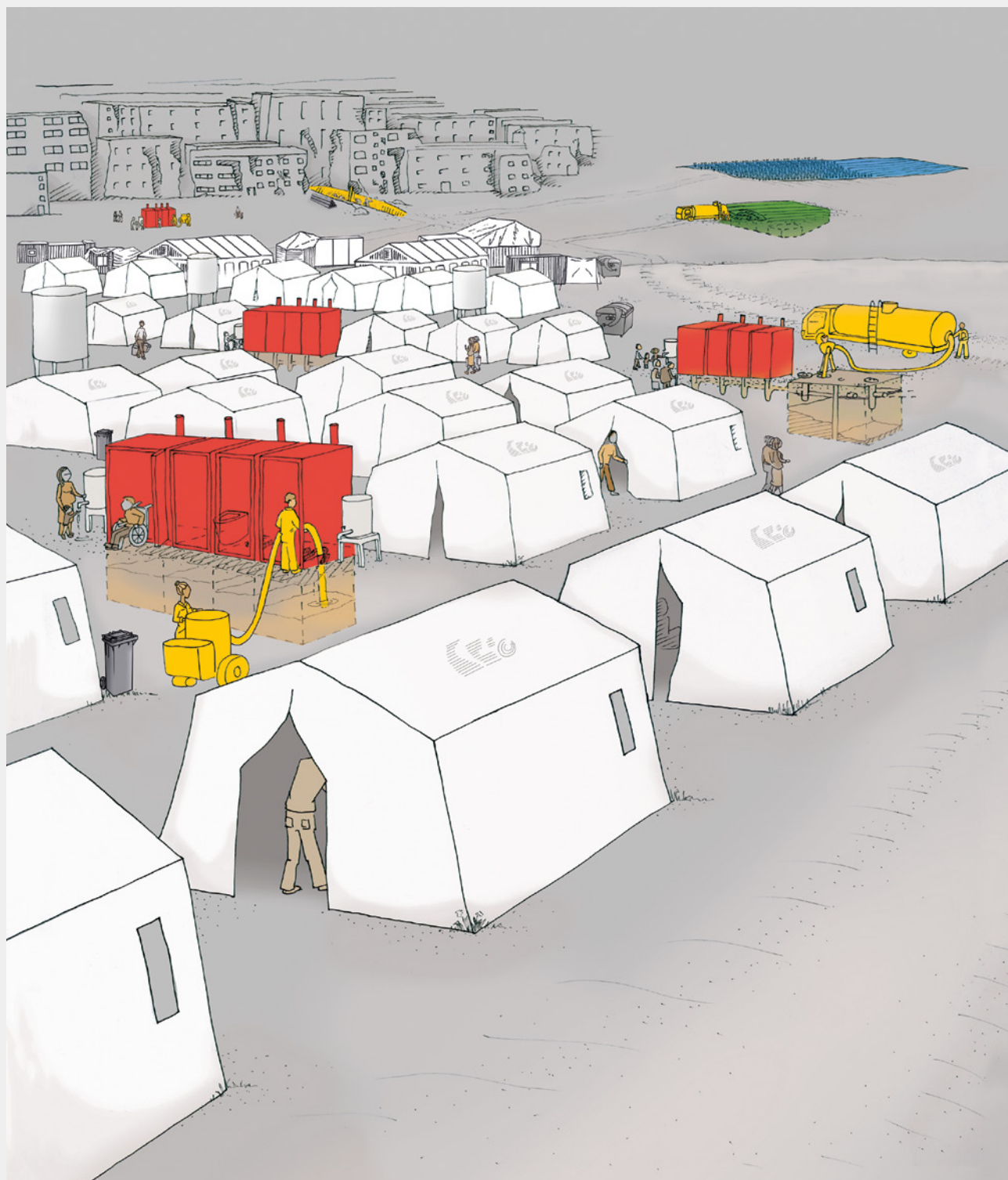


Compendium des technologies d'assainissement dans les situations d'urgence

1^{re} édition



Compendium des technologies d'assainissement dans les situations d'urgence

1^{re} édition

Robert Gensch (GTO), **Amy Jennings** (BORDA),
Samuel Renggli (Eawag), **Philippe Reymond** (Eawag)

Nous remercions les personnes suivantes ainsi que
leurs organisations ou institutions respectives
pour leurs contributions précieuses à l'élaboration
de cette publication :

Djilali Abdelghafour, Nienke Andriessen, Leonellha Barreto-Dillon, Andy Bastable, Magdalena Bäuerl, Benjamin Bernardino, Damian Blanc, Franck Bouvet, Patrick Bracken, Chris Buckley, Marc-Andre Bünzli, Chris Canaday, Daniel Clauss, Benjamin Dard, Malcolm Dickson, Paul Donahue, Georg Ecker, Miriam Englund, Marta Fernández Cortés, Suzanne Ferron, Claire Furlong, Sergio Gelli, Feline Gerstenberg, Moritz Gold, Celia González Otálora, Peter Harvey, Oliver Hoffmann, Tineke Hooijmans, Andrews Jacobs, Heidi Johnston, Christopher Kellner, Anthony Kilbride, Sasha Kramer, Cécile Laborderie, Jenny Lamb, Günther Langergraber, Anne Lloyd, Andreas Ludwig, Christoph Lüthi, Saskia Machel, Grover Mamani, Adeline Mertenat, Mona Mijthab, Alexander Miller, Patrice Moix, Paolo Monaco, Bella Monse, Hans-Joachim Mosler, Burt Murray, Arne Panesar, Thilo Panzerbieter, Jonathan Parkinson, Lucie Patient, Dominique Porteaud, Nick Preneta, Marlen Rapin, Torsten Reckerzügl, Bob Reed, Stefan Reuter, Romain Revol, Nina Röttgers, Johannes Rück, Vasco Schelbert, Jan-Christoph Schlenk, Jan-Hendrik Schmidt, Stephanie Schramm, Jan Spit, Haakon Spriewald, Steve Sugden, Annkatrin Tempel, Elizabeth Tilley, Erika Trabucco, Tobias Ulbrich, Lukas Ulrich, Claudio Valsangiacomo, Joel Velimsky, Grégoire Virard, Sophia von Dobschuetz, Barbara Ward, Cornelia Wiekort, Megan Wilson-Jones, Alexander Wriege-Bechthold, Imanol Zabaleta, Fiona Zakaria, Chris Zurbrügg.

Nous sommes particulièrement reconnaissants
aux organisations qui hébergent la version
en ligne du Compendium :

Global WASH Cluster
L'Alliance pour l'assainissement durable (SuSanA)
et son secrétariat assuré par la GIZ.

Nous souhaitons également remercier
pour leur soutien :

Le ministère fédéral allemand des Affaires étrangères ;
La Direction du développement et de la coopération
suisse (DDC).



sustainable
sanitation
alliance



Avant-propos

Si l'assainissement a le potentiel de sauver des vies, un assainissement mal mis en œuvre ou mal géré se révèle inefficace. L'expérience nous montre que pour protéger des vies, nous devons regarder au-delà des toilettes et prendre en compte toute la chaîne de l'assainissement qui comprend aussi la collecte, le transport, le traitement, le rejet ou la valorisation des produits de l'assainissement en toute sécurité. La complexité de ce sujet, combinée à la grande diversité des contextes et des situations de crise, demeure un défi pour de nombreuses organisations et constitue une lacune bien identifiée dans le secteur. Comment pouvons-nous apporter ensemble des réponses de qualité en matière d'assainissement ?

Cette publication apporte une contribution essentielle au secteur, en proposant un excellent outil de renforcement des capacités et d'aide à la décision pour trouver des solutions en matière d'assainissement dans les contextes humanitaires. Elle contribue ainsi à améliorer la coordination que nous nous efforçons d'obtenir en tant que cluster, car celle-ci ne peut avoir lieu que dans la mesure où tous les acteurs de terrain disposent des outils et des capacités techniques nécessaires, et parlent le même langage. En publiant un ouvrage dédié aux situations d'urgence humanitaire, calqué sur le Compendium des systèmes et technologies d'assainissement largement utilisé dans le secteur du développement, ce document contribue également à la complémentarité entre l'humanitaire et le développement dans le domaine de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène (EAH).

Cette publication est le fruit d'un effort de collaboration remarquable entre les partenaires du Global WASH Cluster, sous la direction du German WASH Network, de l'Eawag et de l'Alliance pour l'assainissement durable (SuSanA), avec le concours de nombreux experts du secteur et de nombreuses organisations internationales, qui se sont efforcés de présenter l'ensemble des technologies et des systèmes d'assainissement, en étant aussi impartiaux que possible vis-à-vis de solutions techniques spécifiques. Le Global WASH Cluster a le plaisir d'annoncer qu'une version en ligne de ce Compendium sera disponible prochainement sur son site ainsi que sur celui de SuSanA. Nous exprimons notre gratitude aux partenaires et aux bailleurs de fonds pour leur soutien constant.

Table des matières

Introduction

| | |
|--|----|
| Contexte et public cible | 8 |
| Structure et utilisation du Compendium | 8 |
| Terminologie du Compendium | 9 |
| Modèle de système d'assainissement et choix des technologies | 13 |
| Scénarios de catastrophe et de crise | 16 |
| Phases de l'urgence | 17 |
| Critères de décision clés | 18 |
| Panoramas des technologies pour différents contextes | 23 |

PARTIE 1 : Inventaire des technologies

| | |
|---|----|
| Inventaire général des technologies (questions transversales) | 26 |
| Technologies d'assainissement adaptées aux phases d'urgence | 27 |
| Technologies d'assainissement adaptées aux sols contraignants | 28 |
| Technologies d'assainissement avec et sans usage d'eau | 29 |

U Interface utilisateur **30**

| | | |
|-----|--|----|
| U.1 | Toilettes sèches | 32 |
| U.2 | Toilettes sèches à séparation d'urine (UDDT) | 34 |
| U.3 | Urinoirs | 36 |
| U.4 | Toilettes à chasse d'eau | 38 |
| U.5 | Défécation à l'air libre contrôlée | 40 |
| U.6 | Latrines à tranchée peu profonde | 42 |
| U.7 | Dispositifs de lavage des mains | 44 |

S Collecte et stockage/traitement **46**

| | | |
|------|--|----|
| S.1 | Latrines à tranchée profonde | 48 |
| S.2 | Latrines à puits foré | 50 |
| S.3 | Fosse simple | 52 |
| S.4 | Fosse ventilée améliorée (VIP) | 54 |
| S.5 | Double fosse (sans eau) | 56 |
| S.6 | Double fosse (chasse manuelle) | 58 |
| S.7 | Latrines surélevées | 60 |
| S.8 | Chambre unique avec séparation d'urine (UDDT) | 62 |
| S.9 | Chambre double avec séparation d'urine (UDDT) | 64 |
| S.10 | Toilettes à réservoir(s) amovible(s) (CBS) | 66 |
| S.11 | Toilettes chimiques | 68 |
| S.12 | Toilettes à lombricompostage (technologie émergente) | 70 |
| S.13 | Fosse septique | 72 |

| | | |
|------|--|----|
| S.14 | Réacteur anaérobie à chicanes (RAC) | 74 |
| S.15 | Filtre anaérobie | 76 |
| S.16 | Biodigesteur (réacteur à biogaz) | 78 |
| S.17 | Traitement à la chaux hydratée (technologie émergente) | 80 |
| S.18 | Traitement à l'urée (technologie émergente) | 82 |
| S.19 | Traitement par fermentation lactique (technologie émergente) | 84 |
| S.20 | Traitement à la soude caustique (technologie émergente) | 86 |

C **Transport** **88**

| | | |
|-----|-------------------------------------|-----|
| C.1 | Vidange et transport manuels | 90 |
| C.2 | Vidange et transport motorisés | 92 |
| C.3 | Égout simplifié | 94 |
| C.4 | Égout gravitaire conventionnel | 96 |
| C.5 | Drainage des eaux pluviales | 98 |
| C.6 | Station de transfert et de stockage | 100 |

T **Traitement (semi-)centralisé** **102**

| | | |
|------|--|-----|
| PRÉ | Technologies de prétraitement | 104 |
| T.1 | Décanteur | 106 |
| T.2 | Réacteur anaérobie à chicanes (RAC) | 108 |
| T.3 | Filtre anaérobie | 110 |
| T.4 | Biodigesteur (réacteur à biogaz) | 112 |
| T.5 | Bassins de lagunage | 114 |
| T.6 | Filtres plantés | 116 |
| T.7 | Lit bactérien | 118 |
| T.8 | Bassins de sédimentation et d'épaississement | 120 |
| T.9 | Lits de séchage non-plantés | 122 |
| T.10 | Lits de séchage plantés | 124 |
| T.11 | Cocompostage | 126 |
| T.12 | Lombricompostage et lombrifiltration (technologie émergente) | 128 |
| T.13 | Boues activées | 130 |
| POST | Filtration tertiaire et désinfection | 132 |

D **Valorisation et/ou rejet** **134**

| | | |
|------|--|-----|
| D.1 | Application de l'urine stockée | 136 |
| D.2 | Application de fèces séchées | 138 |
| D.3 | Application d'humus de fosse et de compost | 140 |
| D.4 | Épandage des boues | 142 |
| D.5 | Remblayage des fosses : Arborloo et enfouissement en tranchées profondes | 144 |
| D.6 | Stockage et décharge contrôlés | 146 |
| D.7 | Utilisation du biogaz | 148 |
| D.8 | Cocombustion des boues (technologie émergente) | 150 |
| D.9 | Lit d'infiltration | 152 |
| D.10 | Puits d'infiltration | 154 |
| D.11 | Irrigation | 156 |
| D.12 | Rejet dans un cours d'eau et recharge de la nappe phréatique | 158 |
| D.13 | Bassins piscicoles | 160 |

PARTIE 2 : Questions transversales

| | | |
|----------|---|------------|
| X | Situation initiale | 166 |
| X.1 | Évaluation de la situation initiale | 166 |
| X.2 | Réhabilitation des infrastructures existantes | 168 |
| X.3 | Analyse des sols et des eaux souterraines | 169 |
| X.4 | Cadre institutionnel et réglementaire | 171 |
| X | Aspects conceptuels | 172 |
| X.5 | Résilience et préparation | 172 |
| X.6 | Stratégie de sortie, passation et mise hors service des infrastructures | 174 |
| X.7 | Zones urbaines et crises prolongées | 176 |
| X.8 | Gestion des déchets | 178 |
| X.9 | Prévention du choléra et gestion des épidémies | 181 |
| X | Considération sociales et de conception inclusive | 184 |
| X.10 | Conception inclusive et équitable | 184 |
| X.11 | Gestion des excréta des enfants | 187 |
| X.12 | Promotion de l'hygiène et travail avec les communautés affectées | 188 |
| X.13 | Programmation axée sur le marché | 191 |

ANNEXES

| | |
|-----------------------------|-----|
| Glossaire | 196 |
| Références bibliographiques | 200 |
| Références de cet ouvrage | 210 |

Introduction

Contexte et public cible

Il est essentiel de trouver des solutions d'assainissement appropriées pour protéger la santé des populations et préserver l'environnement dans les situations d'urgence. Ces dernières années ont vu le développement d'un nombre croissant d'innovations en matière d'assainissement adaptées à divers contextes humanitaires et d'une plus forte attention du secteur à l'ensemble de la chaîne des services d'assainissement (des toilettes à la collecte et au transport jusqu'au traitement et au rejet ou à la valorisation finale en toute sécurité).

En s'appuyant sur ces avancées, le Compendium des technologies d'assainissement dans les situations d'urgence constitue un manuel et un guide de planification complet, structuré et facile à utiliser pour élaborer des solutions d'assainissement dans les situations d'urgence. Il présente un inventaire systématique des technologies d'assainissement existantes et émergentes adaptées aux situations d'urgence humanitaire, et ce, sur l'ensemble de la chaîne des services d'assainissement.

Le public cible comprend les travailleurs humanitaires sur le terrain, les premiers intervenants locaux, les ingénieurs, les planificateurs, les représentants gouvernementaux concernés, les agences de renforcement des capacités et les professionnels de l'EAH impliqués dans les interventions humanitaires.

Bien que les interventions humanitaires en matière d'EAH se concentrent principalement sur des mesures immédiates visant à sauver des vies, la communauté humanitaire est de plus en plus fréquemment confrontée à des crises prolongées, souvent situées dans des contextes urbains et des camps, nécessitant de répondre en même temps aux besoins des réfugiés et des communautés d'accueil et de mieux articuler l'aide d'urgence, la réhabilitation et le développement (URD). Le Compendium aborde cet aspect en traitant des technologies adaptées de la réponse aiguë à la phase de stabilisation et de relèvement, en abordant un large éventail de scénarios que les spécialistes humanitaires en EAH peuvent rencontrer lors de la planification, de la mise en œuvre et de l'exploitation de services d'assainissement appropriés.

Le Compendium des technologies d'assainissement dans les situations d'urgence est le pendant de la réponse humanitaire au Compendium des systèmes et technologies d'assainissement élaboré par l'Eawag en collaboration avec l'Association internationale de l'eau (IWA - International Water Association) et l'Alliance pour l'assainissement durable (SuSanA), essentiellement adapté

au contexte du développement. Comme le Compendium original, il décompose les systèmes d'assainissement en groupes fonctionnels et explique la terminologie utilisée, les domaines d'application et les produits entrants et sortants des systèmes d'assainissement.

Le Compendium des technologies de l'assainissement dans les situations d'urgence est avant tout un outil de renforcement des capacités et un ouvrage de référence. En outre, il appuie et facilite la prise de décision en offrant le cadre nécessaire à la conception d'un système d'assainissement, en donnant des informations concises sur les principaux critères de décision pour chaque technologie, en facilitant leur combinaison pour aboutir à des solutions complètes de systèmes d'assainissement et en la reliant aux questions transversales pertinentes. Aussi, cette publication peut-elle être considérée comme un point de départ pour accéder à des informations pertinentes pour la conception de solutions appropriées de systèmes d'assainissement. Les utilisateurs sont également invités à chercher des informations supplémentaires grâce aux références contenues dans la publication et à une version interactive en ligne (www.washcluster.net/emersan-compendium) contenant des informations et des outils additionnels (des études de cas, des photos, des didacticiels vidéo, une bibliothèque complète et un forum).

Cette publication n'est pas un manuel de conception détaillé, mais plutôt une boîte à outils conviviale destinée à faciliter la prise de décision éclairée dans la conception de systèmes d'assainissement d'urgence. En tant que telle, la publication est destinée à être utilisée en parallèle à d'autres publications et outils existants.

Structure et utilisation du Compendium

Le Compendium est constitué de trois grandes parties.

Introduction

Le chapitre introductif présente la structure du Compendium, définit la terminologie clé et propose un modèle de système d'assainissement utile à la conception dans les situations d'urgence. En outre, le chapitre introductif contient des informations générales sur les différents scénarios et les différentes phases de l'urgence, ainsi que sur leurs répercussions sur les infrastructures d'assainissement. Les utilisateurs du Compendium sont invités à consulter les sections « Terminologie du Compendium » (**page 9**) ainsi que « Modèle de système d'assainissement et choix des technologies » (**page 13**), pour se familiariser avec les termes clés et la réflexion sur les systèmes d'assainissement. Ce chapitre présente également les principaux critères de sélection que les utilisateurs devront garder à l'esprit lors de la sélection

des technologies d'assainissement et de la conception d'un système d'assainissement adapté au contexte. Les fiches d'information sur les technologies individuelles présentées ci-après sont basées sur ces critères clés de sélection des technologies.

Partie 1 : Inventaire des technologies

La partie centrale de la publication est un inventaire complet des technologies d'assainissement pertinentes qui peuvent être mises en œuvre dans différents contextes d'urgence. Les technologies sont classées et ordonnées en fonction du groupe fonctionnel auquel elles appartiennent (U Interface utilisateur, S Collecte et stockage, C Transport, T Traitement, D Valorisation et/ou rejet).

Cette partie commence par un aperçu général de l'ensemble des technologies présentées dans cette publication et par trois éclairages particuliers des technologies en fonction de leur adéquation par rapport (1) aux différentes phases d'une situation d'urgence, (2) aux zones où les caractéristiques du sol sont problématiques ou contraignantes et (3) aux systèmes d'assainissement avec ou sans utilisation d'eau. Cet aperçu est suivi d'une compilation de 61 « fiches d'information sur les technologies », qui sont constituées d'une synthèse de 2 pages pour chaque technologie, permettant à l'utilisateur du Compendium d'avoir une compréhension générale du fonctionnement et des considérations sur la conception ainsi que des informations clés concernant la pertinence, les coûts, l'espace et les matériaux nécessaires, les exigences d'exploitation et de maintenance, etc.

Partie 2 : Sujets transversaux

Cette partie traite des questions transversales et des informations contextuelles dont il faut tenir compte lors des choix technologiques et de conception. Elle contient des prescriptions relatives (1) à l'évaluation initiale couvrant l'analyse des sols et des eaux souterraines, la réhabilitation et la modernisation des infrastructures existantes, ainsi que des informations sur l'environnement institutionnel et réglementaire en place, (2) aux aspects conceptuels tels que la résilience et la préparation, la stratégie de sortie et la passation des infrastructures ainsi que les caractéristiques spécifiques des milieux urbains et (3) aux considérations sur la conception, y compris les aspects sociaux tels que la conception inclusive et équitable, la gestion des excreta des enfants et la promotion de l'hygiène.

