



**Sustainable Water
Integrated Management (SWIM) -
Support Mechanism**



Project funded by
the European Union

Water is too precious to waste

**DEUX JOURS DE FORMATION SUR LE FONCTIONNEMENT ET LA GESTION
DES STEPS**

9-10 Septembre 2013, Murcia

Technologies non-conventionnelles pour le traitement des eaux uses

Présenté par: Dr. Isabel Martin

- **Contexte du traitement et de la réutilisation des eaux usées**
- **Concept de petite communauté**
- **Traitement des eaux usées (WWT)**
 - Problématique liée aux petites communautés
 - Les technologies WWT les plus durables pour les petites communautés: technologies non conventionnelles
- **Recyclage et réutilisation de l'eau:**
 - Les eaux usées en tant que ressource
 - Les technologies les plus durables pour le recyclage de l'eau dans les petites communautés
- **Recherches CENTA sur le traitement et la réutilisation des eaux usées**

Contexte du traitement et de la réutilisation des eaux usées

L'accès à l'eau potable, à des conditions sanitaires décentes, au traitement des eaux usées urbaines et à la réutilisation de l'eau, offrent la structure de développement dans un pays.

Il y existe déséquilibre important entre les pays/zones développé(e)s et en développement.

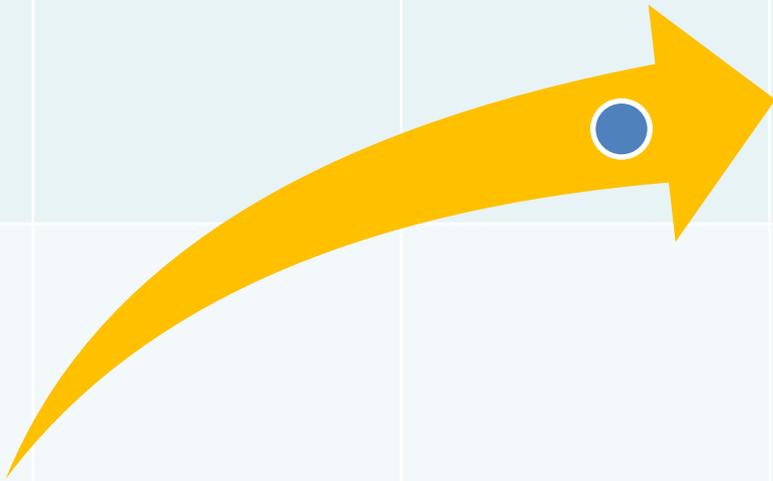
Le problème est plus ou moins résolu dans les grandes et moyennes villes-zones, avec un développement technologique, social et économique adéquat.

Les populations les plus affectées sont concentrées dans les zones rurales et éloignées et dans les zones marginales des grandes villes dans les pays défavorisés.

Contexte du traitement et de la réutilisation des eaux usées

Gestion des eaux usées selon le développement économique

Caractéristiques	Pays à faibles revenus	Pays à revenus faibles à moyens	Pays à revenus moyens à élevés	Pays à hauts revenus
Accès aux services sanitaires de base	<ul style="list-style-type: none"> Faible réseau, spécialement pour les zones urbaines pauvres. Principalement options de non-assainissement. 			<ul style="list-style-type: none"> Bon réseau. Assainissement.
Traitement des eaux usées	<ul style="list-style-type: none"> Peu ou pas de STEP. Graves faiblesses opérationnelles. Prédominance des questions de faisabilité budgétaire. 			<ul style="list-style-type: none"> Traitements de haut niveau. Non-OCDE: augmentation des investissements ces 20 dernières années. OECD: investissements majeurs sur 50-60 ans.
Problèmes de pollution de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> Problèmes sanitaires dus à un assainissement inadapté et sauvage « dans la rue ». 			<ul style="list-style-type: none"> Intérêt pour les valeurs d'agrément et substances toxiques.

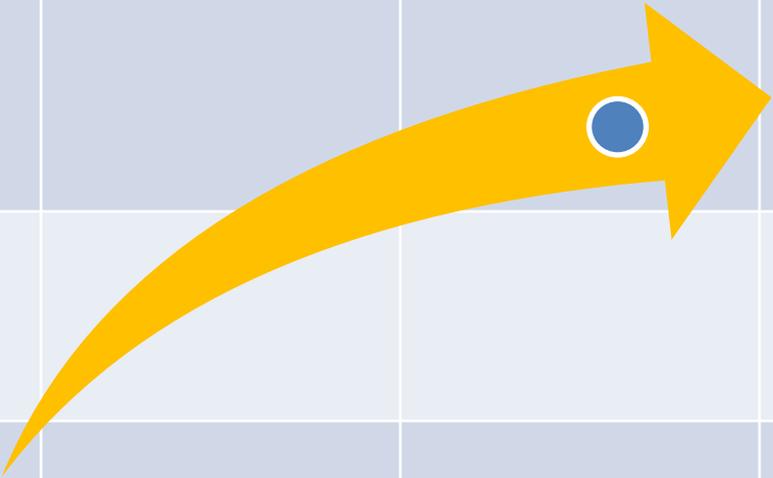


(Adapted from A. Bahri, 2011)

Contexte du traitement et de la réutilisation des eaux usées

Gestion des eaux usées selon le développement économique

Caractéristiques	Pays à faibles revenus	Pays à revenus faibles à moyens	Pays à revenus moyens à élevés	Pays à hauts revenus
Pratiques de réutilisation	<ul style="list-style-type: none">▪ Usage direct et indirect répandu d'eaux usées non traitées.			<ul style="list-style-type: none">▪ Usage direct d'effluent recyclé bien encadré.
Cadre politique	<ul style="list-style-type: none">▪ Non existant ou inappliqué.▪ L'usage informel (non prévu) prédomine.			<ul style="list-style-type: none">▪ Politiques définies et renforcées.
Problèmes sanitaires	<ul style="list-style-type: none">▪ Lourde charge d'helminthes et diarrhées.▪ Difficulté à trouver la cause due à des concentrations élevées.			<ul style="list-style-type: none">▪ Pathogènes sous contrôle.▪ Rejets industriels sous contrôle.▪ Problème de composé anthropogénique.



(Adapté de A. Bahri, 2011)

Concept de petite communauté

Il n'y existe pas de définition du nombre de personnes en-dessous desquelles une population peut être considérée comme une « petite communauté ».

La taille de la population peut être définie en termes de nombre d'habitants et/ou de pollution engendrée (population équivalente), qui est le critère généralement appliqué pour différencier les petites communes des moyennes et grandes communes.

❖UE: < 2 000 p.ex, selon les limites fixées par la Directive 91/271/EEC sur le traitement des déchets urbains, sous lequel les eaux usées doivent recevoir un traitement adapté, qu'elles s'écoulent dans les eaux côtières ou continentales et estuaires. C'est le critère appliqué par la plupart des États membres de l'UE pour développer leur législation et plans sanitaires et pour établir des limites sur les rejets de l'eau.

Quelques pays UE ont adopté des limites de rejets de petites communautés moins rigoureuses que pour les populations importantes: Pologne, UK, Autriche, Finlande, Danemark, France.

❖IWA: <4 000 p.ex, et distingue parmi les petites (1 à 10 foyers), moyennes (50-500 PE) et grandes communautés (500-4 000 PE).

Traitement des eaux usées. Problématique liée aux petites communautés

❖ Grande dispersion des communautés → complexité dans la gestion de l'infrastructure

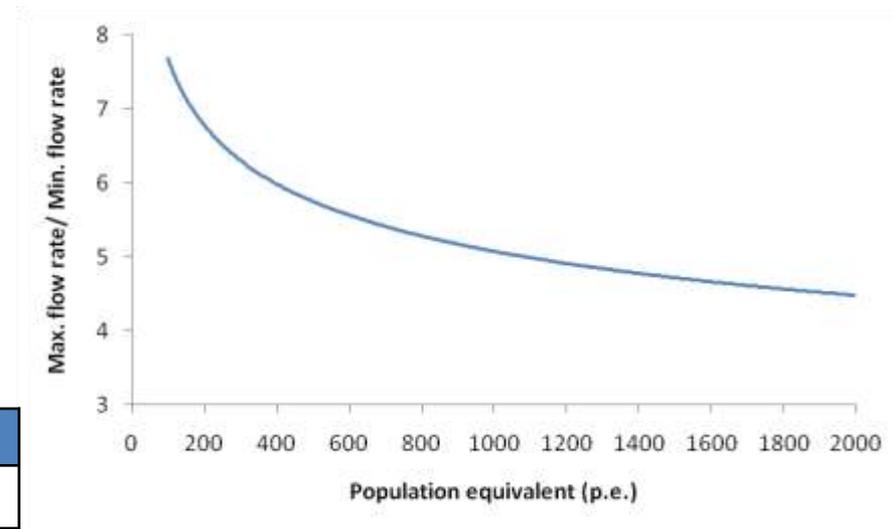
❖ Caractéristiques des eaux usées:

Les fortes oscillations dans les flux durant la journée sont à prendre en compte dans le dimensionnement et la création.

▪ Qualité des eaux usées:

▪ Les petites communautés génèrent normalement un « petit » volume mais hautement pollué d'eaux usées, lié à l'insuffisance d'approvisionnement en eau.

Paramètre	Gamme standard
Solides en suspension (mg/l)	300 – 500
BOD5 (mg/l)	400 – 600
COD(mg/l)	800 – 1,200
Azote (mg N/l)	50 – 100
Phosphore (mg P/l)	10 – 20
Graisse(mg/l)	50 – 100
Total coliformes(CFU/100 ml)	107-108



Traitement des eaux usées. Technologies appliquées dans les petites communautés

Deux types de technologies:



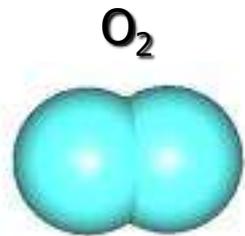
Intensive/conventionnelle

Extensive/non-conventionnelle

Traitement des eaux usées.

