman, A. and A. Ali. 2004. Micro-catchment Water Harvesting for Improved Vegetative Cover in the Syrian Badia. On-Farm Water Husbandry Research Report Series No.3. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Aleppo, Syria.
- Tanji, K. and N. Kielen. 2002. Agricultural drainage water management in arid and semi-arid areas. FAO Irrigation and Drainage Papers 61. FAO. Rome. <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp61e.pdf>
- Tesfai, M. and L. Stroosnijder. 2001. The Eritrean spate irrigation system. *Agricultural Water Management* 48(1):51-60.
- Van Dijk, J.A. 1997. Indigenous soil and water conservation by teras in eastern Sudan. *Land Degradation & Development* 8(1):17-26.
- Van Steenberg, F., Haile, A.M., Alemehayu, T., Alamirew, T. and Y. Geleta. 2011b. Status and Potential of Spate Irrigation in Ethiopia. *Water Resources Management* 25(7):1899-1913.

- Vilane, B.R.T. and E.J. Mwendera. 2011. An inventory of rainwater harvesting technologies in Swaziland. *African Journal of Agricultural Research*. Vol. 6(6), pp. 1313-1321.
- Vohland, K. and B. Barry. 2009. A review of in situ rainwater harvesting (RWH) practices modifying landscape functions in African drylands, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 131, no. 3-4, pp. 119-127.
- Wakindiki, I.I.C. and M. Ben-Hur. 2002. Indigenous soil and water conservation techniques: effects on runoff, erosion, and crop yields under semi-arid conditions. *Australian Journal of Soil Research* 40(3):367-379.
- Wu, Y., Tang, Y. and C.M. Huang. 2009. Harvesting of rainwater and brooklets water to increase mountain agricultural productivity: a case study from a dry valley of southwestern China. *Natural Resources Forum* 33(1):39-48.
- Zaal, F. and R.H. Oostendorp. 2002. Explaining a miracle: Intensification and the transition towards sustainable small-scale agriculture in dryland Machakos and Kitui Districts, Kenya. *World Development* 30(7):1271-1287.
- Zougmore, R., Zida, Z. and N.F. Kambou. 2003. Role of nutrient amendments in the success of half-moon soil and water conservation practice in semiarid Burkina Faso. *Soil & Tillage Research* 71(2):143-149.