Terminologie du Compendium

Système d'assainissement

Le Compendium définit l'assainissement comme un processus à multiples étapes, par lequel sont gérés les excreta humains et les eaux usées, depuis le point de production jusqu'au point d'utilisation ou d'évacuation finale. Un système d'assainissement est constitué d'une série de technologies et de services, spécifiques au contexte, permettant la gestion des produits de l'assainissement, c'est-à-dire de leur collecte, leur confinement, leur transport, leur traitement, leur valorisation ou leur rejet final. Un système comprend des groupes fonctionnels contenant des technologies pouvant être choisies selon le contexte. En optant pour des technologies adaptées issues de chaque groupe fonctionnel, en prenant en compte les produits entrants et sortants ainsi que la pertinence des technologies dans un contexte donné, il est possible de concevoir un système d'assainissement logique et modulaire. Un système d'assainissement comprend également l'exploitation et la maintenance nécessaires pour garantir qu'il fonctionne de façon sûre et durable.

Technologie d'assainissement

Les technologies d'assainissement sont définies comme étant l'infrastructure, les méthodes ou les services spécifiques conçus pour contenir et transformer les produits ou les transporter vers un autre groupe fonctionnel. Chacune des 61 technologies abordées dans ce Compendium est décrite dans une fiche d'information dans la partie « Inventaire des technologies ». Seules les technologies d'assainissement ayant été testées et ayant fait leurs preuves dans le contexte des pays à revenu faible et intermédiaire sont présentées, à l'exception de quelques technologies émergentes qui sont clairement identifiées comme telles. Le Compendium traite principalement des systèmes et des technologies directement liés à la gestion des excreta humains. Il ne traite pas spécifiquement la gestion des eaux grises ni des eaux pluviales, mais mentionne les cas où une technologie permet de cotraiter ces eaux avec les excreta. Aussi, les technologies relatives aux eaux grises et aux eaux pluviales ne sont pas décrites en détail, mais ces eaux sont mentionnées en tant que produits dans les modèles de systèmes décrits.

Produits d'assainissement

Les produits d'assainissement peuvent être des matières générées directement par les humains (par exemple l'urine, les fèces, les eaux grises issues du lavage corporel, de la cuisine et du nettoyage domestique), d'autres sont nécessaires à la mise en œuvre de la technologie (par exemple l'eau de chasse est utilisée pour évacuer les excréta vers les égouts) et d'autres encore sont générées dans le cadre d'une fonction de stockage ou de traitement (par exemple

les boues). Pour concevoir un système d'assainissement robuste, il est nécessaire d'identifier tous les produits qui sont introduits (produits entrants) et rejetés (produits sortants) par chacune des technologies d'assainissement du système. Les produits cités dans ce texte sont décrits ci-dessous. Les déchets domestiques (ordures ménagères) ne sont pas considérés comme un produit d'assainissement, car ils ne doivent pas entrer dans la chaîne de l'assainissement. Ceux-ci seront traités séparément, dans la partie consacrée aux sujets transversaux (X.8).

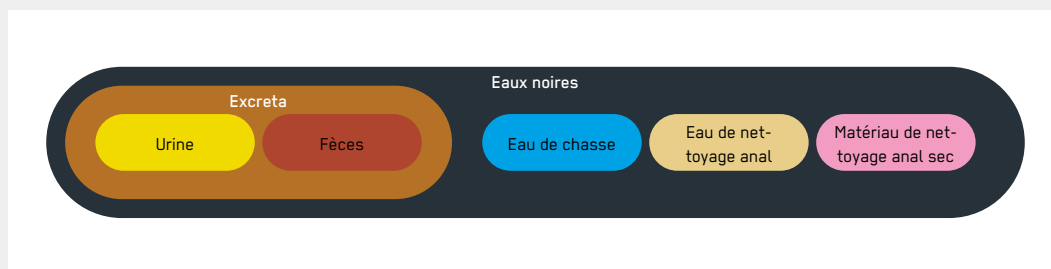


Figure 1 :
Définition des excréta et des eaux noires



Figure 2 :
Produits d'assainissement entrants et sortants

Le **biogaz** est le terme générique utilisé pour désigner le mélange de gaz dégagé par la digestion anaérobie. Il est composé de méthane (de 50 à 75 %), de dioxyde de carbone (de 25 à 50 %) et de quantités variables d'azote, de sulfure d'hydrogène, de vapeur d'eau et d'autres composants en fonction du matériau digéré. Le biogaz peut être collecté et servir de combustible (comme le propane).

La **biomasse** fait référence aux plantes cultivées ou aux animaux élevés grâce à l'eau et/ou aux nutriments transitant par un système d'assainissement. Le terme de biomasse peut comprendre des poissons, des insectes, des légumes, des fruits, du fourrage ou d'autres cultures bénéfiques pouvant être utilisées pour l'alimentation (humaine ou animale), la production de fibres et de combustible.

Les **boues** sont un mélange de solides et de liquides, contenant principalement des excréta et de l'eau, mélangés à du sable, du gravier, des métaux, des débris et/ou divers composés chimiques. On peut distinguer les boues de vidange des boues d'épuration. Les boues de vidange sont produites par des technologies d'assainissement à la parcelle, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas été transportées par les égouts. Elles peuvent être fraîches ou partiellement digérées, pâteuses ou liquides, et provenir de la collecte et du stockage/traitement des excréta ou des eaux noires, avec ou sans eaux grises. Les boues d'épuration sont les boues provenant du traitement des eaux usées. La composition des boues va déterminer le type de traitement requis et les possibilités d'utilisation finale.

Le **compost** est une matière organique décomposée résultant d'un processus contrôlé de fermentation aérobie. Au cours de ce processus biologique, les micro-organismes (principalement des bactéries et des champignons) décomposent les déchets biodégradables et produisent un matériau brun/noir inodore, qui ressemble à de la terre. Le compost a d'excellentes propriétés d'amendement des sols et une teneur variable en éléments nutritifs. Certains des nutriments peuvent disparaître à cause du lessivage et de la volatilisation, mais ce matériau reste riche en nutriments et en matières organiques. En général, les excreta ou les boues doivent être compostés pendant une période suffisamment longue (de 2 à 4 mois), dans un environnement thermophile (de 55 à 60 °C), afin d'être suffisamment assainis pour pouvoir être utilisés sans risque dans l'agriculture.

L'**eau de chasse** est l'eau déversée dans l'interface utilisateur pour la nettoyer et en transporter le contenu vers le système de transport ou le dispositif de stockage à la parcelle. L'eau douce, l'eau de pluie, les eaux grises recyclées ou un mélange des trois peuvent être utilisées comme eau de chasse. De nombreux systèmes d'assainissement ne requièrent pas d'eau de chasse.

L'**eau de nettoyage anal** est l'eau utilisée par l'être humain pour se nettoyer après avoir déféqué et/ou uriné ; elle est générée par ceux qui utilisent de l'eau plutôt qu'un matériau sec pour le nettoyage anal. Le volume d'eau utilisée pour chaque nettoyage est généralement compris entre 0,5 et 3 L.

Les **eaux grises** sont le volume total d'eau provenant du lavage des aliments, des vêtements et de la vaisselle, de même que des baignoires et des lavabos, mais pas des toilettes (**voir « eaux noires »**). Elles peuvent contenir des traces d'excreta (provenant par exemple du lavage des couches pour bébés) et donc également des agents pathogènes. Les eaux grises représentent environ 65 % des eaux usées produites par les ménages qui utilisent des toilettes à chasse.

Les **eaux noires** sont un mélange d'urine, de fèces et d'eau de chasse, ainsi que d'eau de nettoyage anal (si l'eau est utilisée pour ce type de nettoyage) et/ou des matériaux de nettoyage sec (**cf. figure 1**). Les eaux noires contiennent les agents pathogènes, les nutriments et les composés organiques des fèces ainsi que les nutriments de l'urine, qui sont dilués dans l'eau de chasse.

Les **eaux pluviales** sont le terme générique employé pour le ruissellement des eaux de pluie provenant des toits, des routes et d'autres surfaces. Il s'agit de la partie du ruissellement pluvial qui ne s'infiltré pas dans le sol.

L'**effluent** est le terme général employé pour un liquide sortant d'une infrastructure, habituellement après que les eaux noires ou les boues ont subi une séparation de la fraction solide ou un autre type de traitement. L'effluent provient soit d'un processus de collecte et de stockage, soit d'une technologie de traitement. En fonction du type de traitement, l'effluent peut être complètement assaini ou nécessiter un autre traitement avant d'être utilisé ou rejeté.

Les **excreta** sont composés d'urine et de fèces non-mélangées à de l'eau de chasse. Leur volume est peu important, mais ils sont concentrés en nutriments et en agents pathogènes. Selon la qualité des fèces, leur consistance peut être molle ou liquide.

Les **fèces** sont des excreta (semi-solides) non-mélangés à de l'urine ou de l'eau. Selon son régime alimentaire, une personne produit environ 50 L de fèces par an. Celle-ci contiennent environ 80 % d'eau. Sur le total des nutriments que les fèces contiennent, on trouve 39 % de phosphore (P), 26 % de potassium (K) et 12 % d'azote (N). Les fèces contiennent également la plupart des pathogènes éliminés par le corps ainsi que de la matière riche en énergie, en carbone et en fibres.

Les **fèces séchées** sont des fèces qui ont été déshydratées jusqu'à devenir un matériau sec et friable. La déshydratation a lieu lors du stockage des fèces dans un environnement sec et bien ventilé, à température élevée et/ou en présence de matériel absorbant. Pendant la déshydratation, la dégradation est très faible, ce qui signifie que les fèces séchées sont encore riches en matières organiques. Leur volume est réduit d'environ 75 % pendant la déshydratation et la plupart des agents pathogènes meurent. Il existe un faible risque que certains organismes pathogènes soient réactivés dans des conditions favorables, en particulier dans des environnements humides.

L'**humus** est le terme utilisé pour décrire la matière humique riche en nutriments et dont la concentration en agents pathogènes est réduite, qui est produite par les dispositifs à double fosse (**S.5 et S.6**), grâce à la déshydratation et la décomposition. Les processus variés de décomposition naturelle qui se produisent dans des fosses alternées peuvent être de nature aérobie et anaérobie, selon la technologie employée et les conditions de fonctionnement. La principale différence avec le compost est que les processus de dégradation sont passifs, qu'ils ne sont pas soumis à un apport contrôlé en oxygène et que le rapport carbone sur azote, l'humidité et la température peuvent être moins favorables. C'est pourquoi le taux de destruction des agents pathogènes est

généralement plus bas et la qualité du produit, notamment sa teneur en nutriments et en matières organiques, peut varier considérablement. Il est possible que l'humus ressemble beaucoup au compost et possède de bonnes propriétés d'amendement des sols, bien qu'il puisse encore contenir des agents pathogènes.

Les **matériaux de nettoyage sec** sont des matériaux solides utilisés par l'être humain pour se nettoyer après avoir déféqué et/ou uriné (par exemple du papier, des feuilles, des épis de maïs, des chiffons ou des pierres). Selon le système, les matériaux de nettoyage sec peuvent être collectés et évacués séparément ou bien traités avec les autres matériaux dans le système d'assainissement.

Les **matières organiques** renvoient aux végétaux biodégradables (les déchets organiques), qui doivent être ajoutés dans certains processus techniques pour que ceux-ci fonctionnent correctement. Les matières organiques dégradables peuvent inclure, sans s'y limiter, des feuilles, de l'herbe et des déchets provenant des marchés. Bien que d'autres produits cités dans ce Compendium contiennent des matières organiques, le terme matières organiques renvoie à des végétaux non-digérés.

Les **produits d'hygiène menstruelle** sont notamment les serviettes hygiéniques, les tampons et les autres matériaux utilisés par les femmes et les filles lorsqu'elles ont leurs règles. Étant donné que dans un système d'assainissement ceux-ci sont souvent jetés en même temps que les matériaux de nettoyage anal sec, il est recommandé de prendre des mesures préventives (par exemple en installant une poubelle séparée). En général les produits d'hygiène menstruelle doivent être considérés et gérés comme des ordures ménagères (**X.8**).

Les **produits de prétraitement** sont des matériaux séparés des eaux noires, des eaux grises ou des boues dans les unités de prétraitement, telles que les dégrilleurs, les dégraisseurs ou les dessableurs (**voir PRÉ**). Les substances telles que les graisses, l'huile et divers matériaux solides (par exemple le sable, les fibres et les détritiques) peuvent affaiblir l'efficacité du transport et/ou du traitement en entraînant des problèmes comme le colmatage et l'usure des conduites. C'est pourquoi il est crucial pour la pérennité du système d'assainissement de retirer ces substances en amont.

L'**urine** est le liquide que produit le corps pour se débarrasser de l'urée et d'autres déchets du corps. Dans ce contexte, le produit « urine » renvoie à l'urine pure, qui n'est pas mélangée à des fèces ou à de l'eau. Selon le régime alimentaire d'une personne, l'urine humaine collectée au cours d'une année (de 300 à 550 L approxi-

vement) contient de 2 à 4 kg d'azote. L'urine d'un être humain en bonne santé est stérile lorsqu'elle quitte le corps, mais elle est souvent immédiatement contaminée par la mise en contact avec les fèces.

L'**urine stockée** est de l'urine qui s'est hydrolysée naturellement au fil du temps, c'est-à-dire que l'urée a été convertie en ammoniacque et en bicarbonate sous l'action des enzymes. L'urine stockée dans des récipients fermés a un pH supérieur ou égal à 9. À ce pH élevé, la plupart des agents pathogènes ne peuvent survivre. Après une durée de stockage comprise entre 1 et 6 mois, le risque de présence résiduelle d'agents pathogènes est donc considérablement réduit.

Groupes fonctionnels

Un groupe fonctionnel est un groupe de technologies ayant des fonctions similaires. Le Compendium propose cinq groupes fonctionnels distincts, à partir desquels les technologies peuvent être choisies pour construire un système d'assainissement :

- U** Interface utilisateur (technologies **U.1 à U.7**)
- S** Collecte et stockage/traitement (technologies **S.1 à S.20**)
- C** Transport (technologies **C.1 à C.6**)
- T** Traitement (semi-)centralisé (technologies **PRÉ, T.1 à T.13, POST**)
- D** Valorisation et/ou rejet (technologies **D.1 à D.13**)

Chaque groupe fonctionnel a une couleur distincte ; à l'intérieur d'un groupe fonctionnel donné, les technologies ont le même code couleur pour être facilement identifiables. Chaque technologie d'un groupe fonctionnel est référencée par un code composé d'une lettre et d'un chiffre.

L'**interface utilisateur** **U** décrit le type de toilettes (siège, dalle ou urinoir) avec lequel l'utilisateur est en contact. Dans de nombreux cas, le choix de l'interface dépend de la disponibilité de l'eau. De plus, les dispositifs de lavage des mains sont inclus dans ce groupe avec une fiche d'information spécifique dans le but de rappeler constamment que chaque interface utilisateur doit être équipée d'un dispositif de lavage des mains pour optimiser les résultats en termes d'hygiène.

La **collecte et le stockage/traitement** **S** décrivent les technologies utilisées pour la collecte, le stockage et parfois le (pré)traitement sur place des produits générés

au niveau de l'interface utilisateur dans les systèmes d'assainissement dits « à la parcelle » ou « individuels ». Le traitement fourni par ces technologies est souvent une fonction du stockage, habituellement passif (c'est-à-dire qu'il ne requiert pas d'apport d'énergie), excepté pour quelques technologies émergentes qui nécessitent l'ajout d'additifs. Par conséquent, les produits issus de ces technologies nécessitent souvent un traitement ultérieur avant d'être valorisés et/ou mis en décharge. Dans le graphique de présentation des technologies (**page 26**), ce groupe fonctionnel est scindé en deux sous-groupes : « collecte/stockage » et « (pré)traitement ». Ceci permet d'affiner la classification de chacune des technologies listées par rapport à leur fonction : collecte et stockage, (pré)traitement uniquement ou les deux.

Le **transport** **C** décrit le transport des produits d'un groupe fonctionnel à un autre. La distance la plus longue et les défaillances les plus importantes se situent en général entre l'interface utilisateur ou la collecte et le stockage/traitement, et le traitement (semi-)centralisé. C'est pourquoi, pour simplifier, le transport ne décrit que les technologies utilisées pour transporter les produits entre ces groupes fonctionnels. Dans le graphique de présentation des technologies (**page 26**), le groupe fonctionnel « transport » est subdivisé en trois sous-groupes : « vidange/raccordement », « transport » et « stockage intermédiaire ». Ceci permet d'affiner la classification de chacune des technologies qui y sont listées en fonction de leur rôle dans le processus de transport.

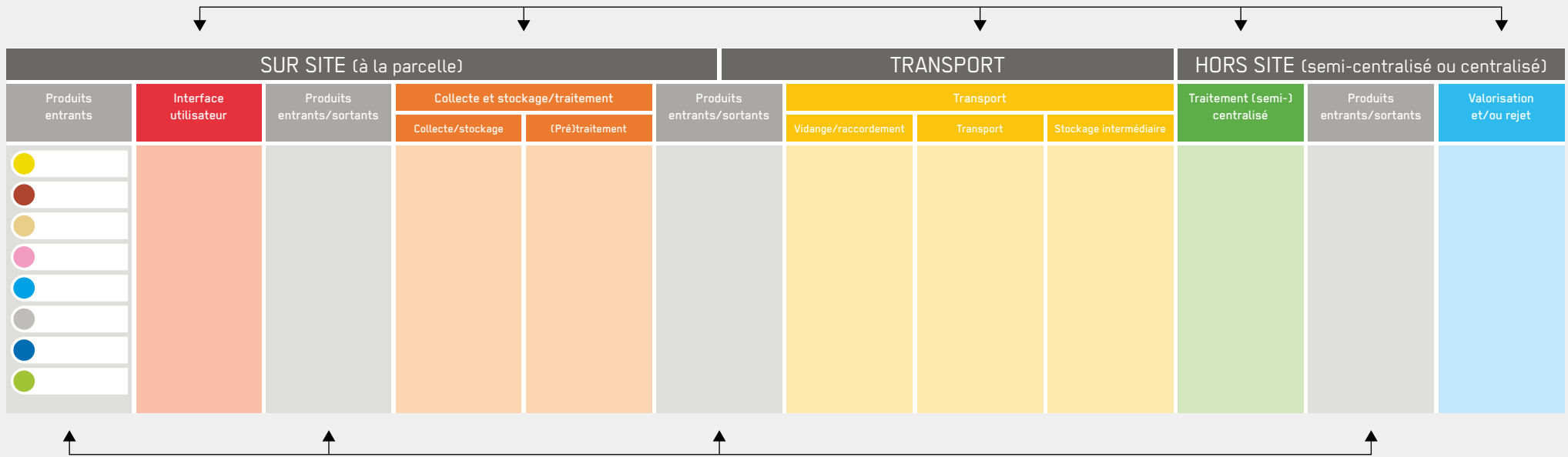
Le **traitement (semi-)centralisé** **T** renvoie à des technologies de traitement qui sont généralement adaptées à de grands groupes d'utilisateurs (par exemple à l'échelle du voisinage ou d'une ville). Les besoins liés au fonctionnement et à la maintenance des technologies de ce groupe fonctionnel (y compris les besoins énergétiques) sont généralement supérieurs à ceux des technologies d'assainissement à la parcelle. Les technologies de prétraitement et de post-traitement y sont également décrites (fiches d'information **PRÉ et POST**).

La **valorisation et/ou le rejet** **D** renvoient aux méthodes par lesquelles les produits atteignent leur état final, comme ressources utiles ou matériaux à risques réduits. Certains produits peuvent en outre être réintégrés dans un système (par exemple en utilisant les eaux grises traitées pour tirer la chasse).