Technologies appliquées dans les petites communautés

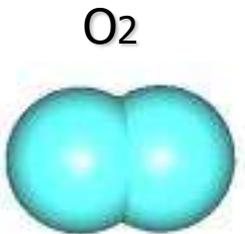
Soutien oxygène:



Consommation d'énergie



TECHNOLOGIES INTENSIVES
Grande consommation d'énergie
Faible surface de mise en œuvre



TECHNOLOGIES EXTENSIVES
Faible/zéro consommation d'énergie
Grande surface de mise en œuvre

Traitement des eaux usées. Technologies appliquées dans les petites communautés

❖ Dans les petites agglomérations, des technologies avec des coûts élevés de traitement ont été mises en place. **PROBLÈME:** les agglomérations ne peuvent faire face aux coûts (installations hors d'usage ou avec de graves problèmes de fonctionnement)



Les technologies de WWT les plus durables pour les petites communautés: Technologies non conventionnelles

La plupart des technologies de WWT sont mises en place dans des petites agglomérations, et même si certaines sont plus adaptées que d'autres, dans les petites communautés, les technologies avec ces spécificités devraient prédominer: (EPA, 1977):

- Procédés nécessitant un temps de fonctionnement minimum.
- Équipement nécessitant peu de maintenance.
- Fonctionnement efficace avec un large éventail de flux et charges (dans les petites communautés, il y a de fortes variations).
- Consommation d'énergie minimale.
- Des installations où l'équipement et les défaillances causent un minimum d'altérations de la qualité des effluents.
- Intégration totale dans l'environnement.

Dans les petites communautés ou rurales, la création, la construction, la maintenance et le fonctionnement des installations de traitement devraient être pensés avec la même rigueur que dans les grandes agglomérations.

Les technologies WWT les plus durables pour les petites communautés: Technologies non conventionnelles

Classification par niveau de traitement réalisé:

- **TRAITEMENT PRIMAIRE:** élimine le SS et la matière flottante
- **TRAITEMENT SECONDAIRE:** implique le traitement biologique des eaux usées et vise principalement à éliminer la matière organique dissoute
- **TRAITEMENT TERTIAIRE OU AVANÉE:** élimine les contaminants restants après les étapes précédentes

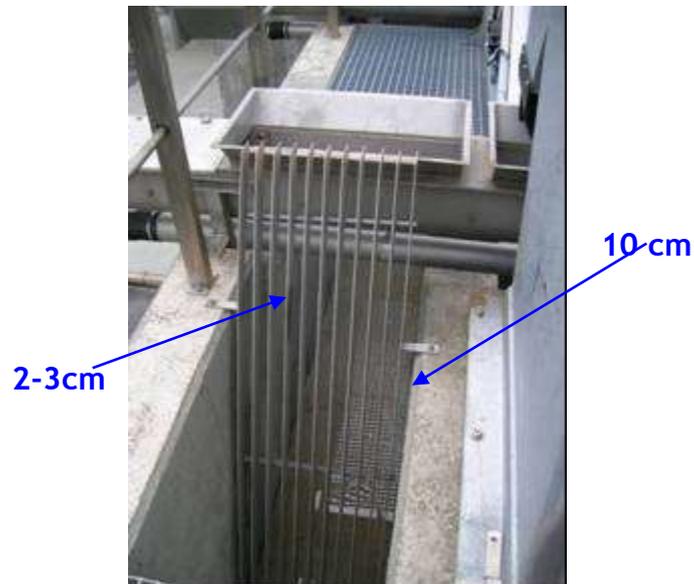
La première étape, la même pour toutes les STEPS, nécessite l'installation d'un système de **PRÉTRAITEMENT** où les solides volumineux et les déchets dans les eaux usées sont éliminés.

Rendement (%)

Étape	SS	BOD5	<i>E. coli</i>
Prétraitement	5-15	5-10	10-25
Traitement primaire	40-70	25-40	25-70
Traitement secondaire	80-90	80-95	90-98
Traitement tertiaire	90-95	95-98	98-99

PRÉTRAITEMENT: CONTRÔLE + DESSABLEUR + SÉPARATEUR DE GRAISSE

CONTRÔLE. Élimine les solides petits et moyens des eaux usées en les emprisonnant dans les grilles et/ou tamis placés dans un canal.



Tamis matières grossières (nettoyage manuel) et tamis fines solides



Système de nettoyage automatique (racleur)

Contrôle



Auto-nettoyage et tamis



Tamis rotatif



Tamis mobile



Vis d'Archimède

Tamis à vis

DESSABLEUR. élimine la plupart de la matière dense contenue dans les eaux usées, avec un diamètre plus large que 0.2mm afin de prévenir sa sédimentation dans les canaux, tuyaux et unités de traitement et pour protéger les pompes de l'abrasion. Les matières non organiques (sable, gravier) et matières organiques non décomposées (grains de café, os, coquilles d'œufs etc.) sont éliminées.



débit fixe: 0.3 m/s

Dessableur statique à deux canaux

SEPARATEUR DE GRAISSE. élimine la graisse et autres matières flottantes plus légères que l'eau.



Séparateur de graisse statique avec système superficiel pour éliminer la graisse

DESSABLEUR ET SÉPARATEUR DE GRAISSE COMBINES



Pont mobile

Dessableur-séparateur de graisse aéré

Traitement primaire

TRAITEMENT PRIMAIRE: FOSSE SEPTIQUE, FOSSE IMHOFF, CUVE DE SEDIMENTATION

FOSSE SEPTIQUE. Réduit les dépôts des solides en suspension et flottants. Généralement, ils sont enfouis.



Éléments plastiques préfabriqués

Élément préfabriqué en béton

FOSSE SEPTIQUE

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none">•Faibles coûts d'opération et de maintenance.•Installation facile et rapide en cas d'éléments préfabriqués.•Réduction des charges de contaminants.•Simplification de la gestion des boues.•Pas d'impact visuel puisque les cuves sont enfouies.•Pas de bruit.	<ul style="list-style-type: none">•Ils ne peuvent réaliser que des niveaux de traitement primaires; ainsi leurs effluents doivent généralement passer par un traitement supplémentaire avant d'être rejetés dans l'environnement ou réutilisés.•Effluents de fosses septiques•Mauvaises odeurs

Traitement primaire

FOSSE IMHOFF. Réduit les dépôts des solides en suspension et flottants. Généralement, ils sont enfouis.

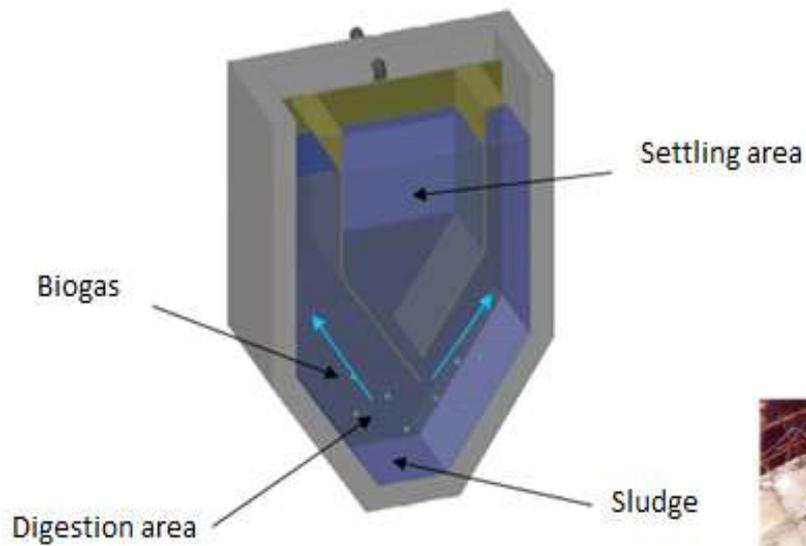


Diagramme d'une fosse Imhoff



Fosses Imhoff (500 e.p)



Béton



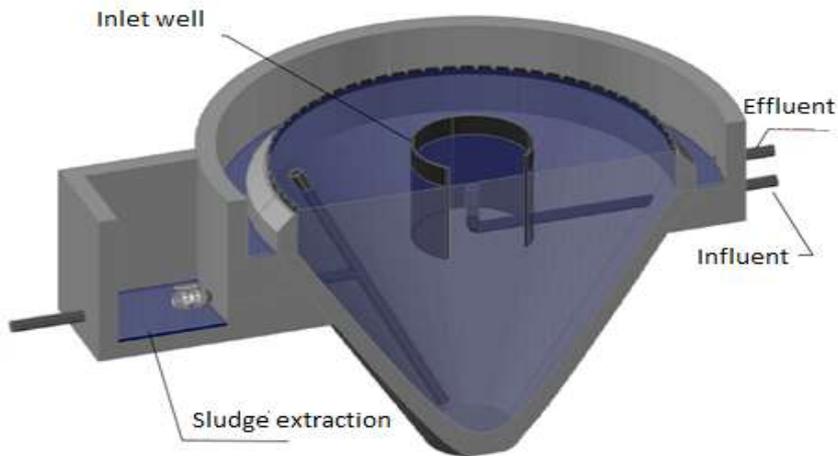
Feuille de métal

FOSSE IMHOFF

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none">•Faible septicité des effluents traités.•Faibles coûts d'opération et de maintenance.•Installation facile et rapide en cas d'éléments préfabriqués.•Simplification de la gestion des boues.•Pas d'impact visuel lorsque les cuves sont enfouies.•Impact sonore faible ou nul..	<ul style="list-style-type: none">•Ils ne peuvent réaliser que des niveaux de traitement primaires; ainsi leurs effluents nécessitent généralement un traitement supplémentaire.•Instable en cas de surcharge hydraulique.•Mauvaises odeurs.•Risque de contamination des eaux souterraines lorsque la construction est défailante.