Documents de politique générale, fiches d'information et autres

Général

- Agriwaterpedia. Water Harvesting. Accessed December 2012. http://agriwaterpedia.info/wiki/Water_Harvesting.
- Baziwe, D. 2011. Putting women at the forefront in accelerating self supply through domestic rainwater harvesting. 6th Rural Water Supply Network (RWSN) Forum: Rural water supply in the 21st century: myths of the past, visions for the future. Kampala, Uganda. novembre 2011. <http://www.washdoc.info/docsearch/title/177104>
- Benli, B. 2012. Rain Water Harvesting. United Nations Development Programme (UNDP). Présentation disponible auprès de http://www.unep.org/fileadmin/DAM/env/water/meetings/TF_EWE/2nd_meeting/power_points/Water_Harvesting.pdf.
- Cleveringa, R., Kay, M. and A. Cohen (eds.). 2009. InnoWat: Water, innovations, learning and rural livelihoods. International Fund for Agricultural Development (IFAD). Rome, Italy. http://www.ifad.org/english/water/innowat/strategic/Overview_web.pdf
- FAOSTAT. 2012. Database. Food and Agriculture Organization (FAO), Rome. Accessed June 2012. <http://faostat.fao.org/>
- GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit). 2011. Fact sheet: Water Spreading Weirs. GIZ, Eschborn and KfW Entwicklungsbank, Frankfurt. http://www.solutionsforwater.org/wp-content/uploads/2011/12/Flyer-Nexus_waterspreading-weirs.pdf
- IFAD (International Fund for Agricultural Development) website. Sujets: Spate Irrigation. Accès décembre 2012. <http://www.ifad.org/english/water/innowat/topic/irrigation.htm>
- IFAD (International Fund for Agricultural Development). InnoWat case studies, fact sheets, tool sheets, topic sheets. <http://www.ifad.org/english/water/innowat/index.htm>
- Oweis, T.Y. 2009. Managing water resources under scarcity and climate change. Présentation pour IFAD-ICARDA knowledge and technology exchange in NENA region.
- Picard, J. non daté. Fact sheet: Water Spreading Weirs: methods and tools. GIZ, PDRD-PRODABO. Chad.
- Practical Action. 2009. Rainwater harvesting in Uganda. Technical Brief, the Schumacher Centre. Rugby, UK. <https://practicalaction.org/rainwater-harvesting-answers>
- Practical Action. 2008. Runoff Rainwater Harvesting. Technical Brief. The Schumacher Centre. Rugby, UK. http://practicalaction.org/docs/technical_information_service/rainwater_harvesting.pdf
- Practical Action. 2002. Water harvesting in Sudan. Technical Brief, the Schumacher Centre. Rugby, UK. <http://cdn1.practicalaction.org/wa/4f55e1d8-6858-4a8c-a6de-74950ae4f5bb.pdf>
- Practical Action. 2002. Sand Dams: Feasible Rainwater Harvesting Technology for Arid and Semi-Arid Land. Technical Brief, the Schumacher Centre. Rugby, UK. <https://practicalaction.org/rainwater-harvesting-answers>
- Practical Action. 2002. Runoff Rainwater Harvesting: the Path to Enhanced Livelihoods. Technical Brief, the Schumacher Centre. Rugby, UK. <https://practicalaction.org/rainwater-harvesting-answers>
- Prinz, D. 2011. The Concept, Components and Methods of Rainwater Harvesting (presentation). Dans 2ème Arab Water Forum "Living with Water Scarcity", 20-23 November, 2011. Cairo, Egypt.
- Miller, J.W. 2009. Farm ponds for water, fish and livelihoods. Diversification booklet number 13. FAO. Rom. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0528e/i0528e.pdf>
- Nawaz K. 2011. Desert Truffle Mushrooms in Spate Irrigation Areas. Spate Irrigation Network.
- Scheierling S. (Water Anchor, TWIWA, World Bank). 2011. Adapting Soil-Water Management to Climate Change: Insights from a Portfolio Review (presentation). Learning Session: Climate-Smart Agriculture. Agriculture and Rural Development (ARD) Days 2011.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 2012. Sudan Environmental Database. http://postconflict.unep.ch/sudanreport/sudan_website/
- UNEP (United Nations Environment Programme). 2008. Endowment opportunities from rainwater in Africa. In *Encyclopedia of Earth*. http://www.eoearth.org/article/Endowment_opportunities_from_rainwater_in_Africa
- UN-HABITAT. non daté. Measures for Ensuring Sustainability of Rainwater Harvesting. Water for Asian Cities Programme – UN-HABITAT, Directorate of Urban Administration and Development Government of Madhya Pradesh, India.
- WaterAid. non daté. Rainwater harvesting. Technical Brief. WaterAid International NGO. London, UK. http://www.wateraid.org/documents/plugin_documents/rainwater_harvesting.pdf
- WB (World Bank). 2012. Rainfed Agriculture. Accès juin 2012. <http://water.worldbank.org/topics/agricultural-water-management/rainfed-agriculture>.
- WB (World Bank). 2011. Climate-Smart Agriculture: a call to action. http://climatechange.worldbank.org/sites/default/files/documents/CSA_Brochure_web_WB.pdf
- Wilk, J. and H.B. Wittgren (eds). 2009. Adapting Water Management to Climate Change. Policy Brief Nr. 7. Swedish Water House. Stockholm International Water Institute (SIWI).
- WRI (World Resources Institute). 2012. Where are the world's drylands? Accès juin 2012. <http://www.wri.org/publication/content/8236>

Sélection de medias audiovisuels

AccessAgriculture. Contour bunds. Langue: Anglais. Durée: 15.0 min. <http://www.accessagriculture.org/node/511/en>