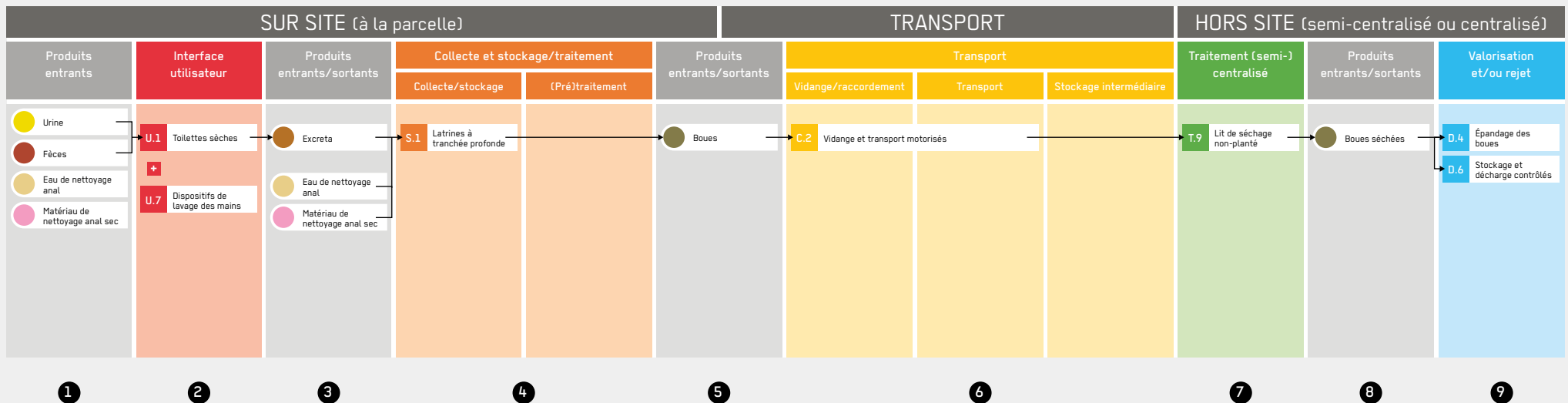
Modèle de système d'assainissement et choix des technologies

Un système d'assainissement peut être représenté visuellement par une matrice avec des groupes fonctionnels (en colonnes) et des produits (en lignes), reliés ensemble lorsqu'il est possible de les combiner. Cette présentation graphique donne une vue d'ensemble des composantes technologiques d'un système et de tous les produits qu'il est à même de gérer. Les technologies d'assainissement d'urgence et les groupes fonctionnels correspondants peuvent être répartis en trois catégories : « sur site/à la parcelle », « transport » et « hors site/ (semi-)centralisé ». Les produits sont successivement collectés, stockés, transportés et traités en passant par les différentes technologies compatibles des cinq groupes fonctionnels. Le produit sortant d'une technologie d'un groupe fonctionnel devient donc un intrant du groupe suivant. S'il n'est pas toujours nécessaire qu'un produit passe par une technologie de chacun des cinq groupes fonctionnels, l'ordre des groupes fonctionnels doit cependant être respecté, quel que soit le nombre de groupes intégrés dans le système d'assainissement.

Les colonnes portant un code couleur représentent les différents groupes fonctionnels



Les colonnes en gris montrent les produits entrants/sortants qui arrivent/partent des groupes fonctionnels



La **figure 3b** est un exemple de configuration potentielle d'un système d'assainissement. Elle montre comment quatre produits (fèces, urine, eau de nettoyage anal et matériau de nettoyage anal sec) entrent dans le système et sont gérés par les différentes technologies d'assainissement. Le paragraphe ci-dessous décrit la façon dont les produits se déplacent de la gauche vers la droite, à travers les colonnes ① à ⑨ du modèle.

① Quatre produits entrants (fèces, urine, eau de chasse et matériau de nettoyage sec) arrivent dans ② le groupe fonctionnel U « interface utilisateur » (dans cet exemple des toilettes sèches U.1) qui comporte un dispositif de lavage des mains (U.7) à proximité. Les excréta produits ainsi que les eaux de nettoyage anal et les matériaux de nettoyage anal sec ③ entrent ④ dans le groupe « collecte et stockage/traitement » (ici des latrines à tranchée profonde S.1) et sont transformés en ⑤ boues. Les boues entrent dans ⑥ le groupe fonctionnel « transport » (ici vidange et transport motorisés C.2) et entrent dans ⑦ (le groupe fonctionnel « traitement (semi)-centralisé » (ici un lit de séchage non-planté T.9). Les boues séchées ⑧ sont directement transportées jusqu'au ⑨ groupe fonctionnel « valorisation et/ou rejet ». Dans cet exemple il y a deux possibilités. En fonction des conditions locales, des besoins et des préférences, les boues séchées peuvent être utilisées comme amendement de sol dans l'agriculture (ici épandage des boues D.4) ou bien acheminées vers un site de stockage temporaire ou définitif (ici stockage et décharge contrôlés D.6).

Pour déterminer les meilleures solutions d'assainissement en fonction du contexte spécifique, il est recommandé de suivre les étapes suivantes :

Faire une évaluation de la situation initiale (**voir X.1 à X.4**), y compris l'identification des pratiques et des préférences en matière d'EAH des groupes d'utilisateurs, les caractéristiques géographiques, les infrastructures et les services d'EAH existants dans la zone d'intervention, ainsi que le cadre institutionnel et réglementaire ;

Identifier les produits qui sont générés et/ou disponibles (par exemple l'eau de nettoyage anal, l'eau de chasse ou les matières organiques pour le compostage) ;

À partir du tableau d'inventaire des technologies (**pages 26 à 29**) et des descriptions plus détaillées des fiches d'information sur les technologies (**pages 30 à 161**), identifier les technologies qui sont potentiellement appropriées pour chacun des groupes fonctionnels et identifier les produits entrants et sortants respectifs. Les éléments de la chaîne d'assainissement existants (par exemple les vidangeurs) peuvent être intégrés dans les nouveaux scénarios ;

Sélectionner plusieurs combinaisons de technologies pertinentes pour concevoir des systèmes d'assainissement potentiels, afin de pouvoir comparer les différentes options. Prendre en compte les produits entrants et sortants à chaque étape dans chacun des systèmes ;

Comparer les systèmes et changer de façon itérative les technologies individuelles sur la base, par exemple, des priorités des utilisateurs, des contraintes de temps, des exigences d'exploitation et de maintenance, de la demande de produits finaux spécifiques (par exemple en compost), des contraintes économiques et de la faisabilité technique.

Un modèle de système vierge peut être téléchargé à partir du lien www.washcluster.net/emersan-compendium. Il peut être imprimé et utilisé pour esquisser des systèmes d'assainissement spécifiques pour la zone d'intervention, par exemple lors des discussions sur les différentes options avec des experts ou des parties prenantes dans le cadre d'un atelier. Un modèle PowerPoint est également disponible au téléchargement ; il inclut des éléments graphiques (par exemple les produits, les technologies et des flèches), facilitant la préparation de schémas de systèmes d'assainissement personnalisés.

Figure 3a (gauche) :
Explication des
différentes colonnes du
modèle de système

Figure 3b (droite) :
Exemple de la façon dont
les produits entrent dans
le système et y sont
transformés

Scénarios de catastrophe et de crise

Le Global WASH Cluster décrit les catastrophes comme des événements entraînant des pertes et des dommages importants pour les communautés et les individus, pouvant aller jusqu'à la perte de vies humaines et de moyens de subsistance, laissant les communautés affectées dans l'incapacité de fonctionner normalement sans assistance extérieure.

Les catastrophes ou les urgences humanitaires peuvent prendre différentes formes. Chaque situation d'urgence, selon le contexte du pays, sa portée et ses causes, est unique et a un impact important sur les personnes, l'environnement et les infrastructures. Malgré cette hétérogénéité, on peut utiliser la classification suivante des différents types de crises pour établir une catégorisation sommaire.

Catastrophes déclenchées par des risques naturels ou technologiques : les tremblements de terre, les éruptions volcaniques, les glissements de terrain, les inondations, les tempêtes, les sécheresses et les températures extrêmes sont des risques naturels qui peuvent provoquer des catastrophes humanitaires faisant de nombreuses victimes et causant des pertes économiques et des dommages à l'environnement et aux infrastructures. Cependant, les catastrophes humanitaires ne se produisent que si un danger frappe là où les populations sont vulnérables à ce danger spécifique. En raison des changements climatiques et de leur impact considérable, l'aide humanitaire doit de plus en plus souvent faire face à des phénomènes météorologiques extrêmes et à leurs conséquences. L'augmentation de la population mondiale, l'urbanisation constante et les mutations de l'utilisation des sols à l'échelle mondiale accentuent encore la vulnérabilité aux risques naturels et technologiques tels que les ruptures de barrage et la contamination chimique ou nucléaire. Ces catastrophes entraînent souvent une détérioration des conditions sanitaires liées à l'environnement, notamment en termes d'accès aux services d'assainissement de base. Les infrastructures telles que les écoles, les routes, les hôpitaux ainsi que les installations sanitaires sont souvent directement touchées, ce qui fait que l'accès à l'assainissement et la pratique de comportements d'hygiène appropriés, comme le lavage des mains, ne sont plus assurés. Ainsi, le risque de maladies liées à l'eau et à l'assainissement augmente.

Conflits : il s'agit des situations d'urgence d'origine sociale telles que les conflits politiques, les conflits armés et les guerres civiles. De nombreuses personnes déplacées (déplacés internes et/ou réfugiés) doivent être hébergées dans des camps, des abris temporaires ou des communautés d'accueil, dans lesquels l'accès aux

dispositifs d'assainissement et d'hygiène adéquats doit être assuré à très court terme et souvent maintenu sur de longues périodes. En règle générale, la plupart des personnes déplacées sont absorbées par les communautés d'accueil. Ceci peut avoir pour effet de surcharger les infrastructures d'assainissement existantes, ce qui rend difficile l'identification et la quantification des besoins réels. En raison de la dynamique des conflits, il est souvent difficile de planifier la durée pendant laquelle les abris et les infrastructures d'assainissement correspondantes devront rester en place. Cela peut varier de quelques semaines ou mois à plusieurs années ou même décennies. En outre, les camps de réfugiés sont souvent construits dans des endroits où la situation sanitaire est déjà tendue. Dans les situations impliquant des réfugiés, lorsqu'une population déplacée est initialement hébergée dans des abris temporaires ou dans un camp, il n'est pas souhaitable, d'un point de vue politique, de s'orienter vers une installation permanente. Les décideurs locaux peuvent s'opposer à certaines activités perçues comme susceptibles de rendre l'installation plus durable ou mieux développée, par crainte de ne pas pouvoir ramener la population réfugiée dans sa région d'origine. La situation se complique encore si les conditions dans le camp s'avèrent meilleures que celles des communautés locales. Des tensions peuvent surgir entre la population locale et les réfugiés. Il faut alors considérer ces situations comme des occasions d'améliorer les services d'assainissement tant pour les communautés d'accueil que pour les réfugiés.

États fragiles et crises prolongées : un phénomène de plus en plus courant concerne la question des États fragiles et des pays en crise prolongée. Un État est dit « fragile » lorsqu'il ne veut pas ou ne peut pas remplir ses fonctions de base. Quant aux populations concernées, elles risquent de voir leur sécurité menacée du fait de l'insuffisance ou de l'inexistence des services de base essentiels. La faiblesse des structures gouvernementales ou l'absence de responsabilité de l'État pour assurer les services de base peut engendrer une pauvreté accrue, des inégalités, une méfiance vis-à-vis des institutions et peut potentiellement se muer en situation d'urgence humanitaire. Les situations de crise prolongées se caractérisent par des catastrophes et/ou des conflits récurrents, des crises alimentaires prolongées, la détérioration de l'état de santé des populations, la destruction des moyens de subsistance et une capacité institutionnelle insuffisante pour réagir aux crises. Dans ces environnements, une proportion importante de la population est fortement exposée à la mort, aux maladies et au bouleversement des moyens de subsistance sur une période prolongée. L'accès aux services d'assainissement de base est souvent négligé et le soutien extérieur par le biais des

canaux gouvernementaux conventionnels peut aboutir à des situations très insatisfaisantes. Dans ces conditions, il peut être nécessaire d'explorer des moyens complémentaires et alternatifs de prestation de services, en se basant principalement sur des acteurs non-étatiques et sous-étatiques à un niveau relativement décentralisé.

Pays à (haut) risque continuellement touchés par les catastrophes et le changement climatique : le changement climatique et la probabilité accrue de risques naturels qui y sont associés constituent un énorme défi pour de nombreux pays. Le risque que des phénomènes naturels deviennent des catastrophes est largement déterminé par la vulnérabilité de la société, la sensibilité des systèmes écologiques ou socio-économiques et par l'impact du changement climatique, tant sur des phénomènes extrêmes occasionnels (par exemple de fortes pluies provoquant des inondations ou des glissements de terrain) que sur des changements climatiques progressifs (par exemple le décalage temporel des saisons des pluies). Le changement climatique aggrave également les situations problématiques dans les pays à haut risque qui sont déjà victimes de catastrophes. Les infrastructures d'assainissement existantes peuvent nécessiter des adaptations ou l'introduction de systèmes d'assainissement plus appropriés et plus robustes pour accroître la résilience et aider les communautés à faire face aux phénomènes météorologiques extrêmes récurrents (par exemple des dispositifs d'assainissement surélevés dans les zones inondables). En outre, des systèmes d'assainissement devront peut-être être préparés pour répondre aux besoins des réfugiés climatiques.

Phases de l'urgence

Les principales catégories utilisées pour distinguer les différentes phases d'urgence sont les suivantes : (1) réponse aiguë (ou extrême urgence), (2) stabilisation et (3) relèvement. L'identification de ces grandes phases est utile lors de la planification de l'assistance, mais la classification, modélisée en fonction de catastrophes passées, doit être considérée comme théorique et simplifiée. La réalité est rarement aussi clairement définie.

Phase de réponse aiguë : il s'agit des interventions d'aide humanitaire qui sont mises en œuvre immédiatement après des catastrophes naturelles, des conflits, des crises prolongées ou des épidémies. Cette phase couvre généralement les premières heures et les premiers jours jusqu'aux premières semaines, au cours desquelles des mesures efficaces à court terme sont adoptées pour remédier rapidement à la situation d'urgence jusqu'à ce que des solutions plus durables puissent être trouvées. Les personnes touchées par les catastrophes sont généralement nettement plus exposées aux maladies, qui sont dans une large mesure liées à des conditions d'assainissement et à l'impossibilité de maintenir une bonne hygiène. L'objectif des interventions dans la phase de réponse aiguë est d'assurer la survie de la population affectée, dans le respect des principes d'humanité, de neutralité, d'impartialité et d'indépendance. Les services essentiels liés à l'assainissement qui sont requis à ce stade sont notamment la mise en place de solutions immédiates et sans risque pour la santé en matière de gestion des excréta (en particulier les mesures de confinement), car ce sont des facteurs déterminants de survie lors du premier stade d'une catastrophe. Il est également essentiel de veiller à la salubrité de l'environnement et d'éviter la contamination des sources d'eau. Si cela est possible, on procède également lors de cette phase à la réhabilitation rapide des infrastructures d'EAH existantes, à la mise en place de solutions de drainage appropriées et à la mise à disposition d'outils et d'équipements d'exploitation et de maintenance élémentaires.

Phase de stabilisation : appelée aussi « phase de transition », elle commence généralement après les premières semaines d'une urgence et peut durer jusqu'à six mois. En plus des mesures visant à étendre la couverture des services d'assainissement, la priorité est d'améliorer progressivement les installations temporaires d'urgence mises en place pendant la phase de réponse aiguë ou de remplacer les installations temporaires par des solutions plus résistantes à plus long terme. Cette phase comprend la mise en place de dispositifs avec le soutien des communautés, en mettant davantage l'accent sur l'ensemble de la chaîne des services d'assainissement. Cette phase

est souvent marquée par un passage de solutions d'assainissement communautaire à des solutions visant les ménages. Il est important de s'assurer que les technologies et la conception des infrastructures sanitaires soient conformes aux besoins des populations et, dans l'idéal, qu'elles utilisent des matériaux disponibles localement. Il est nécessaire de procéder à une évaluation détaillée afin de pouvoir intervenir de manière adaptée au contexte local et de renforcer l'acceptation à long terme des interventions d'assainissement proposées. Il convient d'accorder une attention particulière aux aspects socioculturels, notamment à certaines questions qui peuvent être sensibles en matière d'utilisation, de fonctionnement et d'entretien, à la gestion de l'hygiène menstruelle, à l'exposition à la violence sexuelle et à d'autres formes de violence ainsi qu'aux questions qui impliquent un certain degré de changement de comportement. La participation équitable des femmes et des hommes, des enfants, des groupes marginalisés et vulnérables à la planification, à la prise de décision et à la gestion locale est essentielle pour garantir un accès sûr et adapté de l'ensemble de la population touchée à des services appropriés.

Phase de relèvement : cette phase, parfois appelée « phase de réhabilitation », commence généralement après ou même pendant les interventions d'urgence humanitaire et vise à recréer ou à améliorer la situation de la population touchée avant l'urgence, en intégrant progressivement des principes de développement. Elle peut être considérée comme une continuation des efforts d'aide humanitaire déjà déployés et peut préparer le terrain pour des interventions de développement ultérieures et le transfert progressif aux partenaires à moyen ou long terme. En fonction des besoins locaux, la durée moyenne des interventions de relèvement et de réhabilitation est généralement comprise entre six mois et trois ans et, dans les situations difficiles, elle peut aller jusqu'à cinq ans. Les interventions de relèvement et de réhabilitation se caractérisent par une implication et une participation actives des partenaires et des autorités locales dans la planification et la prise de décision, afin de renforcer les capacités locales et de contribuer à la durabilité des opérations. Les interventions de relèvement en matière d'assainissement peuvent prendre diverses formes et dépendent des conditions locales ainsi que des besoins réels de la population touchée. Au-delà de la mise en œuvre technique d'un système d'assainissement, ces interventions impliquent des efforts importants de renforcement de l'organisation des services et de promotion du marché des services d'assainissement. Dans le cas où les camps (de réfugiés/déplacés) évoluent vers des établissements permanents, les interventions peuvent consister à améliorer les infrastructures d'assainissement d'urgence. Les interventions de relève-

ment prévoient également le renforcement des capacités et la formation à plus long terme, notamment en travaillant avec les autorités locales et les partenaires de développement concernés. Il est également primordial de renforcer la collaboration avec les autorités locales, les services publics, la société civile et le secteur privé, puis de transférer les responsabilités. Il faut pour cela que les parties prenantes concernées participent dès le début et de façon croissante à la planification et à la prise de décision. Dans la mesure du possible, les interventions de relèvement doivent tenir compte du fait que les investissements réalisés peuvent servir de base à une expansion ultérieure des installations et des services d'eau et d'assainissement. En outre, les interventions de relèvement peuvent comporter des mesures de résilience et de réduction des risques de catastrophe. Elles doivent comporter une stratégie claire de transition ou de sortie, y compris le transfert aux autorités locales, aux communautés ou aux prestataires de services, afin de garantir le maintien des niveaux de service ainsi créés.

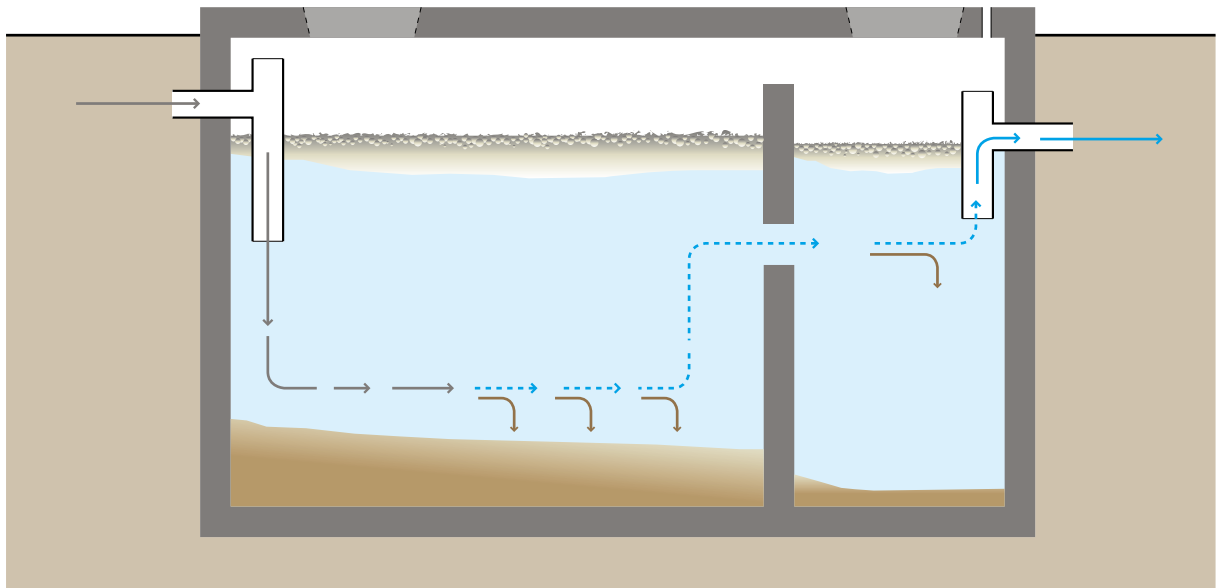
Critères de décision clés

La sélection de la meilleure combinaison de technologies d'assainissement pour un contexte spécifique est une tâche difficile et exige une expérience considérable. Les principaux critères de décision (**voir la figure 4 ci-contre et la description détaillée dans les pages suivantes**) visent à donner à l'utilisateur du Compendium une direction générale dans le processus de sélection de la technologie et de la conception globale d'un système d'assainissement. Les critères de décision sont présentés dans chacune des fiches d'information suivantes.