Traitement primaire

BASSIN DE DÉCANTATION. Élimine une quantité importante de solides en suspension des eaux usées à travers l'action de la gravité. Ainsi, cette étape n'éliminera que des solides décantables et des matières flottantes tandis que les solides colloïdaux et dissous resteront inchangés.



Section d'un décanteur statique primaire cylindrique-conique

BASSIN DE DÉCANTATION PRIMAIRE

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none">• Moins de demande en oxygène et par conséquent, moins de consommation d'énergie dans les unités de traitement ultérieures puisqu'une partie de la charge organique a été éliminée.• Épaississement de la boue plus important ou vase accumulée dans cette unité qui nécessitera un traitement ultérieur.• Possibilité d'éliminer le sable et la matière flottante non éliminée dans le procédé de prétraitement.• Dans certaines installations, les unités de décantation primaires sont utilisées en tant que réservoirs d'eau, éliminant une grande partie des solides organiques.	<ul style="list-style-type: none">• Complexité de fonctionnement de l'installation.• Ne peuvent réaliser que des niveaux de traitement primaires. Ainsi les effluents nécessitent un traitement supplémentaire.• Instable en cas de surcharge hydraulique.• Mauvaises odeurs possibles dues à la mauvaise gestion de la boue.• Génération de boue non stabilisées qui devra être fréquemment éliminée du système.

Traitements secondaires non conventionnels

Imiter le procédé naturel



Traitements secondaires non conventionnels: classification

□ APPLICATION AU SOL

➤ Application superficielle

- Faible charge (Filtre vert)
- Infiltration rapide
- Irrigation superficielle

➤ Application subsuperficielle

- Dignes filtrantes, lits filtrants, fosses filtrantes
- Filtres à sable intermittents

□ FILTRES TOUBIERE (basé sur la filtration des eaux usées à travers le charbon naturel)

□ ZONES HUMIDES ARTIFICIELLES (CW)

- CW Subsuperficielle (verticale et horizontale)
- CW superficielle

□ SYSTÈME DE LAGUNAGE

- Bassin anaérobies
- Bassin facultatif
- Bassin de maturation

□ PROCÉDÉ A BIOFILM

- Filtre à dégouttement
- Disque biologique

Filtre vert (2x5 m)

Zone de terrain sur laquelle une plantation d'arbres a été créée, avec une ouverture à travers les tranchées ou par inondations. L'ouverture au filtre vert est un traitement secondaire d'eaux usées.

L'effluent traité s'infiltré par le sol pour être intégré aux nappes. La qualité d'infiltration est contrôlée par lysimètres et/ou piézomètres.



AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none">•Simplicité de fonctionnement, limité à la rotation périodique de la parcelle, hersage trimestriel du sol afin de l'aérer et casser les croûtes qui ont pu se former.•Consommation d'énergie nulle ou très faible.•Faibles coûts d'opération et de maintenance.•Les frais de fonctionnement des traitements de l'eau peuvent être en partie remboursés en vendant le bois produit.•Pas de production de boue.•Parfaite intégration environnementale.•Absence d'odeur.	<ul style="list-style-type: none">•Nécessite une grande surface (25 m²/p.e), d'où les frais d'installations directement liés aux coûts de terrain.•Le terrain ne doit pas être très raide, il ne doit pas y avoir de nappes peu profondes et le sol doit avoir un certain niveau de perméabilité.•Non adapté aux zones avec fortes précipitations à cause du risque d'inondations permanentes.

Filtres à sable intermittents



Lits peu profonds (0.6-1.1 m profondeur), avec un système de distribution pour l'assainissement et le drainage pour collecter les effluents traités au fond du filtre.

Après le prétraitement et le traitement primaire (généralement fosses septiques ou Imhoff), les eaux usées traversent les substrats de filtration, où un film bactérien se développe, gardé insaturé et dans des conditions aérobies, puisque les filtres sont alimentés par intermittence et car le système de drainage est ventilé.



Mécanismes de base de traitement des eaux usées:

- Filtration
- Adsorption
- Oxydation biologique

Filtres à sable intermittents

AVANTAGES

- Simplicité de fonctionnement.
- Consommation d'énergie nulle ou très faible si les eaux usées peuvent s'écouler par gravité, consommation faible si besoin d'utiliser une pompe et un peu plus élevée dans les filtres avec recirculation.
- Faibles coûts d'opération et de maintenance.
- Mise en œuvre rapide du système.

INCONVÉNIENTS

- Leur installation nécessite une plus grande surface (2-3 m²/e.p.) que pour les technologies intensives. Cet inconvénient est minimisé par des filtres de recirculation.
- Si le matériel disponible localement n'est pas approprié pour la filtration, les frais d'installation peuvent augmenter substantiellement.
- Faible flexibilité puisque peu d'éléments de contrôle peuvent être réglementés durant le fonctionnement. C'est la raison pour laquelle il est essentiel que les filtres à sable intermittents soient bien conçus, dimensionnés et construits.

Filtres tourbière



Filtration des eaux à travers les lits utilisant la tourbière comme moyen de filtration. Une série de propriétés physiques-chimiques et microbiologiques le rendent idéal pour l'épuration des déchets liquides urbains.

Il est constitué de lits avec une série de couches filtrantes composées, de haut en bas, de tourbière, gravier et fin gravier. L'épuration de l'eau a lieu principalement dans la couche tourbière, tandis que le reste des couches retient les niveaux supérieurs.

Une fois que l'effluent s'est écoulé à travers la tourbière, il est recueilli dans le fond du filtre par des canaux ou conduites de drainage.

AVANTAGES

- Faibles coûts d'opération et de maintenance.
- Simplicité de fonctionnement.
- Le système peut fonctionner sans énergie si les eaux usées atteignent la station d'épuration par la gravité et l'alimentation intermittente du filtre est faite par des appareils en U.
- Au moment de l'entrée en service des filtres, des taux d'épuration élevés sont obtenus, ce qui les rend idéaux pour le traitement de l'assainissement dans les communautés où la production des eaux usées est saisonnière.

INCONVÉNIENTS

- Coût élevé de tourbière par rapport aux substrats inertes dans les filtres à sable intermittents, les systèmes d'infiltration-percolation, et les flux de surface des zones humides artificielles.
- Les effluents peuvent parfois avoir une couleur jaune pale provenant des constituants de la tourbière en elle-même.
- Faible flexibilité puisque peu d'éléments de contrôle peuvent être réglementés durant le fonctionnement. C'est la raison pour laquelle il est essentiel que les filtres à sable intermittents soient bien créés, dimensionnés et construits.
- Si aucune tourbière avec les caractéristiques nécessaires n'est disponible localement, les frais d'installations peuvent augmenter substantiellement.

Zones humides artificielles (CW)



Reproduit les procédés d'élimination de contaminants survenant dans des zones humides naturelles.

Le traitement des eaux usées à lieu en faisant circuler les eaux usées à travers des zones humides artificielles et en alliant procédés physiques, chimiques et biologiques.

La technologie CW opère comme un écosystème complexe constitué des éléments suivants (Vymazal, 2008; Kadlec et al., 2009):

- ❖ Eau s'écoulant à travers le substrat filtrant et/ou la végétation.
- ❖ Le substrat, qui est le soutien des installations et doit retenir la population microbienne (sous la forme d'un biofilm).
- ❖ Les plantes aquatiques émergentes (macrophytes) qui approvisionnent la surface pour la formation des films bactériens, facilite la filtration et l'adsorption des constituants des eaux usées, aide à oxygéner le substrat et enlève les nutriments etc...

Zones humides artificielles (CW)

Utilisations



Traitement des eaux usées urbaines-
industrielles



Restauration et récréation d'écosystèmes
marins



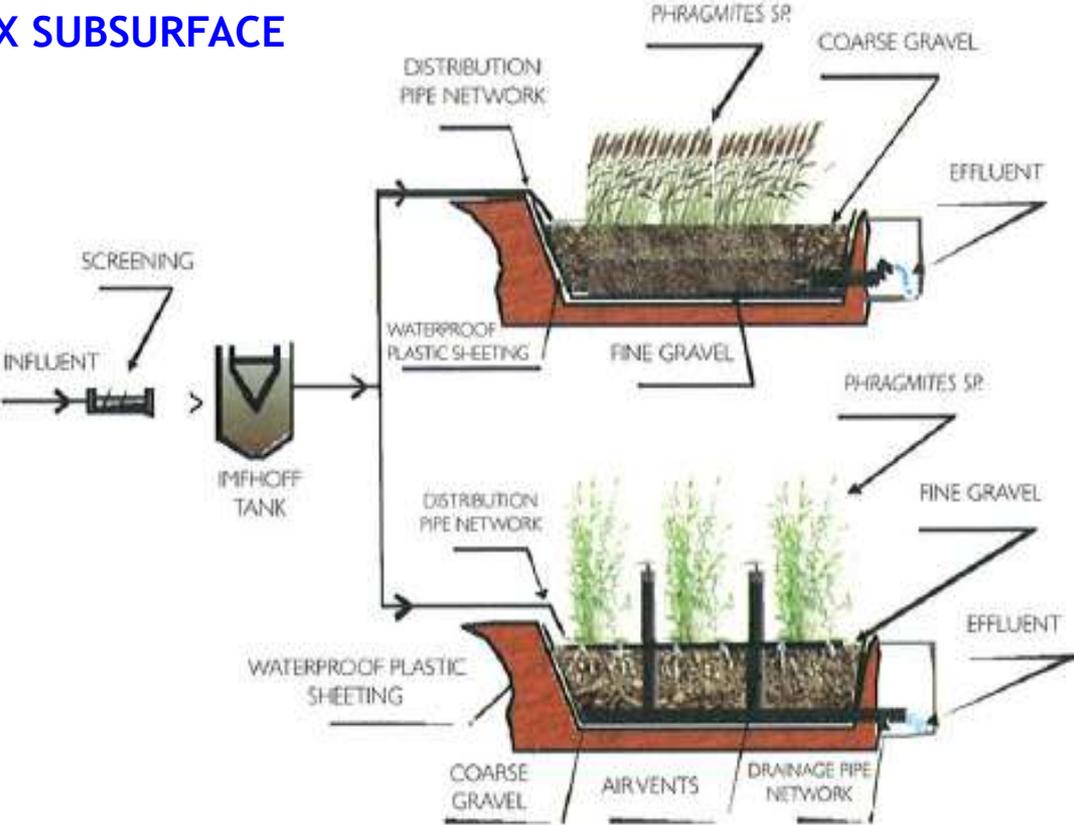
Stabilisation -déshydratation de la
boue