FAO (Food and Agriculture Organization). 2003. Training course on water harvesting. FAO Land and Water Digital Media Series – CD-ROM 26

BBC – EARTH REPORT. 2003. Tunnel Vision. Film. Produit par: Sapiens Productions. Langue: Anglais. <http://www.sapiensproductions.com/qanats.htm>

Centre de Recherche et des Technologies des Eaux (CERTE) Tunisie. 2008. La récupération des eaux pluviales en Tunisie. Vidéo. Produit par: Sapiens Productions. Langue: Français. Durée: 15:43. http://www.thewaterchannel.tv/index.php?option=com_hwdvideoshare&task=viewvideo&Itemid=53&video_id=597

CPWC (Programme on Water and Climate). 2006. Kitui Sand Dams. Vidéo. Produit par: Arena Films. Langue: Anglais. Durée 14 min. <http://www.thewaterchannel.tv/>

Danert, K. 2009. How Household Investment in Rural Water Supply can make a difference: Summary of Video/Audio Conference Discussions. RWSN, WSP, A4A and SDC. Excellent Development. 2009. Sand dams in Kenya. Vidéo. Produit par: Excellent Pioneers of Sand Dams. Langue: Anglais. Durée: 7.47 min. <http://www.youtube.com/watch?v=YjzcfPax4As&noredirect=1>

FAKT.1996. Mvua ni Maji – Rain is Water, Rainwater Harvesting by Women's Groups in Kenya. Vidéo. Produit par: Kenyan film team. Durée: 27 min.

Hartung, H. 2002. The Rainwater Harvesting CD. Margraf Publishers, Germany. info@margraf-verlag.de or HansFHartung@aol.com

IIED (International Institute for Environment and Development) and IFAD (International Fund for Agricultural Development). 2012. Series on Sustainable Land Management Technologies in sub-Saharan Africa. Videos. Directed by: William Critchley. Produit par: Josephine Rodgers (Country Wise Communication). Langue: Anglais. Durée: 12 x 8 min with accompanying information sheets. <http://www.thewaterchannel.tv/>

IIED (International Institute for Environment and Development) Clips. Climate Change Adaptation Technology: Stone Lines. Langue: Anglais. Durée: 7.27. http://www.youtube.com/watch?v=RQkiv_U5AoU&feature=player_embedded#!

IIED (International Institute for Environment and Development) Clips. Climate Change Adaptation Technology: Fanya Juu Terraces. Langue: Anglais. Durée: 5:27. http://www.youtube.com/watch?v=b9Z_wYyBCE&feature=player_embedded

IRHA (International Rainwater Harvesting Alliance). Farm ponds. Water harvesting structures in semi arid areas. Vidéo. Produit par: Vishwanath Srikantaiah. Langue: Anglais. Durée: 1:47 min. http://www.irha-h2o.org/?page_id=50&vpage=3

IUCN (The International Union for Conservation of Nature). 2011. Of pearls in the sand. Vidéo documentaire. Produit par Umbreen Butt et Iskan Khan de la part de IUCN Pakistan. Langue: Anglais avec sous-titres. <http://www.iucn.org/about/union/secretariat/offices/asia/?uNewsID=9050>

Lanka Rainwater Harvesting Forum. A Gift from the Sky – An Overview of Roofwater Harvesting in Sri Lanka. <http://www.rainwaterharvesting.com>

RAIN. 2009. Sand dam training in Southern Ethiopia. Vidéo. Produit par: Africa Interactive on behalf of RAIN. Langue: Anglais. <http://www.thewaterchannel.tv/>

Rain Harvesting. How to install and maintain a first flush water diverters? 2 Videos. Produit par: Rain Harvesting Pty Ltd. Langue: Anglais. Durée: 1.02 and 1.55 min. <http://rainharvesting.com.au/products/pre-filtration/first-flush-water-diverter/downpipe-first-flush-diverter>