Figure 4 :
Structure type d'une fiche
d'information

Nom de la technologie

| | | | |
|---|---|--|--|
| Phase de l'urgence ① * Réponse aiguë ** Stabilisation ** Relèvement | Niveau d'application ② ** Ménage ** Voisinage Ville | Niveau de gestion ③ ** Ménage ** Partagé ** Public | Caractéristiques clés ④ Confinement des excréta, Séparation solide/liquide |
| Espace requis ⑤ ** Moyen | Complexité technique ⑥ * Faible | Produits entrants ⑦ ● Eaux noires, ● Eaux grises | Produits sortants ⑦ ● Effluent, ● Boues |



| | |
|---|---|
| Description de la technologie | ⑫ Santé et sécurité |
| ⑧ Considérations sur la conception | ⑬ Coûts |
| ⑨ Matériaux | ⑭ Aspects sociaux |
| ⑩ Contexte | ⑮ Forces et faiblesses |
| ⑪ Fonctionnement et entretien | ⑯ Références et lectures complémentaires |

1 Phase d'urgence

Les technologies sont plus ou moins adaptées selon la phase de l'urgence. En tant que telles, leur pertinence est déterminée pour les trois phases décrites aux **pages 17 et 18** :

- **Réponse aiguë**
- **Stabilisation**
- **Relèvement**

Des étoiles sont utilisées pour indiquer le degré d'adéquation d'une technologie donnée avec les différentes phases d'urgence (**deux étoiles** : technologie appropriée ; **une étoile** : technologie moins appropriée ; **aucune étoile** : technologie inappropriée). Le niveau d'adéquation est déterminé en comparant les technologies par rapport au contexte, à la vitesse de mise en œuvre et aux matériaux requis. Il revient à l'utilisateur du Compendium de décider quel est le niveau d'urgence de la situation dans laquelle il travaille.

2 Niveau d'application

Le niveau d'application décrit l'échelle spatiale pour laquelle la technologie est la plus adaptée. Il comprend trois niveaux :

- **Ménage** (une unité peut être utilisée par un ou plusieurs ménages).
- **Voisinage** (une unité peut être utilisée par quelques ménages et jusqu'à plusieurs centaines de ménages).
- **Ville** (une unité peut être utilisée pour une communauté entière, un camp ou un district).

Des étoiles sont utilisées pour indiquer le degré d'adéquation à une échelle spatiale donnée (**deux étoiles** : technologie appropriée ; **une étoile** : technologie moins appropriée ; **aucune étoile** : technologie inappropriée). Il revient à l'utilisateur du Compendium de décider quel est le niveau approprié aux situations spécifiques sur lesquelles il travaille.

3 Niveau de gestion (ou niveau d'exploitation)

Le niveau de gestion définit qui a la responsabilité principale du bon fonctionnement et de l'entretien d'une technologie donnée :

- **Ménage** (toutes les tâches liées au fonctionnement et à l'entretien peuvent être assurées par les ménages).

- **Partagé** (un groupe d'utilisateurs a la responsabilité du fonctionnement et de l'entretien de la technologie par le biais d'une personne ou d'un comité qui en a la charge pour le compte de tous les autres usagers. Lorsque l'on parle d'installations partagées, cela signifie qu'un groupe d'utilisateurs s'est auto-défini et décide des usagers qui sont autorisés à utiliser les installations et des responsabilités respectives).
- **Public** (les installations gérées par une entité gouvernementale, institutionnelle ou privée ; l'ensemble des interventions de fonctionnement et d'entretien sont prises en charge par l'entité responsable de l'exploitation des installations).

Des étoiles (**entre zéro et deux**) sont utilisées pour indiquer le degré d'adéquation de chaque niveau de gestion, deux étoiles signifiant que le niveau donné est en mesure de bien gérer la technologie en question.

4 Caractéristiques clés

Cette section contient de brèves indications relatives aux caractéristiques et aux fonctions principales de technologies spécifiques. Elle contient aussi des recommandations d'ordre général permettant de classer les technologies et d'évaluer leur pertinence par rapport au système d'assainissement imaginé ou par rapport au contexte.

5 Espace requis

Cette section donne une estimation qualitative de l'espace requis pour chaque technologie, c'est-à-dire la surface ou l'empreinte spatiale nécessaire à la technologie. Cela peut faciliter la planification dans les zones où l'espace est un facteur limitant. Les étoiles sont utilisées pour indiquer la superficie nécessaire pour la technologie donnée (**trois étoiles** : une grande superficie requise, **deux étoiles** : une superficie moyenne et **une étoile** : une faible superficie). La caractérisation repose sur une approche comparative entre les différentes technologies et non en termes absolus, par exemple des latrines à fosse unique nécessitent peu d'espace par rapport à un filtre planté. L'espace nécessaire est indiqué pour une unité standard et non par utilisateur. La superficie requise pour chaque technologie peut dépendre en grande partie du nombre d'utilisateurs qui y sont raccordés et d'autres critères de conception. Pour cette évaluation, il importe peu qu'une technologie soit enterrée et donc que l'espace au-dessus puisse être potentiellement utilisé. Par exemple, un réacteur anaérobie à chicanes nécessite une superficie moyenne, mais comme il peut être construit sous terre, une partie de cette superficie pourra être utilisée à d'autres fins.

6 Complexité technique

Cette section donne un aperçu de la complexité technique de chaque technologie, c'est-à-dire du niveau d'expertise technique nécessaire pour mettre en œuvre, exploiter et entretenir la technologie donnée. Cela peut faciliter la planification lorsque les compétences et les capacités sont limitées ou temporairement indisponibles. Les étoiles sont utilisées pour indiquer la complexité technique d'une technologie donnée (**trois étoiles** : haute complexité, **deux étoiles** : complexité moyenne et **une étoile** : faible complexité). Une faible complexité technique signifie qu'aucune compétence technique ou des compétences minimales sont nécessaires pour mettre en œuvre, exploiter et entretenir une technologie. Ce travail peut être effectué par des personnes non-professionnelles et des artisans. Une complexité technique moyenne signifie que certaines compétences sont requises pour la mise en œuvre, le fonctionnement et l'entretien. Des artisans ou des ingénieurs qualifiés sont nécessaires pour la conception ainsi que l'exploitation et l'entretien d'une telle technologie. Une complexité technique élevée signifie qu'un expert confirmé, comme un ingénieur qualifié, est indispensable pour construire, faire fonctionner et entretenir une technologie de manière durable. La catégorisation repose sur la comparaison entre les différentes technologies et non pas en termes absolus. Par exemple, la vidange et le transport manuels sont moins complexes techniquement qu'un égout gravitaire conventionnel.

7 Produits entrants/sortants

Il est nécessaire de disposer d'un éventail de technologies pour gérer les différents produits entrants et obtenir des produits sortants spécifiques. Par conséquent, lors de la sélection des technologies, il faut tenir compte des produits entrants qui doivent être traités et des produits sortants que l'on désire obtenir. Les technologies peuvent être choisies en partant de la fin de la chaîne de l'assainissement en fonction du produit sortant recherché. Par exemple, si le but de la chaîne de l'assainissement est d'obtenir du compost comme produit final, on choisira alors une technologie dont le produit sortant est le compost. Les composantes technologiques en amont doivent alors appuyer cet objectif. Le fait de garder à l'esprit l'innocuité et la qualité des produits sortants souhaités à chaque étape du système facilite l'internalisation de l'approche du système et favorise le choix d'une combinaison de technologies génératrices de produits finaux pouvant être valorisés ou rejetés dans l'environnement en toute sécurité.

Les **produits entrants** font référence aux produits qui alimentent une technologie donnée. Les produits indiqués sans parenthèses sont les intrants habituels. Les produits indiqués entre parenthèses () sont des produits alternatifs ou des produits parfois utilisés dans certains contextes. Lorsqu'un produit doit être associé avec un autre, cela est indiqué par le signe « + ». Le produit qui suit le « + » est mélangé au(x) produit(s) précédent(s).

Les **produits sortants** font référence aux produits qui sont générés par une technologie donnée. Les produits indiqués sans parenthèses sont générés par cette technologie de façon courante. Les produits entre parenthèses () sont des produits additionnels (facultatifs) qui sont parfois générés dans certains contextes. Lorsque ces produits sont mélangés, cela est indiqué par le signe « + ». Le produit qui suit le « + » est mélangé au(x) produit(s) précédent(s).

8 Considérations sur la conception

Cette section présente les considérations générales et essentielles de conception, notamment les dimensions générales, les exigences en matière d'espace et d'autres caractéristiques. Cette section ne décrit pas les paramètres de conception détaillés pour permettre la construction complète d'une technologie, mais donne une idée des caractéristiques dimensionnelles à prendre en compte, des temps de rétention, ainsi que des principaux pièges éventuels dont il faut tenir compte lors de la conception. Cette section aide l'utilisateur du Compendium à comprendre la conception technique et la complexité d'une technologie donnée.

9 Matériaux

Cette section énumère les différents matériaux et équipements requis pour la construction, le fonctionnement et l'entretien d'une technologie donnée. Elle indique la disponibilité potentielle des matériaux sur place ou la possibilité de les produire, par exemple le bois et les briques, ou si les matériaux devront être importés ou nécessiter une fabrication spéciale, ce qui retardera considérablement la mise en œuvre pendant une situation d'urgence. La section sur les matériaux indique également si une technologie peut être préfabriquée pour accélérer sa mise en œuvre.

10 Contexte

Cette section décrit les contextes dans lesquels une technologie est la plus appropriée. Elle indique la pertinence d'une technologie selon le contexte, en distinguant les zones rurales ou urbaines et les implantations à court ou à long terme. Elle décrit également les phases

d'une situation d'urgence dans lesquelles une technologie peut être mise en œuvre. D'autres caractéristiques physiques de pertinence par rapport au contexte sont énumérées ici, notamment les caractéristiques du sol, la disponibilité en eau, la hauteur de la nappe phréatique, etc. Cette section donne également des renseignements sur la possibilité de dupliquer et généraliser la technologie, ainsi que sur la vitesse de mise en place.

11 Fonctionnement et entretien

Toute technologie nécessite d'être exploitée et entretenue, d'autant plus si elle est utilisée sur une longue période. Les implications du choix de la technologie en termes de fonctionnement et d'entretien doivent être prises en compte lors de la planification initiale. Cette section liste les principales tâches nécessaires à la pérennité de la technologie. Elle distingue les compétences requises, indique la fréquence des interventions et le temps nécessaire. Elle établit également une liste des mauvaises utilisations et des pièges potentiels à prendre en compte.

12 Santé et sécurité

Toutes les technologies d'assainissement impliquent des risques pour la santé et la sécurité des personnes. Les conséquences ou les risques sanitaires qui y sont décrits doivent être étudiés au cours de la planification afin de les réduire au niveau de la communauté locale et du personnel chargé de l'assainissement. La section sur la santé et la sécurité décrit également les procédures générales de gestion des risques, qui peuvent conduire à la décision d'exclure une technologie si la sécurité ne peut pas être garantie. Le cas échéant, l'équipement de protection individuelle nécessaire pour assurer la sécurité personnelle est indiqué.

13 Coûts

Les coûts sont un autre critère de décision clé. Chaque technologie comporte des coûts associés à la construction, au fonctionnement, à l'entretien et à la gestion. En outre, chaque technologie a des répercussions sur les coûts d'autres technologies de la chaîne de l'assainissement. Par exemple une fosse septique nécessite une vidange régulière, donc de l'équipement et du temps, mais ceux-ci ne sont généralement pas pris en compte dans le calcul des coûts de fonctionnement et de maintenance de la fosse septique. Les coûts varient en fonction de la zone géographique et ne sont pas absolus. Par conséquent, cette section présente les principaux éléments de coût associés à une technologie, ce qui permet d'obtenir une première approximation.

14 Aspects sociaux

Les aspects sociaux sont un élément crucial lors du choix de technologies d'assainissement spécifiques, en particulier au niveau de l'interface utilisateur. Des tabous culturels, des préférences, certaines habitudes des utilisateurs ainsi que les capacités locales peuvent être difficiles ou impossibles à modifier ou encore non-appropriés aux tentatives de changement. La technologie d'assainissement choisie doit être acceptée par les utilisateurs ainsi que par le personnel en charge de l'exploitation et de l'entretien.

15 Forces et faiblesses

Cette section résume de manière concise les principales forces et faiblesses de chaque technologie et appuie ainsi le processus décisionnel. Les faiblesses peuvent indiquer qu'il existe un facteur d'exclusion et qu'une technologie n'est pas adaptée à un contexte particulier. Les forces et les faiblesses peuvent être communiquées pour que les utilisateurs et tous ceux qui sont impliqués dans la planification et la mise en œuvre du système d'assainissement puissent prendre des décisions en toute connaissance de cause.

16 Références et lectures complémentaires

Cette section renvoie les utilisateurs aux pages de la bibliographie en annexe de cette publication. La bibliographie est une compilation des publications les plus pertinentes classées par chapitre et comporte une brève description de chacune d'entre elles. Les utilisateurs peuvent utiliser la liste des publications pour trouver des informations complémentaires sur des technologies particulières (par exemple des guides de conception, des résultats de recherche et des études de cas).

Panoramas des technologies pour différents contextes

Les pages suivantes contiennent une série d'inventaires des technologies adaptées à différents contextes, afin de procéder à une première identification et à une évaluation rapide de celles qui conviennent à un contexte spécifique. Ces panoramas catégorisent les technologies sous trois angles différents, jugés essentiels dans le processus de planification et de prise de décision en matière d'assainissement. La classification des technologies dans chacun des inventaires ne doit pas être considérée comme fixe et incontestable. Elle vise à faciliter une prise de décision rapide et éclairée. Comme chaque contexte d'urgence est unique et se déroule dans un cadre spécifique, les catégories présentées ici ne sont pas forcément applicables partout.

Les technologies d'assainissement adaptées aux phases d'urgence

Cet inventaire (**page 27**) indique quelles technologies conviennent à la phase de réponse aiguë (premiers jours et premières semaines) et lesquelles sont mieux adaptées aux interventions de stabilisation et de relèvement à plus long terme. Il peut y avoir d'autres technologies applicables dans les scénarios de réponse aiguë en fonction des infrastructures déjà existantes si celles-ci peuvent être rapidement remises en état.

(E) = technologie émergente

Les technologies d'assainissement adaptées aux sols contraignants

Cet inventaire (**page 28**) indique quelles sont les technologies qui conviennent aux zones présentant des conditions de sol contraignantes (par exemple sols rocheux, zones à nappe phréatique élevée, sols à faible capacité d'infiltration, zones inondables) dans lesquelles il peut être problématique de creuser. Il convient de noter qu'il ne s'agit là que d'indications et non d'exigences absolues (par exemple les installations de traitement dans des sous-sols rocheux peuvent être réalisées avec un dynamitage). **(E) = technologie émergente**

Les technologies d'assainissement avec et sans usage d'eau

Cet inventaire (**page 29**) indique quelles sont les technologies qui conviennent aux systèmes d'assainissement dont l'eau de chasse est un produit entrant et celles qui conviennent aux systèmes d'assainissement sans eau. Certaines technologies peuvent être utilisées à la fois

pour les systèmes d'assainissement avec et sans eau (par exemple les technologies de traitement des boues comme les lits de séchage non-plantés sont considérées comme étant appropriées pour les deux systèmes, car les systèmes utilisant de l'eau produisent également des boues de vidange). **(E) = technologie émergente**

PARTIE 1 :

Inventaire des technologies

Inventaire général des technologies (questions transversales)

| SUR SITE (à la parcelle/individuel) | | | | TRANSPORT | | | HORS SITE (semi-centralisé ou centralisé) | | | | |
|--|---|----------------------------|--|--|----------------------------|---|---|--|---|----------------------------|--|
| Produits entrants | Interface utilisateur | Produits entrants/sortants | Collecte et stockage/traitement | | Produits entrants/sortants | Transport | | | Traitement (semi-) centralisé | Produits entrants/sortants | Valorisation et/ou rejet |
| | | | Collecte/stockage | (Pré)traitement | | Vidange/raccordement | Transport | Stockage intermédiaire | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Urine ● Fèces ● Eau de nettoyage anal ● Matériaux de nettoyage sec ● Eau de chasse ● Eaux grises ● Eaux pluviales ● Matières organiques ● Produits d'hygiène menstruelle | <ul style="list-style-type: none"> U.1 Toilettes sèches U.2 Toilettes sèches à séparation d'urine U.3 Urinoirs U.4 Toilettes à chasse d'eau U.5 Défécation à l'air libre contrôlée U.6 Latrines à tranchée peu profonde U.7 Dispositifs de lavage des mains | | <ul style="list-style-type: none"> S.1 Latrines à tranchée profonde S.2 Latrines à puits foré S.3 Fosse simple S.4 Fosse ventilée améliorée (VIP) S.5 Double fosse (sans eau) S.6 Double fosse (chasse manuelle) S.7 Latrines surélevées S.8 Chambre unique (UDDT) S.9 Chambre double (UDDT) S.10 Toilettes à réservoir(s) amovible(s) S.11 Toilettes chimiques S.12 Toilettes à lombricompostage (E) S.13 Fosse septique S.14 Réacteur anaérobie à chicanes S.15 Filtre anaérobie S.16 Biodigesteur (réacteur à biogaz) | <ul style="list-style-type: none"> S.17 Traitement à la chaux hydratée (E) S.18 Traitement à l'urée (E) S.19 Traitement par ferment. lactique (E) S.20 Traitement à la soude caustique (E) | | <ul style="list-style-type: none"> C.1 Vidange et transport manuels C.2 Vidange et transport motorisés C.3 Égout simplifié C.4 Égout gravitaire conventionnel C.5 Drainage des eaux pluviales | | <ul style="list-style-type: none"> C.6 Station de transfert et de stockage | <ul style="list-style-type: none"> PRÉ Technologies de prétraitement T.1 Décanteur T.2 Réacteur anaérobie à chicanes T.3 Filtre anaérobie T.4 Biodigesteur (réacteur à biogaz) T.5 Bassins de lagunage T.6 Filtres plantés T.7 Lit bactérien T.8 Bassin de sédim. et d'épaississement T.9 Lits de séchage non-plantés T.10 Lits de séchage plantés T.11 Cocompostage T.12 Lombricompostage et lombrifiltration (E) T.13 Boues activées PO ST Filtration tertiaire et désinfection | | <ul style="list-style-type: none"> D.1 Application de l'urine stockée D.2 Application de fèces séchées D.3 Applic. d'humus de fosse et de compost D.4 Épandage des boues D.5 Remblayage et enfouissement D.6 Stockage et décharge contrôlés D.7 Utilisation du biogaz D.8 Cocombustion des boues (E) D.9 Lit d'infiltration D.10 Puits d'infiltration D.11 Irrigation D.12 Rejet et recharge de la nappe D.13 Bassins piscicoles |

| QUESTIONS TRANSVERSALES | | | | | |
|-------------------------|---|---------------------|---|--|--|
| Situation initiale | | Aspects conceptuels | | Considérations sociales et de conception inclusive | |
| X.1 | Évaluation de la situation initiale | X.5 | Résilience et préparation | X.10 | Conception inclusive et équitable |
| X.2 | Réhabilitation des infrastructures existantes | X.6 | Stratégie de sortie, passation et mise hors service des infrastructures | X.11 | Gestion des excréta des enfants |
| X.3 | Analyse des sols et des eaux souterraines | X.7 | Zones urbaines et crises prolongées | X.12 | Promotion de l'hygiène et travail avec les communautés affectées |
| X.4 | Cadre institutionnel et réglementaire | X.8 | Gestion des déchets | X.13 | Programmation axée sur le marché |
| | | X.9 | Prévention du choléra et gestion des épidémies | | |

Technologies d'assainissement adaptées aux sols contraignants

| | SUR SITE | | | TRANSPORT | | | HORS SITE | |
|---------------------|---|---|---|------------------------------------|-----------|---|---|--|
| | Interface utilisateur | Collecte et stockage/traitement | | Transport | | | Traitement (semi-) centralisé | Valorisation et/ou rejet |
| | | Collecte/stockage | (Pré)traitement | Vidange/raccordement | Transport | Stockage intermédiaire | | |
| Adaptée | U.1 Toilettes sèches | S.7 Latrines surélevées | S.17 Traitement à la chaux hydratée (E) | C.1 Vidange et transport manuels | | C.6 Station de transfert et de stockage | PRÉ Technologies de prétraitement | D.1 Application d'urine stockée |
| | U.2 Toilettes sèches à séparation d'urine | S.8 Chambre unique (UDDT) | S.18 Traitement à l'urée (E) | C.2 Vidange et transport motorisés | | | T.6 Filtre plantés | D.2 Application de fèces séchées |
| | U.3 Urinoirs | S.9 Chambre double (UDDT) | | | | | T.7 Lit bactérien | D.3 Applic. d'humus de fosse et de compost |
| | U.5 Défécation à l'air libre contrôlée | | S.19 Traitement par fermentat. lactique (E) | | | | T.8 Bassin de sédim. et d'épaississement | D.4 Épandage des boues |
| | U.7 Dispositifs de lavage des mains | S.10 Toilettes à réservoir(s) amovible(s) (CBS) | S.20 Traitement à la soude caustique (E) | | | | T.9 Lits de séchage non-plantés | D.6 Stockage et décharge contrôlés |
| | | S.11 Toilettes chimiques | | | | T.10 Lits de séchage plantés | D.7 Utilisation du biogaz | |
| Semi-adaptée | U.4 Toilettes à chasse d'eau | S.12 Toilettes à lombricompostage (E) | | C.3 Égout simplifié | | | T.11 Cocompostage | D.8 Cocombustion des boues (E) |
| | U.6 Latrines à tranchée peu profonde | | | C.5 Drainage des eaux pluviales | | | T.12 Lombricompostage et lombrifiltration (E) | D.11 Irrigation |
| Non-adaptée | | S.1 Latrines à tranchée profonde | | C.4 Égout gravitaire conventionnel | | | T.13 Boues activées | |
| | | S.2 Latrines à puits foré | | | | | PO ST Filtration tertiaire et désinfection | |
| | | S.3 Fosse simple | | | | | T.1 Décanteur | D.9 Lit d'infiltration |
| | | S.4 Fosse unique ventilée améliorée (VIP) | | | | | T.2 Réacteur anaérobie à chicanes | D.12 Rejet et recharge de la nappe |
| | | S.5 Double fosse (sans eau) | | | | | T.3 Filtre anaérobie | D.13 Bassins piscicoles |
| | | S.6 Fosse double (chasse manuelle) | | | | | T.4 Biodigesteur (réacteur à biogaz) | |
| | | S.13 Fosse septique | | | | | T.5 Bassins de lagunage | |
| | | S.14 Réacteur anaérobie à chicanes (RAC) | | | | | | D.5 Remblayage et enfouissement |
| | | S.15 Filtre anaérobie | | | | | | D.10 Puits d'infiltration |
| | | S.16 Biodigesteur (réacteur à biogaz) | | | | | | |