Intégration dans le paysage

Zones humides artificielles (CW)

FLUX SUBSURFACE



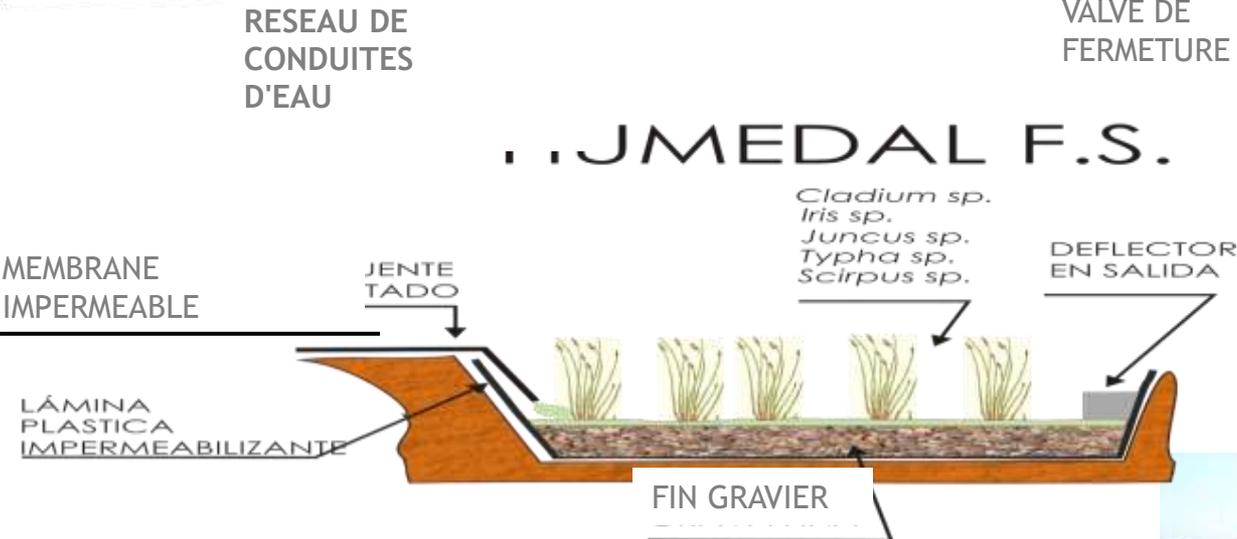
HORIZONTAL



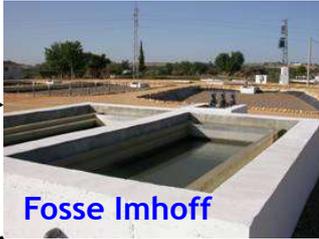
VERTICAL

Zones humides artificielles (CW)

Flux de surface



Zones humides artificielles (CW)



CWs combination



Zones humides artificielles (CW)

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none">•Simplicité de fonctionnement.•Consommation d'énergie nulle ou très faible.•Faibles coûts d'opération et de maintenance.•Usage possible des plantes produites (ornementation, fourrage pour animaux, vannerie).•Les zones humides à écoulement de surface en particulier, permettent la création et restauration des zones humides encourageant la faune sauvage, pour l'éducation environnementale et en tant qu'espace de loisirs.•Très peu d'odeurs puisque l'eau de l'écoulement de surface n'est pas exposée à l'atmosphère et car le flux de surface fonctionne normalement avec de l'eau déjà traitée.•Intégration parfaite dans l'environnement naturel en particulier les zones humides à écoulement de surface.	<ul style="list-style-type: none">•Leur installation nécessite une grande surface (2-3 m²/e.p.).•Les zones humides à écoulement de surface, principalement horizontales, peuvent souffrir de problèmes d'encrassement dans le substrat si celui n'est pas bien choisi, ou si le prétraitement et traitement primaire ne fonctionne pas correctement ou si l'installation reçoit des déchets anormaux avec des solides suspendus ou des graisses et s'ils ne sont pas éliminés lors de précédents procédés.•Peu d'éléments de contrôle peuvent être réglementés durant le fonctionnement. C'est la raison pour laquelle il est essentiel que les zones humides artificielles soient bien conçues, dimensionnées et construites.•Si le matériel disponible localement n'est pas approprié pour la filtration, les frais d'installation peuvent augmenter substantiellement.•Pertes d'eau due à l'évapotranspiration, qui augmentent la salinité des effluents purifiés.•Possible apparition de moustiques dans les zones humides à écoulement de surface et parasites pouvant endommager les plantes

Zones humides artificielles (CW)

Colmatage



❖ Cooper *et al.* (2006) rapportent que 111 des 225 roselières inspectées ont été inondées à l'extrémité d'entrée (moyenne d'âge ~ 10 ans)

❖ Le colmatage est plus important dans les premiers 1/4 à 1/3 des strates (Bavor *et al.*, 1989; Fisher, 1990; Tanner and Sukias, 1995; Tanner *et al.*, 1988; Young *et al.*, 2000, George *et al.*, 2000)



Système de lagunage



Il est fait de plusieurs lagons connectés. Leur profondeur est graduellement réduite et ils présentent alternativement des conditions d'absence et de présence d'oxygène. Ils reproduisent le procédé d'auto-purification de l'eau trouvé dans les cours d'eau naturels

Types de bassins:

-Anaérobique. Profondeur (3-5 m). Il présente un double objectif: la **réduction des matières suspendues** (décantables et flottantes) en tant que traitement primaire, et la **stabilisation de la boue** accumulée dans le fond. Les lagunes anaérobies sont également utilisées en tant que traitement primaire dans d'autres technologies d'épuration de l'eau (filtres à dégouttement, disque biologique).

-Facultatif. Profondeur (1,5-2 m). L'objectif principal de la phase facultative est la **biodégradation**, essentiellement aérobie, de la **matière organique** contenue dans les eaux usées à traiter, grâce à l'oxygène produit par l'activité photosynthétique des microalgues et, dans une moindre mesure, à l'aération de surface due au vent.

-Maturation. Profondeur (0,8-1 m). Il a une faible charge organique, et offre des conditions idéales pour recevoir des radiations solaires profondes. A cause de son **fort pouvoir désinfectant**, ce type de lagon est utilisé après d'autres traitements de purification de l'eau.

AVANTAGES

- Simplicité de construction puisque le travail principal est le mouvement de la terre.
- Pas de consommation d'énergie lorsque les eaux usées atteignent la WWTP par gravité.
- Absence de dégradations lorsqu'aucun équipement électromécanique n'est utilisé durant le dégrillage.
- Simple, entretien facile, puisque le seul déchet du prétraitement doit être éliminé et la surface des lagons ne contient pas de solides flottants pour prévenir de la prolifération de moustiques. De plus, l'apparence et l'odeur des différents lagons sont suffisants pour évaluer leur statut opérationnel.
- Faible production de boue, hautement minéralisée à cause du temps de rétention long dans les lagunes anaérobies (5 à 10 ans) ce qui facilite énormément son traitement et évacuation.
- Bonne inertie, due aux grands volumes et, par conséquent, longs temps de rétention.
- Forte inactivation du pathogène qui peut atteindre 3-4 unités logarithmiques.
- Bonne intégration environnementale.

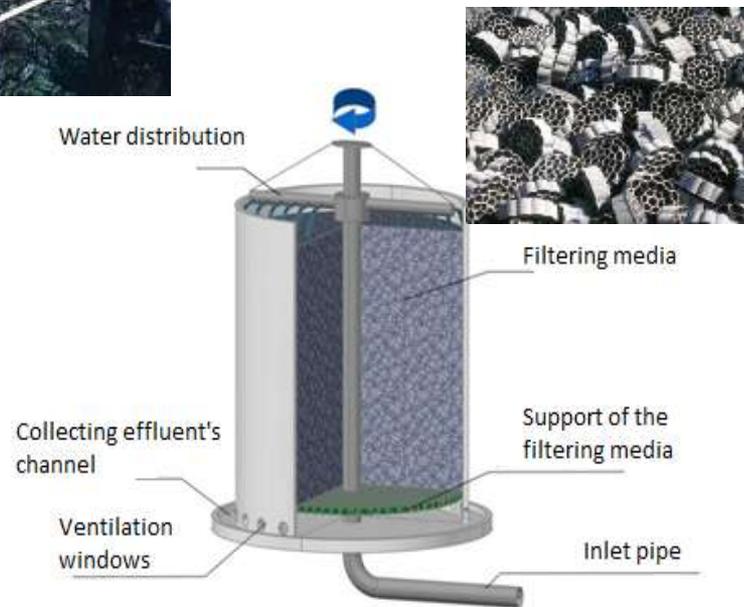
INCONVÉNIENTS

- Leur installation nécessite une grande surface de terrain.
- Ils ne sont pas recommandés dans des zones froides ou à faible ensoleillement.
- Odeurs désagréables dans les lagons anaérobies bien que ces odeurs puissent être minimisées et limitées à la zone alentours du lagon, si les recommandations sont suivies.
- Prolifération possible de moustiques.
- Les pertes d'eau par évapotranspiration entraînent une augmentation de la salinité dans l'effluent traité.
- Fréquemment, de fortes concentrations de solides suspendus dans les sorties comme conséquence de la prolifération des microalgues.
- Risque de contamination de la nappe par infiltration si le système n'est pas complètement perméable.