Rainwater Club. Harvesting Water – 10 videos. <http://www.rainwaterclub.org/movies.htm>

UNESCO Multimedia Web & Services. Water and systems of irrigation in Central Iran: Qanat, Water, Oasis. Vidéo. Produit par: Abdolhamid Baghaeian. Langue: Anglais. Durée: 24:56 min. http://www.unesco.org/archives/multimedia/index.php?s=films_details&id_page=33&id_film=2369

Vincent, P. 2011. Collecting rain water using Vetiver. Langue: Anglais. Durée: 2.02 min. http://www.youtube.com/watch?v=e482unvd3uc&feature=player_embedded#!

Water for Arid Land. 2010. Sand dams vs Subsurface dams. Vidéo. Produit par: ASAL Consultants, Erik Nissen-Petersen. Langue: Anglais. Durée: 7.54 min. <http://www.thewaterchannel.tv/en/videos/categories/viewvideo/630/water-harvesting/nissen-petersen-sand-dams-vs-subsurface-dams>

Water for Arid Land. 2010. Water from roads. Vidéo. Produit par: ASAL Consultants, Erik Nissen-Petersen. Langue: Anglais. <http://www.thewaterchannel.tv/en/videos/categories/viewvideo/631/water-harvesting/water-from-roads>

Water for Arid Land. 2010. Water from rocks. Vidéo. Produit par: ASAL Consultants, Erik Nissen-Petersen. Langue: Anglais. Durée: 12.01 min. <http://www.thewaterchannel.tv/en/videos/categories/viewvideo/639/water-harvesting/water-from-rocks>

Water for Arid Land. 210. Scope for rainwater harvesting in Eastern Africa – Interview with Erik Nissen-Petersen. Vidéo. Produit par: The Water Channel. Langue: Anglais. Durée: 04.18 min. http://www.thewaterchannel.tv/index.php?option=com_hwdvideoshare&task=viewvideo&Itemid=53&video_id=615

WOTR (Watershed Organisation Trust). Sattechiwadi: A village Transformed. Vidéo. Produit par: WOTR. Langue: Anglais. <http://youtu.be/FKYOLnsahil>; more WOTR films on <http://youtube.com/user/wotrindia>

Spate Irrigation Network. 2012. What is spate irrigation? Vidéo. Produit par: The Water Channel. Langue: Anglais. http://www.thewaterchannel.tv/index.php?option=com_hwdvideoshare&task=viewvideo&Itemid=4&video_id=1216

Spate Irrigation Network. 2011. Climate Variability and Food Security. Vidéo. Produit par: The Water Channel. Langue: Anglais. http://www.thewaterchannel.tv/index.php?option=com_hwdvideoshare&Itemid=4&task=viewvideo&video_id=1122

Spate Irrigation Network. 2011. Water Rights in spate irrigation. Vidéo. Produit par: The Water Channel. Langue: Anglais. <http://www.thewaterchannel.tv/en/videos/categories/viewvideo/1129/agriculture/water-rights-in-spate-irrigation>


Spate Irrigation Engineering. 2012. Lessons from Past Interventions. Vidéo. Produit par: The Water Channel. Langue: Anglais. http://www.thewaterchannel.tv/index.php?option=com_hwdvideoshare&Itemid=4&task=viewvideo&video_id=1249

Water for Arid Land. 2010. Water from roads. Vidéo. Produit par: Asal Consultants, Erik Nissen-Petersen. Langue: Anglais. <http://www.thewaterchannel.tv/en/videos/categories/viewvideo/631/water-harvesting/water-from-roads>

D'autres vidéos sur la CE peuvent être consulté sur <http://www.thewaterchannel.tv/>

La collecte de l'eau

Directives pour de bonnes pratiques

 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Direction du développement
et de la coopération DDC



Ouvrir pour que les
populations rurales pauvres
se libèrent de la pauvreté

u^b

UNIVERSITÄT
BERN
CDE
CENTRE FOR DEVELOPMENT
AND ENVIRONMENT