Technologies d'assainissement avec et sans usage d'eau

| | SUR SITE | | | TRANSPORT | | | HORS SITE | |
|--------------------------------|---|---|---|------------------------------------|-----------|---|---|--|
| | Interface utilisateur | Collecte et stockage/traitement | | Transport | | | Traitement (semi-) centralisé | Valorisation et/ou rejet |
| | | Collecte/stockage | (Pré)traitement | Vidange/raccordement | Transport | Stockage intermédiaire | | |
| Utilisation d'eau | U.4 Toilettes à chasse d'eau | S.6 Double fosse (chasse manuelle) | | C.3 Égout simplifié | | | PRÉ Technologies de prétraitement | D.8 Cocombustion des boues (E) |
| | | S.12 Toilettes à lombricompostage (E) | | C.4 Égout gravitaire conventionnel | | | T.1 Décanteur | D.9 Lit d'infiltration |
| | | S.13 Fosse septique | | | | | T.2 Réacteur anaérobie à chicanes (RAC) | D.10 Puits d'infiltration |
| | | S.14 Réacteur anaérobie à chicanes (RAC) | | | | | T.3 Filtre anaérobie | D.11 Irrigation |
| | | S.15 Filtre anaérobie | | | | | T.5 Bassins de lagunage | D.12 Rejet et recharge de la nappe |
| Avec et sans utilisation d'eau | U.3 Urinoirs | S.3 Fosse simple | | C.1 Vidange et transport manuels | | C.6 Station de transfert et de stockage | T.6 Filtres plantés | |
| | U.7 Dispositifs de lavage des mains | S.4 Fosse unique ventilée améliorée (VIP) | | C.2 Vidange et transport motorisés | | | T.7 Lit bactérien | |
| | | S.16 Biodigester (réacteur à biogaz) | | C.5 Drainage des eaux pluviales | | | T.8 Bassin de sédim. et d'épaississement | |
| Sans utilisation d'eau | U.1 Toilettes sèches | S.1 Latrines à tranchée profonde | S.17 Traitement à la chaux hydratée (E) | | | | T.10 Lits de séchage plantés | D.4 Épandage des boues |
| | U.2 Toilettes sèches à séparation d'urine | S.2 Latrines à puits foré | S.18 Traitement à l'urée (E) | | | | T.13 Boues activées | D.5 Remblayage et enfouissement |
| | U.5 Défécation à l'air libre contrôlée | | S.19 Traitement par ferment. lactique (E) | | | | PO ST Filtration et désinfection tertiaire | D.6 Stockage et décharge contrôlés |
| | U.6 Latrines à tranchée peu profonde | | S.20 Traitement à la soude caustique (E) | | | | T.4 Biodigester (réacteur à biogaz) | D.7 Utilisation du biogaz |
| | | S.5 Double fosse (sans eau) | | | | | T.9 Lits de séchage non-plantés | D.13 Bassins piscicoles |
| | | S.7 Latrines surélevées | | | | | T.11 Cocompostage | D.1 Application de l'urine stockée |
| | | S.8 Chambre unique (UDDT) | | | | | T.12 Lombricompostage et lombrifiltration (E) | D.2 Application de fèces séchées |
| | | S.9 Chambre double (UDDT) | | | | | | D.3 Applic. d'humus de fosse et de compost |
| | | S.10 Toilettes à réservoir(s) amovible(s) (CBS) | | | | | | |
| | | S.11 Toilettes chimiques | | | | | | |

Interface utilisateur

Ce chapitre décrit les technologies avec lesquelles l'utilisateur interagit, c'est-à-dire le type de toilettes, avec un siège, une dalle ou un urinoir. L'interface utilisateur doit garantir que les excréta humains sont hygiéniquement séparés, afin de prévenir une exposition à la contamination fécale. Les interfaces utilisateur peuvent être des technologies sèches qui fonctionnent sans eau (U.1, U.2, U.5 et U.6), des technologies utilisant de l'eau et qui nécessitent un approvisionnement régulier pour fonctionner correctement (U.4 et U.7) ou des technologies qui peuvent fonctionner avec ou sans eau (U.3). Ces technologies génèrent un nombre variable de produits sortants. Ceux-ci ont un impact sur le type de technologies de collecte et de stockage/traitement et sur les technologies de transport qui en découlent. Il est essentiel de toujours prévoir la présence d'un dispositif de lavage des mains (U.7) à proximité de l'interface utilisateur.

| | |
|-----|--|
| U.1 | Toilettes sèches |
| U.2 | Toilettes sèches à séparation d'urine (UDDT) |
| U.3 | Urinoirs |
| U.4 | Toilettes à chasse d'eau |
| U.5 | Défécation à l'air libre contrôlée |
| U.6 | Latrines à tranchée peu profonde |
| U.7 | Dispositifs de lavage des mains |

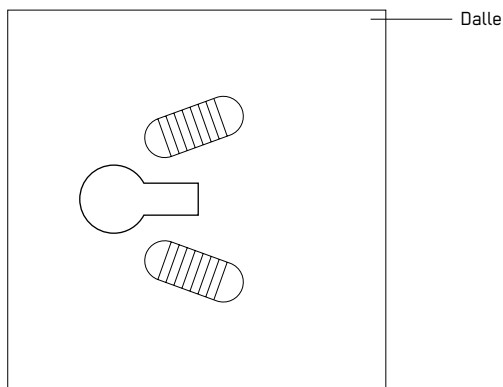
Le choix de la technologie de l'interface utilisateur est contextuel et dépend généralement des éléments suivants :

- Disponibilité de l'eau pour utiliser une chasse
- Habitudes et préférences des utilisateurs (position assise ou accroupie, lavage à l'eau ou essuyage)
- Besoins des différents groupes d'utilisateurs
- Disponibilité locale des matériaux
- Compatibilité avec la technologie de collecte et de stockage/traitement ou de transport ultérieure

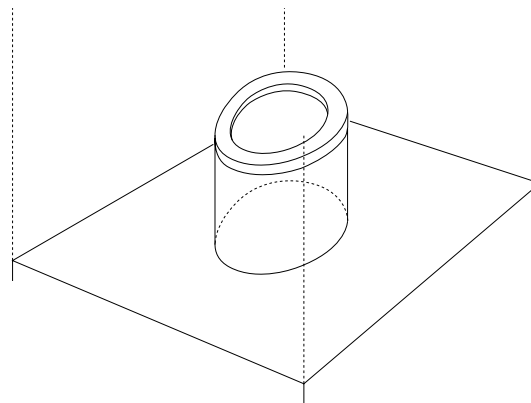
U

Toilettes sèches

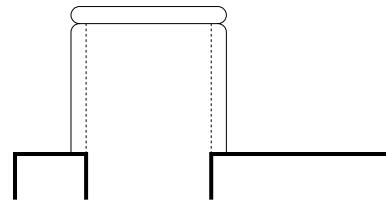
| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|---------------------------------------|---|--|
| ** Réponse aiguë ** Stabilisation ** Relèvement | ** Ménage ** Voisinage ** Ville | ** Ménage * Partagé * Public | Barrière entre l'utilisateur et les excreta. Pas besoin d'eau de chasse |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| * Faible | * Faible | ● Fèces, ● Urine, (● Eau de nettoyage anal), (● Matériaux de nettoyage sec) | ● Excreta, (+ ● Eau de nettoyage anal), (+ ● Matériaux de nettoyy. anal sec) |



Option 1



Option 2



Les toilettes sèches sont des toilettes qui fonctionnent sans eau de chasse. Elles peuvent être constituées d'un siège surélevé sur lequel l'utilisateur s'assoit ou d'une dalle dotée d'une ouverture au-dessus de laquelle l'utilisateur s'accroupit¹. Dans les deux cas, les excreta (urine et fèces) tombent à travers un trou d'évacuation.

Dans le Compendium, les toilettes sèches se réfèrent spécifiquement au dispositif sur lequel l'utilisateur s'assoit ou s'accroupit. Dans d'autres documents, elles peuvent faire référence à un éventail de technologies ou à des combinaisons de technologies (notamment des systèmes utilisant des fosses ou des dispositifs à réservoir amovible).

Considérations sur la conception : Les toilettes sèches sont généralement placées au-dessus d'une fosse ; si deux fosses sont utilisées en alternance (S.5), le siège ou la dalle doivent être conçus de manière à pouvoir être soulevés et déplacés d'une fosse à l'autre. La base de la dalle ou du siège doit épouser la forme de la fosse de manière à assurer une utilisation sans risque pour l'utilisateur et empêcher les eaux pluviales de s'infiltrer dans la fosse (ce qui pourrait la faire déborder). Le trou de défécation peut être fermé par un couvercle pour éviter toute intrusion indésirable d'insectes ou de rongeurs. La mise en place d'un couvercle permet également de diminuer les odeurs provenant de la fosse.

Matériaux : Les sièges et les dalles des toilettes peuvent être fabriqués localement avec du béton (sous réserve que l'on puisse se procurer du sable et du ciment). Des modèles en fibre de verre, en porcelaine, en plastique et en acier inoxydable sont également commercialisés. Il est

possible d'utiliser des moules en bois ou en métal pour produire des pièces en plusieurs exemplaires de façon rapide et efficace. Il est préférable d'utiliser des surfaces faciles à nettoyer, en particulier dans les toilettes publiques.

Contexte : Les toilettes sèches sont faciles d'utilisation pour la majorité des personnes, mais il faut parfois prendre en compte les besoins spécifiques des personnes âgées ou handicapées, qui peuvent avoir des difficultés à utiliser les modèles où l'on s'accroupit (X.10). Leur usage est particulièrement pertinent dans les cas où l'eau est rare ou non-disponible ou lorsque la récupération des nutriments est envisagée. Lorsque les toilettes sèches sont fabriquées localement, elles peuvent être spécialement conçues pour répondre aux besoins des utilisateurs ciblés (par exemple des toilettes plus petites pour les enfants). Là où il n'est pas nécessaire de séparer l'urine et les fèces, les toilettes sèches sont souvent la solution la plus simple et la plus confortable.

Fonctionnement et entretien : La surface sur laquelle l'utilisateur s'accroupit ou s'assoit doit être propre et sèche afin de prévenir la transmission des agents pathogènes et des maladies et de limiter les odeurs. Le nettoyage doit être fait avec de l'eau et une petite quantité de détergent. Il faut éviter l'utilisation de grandes quantités de produits chimiques, car elle peut affecter le fonctionnement de la fosse située en dessous. Les toilettes sèches ne comportent pas de pièces mécaniques, par conséquent les réparations sont rarement nécessaires, sauf en cas de fissure.

Santé et sécurité : La position accroupie étant habituelle pour beaucoup de gens, une dalle bien entretenue peut être la solution la plus acceptable. Comme les toilettes sèches ne comportent pas de siphon, les odeurs peuvent poser un problème en fonction du type de dispositif de collecte et de stockage/traitement auquel elles sont raccordées. Il faut prévoir la mise à disposition de matériel de nettoyage anal et l'installation d'un dispositif de lavage des mains (U.7) à proximité.

Coûts : Les coûts d'investissement et de fonctionnement sont en principe faibles. Cependant, en fonction du système de stockage et des conditions locales, la vidange et le transport des boues peuvent constituer un facteur de coût important.

Aspects sociaux : Bien que les toilettes sèches soient une solution largement acceptée, elles ne sont pas appropriées dans tous les contextes culturels et il est nécessaire de consulter les utilisateurs au préalable. En effet, il est rare de réussir à faire changer le comportement des usagers. Il est important que les toilettes reflètent leurs habitudes (position assise ou accroupie, habitudes de nettoyage anal, orientation par rapport au point de prière, etc.) et tiennent compte de l'accessibilité et de la sécurité de tous, c'est-à-dire des hommes, des femmes, des enfants ainsi que des personnes âgées et handicapées (X.10). Dans les communautés musulmanes, les toilettes doivent être orientées de manière à ce que les utilisateurs ne soient ni face ni dos au point de prière (qibla) lorsqu'ils utilisent les toilettes. Il arrive fréquemment que les utilisateurs jettent les ordures dans les toilettes (par exemple des bouteilles en plastique) et cette pratique doit être discutée dans le cadre des activités de promotion de l'hygiène (X.12) et de la gestion des déchets (X.8), car elle affecte de façon négative les opérations ultérieures de vidange des fosses.

Forces et faiblesses :

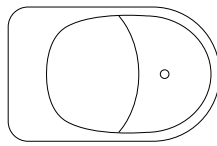
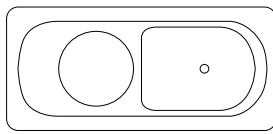
- ⊕ Ne dépendent pas d'un approvisionnement constant en eau
- ⊕ Peuvent être construites et réparées avec des matériaux disponibles localement
- ⊕ Faibles coûts d'investissement et de fonctionnement
- ⊕ Adaptable à tous les types d'utilisateurs (assis, accroupis, utilisateurs d'eau ou de matériaux de lavage anal sec)
- ⊕ Acceptent de nombreux types de matériaux de nettoyage anal (comme les pierres, les bâtons, les feuilles, etc.)
- ⊖ Les odeurs sont normalement perceptibles (même si la chambre ou la fosse utilisée pour recueillir les excréta est équipée d'une conduite de ventilation)
- ⊖ Le tas d'excreta est visible, sauf si la fosse est profonde
- ⊖ Les vecteurs tels que les mouches sont difficiles à contrôler à moins d'utiliser des pièges à mouches et des couvercles appropriés

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 200**

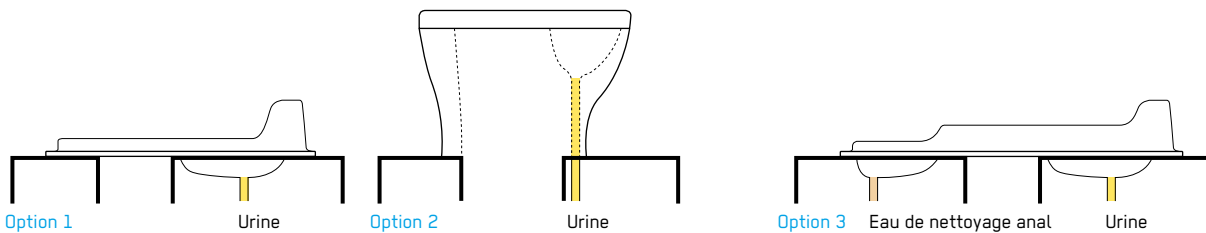
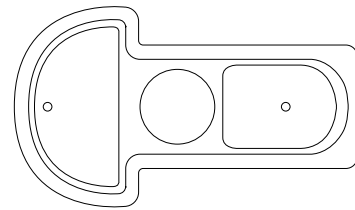
Toilettes sèches à séparation d'urine (UDDT)

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|--|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> * Réponse aiguë ** Stabilisation ** Relèvement | <ul style="list-style-type: none"> ** Ménage ** Voisinage Ville | <ul style="list-style-type: none"> ** Ménage * Partagé * Public | Barrière entre l'utilisateur et les excréta. Séparation de l'urine et des fèces. Pas besoin d'eau de chasse |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| <ul style="list-style-type: none"> * Faible | <ul style="list-style-type: none"> * Faible | <ul style="list-style-type: none"> ● Fèces, ● Urine, ● Eau de nettoyage anal, ● Matériaux de nettoyage sec | <ul style="list-style-type: none"> ● Fèces (+ ● Matériaux de nettoyage anal sec), ● Urine, ● Eau de nettoyage anal |

Pour les personnes qui s'essuient



Pour les personnes qui se lavent



Les toilettes sèches à séparation d'urine (en anglais Urine-Diverting DryToilet - UDDT²) fonctionnent sans eau et possèdent un séparateur pour que l'urine ne se mélange pas aux fèces (en général deux trous séparés). La séparation facilite les processus de traitement ultérieurs (comme la déshydratation des fèces) et la récupération des nutriments ainsi qu'une réduction considérable des odeurs.

Ces toilettes sont construites de telle sorte que l'urine est recueillie et évacuée par l'avant de l'interface utilisateur, tandis que les fèces tombent dans un trou à l'arrière. Selon la technologie de collecte et de stockage/traitement qui suit, des matières sèches comme la chaux, la cendre ou la sciure de bois peuvent être ajoutées dans le même trou après défécation (S.8, S.9).

Considérations sur la conception : Il est important que les deux parties des toilettes sèches à séparation soient bien isolées l'une de l'autre pour s'assurer que a) les fèces ne tombent pas dans la zone de collecte de l'urine à l'avant au risque de la boucher et que b) l'urine n'éclabousse pas la zone sèche des toilettes. Certaines toilettes comportent trois trous permettant de récupérer l'eau de nettoyage anal dans un contenant spécifique, distinct de ceux permettant de collecter les urines et les fèces. Ces toilettes peuvent être conçues avec un siège ou une dalle pour répondre aux préférences des utilisateurs. Pour limiter l'entartrage, tous les tuyaux de raccordement aux réservoirs de stockage doivent être aussi courts que possible, avoir une pente d'au moins 1 % et sans angles vifs (90°). Un tuyau d'un diamètre de 50 mm convient lorsqu'il y a une forte pente et que l'on peut les entretenir facilement, sinon il faudra opter pour un diamètre > 75 mm. Les tuyaux doivent être isolés dans les climats froids pour éviter le gel de l'urine. Afin d'empêcher les remontées d'odeurs, il est recommandé d'installer un joint ou clapet anti-odeur sur le tuyau d'évacuation de l'urine.

Matériaux : Le siège ou la dalle de ces toilettes peuvent être en fibre de verre, en porcelaine, en béton ou en plastique, mais étant rarement commercialisés localement, on peut les fabriquer à l'aide de moules en bois ou en métal. L'urine a tendance à corroder la plupart des métaux, c'est pourquoi l'utilisation de métal doit être évitée.

Contexte : La pertinence de cette technologie dépend fortement de l'acceptation des utilisateurs et du contexte culturel. Les toilettes peuvent être adaptées aux besoins des groupes spécifiques (c'est-à-dire plus petites pour les enfants, conçues pour les personnes qui préfèrent s'accroupir, etc.). Elles sont particulièrement pertinentes dans les zones où les conditions du sol sont contraignantes ou lorsqu'il existe un intérêt pour l'utilisation de l'urine et des fèces séchées dans l'agriculture. S'il n'y a pas d'intérêt à utiliser l'urine comme engrais, elle peut être infiltrée dans le sol, mais dans tous les cas les fèces doivent être traitées puis valorisées ou rejetées en toute sécurité. Ces toilettes sont peu adaptées aux climats très froids, car l'urine peut geler dans la conduite si celle-ci n'est pas correctement isolée.

Fonctionnement et entretien : Les toilettes sèches à séparation sont plus difficiles à nettoyer que d'autres toilettes. Certains utilisateurs peuvent avoir du mal à séparer parfaitement les deux flux, provoquant des salissures, en particulier de la paroi de séparation. Les fèces peuvent accidentellement tomber dans la partie dédiée à l'urine, la boucher et la salir et entraîner une contamination croisée de l'urine. Toutes les surfaces doivent être nettoyées régulièrement pour éviter les odeurs et minimiser la formation de taches. Lorsque les toilettes sont nettoyées à l'eau, il faut veiller à ce que celle-ci ne s'écoule pas dans la fosse destinée à la collecte des fèces et il est préférable d'utiliser un chiffon humide ou des lingettes jetables en papier à usage unique pour essuyer le siège et l'intérieur des cuvettes. Comme l'urine est collectée séparément, les minéraux et les sels à base de calcium et de magnésium peuvent précipiter et s'accumuler dans les tuyaux et sur les surfaces où l'urine est constamment présente. Le lavage du compartiment destiné à l'urine avec un acide doux (par exemple du vinaigre) ou de l'eau chaude limite l'accumulation de dépôts minéraux et la formation de tartre. Un acide plus fort ou une solution de soude caustique (2 volumes d'eau pour 1 volume de soude) peuvent être utilisés pour éliminer les colmatages. Dans certains cas, un démontage manuel peut s'avérer nécessaire. Le joint ou le clapet anti-odeur doit également être occasionnellement nettoyé et régulièrement contrôlé.