Filtre à dégottement

Aussi connu sous le nom de filtres de percolation, c'est la méthode la plus traditionnelle de procédé biofilm utilisée pour le traitement biologique des eaux usées.

Les procédés aérobies, où les eaux usées, après avoir reçu un traitement préalable (prétraitement et traitement primaire), percolent par gravité à travers un matériau de remplissage (pierres, plastique), qui constitue le milieu sur lequel les microorganismes se développent et grandissent, formant un biofilm d'épaisseur variable. Le matériau de remplissage est fixé, dans le réacteur et fournit une surface spécifique.



Filtre à dégottement

AVANTAGES

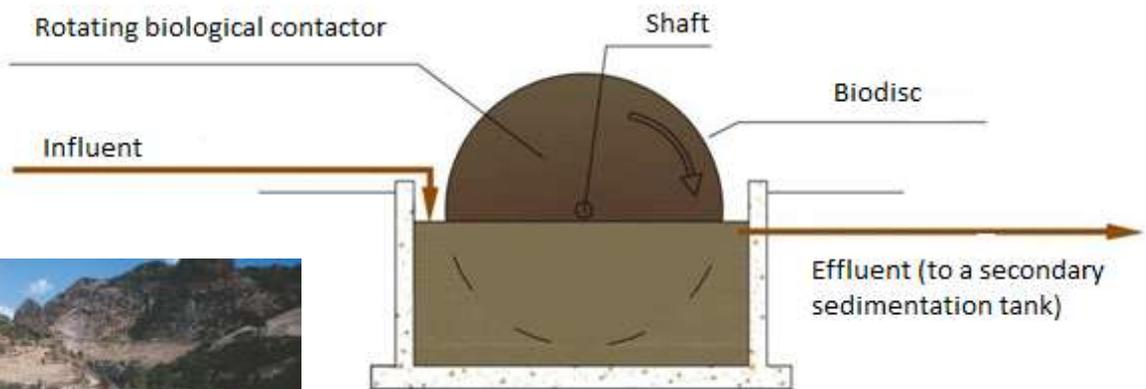
- Nécessite une petite surface.
- Bonne tolérance aux surcharges hydrauliques occasionnelles.
- Bonne réponse aux événements toxiques.
- Opération relativement simple puisque aucun système de recirculation de la boue, contrôle de niveau de l'oxygène dissous, mesure de la concentration du liquide dans le réacteur etc., ne sont nécessaires.
- Faible consommation d'énergie et faibles coûts opérationnels.
- Faibles nuisances sonores.
- Solidité de l'équipement.

INCONVÉNIENTS

- Un équipement électrique et mécanique supplémentaire est nécessaire rapport aux systèmes naturels (extensifs) et consomme donc de l'électricité et nécessite une maintenance plus complexe et coûteuse.
- Génération de boue non stabilisée.
- Moins de flexibilité que les procédés d'aération prolongée, donc plus faible adaptation aux variations des conditions de conception.
- Faible intégration dans le paysage.

Disque biologique (RBC)

Les systèmes où les microorganismes adhèrent à un milieu à moitié submergé (environ 40% de sa surface) et pivote dans les eaux usées.



Disque biologique (RBC)

AVANTAGES

- Nécessite peu d'espace.
- Faible consommation d'énergie et faibles coûts de fonctionnement (par rapport aux systèmes d'aération prolongée).
- Opération relativement simple puisque aucun système de recirculation de la boue, contrôle de niveau de l'oxygène dissous, mesure de la concentration du liquide dans le réacteur etc., ne sont nécessaires.
- Bonne réponse aux événements toxiques puisque la biomasse entre en contact alternativement avec les eaux usées et l'atmosphère.
- Construction facile, graduelle. Puisqu'il s'agit d'un système modulaire, il peut être élargi selon les besoins d'épuration de l'eau.
- Faible génération de bruit puisque l'équipement est à puissance limitée.
- Comme les RBC sont généralement situés dans les sites couverts, les eaux usées sont maintenues à plus haute température. La performance est par conséquent moins affectée durant les périodes froides.

INCONVÉNIENTS

- Frais d'installation élevés dus au prix de l'équipement, principalement les contacteurs eux-mêmes.
- Génération de boue non stabilisée nécessitant une minéralisation subséquente.
- Moins de flexibilité que les procédés de boue activée, donc plus faible réponse aux variations des conditions de conception.
- Installation mécanique relativement complexe et dépendant du fabricant car ce sont des systèmes brevetés.
- Par rapport aux systèmes extensifs, l'équipement électrique et mécanique nécessite une maintenance et consomme de l'électricité.

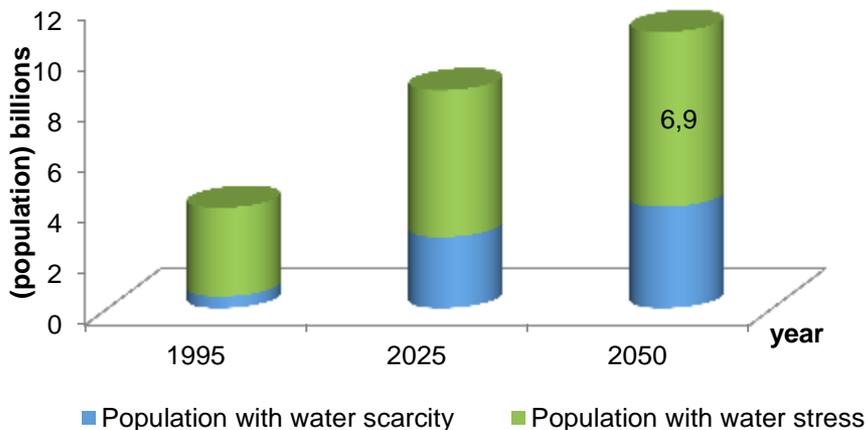
Performance de traitement des eaux usées

Élimination (%)						Élimination (log)
Traitements secondaires	SS	BOD5	COD	N	P	Coliformes fécaux
91/271/EC (zones normales)	90	70	75	-	-	-
Filtre vert	85-95	85-95	80-90	50-90	40-90	1-2
Filtre à sable intermittent	90	90-95	80-90	40-50	15-30	2-3
Filtre tourbière	85-95	90-95	80-90	15-20	70-80	1-2
CW horizontal	90-95	85-90	80-90	20-30	20-30	1-2
CW vertical	90-95	90-95	80-90	60-70	20-30	1-2
Système de lagunage	40-80	75-85	70-80	40-80	30-60	3-4
Bassin anaérobies	50-60	40-50	40-50	5-10	0-5	0,2-0,5
Bassin facultatif	0-70	60-80	55-75	30-60	0-30	2.2
Bassin de maturation	35-40	25-40	20-35	15-50	30-45	3-4
Filtre à dégouttement	85-95	85-95	80-90	30-35	10-35	0.5-0.6
RBC	85-95	85-95	80-90	20-35	10-35	0.5-0.6
Aération prolongée	85-95	85-95	80-90	30-40	20-30	0,6

(Martin, I. et al., 2007, 2010; Salas, et al., 2007; Ortega et al., 2010)

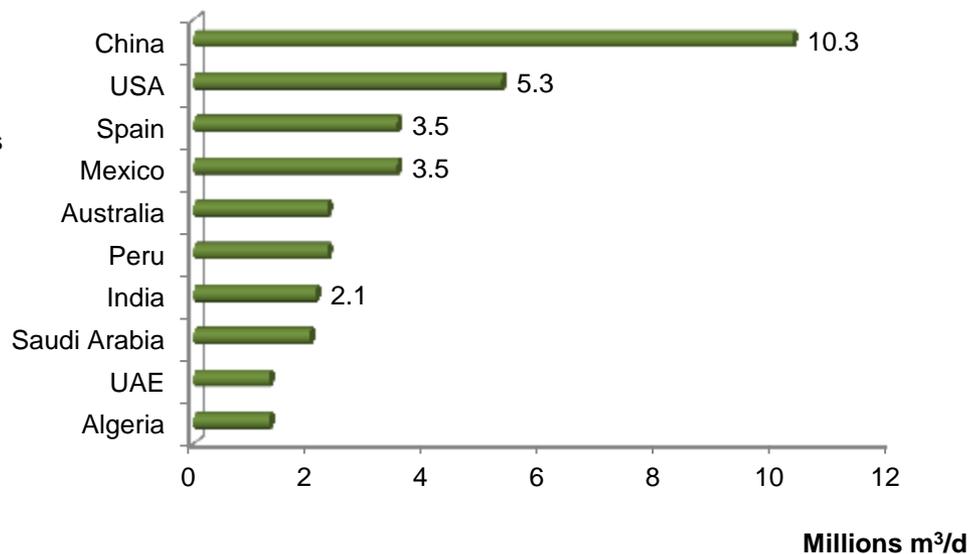
Réutilisation de l'eau: les eaux usées en tant que ressource

COUNTRIES WITH WATER SCARCITY AND WATER STRESS (WHO, 2006)



RÉUTILISATION DES EAUX USÉES TRAITÉES

FUTURE EVOLUTION (2009-2016)



Risques associés à l'usage des eaux usées



Règlementation pour la réutilisation de l'eau

PAYS	RÈGLEMENTATION
USA	Titre 22 du code californien de réglementation de la réutilisation de l'eau
USEPA	▪Lignes directrices pour la réutilisation de l'eau (2004). (1992)
WHO	▪Lignes directrices pour une utilisation sûre des eaux usées, excréta et eaux grises, 2006. (1973, 1989)
AUSTRALIE	▪Protection de l'environnement No. 66/1996 ▪Règlementation sanitaire (maladies infectieuses), 1990
CHYPRE	▪Normes provisoires, 1997
FRANCE	▪Décret 94/469 ▪Circulaire DGS/SDI.D/91/n° 151
ISRAËL	▪Règlementation par le ministère de la santé
ITALIE	▪Décret n° 152, 1999 ▪Décret n° 185, 2003
JORDANIE	▪Base technique jordanienne n° 893/2006
MALTE	▪Lignes directrices appliquées à la zone d'irrigation approvisionnée par les effluents traités ▪Avis juridique LN71/98
EUROPE	▪Directive des eaux usées urbaines (91/271/EC) ▪Directive-cadre dans le domaine de l'eau de l'Union européenne (2000/60/EC) , établissant un cadre pour l'action de la communauté dans le domaine de la politique de l'eau.
ESPAGNE	▪ Décret royal 1620/2007, établissant un régime légal dans le cadre de la réutilisation des eaux usées traitées..

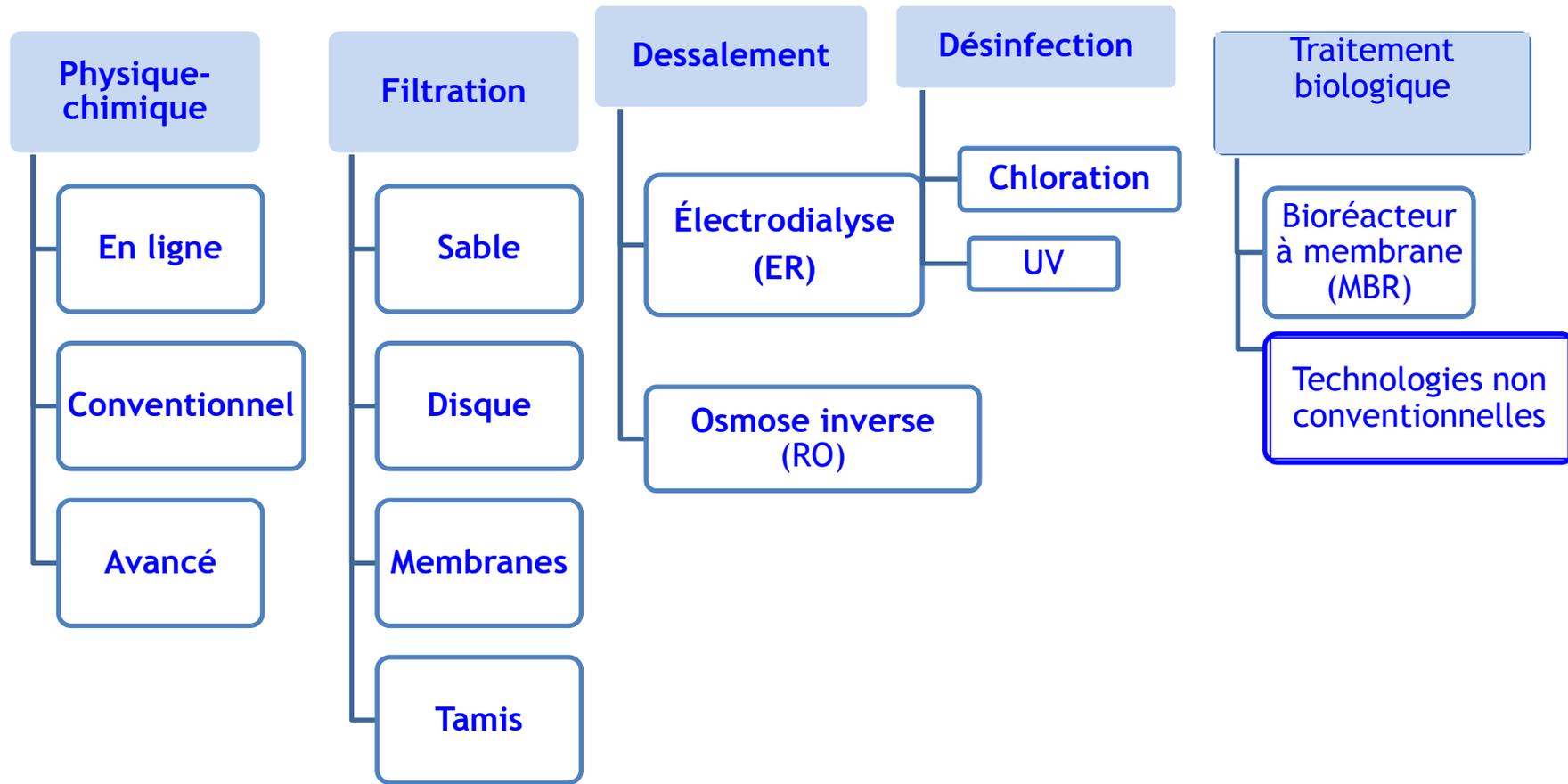
Décret royal espagnol pour la réutilisation de l'eau (1620/2007)

UTILISATION	QUALITÉ	<i>E. Coli</i> (cfu/100ml)	Nématodes intestinaux (egg/10l)	SS (mg/l)	Turbidité (UNT)
•Tour de refroidissement et condenseurs évaporatifs	A	Absence	1	5	1
•Irrigation des jardins privés •Rejet des appareils sanitaires	Absence	1	10	2	
•Réalimentation directe de nappes	Absence	1	10	2	
•Services urbains, systèmes de protection incendie, lavage de véhicules •Irrigation sans restriction •Irrigation des terrains de golf	B	100-200	1	20	20
•Irrigation de produits agricoles pour la consommation humaine •Irrigation des prairies pour animaux producteurs •Aquiculture	C	1 000	1	35	Pas de limite
•Eau et nettoyage pour l'industrie alimentaire					
•Réalimentation des nappes par percolation	Pas de limite				

Décret royal espagnol pour la réutilisation de l'eau (1620/2007)

UTILISATION	QUALITÉ	<i>E. Coli</i> (cfu/100ml)	Nématodes intestinaux (egg/10l)	SS (mg/l)	Turbidité (NTU)
<ul style="list-style-type: none"> •Arrosage des cultures ligneuses sans contact avec les fruits • fleurs, pépinières et serres sans contact avec la production •Cultures industrielles non alimentaires 	D	1 000	1	35	Pas de limite
<ul style="list-style-type: none"> •Eau et nettoyage sauf pour l'industrie alimentaire •Autres utilisations industrielles 					
35	15				
<ul style="list-style-type: none"> •Piscines, organismes de l'eau et flux ornementaux, sans accès public 	E	10 000	Pas de limite	35	Pas de limite
<ul style="list-style-type: none"> •Irrigation de forêts et parcs sans accès public •Sylviculture 	F	Pas de limite	Pas de limite	35	Pas de limite

Récupération de l'eau



Centre expérimental pour R&D&I of Carrión de los Céspedes, Seville

<http://www.centa.es>

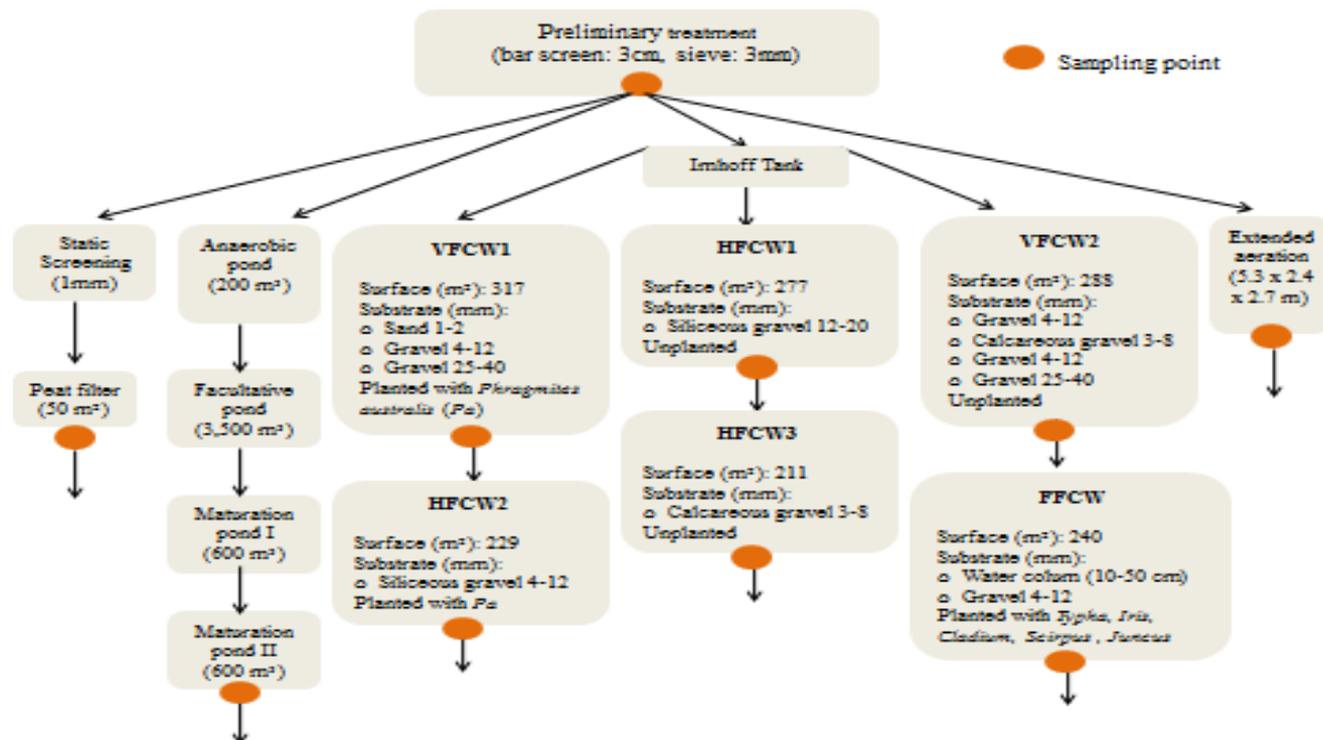
45 000 m² pour le traitement des eaux usées et réutilisation dans les petites communautés, utilisant des technologies conventionnelles et non conventionnelles.