Santé et sécurité : Il faut veiller à ce qu'il y ait toujours un matériau de nettoyage anal et un dispositif de lavage des mains (U.7) à proximité. Il faut également se doter d'un

équipement approprié pour le nettoyage des toilettes, notamment de gants.

Coûts : Les coûts d'investissement et de fonctionnement sont relativement faibles, mais la dalle peut représenter un investissement important pour les ménages individuels, sachant que celle-ci est plus chère qu'une dalle standard avec un seul trou. Les coûts de la gestion des fèces et de l'urine, si celle-ci n'est pas faite sur place, doivent également être pris en compte.

Aspects sociaux : L'utilisation des toilettes sèches à séparation n'est pas intuitive pour tous les usagers. Au début, ces derniers peuvent hésiter à les utiliser et les erreurs (par exemple la présence de fèces dans la cuvette d'urine) peuvent dissuader les autres d'accepter ce type de toilettes. Il est essentiel d'afficher des consignes d'utilisation à l'intérieur des toilettes et de mener des actions de promotion de l'hygiène pour en faciliter l'acceptation. Pour ce faire, et pour éviter la présence d'urine dans la cuvette de collecte des fèces, ces toilettes peuvent être associées à un urinoir (U.3), ce qui permet aux hommes de rester debout. La gestion ultérieure de l'urine et des fèces doit être planifiée (S.8, S.9). Afin d'éviter l'interface utilisateur à double trou, certains systèmes proposent actuellement la séparation de l'urine et des fèces sous les toilettes à l'aide d'un tapis roulant incliné, qui transporte les fèces dans une chambre séparée, tandis que l'urine coule vers le tuyau de collecte de l'urine. Les toilettes doivent refléter les préférences des utilisateurs locaux (position assise ou accroupie, habitudes de nettoyage anal, orientation par rapport au point de prière, etc.) et tenir compte de l'accessibilité et de la sécurité de tous les utilisateurs (X.10).

Forces et faiblesses :

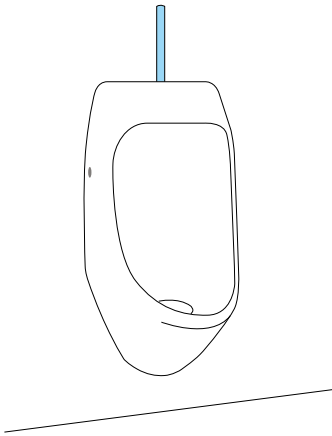
- ⊕ N'ont pas besoin d'une source d'eau constante
- ⊕ Pas de problèmes notables de mouches ou d'odeurs pour une utilisation et un entretien corrects
- ⊕ Faibles coûts d'investissement et de fonctionnement
- ⊕ Convient à tous les types d'utilisateurs (assis, accroupis, utilisateurs d'eau ou de matériau sec)
- ⊖ Les modèles préfabriqués ne sont pas disponibles partout
- ⊖ Nécessite une formation et un renforcement de l'acceptation pour être utilisées correctement
- ⊖ Sont sujettes à une mauvaise utilisation et au colmatage par les matières fécales
- ⊖ Les hommes ont généralement besoin d'un urinoir séparé pour optimiser la collecte de l'urine

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 200**

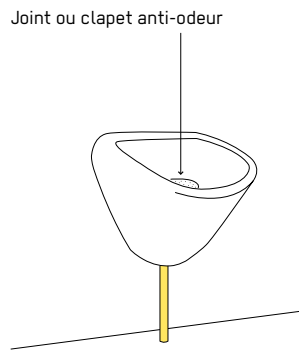
Urinoirs

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|---------------------------------|------------------------------------|--|
| ** Réponse aiguë ** Stabilisation ** Relèvement | ** Ménage Voisinage Ville | ** Ménage * Partagé * Public | Collecte séparée de l'urine. Réduit l'attente pour l'utilisation d'autres interfaces |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| * Faible | * Faible | ● Urine, (●) Eau de chasse | ● Urine, (●) Eau de chasse |

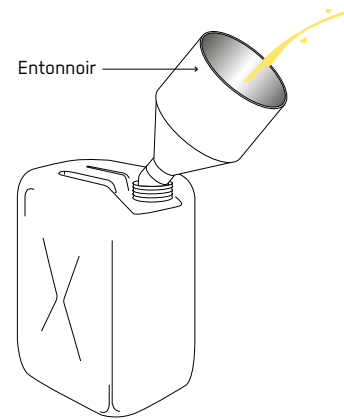
Urinoir avec chasse d'eau



Urinoir sans eau



Urinoir fabriqué à l'aide d'un jerrycan



Un urinoir est utilisé uniquement pour recueillir l'urine. Les urinoirs sont généralement destinés aux hommes, bien que des modèles pour femmes ont également été développés. Certains urinoirs utilisent de l'eau pour le rinçage, mais des urinoirs sans eau sont également disponibles.

Un urinoir pour homme peut être constitué soit d'un dispositif mural vertical, soit d'une dalle sur laquelle l'utilisateur s'accroupit. Les urinoirs pour femmes comportent un marchepied surélevé et un récipient incliné ou une cuvette de collecte qui conduit l'urine vers le dispositif de stockage. L'urinoir peut être utilisé avec ou sans eau et la plomberie sera développée en conséquence. L'utilisation de l'eau a pour but principal de nettoyer l'urinoir et de limiter les odeurs (grâce à un siphon). Les urinoirs doivent être équipés d'un récipient de stockage des urines ou d'un système d'évacuation, comme par exemple un puits d'infiltration (D.10).

Considérations sur la conception : Lors de la réponse aiguë en situation d'urgence, les urinoirs peuvent être constitués d'une simple tranchée, d'une fosse remplie de gravier ou encore d'un morceau de gouttière d'eau de pluie installé contre une bâche plastique verticale et se déversant dans un puisard (D.10). D'autres solutions consistent aussi à utiliser des bacs ou des réservoirs (de récupération) ou bien des jerrycans avec un entonnoir sur le dessus ainsi que des urinoirs en plastique ou en céramique disponibles sur le marché local. Pour les urinoirs utilisant de l'eau, la consommation varie de moins de 1 L par chasse pour les modèles actuels jusqu'à 5 à 10 L d'eau de chasse dans les anciens modèles. Les technologies économes en eau ou sans eau doivent être privilégiées. Certains urinoirs sont équipés d'un joint ou d'un clapet anti-odeur utilisant un système de fermeture mécanique, une membrane ou un liquide d'étanchéité. Pour les urinoirs masculins, il est possible de réduire les éclaboussures d'urine en apposant le dessin d'une petite cible près du trou d'évacuation. Comme l'urinoir est exclusivement

destiné à l'urine, il est important de prévoir des toilettes classiques pour recueillir les fèces. Pour minimiser les odeurs et la perte d'azote dans les urinoirs simples n'utilisant pas d'eau, le tuyau de collecte des urines doit être immergé dans le réservoir de stockage d'urine pour jouer le rôle d'un syphon basique. En termes de planification, il est recommandé de prévoir au minimum un urinoir pour 50 utilisateurs.

Matériaux : Les urinoirs peuvent être construits avec de nombreux matériaux locaux, allant des plus simples (par exemple un entonnoir en plastique raccordé à un jerrycan) aux plus élaborés et préfabriqués. En principe, tout matériau étanche peut être transformé en urinoir et raccordé à un réservoir de stockage ou à un réseau d'égouts.

Contexte : Les urinoirs conviennent aux installations partagées et publiques. En particulier dans la phase de réponse aiguë, les urinoirs offrent une bonne opportunité de réduire le volume entrant dans les latrines à fosse (l'urine peut être considérée comme exempte de pathogènes et représente environ 90 % de la charge en excréta). Dans certains cas, la mise en place d'urinoirs est utile pour prévenir la mauvaise utilisation des systèmes sans eau dans lesquelles l'urine est exclue. L'installation d'urinoirs en situation d'urgence est particulièrement appropriée pour les communautés qui les utilisent déjà en temps normal. Les urinoirs peuvent améliorer l'efficacité des toilettes existantes, accroître l'utilisation des installations sanitaires, réduire la quantité d'eaux usées produites et diminuer le nombre de toilettes requises ou améliorer l'efficacité de leur utilisation. Les urinoirs dégagent une mauvaise odeur dans les climats chauds, ce qui doit être pris en considération au moment de décider d'un emplacement approprié.

Fonctionnement et entretien : Avec les urinoirs, il y a souvent des problèmes d'odeurs, surtout si le sol de l'urinoir n'est pas étanche. Il est nécessaire de les nettoyer fréquemment avec de l'eau ainsi que l'environnement immédiat (cuvette, sol et murs). Il faut également en assurer la maintenance afin de minimiser les odeurs, éliminer les déchets (par exemple les mégots de cigarettes) et limiter la formation de taches et de dépôts minéraux. En particulier dans les urinoirs sans eau, les minéraux et les sels à base de calcium et de magnésium peuvent précipiter et s'accumuler dans les tuyaux et sur les surfaces où l'urine est constamment présente. Le lavage de la cuvette avec un acide doux (par exemple du vinaigre) et/ou de l'eau chaude permet d'empêcher l'accumulation de dépôts minéraux et l'entartrage. On peut utiliser de l'acide plus concentré ou une solution de soude caustique pour éliminer les colmatages ou, au besoin, retirer les dépôts accumulés de façon manuelle.

Pour les urinoirs sans eau, il est essentiel de vérifier régulièrement le fonctionnement du clapet anti-odeur. Le réservoir de collecte des urines doit être vidé périodiquement. Si un urinoir est utilisé par une moyenne de 50 personnes par jour, produisant chacune environ 1 L d'urine, il faut prévoir une capacité de stockage de 350 L sur la base d'une vidange par semaine.

Santé et sécurité : Comme il y a peu ou pas d'agents pathogènes associés à l'urine, le risque pour la santé publique est relativement faible. Un dispositif de lavage des mains (U.7) doit être installé à proximité immédiate de l'urinoir.

Coûts : Les urinoirs peuvent être construits de façon économique en utilisant des matériaux locaux. Cependant, l'analyse des coûts doit prendre en compte la main-d'œuvre nécessaire à la vidange et le transport de l'urine recueillie, en comptant en moyenne de 1 à 1,5 L d'urine par personne et par jour.

Aspects sociaux : Un urinoir est une interface utilisateur confortable et largement acceptée par les hommes. Dans certaines cultures leur utilisation est néanmoins inappropriée et une consultation préalable avec les utilisateurs est recommandée. Les urinoirs pour femmes sont moins fréquents et il est indispensable de consulter les utilisatrices potentielles pour évaluer si ce système a des chances d'être utilisé. Il faut envisager de placer les urinoirs dans des endroits où la miction à l'air libre est un problème afin de maintenir un environnement propre et inodore. Les dispositifs de lavage des mains doivent être placés à proximité des urinoirs, car il est important de se laver les mains après la miction.

Forces et faiblesses :

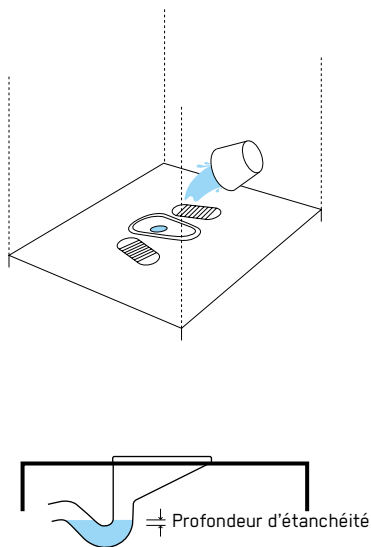
- ⊕ Les urinoirs sans eau n'ont pas besoin de source d'eau permanente
- ⊕ Peuvent être construits et réparés avec des matériaux disponibles localement
- ⊕ Faibles coûts d'investissement et de fonctionnement
- ⊖ Des problèmes d'odeurs peuvent survenir si les urinoirs ne sont pas utilisés et entretenus correctement
- ⊖ Les modèles pour les femmes sont peu répandus et leur installation peut engendrer des problèmes d'acceptation

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 200**

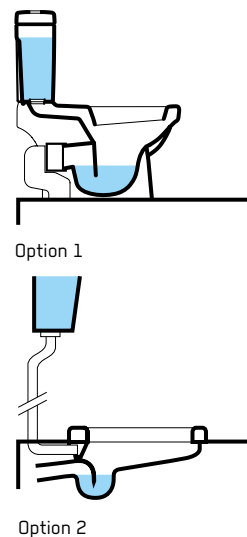
Toilettes à chasse d'eau

| | | | |
|--|--|---|--|
| Phase de l'urgence ** Réponse aiguë ** Stabilisation ** Relèvement | Niveau d'application ** Ménage * Voisinage * Ville | Niveau de gestion ** Ménage * Partagé * Public | Caractéristiques clés Barrière entre l'utilisateur et les excréta. Eau de chasse nécessaire. Réduction des odeurs et des mouches |
| Espace requis * Faible | Complexité technique * Faible | Produits entrants ● Fèces, ● Urine, ● Eau de chasse, ● Eau de nettoyage anal, ● Matériaux de nettoyage sec) | Produits sortants ● Eaux noires |

Toilettes à chasse manuelle



Toilettes à chasse mécanique



Il existe deux types de toilettes à chasse d'eau : les toilettes à chasse manuelle, où l'eau est versée manuellement par l'utilisateur, et les toilettes à chasse mécanique, où l'eau provient d'un réservoir situé au-dessus de la cuvette. Les toilettes à chasse mécanique sont directement raccordées au réseau d'alimentation en eau. Lorsque celle-ci n'est pas constante, il est possible de transformer n'importe quelles toilettes à chasse mécanique en toilettes à chasse manuelle.

Les toilettes à chasse sont dotées d'un siphon qui empêche les remontées d'odeurs et le passage des mouches dans la conduite d'évacuation. Pour faire fonctionner les toilettes à chasse manuelle, l'utilisateur doit verser entre 1 et 3 L d'eau dans la cuvette (par exemple à l'aide d'un seau) pour évacuer les excréta. La quantité et la force de l'eau (due à la hauteur) doivent être suffisantes pour permettre aux excréta de se déplacer de l'autre côté du siphon. En ce qui concerne les toilettes à chasse mécanique, l'eau est stockée dans le réservoir situé au-dessus

de la cuvette et est libérée en poussant ou en tirant un levier. Cela permet à l'eau de couler dans la cuvette, de se mélanger aux excréta et de les emporter. On peut utiliser des toilettes avec siège ou avec une dalle. En raison d'une demande croissante, les fabricants locaux sont de plus en plus à même de produire des toilettes à chasse mécanique en grande quantité et financièrement abordables.

Considérations sur la conception : Le siphon en forme de U qui facilite l'étanchéité des toilettes est de préférence fabriqué en plastique ou en céramique pour éviter les colmatages et faciliter le nettoyage (le béton peut se colmater plus facilement s'il est rugueux ou texturé). La forme du siphon détermine la quantité d'eau nécessaire pour le rinçage. La profondeur d'étanchéité optimale est d'environ 2 cm pour minimiser la quantité d'eau nécessaire à l'évacuation des excréta. Le diamètre du siphon doit être d'environ 7 cm. Les toilettes modernes utilisent entre 6 et 9 L par chasse et même jusqu'à 1,5 L pour certains

modèles, alors que les modèles plus anciens étaient conçus pour utiliser jusqu'à 20 L d'eau. Il est nécessaire de recourir aux services d'un plombier pour l'installation de toilettes à chasse pour s'assurer que toutes les valves sont raccordées correctement et sont étanches.

Matériaux : Les toilettes à chasse mécanique sont le plus souvent fabriquées en porcelaine et de façon industrielle. Les dalles (pour la défécation en position accroupie) peuvent être fabriquées localement en béton (sous réserve de disponibilité en sable et en ciment), fibre de verre, porcelaine ou acier inoxydable. Des moules en bois ou en métal peuvent être utilisés pour produire des unités localement. Il existe également des sièges de toilettes et des dalles préfabriqués en plastique, ainsi que des dispositifs à siphon ou un mécanisme de fermeture à bascule qui peuvent être fixés sous les dalles.

Contexte : Les toilettes à chasse d'eau ne sont adéquates que lorsque l'approvisionnement en eau est stable. Il n'est pas nécessaire que l'eau soit potable. Les eaux grises peuvent être recyclées et utilisées comme eau de chasse, à condition que la quantité de matières organiques soit limitée, afin d'éviter le colmatage des conduites en raison du développement d'un biofilm et l'exposition des usagers aux agents pathogènes. Les toilettes à chasse d'eau conviennent à ceux qui s'assoient ou s'accroupissent, ainsi qu'à ceux qui se lavent avec de l'eau ou se nettoient avec du papier hygiénique. Les toilettes à chasse manuelle nécessitent (beaucoup) moins d'eau que les toilettes à chasse mécanique, mais elles peuvent se boucher plus facilement et ainsi nécessiter davantage d'entretien.

En règle générale, les toilettes à chasse manuelle sont bien adaptées aux fosses simples et aux fosses doubles (S.6), ainsi qu'éventuellement aux fosses septiques (S.13). On ne peut envisager d'installer des toilettes à chasse mécanique que dans la mesure où l'ensemble des réseaux et des équipements nécessaires sont disponibles localement. Dans le cas où l'approvisionnement en eau est constant, ce type de toilettes convient aussi bien à un usage public que privé. Il est indispensable de raccorder les toilettes à chasse d'eau à une technologie de collecte et de stockage/traitement ou de transport pour recevoir les eaux noires.

Fonctionnement et entretien : Puisqu'il n'y a aucune pièce mécanique, les toilettes à chasse manuelle sont plutôt robustes et nécessitent rarement des réparations. Malgré l'utilisation continue d'eau, elles doivent être nettoyées régulièrement pour maintenir leur caractère hygiénique et éviter la formation de taches. Les toilettes à chasse mécanique doivent être entretenues, notamment en ce qui concerne le remplacement et la réparation de certaines

pièces mécaniques. Les boutons, les leviers et les mécanismes situés à l'intérieur du réservoir sont particulièrement vulnérables. Afin de réduire les besoins en eau et de prévenir les colmatages, les produits de nettoyage anal sec, les produits d'hygiène menstruelle et les déchets ne doivent pas être jetés dans les toilettes. Cette problématique doit être abordée dans le cadre des activités de promotion de l'hygiène (X.12) et nécessite la mise en place d'un programme de gestion des déchets (X.8).

Santé et sécurité : Les toilettes à chasse sont une solution sûre et confortable à condition qu'elles restent propres. Il faut mettre à disposition des matériaux de nettoyage anal et un dispositif de lavage des mains.

Coûts : Le coût des toilettes à chasse d'eau dépend beaucoup du modèle choisi et des coûts additionnels relatifs aux technologies ultérieures de collecte, de transport, de traitement et d'élimination qui doivent aussi être pris en compte. Les coûts de fonctionnement dépendent du prix de l'eau. Les toilettes à chasse mécanique sont plus chères que les toilettes à chasse manuelle.

Aspects sociaux : Les toilettes à chasse d'eau évitent aux utilisateurs de voir ou de sentir les excréta des utilisateurs précédents. Aussi, elles sont généralement bien acceptées. Sous réserve que le siphon fonctionne bien, il n'y pratiquement aucune odeur et les toilettes doivent être propres et agréables à utiliser. Le modèle de toilettes à chasse d'eau choisi doit refléter les préférences des utilisateurs (position assise ou accroupie, pratiques de nettoyage anal, orientation par rapport au point de prière, etc.). Il doit également prendre en compte l'accessibilité et la sécurité de tous les utilisateurs (X.10).