Technologies de traitement non conventionnel pour la réutilisation de l'eau

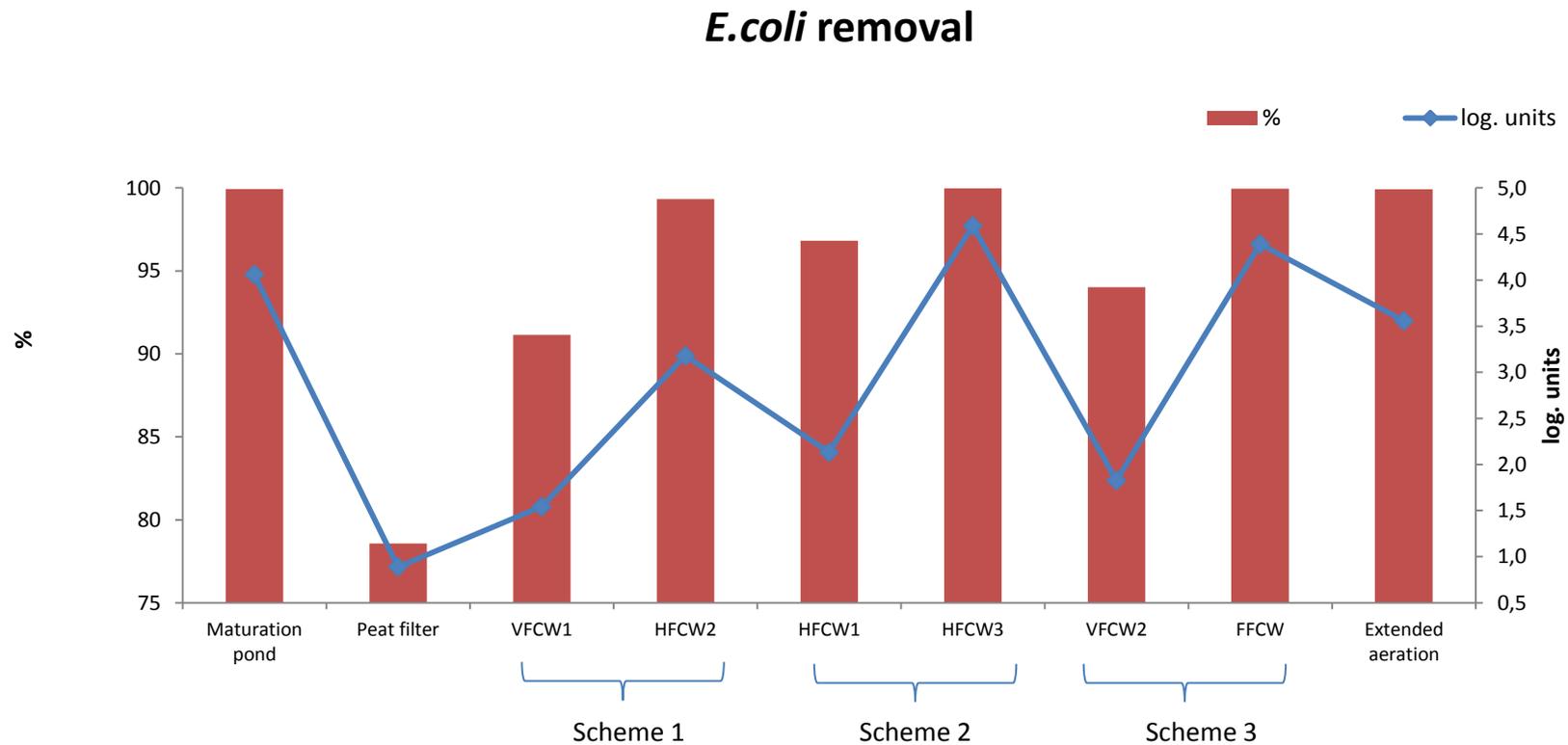
TECHNOLOGIES POUR LE TRAITEMENT ET LA RÉUTILISATION DES EAUX USÉES

Description, diagramme de flux et points d'échantillonnage dans les technologies de traitement des eaux usées étudiés au centre expérimental de Carrión de los Céspedes, Seville, Spain. [Martín et al., 2012](#)



Technologies de traitement non conventionnel pour la réutilisation de l'eau

Élimination *E. coli* (log et %) dans les sorties de technologies de traitement des eaux usées. (Martín, I., 2010)



Technologies de traitement non conventionnel pour la réutilisation de l'eau

Utilisations prévues pour les technologies de traitement des eaux usées étudiées (Décret royal 1620/2006).

(Martín *et al.*, 2012)

TRAITEMENT	UTILISATION			
	Agricole (1)	Industriel (2)	Plaisance (3)	Environnemental (4)
Bassin de maturation				
Filtre tourbière				
Flux vertical CW1				X
Flux horizontal CW1				X
Flux horizontal CW2				X
Combinaison VFCW 1+ HFCW2	X	X	X	X
Combinaison HFCW1 + HFCW3	X	X	X	X
Combinaison VFCW2 + FFCW	X	X	X	X
Aération prolongée			X	X

(1): irrigation cultures ligneuses sans contact avec les fruits, l'irrigation des fleurs et les pépinières et serres sans contact avec la production et les cultures industrielles non alimentaires.

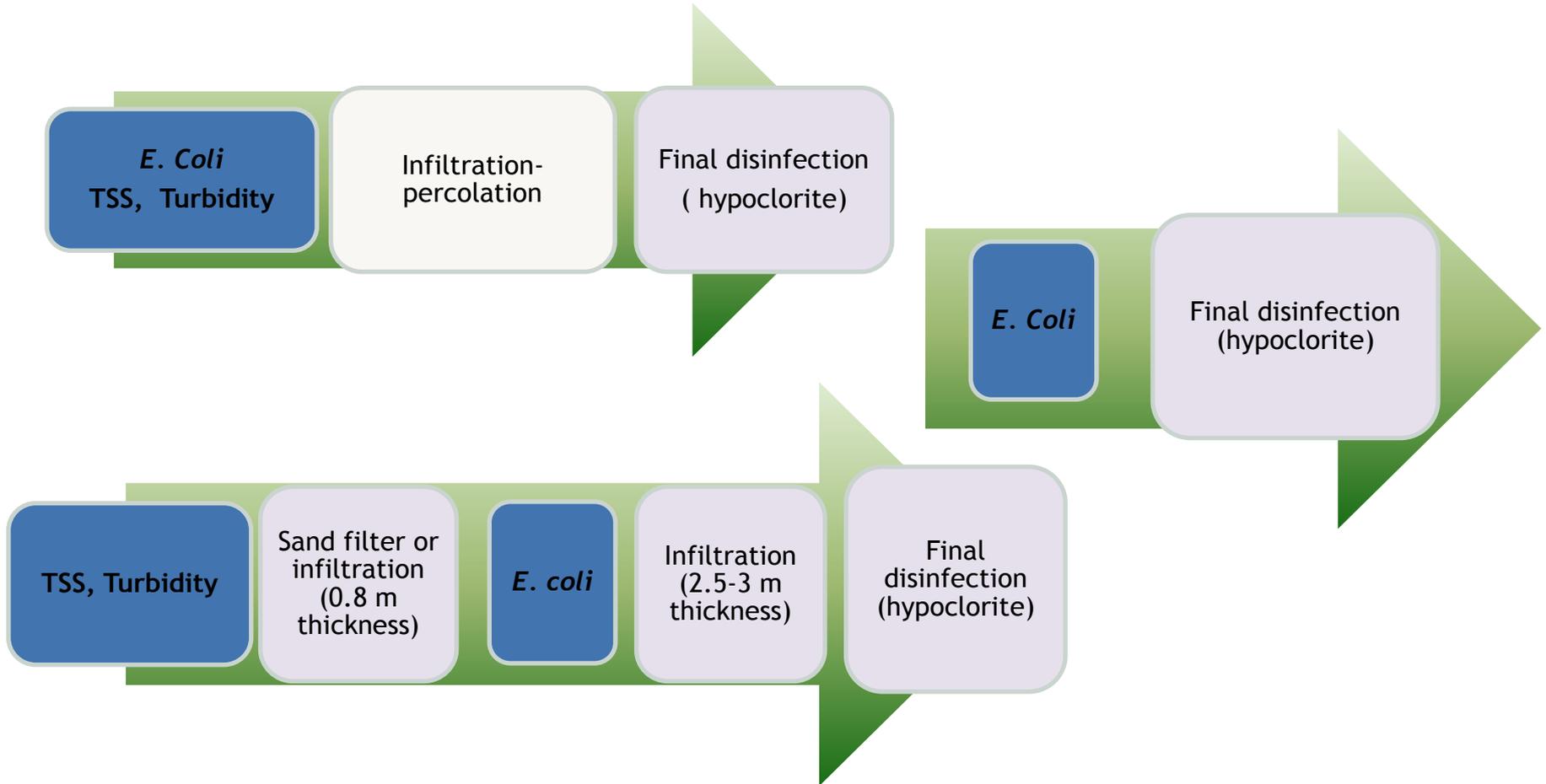
(2): eau de nettoyage et procédés, sauf pour l'industrie alimentaire

(3): bassins, organismes de l'eau et flux ornementaux, sans accès au public

(4): irrigation de forêts et zones vertes sans accès au public, sylviculture

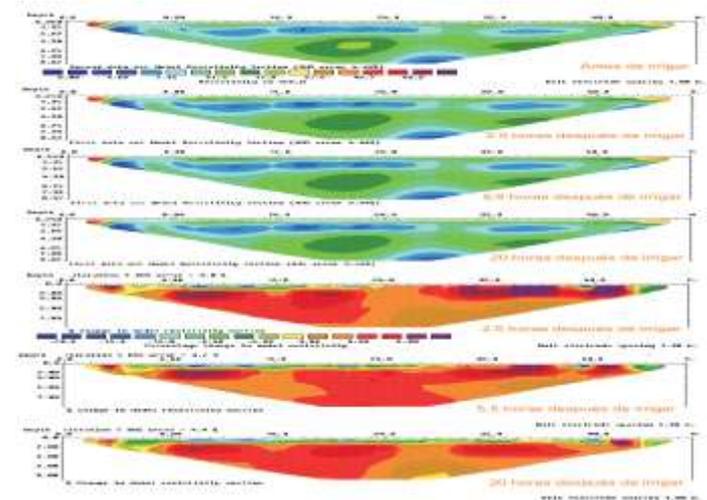
Technologies de traitement non conventionnel pour la réutilisation de l'eau

AMÉLIORATION DES TECHNOLOGIES POUR LA REÉUTILISATION DE L'EAU



Recherches CENTA sur le traitement et la réutilisation des eaux usées

Eaux usées traitées réutilisées pour usage environnemental: réalimentation des nappes à travers des barrières réactives perméables et la sylviculture pour la production d'énergie



Recherches CENTA sur le traitement et la réutilisation des eaux usées

Eaux usées traitées réutilisées pour usage environnemental: réalimentation des nappes à travers des barrières réactives perméables et la sylviculture pour la production d'énergie



Recherches CENTA sur le traitement et la réutilisation des eaux usées

Réutilisation de l'eau: au-delà du décret royal 1620/2007



Recherches CENTA sur le traitement et la réutilisation des eaux usées

Réutilisation de l'eau: au-delà du décret royal 1620/2007



Recherches CENTA sur le traitement et la réutilisation des eaux usées

Réutilisation de l'eau: au-delà du décret royal 1620/2007



Palygorskite

Charbon actif

Zéolite



Recherches CENTA sur le traitement et la réutilisation des eaux usées

Utilisation de filtres à sable intermittents pour la récupération de l'eau



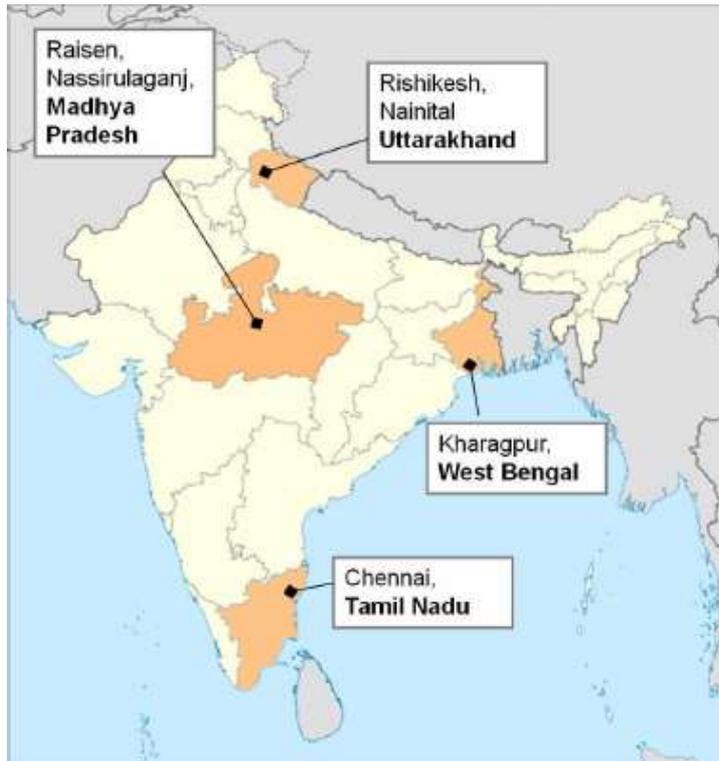
Épaisseur du filtre substrat: 0.6 m



Épaisseur du filtre substrat: 1,5 m

Recherches CENTA sur le traitement et la réutilisation des eaux usées

SARASWATI: Soutien de la consolidation, renouvellement et mise à l'échelle du traitement durable des eaux usées et technologies de réutilisation pour l'Inde. (VII FP)



WP6: Outils pour lae renouvellement

WP7: Dissémination

Recherches CENTA sur le traitement et la réutilisation des eaux usées

Recherche sur le développement du traitement et de la réutilisation des eaux usées (Mali et Tunisie)



Recherches CENTA sur le traitement et la réutilisation des eaux usées



CAMPUS TRANSFRONTALIER POUR LA GESTION DURABLE DES RESSOURCES EN EAU



Recherches CENTA sur le traitement et la réutilisation des eaux usées

Systeme de gestion environnementale pour l'assainissement durable (assainissement de base et traitement des eaux usées). Perspectives environnementales, économiques et techniques.

Cisjordanie (Palestine) .



Albireh-Ramallah



Wadi Al-nar



Recherches CENTA sur le traitement et la réutilisation des eaux usées

Création et mise en œuvre d'un système intégré pour le traitement des eaux usées et réutilisation dans l'environnement de Wadi Al Aroub Hebron (Palestine) .



Recherches CENTA sur le traitement et la réutilisation des eaux usées

Application de technologie d'assainissement adéquate pour le développement humain durable dans les petites communautés à El Salvador.

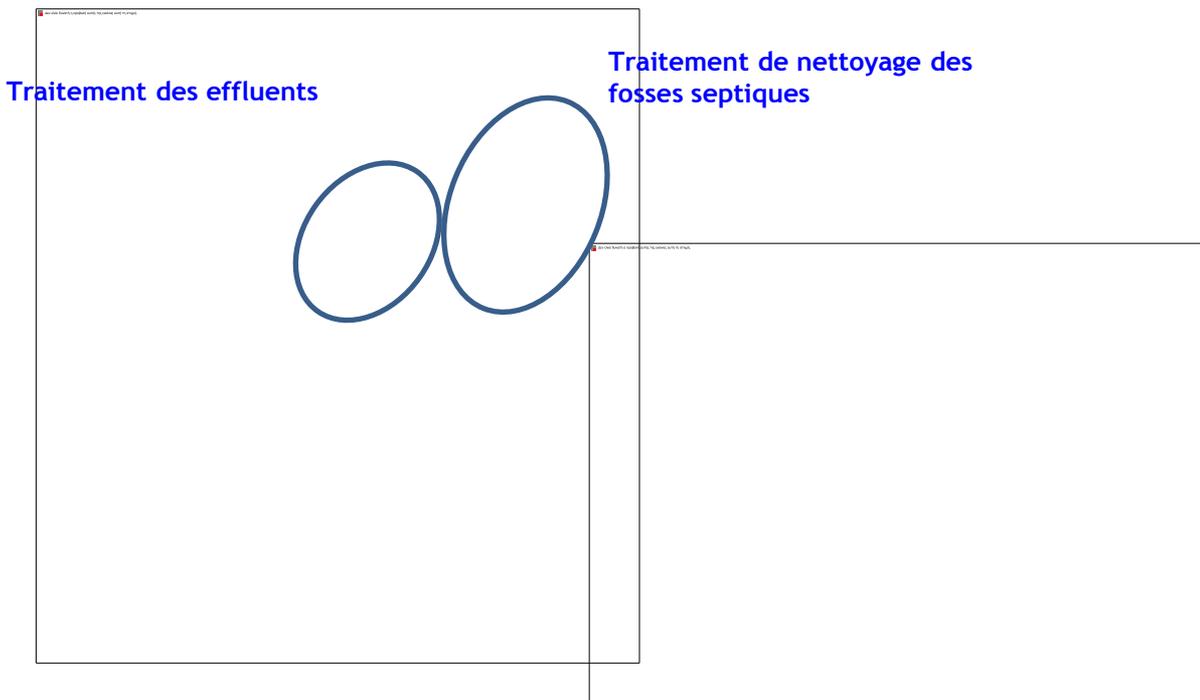


PROGRAMME AMERICAIN DE L'EAU

Zone thématique 1.3: Approvisionnement en eau et assainissement.

- Cours sur les technologies non conventionnelles pour le traitement des eaux usées.
 - Centre de test et de formation pour traitement non conventionnel des eaux usées à Canelones

Centre expérimental pour l'assainissement et le traitement des eaux usées à petite échelle. Plate forme de rencontre et d'échange de connaissance pour les parties prenantes de gestion des eaux



Les ressources financières et physiques limitées pour le traitement des eaux usées, la situation socio économique et le contexte d'urbanisation affectent principalement les petites communautés, les zones rurales et les zones plus désavantagées ou en développement, et créent des conditions pour la réutilisation non prévue et non contrôlée des eaux usées.

C'est donc dans ce type d'agglomérations qu'un effort plus important doit être fait pour corriger les défauts d'assainissement, le traitement des eaux usées et leur réutilisation, sans oublier qu'il faut trouver des options qui réconcilient le besoin de traiter les eaux usées avec de simples techniques de fonctionnement et des frais de fonctionnement et de maintenance qui peuvent être très défendables.

مع خالص شكري
وامتناني

Thank you
for your attention

Merci pour
votre attention



*Pour des informations ultérieures veuillez contacter:
Mécanisme d Soutien a la Gestion Intégrée Durable de l'Eau sur:
info@swim-sm.eu ou consultez www.swim-sm.eu*