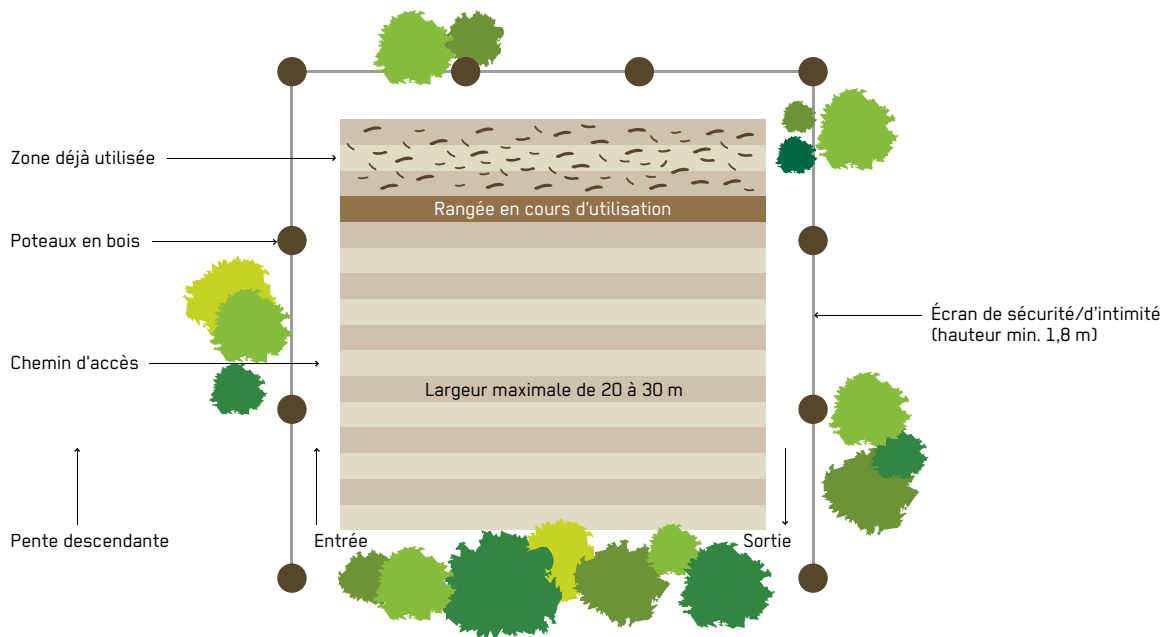
Forces et faiblesses :

- ⊕ Le siphon empêche efficacement les remontées d'odeurs
- ⊕ Les excréta d'un utilisateur sont évacués avant que le prochain utilisateur n'arrive
- ⊕ Conviennent à tous les utilisateurs (position assise, accroupie, nettoyage anal avec ou sans eau)
- ⊕ Faible coût d'investissement ; les coûts de fonctionnement dépendent du prix de l'eau
- ⊖ Nécessitent une source d'eau constante (cela peut être de l'eau recyclée et/ou de l'eau de pluie récupérée)
- ⊖ Leur production nécessite des matériaux et un savoir-faire qui ne sont pas forcément disponibles partout
- ⊖ Les matériaux de nettoyage sec grossiers peuvent boucher le siphon

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 200**

Défécation à l'air libre contrôlée

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|--|-----------------------------------|--|---|
| ★ Réponse aiguë Stabilisation Relèvement | Ménage ★★ Voisinage ★ Ville | Ménage Partagé ★★ Public | Réduction des risques immédiats pour la santé publique. Prévention de la défécation à l'air libre incontrôlée. Mise en œuvre rapide |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★★ Élevé | ★ Faible | ● Fèces, ● Urine (+ ● Matériaux de nettoyage sec) (+ ● Eau de lavage anal) | ● Excreta |



La défécation à l'air libre contrôlée est une solution qui peut être envisagée dans la phase d'extrême urgence pendant laquelle la défécation à l'air libre est répandue et où aucune autre infrastructure d'assainissement n'a été mise en place. Elle consiste à désigner des sites de défécation (communément appelés « champs de défécation à l'air libre ») et à éviter que les fèces soient dispersées dans la nature.

La défécation à l'air libre contrôlée restreint les pratiques de défécation à l'air libre et la gestion des excréta dans des zones prédéterminées (champs de défécation) et s'attache ainsi à limiter les risques pour la santé publique qui sont associés à la défécation à l'air libre incontrôlée. En outre, les zones où la défécation à l'air libre constitue une menace particulière pour la santé publique (par exemple à proximité des marchés, des sources d'eau, des hôpitaux ou des écoles) doivent être très clairement indiquées et la défécation à l'air libre doit y être strictement contrôlée.

Considérations sur la conception : Les champs de défécation nécessitent une grande surface de terrain. La zone choisie doit être située à une distance d'au moins 50 m des zones de production, de stockage et de préparation des aliments (cuisines et marchés par exemple), des sources d'eau et des installations d'entreposage et de traitement de l'eau, mais suffisamment proches pour assurer leur accessibilité et la sécurité des utilisateurs. Les champs de défécation doivent être situés en aval des zones d'installation, des camps et des sources d'eau pour éviter toute contamination. Le champ doit être doté d'un système de protection des regards extérieurs, de zones séparées pour les hommes et les femmes et de dispositifs de lavage des mains à l'entrée et à la sortie. Un éclairage adéquat est recommandé (y compris pour les voies d'accès) afin d'améliorer la sécurité la nuit. La zone de défécation est constituée de rangées séparées par des cloisons. Les usagers doivent être encouragés à utiliser une rangée à la fois et les rangées utilisées doivent être clairement

indiquées. Des cloisons internes peuvent être installées pour assurer une intimité et encourager une utilisation plus importante. Une fois qu'une rangée est remplie, elle est fermée et les fèces doivent être traitées à la chaux et évacuées vers un site de stockage sûr. Il faut prévoir la présence permanente d'une personne pour veiller à la bonne utilisation et à la sécurité du lieu. Pour améliorer les champs de défécation à l'air libre, des tranchées peu profondes (U.6) peuvent être creusées pour encourager les personnes à recouvrir les fèces après défécation.

Matériaux : Il est nécessaire de disposer de matériaux pour mettre en place les mesures d'intimité et une bonne délimitation de la zone. Il peut s'agir de bâches en plastique, de bambou ou de tissus. Des poteaux en bois ou en métal sont nécessaires, ainsi que des pelles et des pioches pour installer les poteaux. Le personnel doit recevoir un équipement de protection individuelle (par exemple des vêtements, des masques, des gants et des bottes), des pelles, des sacs, des seaux ainsi que des brouettes pour enlever et transporter les matières fécales. Il faut également utiliser de la chaux pour traiter les fèces.

Contexte : La défécation à l'air libre contrôlée n'est pas considérée comme une technologie d'assainissement améliorée et ne doit être utilisée qu'à titre de mesure extrême à court terme, avant que d'autres solutions d'assainissement soient opérationnelles. Dans la mesure du possible, la défécation à l'air libre contrôlée doit être évitée et des latrines à tranchée peu profonde (U.6) ou des solutions d'assainissement améliorées doivent être envisagées comme des solutions préférentielles.

Fonctionnement et entretien : Les tâches courantes sont notamment l'approvisionnement en eau, en savon et en produits de nettoyage anal (eau ou matériaux de nettoyage sec). Il faut prévoir la présence permanente d'une personne sur place afin d'assurer la sécurité, l'assistance des utilisateurs, la bonne utilisation ainsi que l'ouverture et la fermeture des rangées. Les tâches incluent également le traitement régulier des fèces à la chaux, leur évacuation et leur enfouissement ou leur transport vers un site de stockage. Elles peuvent également englober le nettoyage des fèces dispersées dans la zone, si la défécation à l'air libre y est encore pratiquée de façon non-contrôlée.

Santé et sécurité : Bien qu'elle constitue une amélioration par rapport à la défécation incontrôlée, la défécation à l'air libre contrôlée demeure un risque pour la santé publique et doit être évitée dans la mesure du possible. Le personnel impliqué doit être pourvu d'un équipement de protection individuelle adéquat. Les champs de défécation doivent être équipés de dispositifs de lavage des mains (U.7). Des poubelles destinées aux déchets (X.8) à l'entrée

et à la sortie sont susceptibles de renforcer les actions de promotion de la santé publique et de constituer une mesure importante pour la gestion de l'hygiène menstruelle. Le lavage des mains avec du savon après l'utilisation des toilettes doit faire partie des activités de promotion de l'hygiène (X.12). Il est également nécessaire de prévoir un éclairage supplémentaire la nuit et d'assurer la présence de gardiens de sécurité pour garantir la protection et l'accès de tous les utilisateurs.

Coûts : La technologie elle-même ne requiert pas de coûts d'investissement élevés. Les matériaux peuvent généralement être achetés à bon marché et localement. La présence de personnel à plein temps est nécessaire pour s'assurer que les champs sont utilisés correctement. Le personnel peut être composé de membres bénévoles de la communauté locale. Aucune connaissance technique n'est indispensable. Les principaux coûts associés à la défécation en plein air contrôlée peuvent provenir de la location ou de l'acquisition des terrains nécessaires.

Aspects sociaux : Le champ de défécation doit être situé là où il est le moins susceptible de présenter un risque pour la santé publique, où les coûts d'acquisition des terres sont relativement faibles et dans un lieu suffisamment accessible pour que les gens puissent l'utiliser. La séparation des installations entre les hommes et les femmes est essentielle. Le fait d'avoir des entrées et des sorties séparées, pas totalement exposées à la vue du public, permet d'utiliser les installations de façon discrète. Le personnel présent sur place en permanence peut contribuer à la protection de l'intimité, à la sécurité et à l'utilisation correcte des installations. Il peut également former les parents sur la manière dont les enfants doivent utiliser les lieux. De plus, des mesures intensives de sensibilisation et de promotion de l'hygiène sont nécessaires pour s'assurer que les champs de défécation sont bien utilisés et pour éviter la défécation en plein air incontrôlée.

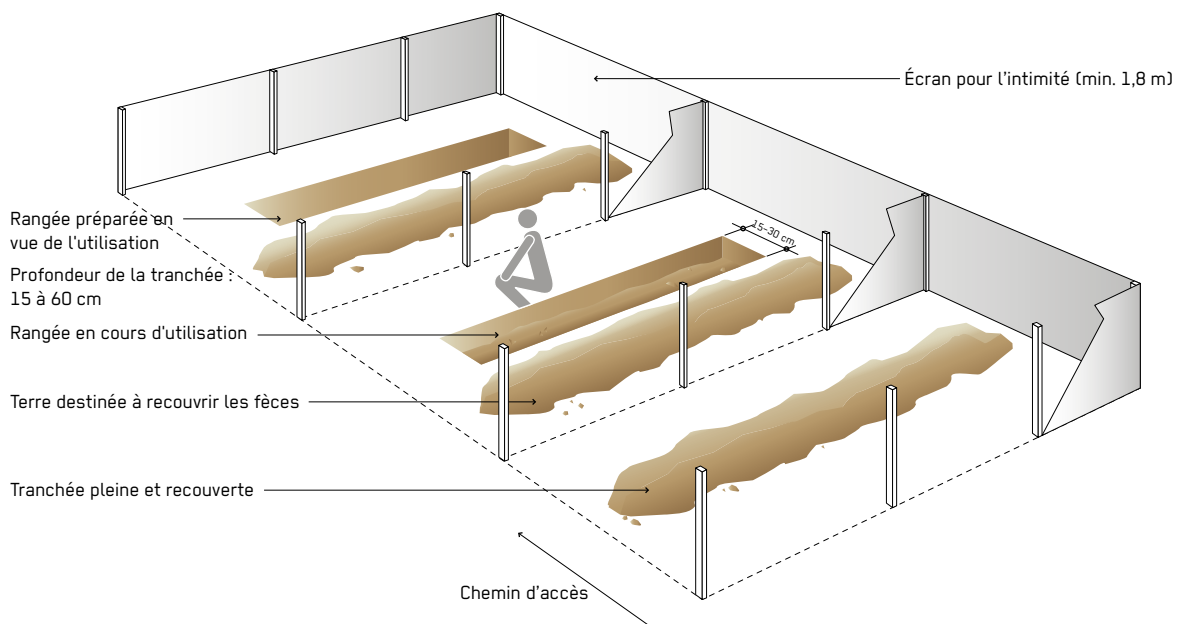
Forces et faiblesses :

- ⊕ Peut être construit et réparé avec des matériaux disponibles localement
- ⊕ Coûts d'investissement faibles (mais variables) en fonction de la disponibilité des terrains
- ⊕ Mise en œuvre rapide
- ⊕ Minimise la défécation à l'air libre incontrôlée
- ⊖ Grande surface de terrain nécessaire et coûts de remise en état des terrains potentiellement élevés
- ⊖ Manque d'intimité
- ⊖ Difficile à gérer

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 200**

Latrines à tranchée peu profonde

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|-----------------------------------|---|---|
| ** Réponse aiguë Stabilisation Relèvement | Ménage ** Voisinage * Ville | Ménage Partagé ** Public | Réduction des risques immédiats pour la santé publique. Prévention de la défécation à l'air libre incontrôlée. Mise en œuvre rapide |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| *** Élevé | * Faible | ● Fèces, ● Excreta (+ ● Matériaux de nettoyage sec) (+ ● Eau de nettoyage anal) | ● Excreta |



Les latrines à tranchée peu profonde sont une amélioration simple d'un champ de défécation (U.5). Il s'agit d'une ou de plusieurs tranchées de faible profondeur destinées à la défécation.

Les fèces sont recouvertes après chaque utilisation avec la terre provenant de l'excavation de la tranchée, ce qui améliore l'hygiène et le confort d'utilisation par rapport aux champs de défécation. Les latrines à tranchée peu profonde ne sont recommandées que pour les interventions d'extrême urgence (réponse aiguë).

Considérations sur la conception : Il est recommandé de creuser des tranchées d'une profondeur minimum de 15 cm et d'une largeur d'environ 20 à 30 cm. Il faut prévoir la mise à disposition de pelles pour permettre à chaque utilisateur de recouvrir ses excreta de terre. Si plusieurs tranchées sont creusées, elles doivent être divisées en bandes d'environ 1,5 m de large avec des voies d'accès

distinctes. Les tranchées les plus éloignées de l'entrée doivent être utilisées en premier. Une tranchée doit être remblayée avant qu'elle ne soit complètement remplie. Il est conseillé de ne mettre en service que de petites sections de tranchées afin d'encourager l'utilisation complète sur une courte durée. Plusieurs tranchées peuvent être mises en service en même temps si besoin est. Les latrines à tranchée peu profonde sont très intensives en termes d'utilisation du sol. La surface nécessaire est d'environ 0,25 m²/personne/jour, ce qui revient à deux hectares par semaine pour 10 000 personnes. La zone choisie doit se situer à une distance de sécurité par rapport aux sources de nourriture et d'eau, mais assez près des lieux de résidence de la population pour assurer la sécurité et la dignité des utilisateurs. Les latrines à tranchée peu profonde doivent aussi comporter un dispositif de protection des regards et des zones séparées pour les hommes et les femmes. Dans la mesure du possible, les écrans de protection doivent être plus hauts qu'une

personne debout (> 2 m) pour protéger l'intimité des utilisateurs. La présence permanente de personnel est également nécessaire pour assurer la sécurité et la bonne utilisation. La différence principale entre des latrines à tranchée profonde (S.1) et des latrines à tranchée peu profonde est que la faible profondeur ne nécessite pas la pose d'un revêtement de renforcement.

Matériaux : Les matériaux nécessaires sont de simples outils d'excavation comme les pelles et les pioches. Des écrans de protection doivent être installés pour préserver l'intimité des utilisateurs. Ils peuvent être fabriqués avec des bâches en plastique, du bambou, du tissu ou d'autres matériaux. Il est nécessaire de mettre des pelles à disposition pour que les utilisateurs puissent recouvrir les excréta avec de la terre.

Contexte : Cette technologie n'est recommandée que comme solution temporaire en cas d'urgence aiguë et n'est pas une solution d'assainissement appropriée à long terme. Elle n'est pas considérée comme une technologie d'assainissement améliorée et devrait être arrêtée dès la mise en place d'autres solutions d'assainissement d'urgence améliorées.

Fonctionnement et entretien : Après chaque défécation, les fèces doivent être recouvertes de terre. Une fois qu'une section de tranchée est pleine, le sol contenant les excréta doit être désinfecté sur place à l'aide, par exemple, d'un traitement à la chaux ou doit être transporté vers une installation de traitement. Lors de la fermeture d'une section de tranchée de défécation, les écrans de sécurité et les dalles simples (le cas échéant) doivent être déplacés vers la section de tranchée suivante. Afin d'assurer la sécurité, la bonne utilisation, la mise en service et la fermeture des tranchées, la présence permanente de personnel est indispensable.

Santé et sécurité : Bien que les latrines à tranchée peu profonde minimisent la défécation à l'air libre incontrôlée et que les fèces soient recouvertes de terre, il ne s'agit pas d'une solution d'assainissement améliorée. Elle ne peut être mise en place que dans la phase aiguë d'une intervention d'urgence. Leur utilisation nécessite un appui continu des utilisateurs et une bonne gestion afin de maintenir le risque pour la santé publique à un faible niveau. En outre, les installations doivent comporter des zones séparées pour les hommes et les femmes, elles doivent être éclairées la nuit et être dotées d'un personnel suffisant pour assurer un niveau minimum de sécurité. Les latrines à tranchée peu profonde doivent être

équipées de dispositifs de lavage des mains (U7). Des poubelles destinées aux déchets (X.8) à l'entrée et à la sortie permettent de renforcer les actions de promotion de la santé publique et constituent une mesure importante pour la gestion de l'hygiène menstruelle.

Coûts : La technologie elle-même ne nécessite pas d'investissement financier substantiel. Le matériel nécessaire peut généralement être obtenu localement. En ce qui concerne le fonctionnement, la présence permanente d'un agent est obligatoire pour assurer l'utilisation correcte des tranchées. Le personnel peut être bénévole ; aucune connaissance en ingénierie n'est nécessaire. La location ou l'acquisition éventuelle du terrain sont susceptibles de peser sur les coûts. Si le sol contaminé est traité hors du site, il faut alors prévoir des frais de transport et d'assainissement du terrain après utilisation.

Aspects sociaux : Les latrines à tranchée peu profonde doivent être situées de façon à minimiser les risques pour la santé publique, là où les coûts d'acquisition de terrains sont relativement faibles et où elles sont suffisamment accessibles pour que les gens puissent les utiliser. Il est crucial de prévoir des zones séparées pour les hommes et les femmes. Le fait d'avoir des entrées et des sorties séparées, pas totalement exposées à la vue du public permet d'utiliser des installations de façon discrète. Le personnel présent sur place en permanence peut contribuer à la protection de l'intimité, à la sécurité et à l'utilisation correcte des installations. Il peut également former les parents sur la manière dont les enfants doivent utiliser les lieux. De plus, des mesures intensives de sensibilisation et de promotion de l'hygiène sont nécessaires pour s'assurer que les champs de défécation sont bien utilisés et pour éviter la défécation à l'air libre incontrôlée.

Forces et faiblesses :

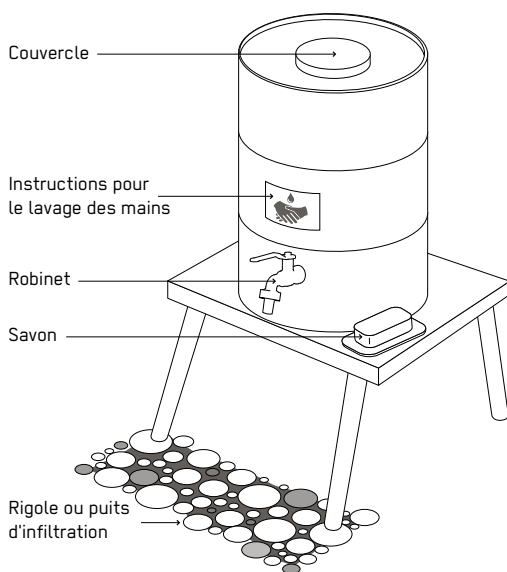
- ⊕ Peut être construit et réparé avec des matériaux disponibles localement
- ⊕ Coûts d'investissement faibles (mais variables) en fonction de la disponibilité des terrains
- ⊕ Peut être construit très rapidement
- ⊖ Les mouches et les odeurs sont perceptibles
- ⊖ Manque d'intimité
- ⊖ Courte durée de vie
- ⊖ Grande superficie de terrain nécessaire et coûts de remise en état du terrain potentiellement élevés

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 200**

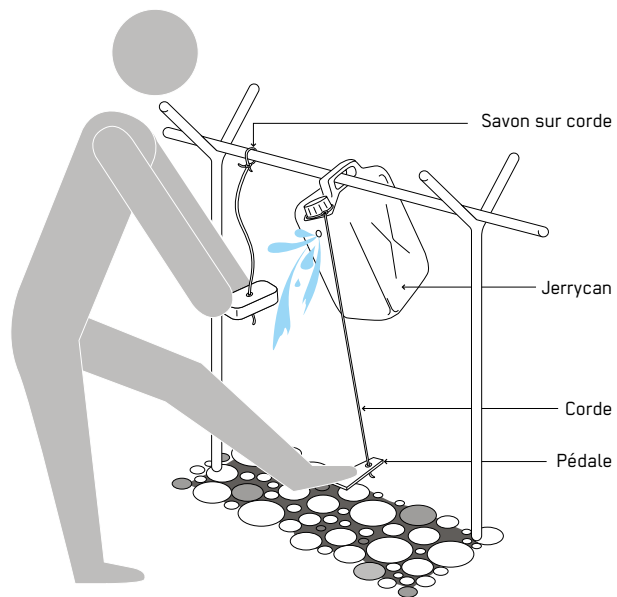
Dispositifs de lavage des mains

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|---------------------------------------|--------------------------------------|--|
| ** Réponse aiguë ** Stabilisation ** Relèvement | ** Ménage ** Voisinage ** Ville | ** Ménage ** Partagé ** Public | Réduction des risques pour la santé publique et de la transmission des agents pathogènes |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| * Faible | * Faible | Eau, Savon | ● Eaux grises |

Dispositif de lavage des mains



Tippy tap



Le lavage régulier des mains dans les situations d'urgence contribue à prévenir la propagation de maladies comme, entre autres, la diarrhée et le choléra. Des dispositifs de lavage des mains doivent systématiquement être installés à côté des toilettes. Si le lavage des mains n'est pas une pratique courante, il doit être encouragé en s'attaquant aux facteurs à l'origine de ce comportement. Les dispositifs de lavage des mains ont besoin d'un approvisionnement constant en eau et en savon.

Le lavage des mains avec de l'eau et du savon après contact avec les matières fécales peut conduire à une réduction substantielle des maladies diarrhéiques. Différentes études suggèrent une réduction de 35 à 45 % du taux de mortalité due à la diarrhée et à d'autres maladies liées à l'eau. La pratique du lavage des mains doit être fortement encouragée dans toute situation d'urgence et les utilisateurs doivent toujours avoir la possibilité de se laver les mains au savon. La promotion du lavage des

mains est particulièrement importante si la communauté affectée n'est pas habituée à cette pratique ou si elle est traumatisée. Il est crucial d'encourager cette pratique en particulier à deux moments critiques, à savoir : après être allé aux toilettes ou avoir nettoyé les fesses d'un enfant, et avant de préparer la nourriture et de manger. Les dispositifs de lavage des mains doivent être installés à proximité immédiate (max. 5 m) des toilettes, qu'ils soient privés, partagés ou publics, et dans tous les endroits où l'on prépare et où l'on mange des aliments, comme les marchés, les cuisines et les restaurants.

Considérations sur la conception : Un dispositif de lavage des mains doit comprendre une source constante d'eau et de savon. Si l'eau n'est pas disponible, un désinfectant à base d'alcool pour les mains (ou des cendres) peut être utilisé comme solution alternative. Les dispositifs de lavage des mains sont typiquement des robinets de différentes sortes raccordés à une adduction d'eau ou à

un réservoir ou des solutions peu coûteuses comme les « tippy taps », qui sont fabriqués à l'aide d'un bidon suspendu pouvant être basculé avec un levier au pied permettant ainsi à l'eau de sortir. Il est nécessaire de mettre en place une solution d'évacuation de l'eau de lavage afin de maintenir la zone propre et hygiénique et d'éviter la formation de boue et de flaques. L'effluent peut être également récupéré dans un seau, dans une rigole ou raccordé à un tuyau d'égout. Lorsque les conditions du sol le permettent, les eaux grises peuvent être infiltrées sur place, par exemple dans un puits d'infiltration (D.10). Alternativement, on peut envisager de traiter et réutiliser ces eaux. Les dispositifs de lavage des mains doivent être inclusifs (X.10), c'est-à-dire être accessibles aux enfants et aux personnes à mobilité réduite. La durabilité du robinet est un aspect très important de la conception. Le robinet doit être très solide afin d'éviter le vol ou la casse.

Matériaux : Il est nécessaire soit d'être raccordé à un réseau d'adduction d'eau, soit de mettre à disposition des seaux munis de robinets. La quantité standard d'eau indispensable au lavage des mains dans les toilettes publiques est de 1 à 2 L par utilisateur et par jour. Cette quantité augmente si l'eau issue des dispositifs de lavage des mains est utilisée à d'autres fins, comme le nettoyage des toilettes (2 à 8 L par cabine de toilettes et par jour), les ablutions à la mosquée (5 L par visiteur par jour) ou la lessive (4 à 6 L par personne et par jour). La norme pour la provision de savon pour l'hygiène personnelle, y compris le lavage des mains, est au minimum de 250 g par personne et par mois. Les installations publiques doivent toujours être pourvues de savon et sont un lieu approprié de distribution de savon à la communauté. Dans le cas où la quantité de savon est limitée, on peut percer un trou dans chaque pain de savon, y enfiler une cordelette et l'attacher au dispositif de lavage des mains.

Contexte : La pratique du lavage des mains doit être encouragée par une promotion constante (X.12) dans tout type d'urgence humanitaire et à tout moment en utilisant de multiples canaux de communication. Le lavage des mains et la promotion de sa pratique sont particulièrement importants dans la phase de réponse aiguë d'une situation d'urgence pour empêcher que la situation sanitaire ne se détériore. Les personnes traumatisées sont en effet parfois susceptibles de négliger leur hygiène personnelle.

Fonctionnement et entretien : Il est important d'assurer le remplissage constant des réservoirs, des seaux d'eau et des jerrycans, ainsi que l'approvisionnement en savon dans les installations publiques et les abris (shelters). Dans le cas d'un raccordement à un réseau, il faut s'assurer de la disponibilité d'un plombier pour les petits travaux d'entretien et de réparation. Les canaux de drainage (C.5) et les puits d'infiltration (D.10) pour l'évacuation des effluents doivent être vérifiés régulièrement afin de déceler tout colmatage. Les dispositifs de lavage des mains doivent être maintenus propres. Pendant la phase de réponse aiguë à une situation d'urgence et pendant les campagnes de promotion active de l'hygiène, il est recommandé de poster un membre du personnel par bloc sanitaire pour rappeler aux gens de se laver les mains et pour leur donner des conseils sur le fonctionnement des installations de lavage des mains et des toilettes.

Coûts : Les savons et les seaux en plastique pour les dispositifs de lavage des mains sont généralement bon marché et disponibles localement. Ils doivent être achetés en grandes quantités au début d'une situation d'urgence. Les autres sources de coûts sont liées au personnel chargé de la promotion de l'hygiène et de la construction des rigoles de drainage et des puits d'infiltration.

Aspects sociaux : La promotion du lavage des mains (X.12) est cruciale en situation d'urgence. Toutefois, la mise en place de dispositifs de lavage des mains doit être assurée au préalable, faute de quoi les efforts de promotion seront moins efficaces. Les messages de promotion ne sont pas nécessairement axés sur la santé mais peuvent jouer sur la pression sociale, l'émotion ou l'esthétique. Il faut d'abord évaluer les incitations ou les obstacles liés à certains comportements afin d'être en mesure de formuler des messages efficaces. L'implication de « leaders d'opinion » locaux et de promoteurs de l'hygiène est essentielle au succès de la campagne. Dans certains cas, des interventions visant à modifier les comportements seront nécessaires. La promotion du lavage des mains doit tenir compte des déterminants comportementaux comme la perception des risques pour la santé, les croyances sur les coûts et les bénéfices, les émotions, la pression sociale, les capacités et l'identification ainsi que la réduction des obstacles au changement de comportement.

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 201**

Collecte et stockage/traitement

Ce chapitre décrit les technologies d'assainissement à la parcelle, également appelées technologies d'assainissement « individuel » ou « décentralisé ». Celles-ci permettent de collecter et de stocker les excréta, l'urine ainsi que les eaux grises et noires générées au niveau de l'interface utilisateur. En plus de la collecte et du stockage, certaines d'entre elles permettent un traitement préliminaire des produits entrants, dans la plupart des cas un traitement passif. Ce chapitre décrit aussi des technologies (S.17 à S.20) qui sont conçues spécifiquement pour le traitement décentralisé sur site.

| | | | |
|------|---|------|--|
| S.1 | Latrines à tranchée profonde | S.11 | Toilettes chimiques |
| S.2 | Latrines à puits foré | S.12 | Toilettes à lombricompostage (technologie émergente) |
| S.3 | Fosse simple | S.13 | Fosse septique |
| S.4 | Fosse ventilée améliorée (VIP) | S.14 | Réacteur anaérobie à chicanes (RAC) |
| S.5 | Double fosse (sans eau) | S.15 | Filtre anaérobie |
| S.6 | Double fosse (chasse manuelle) | S.16 | Biodigesteur (réacteur à biogaz) |
| S.7 | Latrines surélevées | S.17 | Traitement à la chaux hydratée (technologie émergente) |
| S.8 | Chambre unique avec séparation d'urine (UDDT) | S.18 | Traitement à l'urée (technologie émergente) |
| S.9 | Chambre double avec séparation d'urine (UDDT) | S.19 | Traitement par fermentation lactique (technologie émergente) |
| S.10 | Toilettes à réservoir(s) amovible(s) (CBS) | S.20 | Traitement à la soude caustique (technologie émergente) |

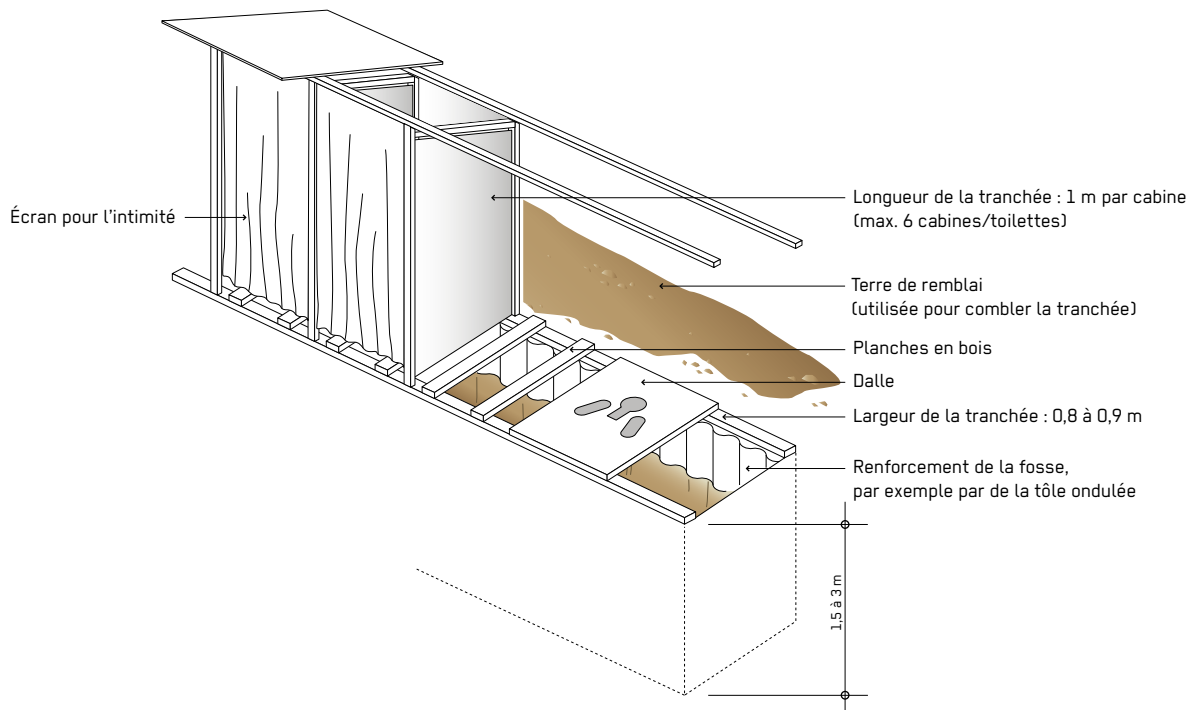
Le choix de la technologie de stockage/traitement est contextuel et dépend généralement des facteurs suivants :

- Espace disponible
- Caractéristiques du sol et des eaux souterraines
- Type et quantité de produits entrants
- Disponibilité locale des matériaux
- Produits sortants escomptés
- Type de technologies existantes pour le transport
- Ressources financières
- Aspects liés à la gestion
- Préférences des utilisateurs
- Capacité locale

S

Latrines à tranchée profonde

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|---------------------------------|---|--|
| ** Réponse aiguë * Stabilisation Relèvement | Ménage ** Voisinage Ville | Ménage * Partagé ** Public | Confinement des excréta. Réduction des risques sanitaires immédiats. Mise en service rapide |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ** Moyen | * Faible | ● Excreta, ● Fèces, ● Eaux noires, ● Eau de lavage anal, ● Matériaux de nettoyage sec | ● Boues |



Les latrines à tranchée profonde sont très souvent utilisées dans les situations d'urgence. Elles peuvent être mises en service rapidement (en 1 à 2 jours) et sont composées de plusieurs cabines alignées le long d'une fosse. La tranchée doit être renforcée pour éviter qu'elle ne s'effondre et pour soutenir la superstructure.

Au fur et à mesure que la tranchée se remplit, trois processus contribuent à réduire le taux d'accumulation - l'infiltration, la décomposition et la densification - sans pour autant apporter de traitement significatif aux excréta. La fraction liquide (c'est-à-dire l'urine et l'eau) s'infiltré dans le sol par le fond et les parois non-étanches de la fosse, tandis que l'activité microbienne dégrade partiellement la fraction organique et en stabilise le contenu, ce qui entraîne une densification.

Considérations sur la conception : Il est recommandé de creuser des tranchées d'une largeur d'environ 0,8 à 0,9 m et

de renforcer la partie supérieure de la fosse sur une hauteur minimum de 0,5 m pour en assurer la stabilité. La profondeur (généralement comprise entre 1,5 et 3 m) varie en fonction des caractéristiques du sol et de la rapidité requise de mise en service. Il est conseillé de ne pas dépasser une longueur de tranchée de 6 m, ce qui permet de réaliser six cabines. Les cabines situées aux extrémités peuvent être agrandies dans le but de les rendre accessibles aux personnes handicapées ou d'offrir un espace pour se laver, notamment destiné aux femmes en période de menstruation. Un système de drainage adapté doit être installé autour de la tranchée pour le drainage des eaux de ruissellement. Les dalles peuvent être fabriquées localement (en bois ou en béton) ou préfabriquées et sont posées au-dessus de la tranchée. Dans les cas d'urgence extrême, on peut utiliser des dalles en plastique préfabriquées autoportantes ou fixer des planches de bois en travers de la tranchée (en omettant une planche sur trois ou quatre pour la défécation). Les dalles peuvent être équipées de toilettes disposant d'un siège si les utilisateurs

ne sont pas habitués à s'accroupir. Il est important de prévoir des latrines séparées pour les hommes et les femmes. La durée de vie de la tranchée (remplissage jusqu'à 50 cm du bord supérieur) est fonction de son volume, divisé par le nombre d'utilisateurs et du volume estimé d'excréta produit par personne. En moyenne, les boues s'accumulent à un rythme de 3 à 5 L/personne/mois et jusqu'à 5 à 7,5 L/personne/mois si des matériaux de nettoyage sec sont utilisés. Une attention particulière doit être accordée à la hauteur présumée de la nappe phréatique et aux risques inhérents de pollution des eaux souterraines ainsi qu'à la topographie, aux caractéristiques du sol et à sa perméabilité. Un sol peu perméable accroît la vitesse à laquelle la fosse se remplit.

Matériaux : Autant que possible, il convient d'utiliser des matériaux de construction locaux. Par exemple la superstructure des latrines peut être fabriquée à partir de bambou, de bois, de plastique ou de tôle (bien que cela augmente la température intérieure de la cabine). Le renforcement de la tranchée peut être fabriqué à partir de briques, de bois, de sacs de sable ou de matériaux de renforcement temporaires tels que des poteaux en bambou ou des nattes tressées. Certaines organisations humanitaires disposent de kits d'intervention rapide pour les dalles et la superstructure qui peuvent être utilisés là où il y a peu de moyens sur place.

Contexte : Les latrines à tranchée profonde peuvent être une solution viable dans la phase de réponse aiguë d'une urgence à condition que la technologie soit acceptable pour les utilisateurs, que les caractéristiques du sol permettent de creuser des tranchées profondes et qu'il y ait suffisamment d'outils, de matériaux et de ressources humaines. Elles sont adaptées dans les zones où l'eau est rare. Ces latrines peuvent être construites rapidement et déployées à grande échelle si l'on dispose de suffisamment d'espace.

Fonctionnement et entretien : Ces latrines sont souvent utilisées en tant que blocs sanitaires collectifs. L'entretien consiste au nettoyage régulier, aux tâches opérationnelles de routine comme la disponibilité de l'eau, des produits d'hygiène, du savon et des matériaux de nettoyage sec, le partage de conseils d'utilisation, les petites réparations et la surveillance du niveau de remplissage des tranchées. Il faut également recouvrir quotidiennement les excréta avec une couche de terre de 10 cm pour minimiser les odeurs et empêcher la reproduction des mouches. Les utilisateurs y jettent souvent des déchets, ce qui par la suite complique la vidange. Les programmes de mise en œuvre doivent par conséquent comporter des actions de sensibilisation (X.12). L'accessibilité des véhicules de vidange (C.2) doit être prise en compte et les tranchées doivent être remblayées (X.6) dès que le niveau de remplissage atteint 0,5 m du haut de la tranchée.

Santé et sécurité : Si elles sont bien utilisées et gérées, les latrines à tranchée profonde sont sans danger dans la phase d'intervention aiguë. Elles doivent être équipées de dispositifs de lavage des mains (U.7) et de savon dont l'usage doit être abordé dans le cadre des activités de promotion de l'hygiène (X.12). Il est nécessaire de prévoir un éclairage de nuit et la présence de gardes de sécurité afin d'assurer la protection et l'accessibilité de tous. L'emplacement de la tranchée doit être choisi avec soin pour éviter les zones sujettes aux inondations et il faut veiller à ce qu'un dispositif de drainage soit mis en place dès la construction. Comme pour tous les systèmes utilisant une fosse, la contamination des eaux souterraines est un risque potentiel et les caractéristiques du sol doivent être correctement évaluées (X.3). Les normes minimales du Manuel Sphère sur la gestion des excréta seront consultées pour plus de détails. La vidange de la tranchée (C.1 et C.2) doit être effectuée pour minimiser le risque de transmission de maladies, y compris au moyen d'équipements de protection individuelle et d'activités de promotion de l'hygiène (X.12).

Coûts : Cette technologie est relativement peu coûteuse. Les coûts varient en fonction de la disponibilité et du prix des matériaux locaux ou de l'utilisation de dalles et de cabines préfabriquées. Le calcul des coûts doit également tenir compte des exigences de fonctionnement et d'entretien ainsi que des dépenses ultérieures (vidange, transport, traitement et valorisation ou rejet des boues accumulées).

Aspects sociaux : Si l'on dispose de suffisamment de temps, la conception des latrines à tranchée profonde doit être discutée au préalable avec la communauté. Comme les latrines à tranchée profonde sont généralement des latrines collectives, il faut attribuer la responsabilité du fonctionnement et de l'entretien dès le départ, et associer les personnes impliquées aux activités de promotion de l'hygiène (X.12).

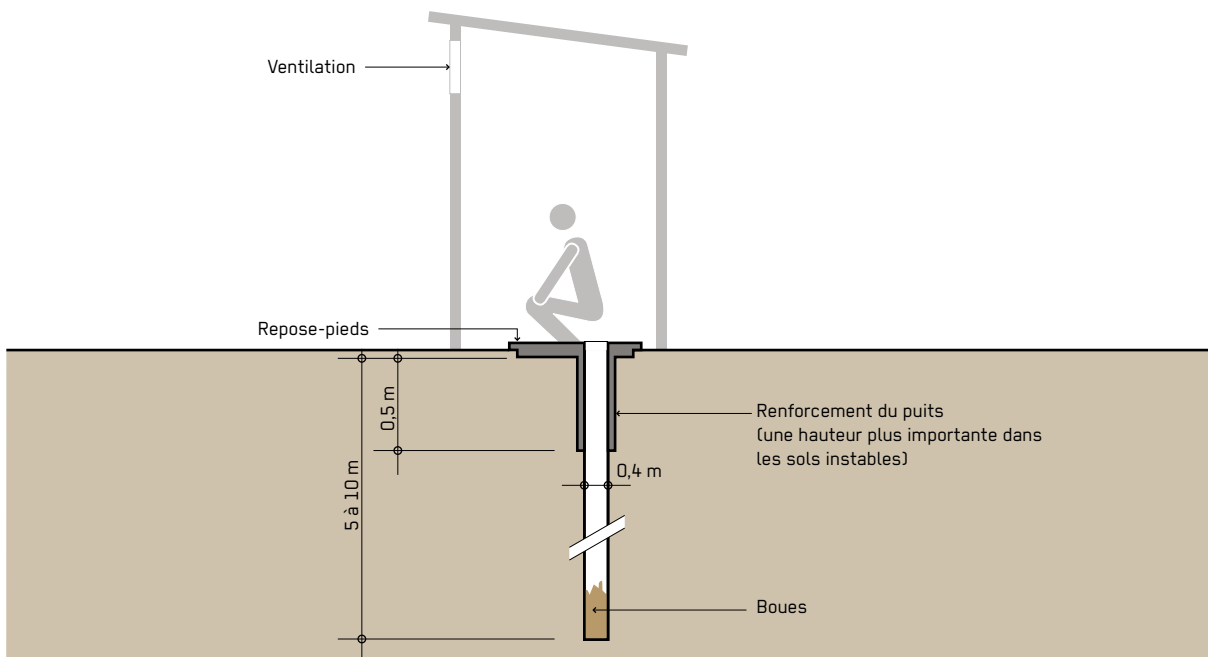
Forces et faiblesses :

- ⊕ Faible coût et rapidité de construction
- ⊕ Fonctionnent sans eau
- ⊕ Utilisation facile
- ⊖ Inadaptées lorsque la nappe phréatique est élevée, aux sols instables et rocheux et aux zones inondables
- ⊖ Présence de mouches, d'odeurs et d'autres vecteurs de maladies
- ⊖ Nécessité de mettre en place un système de gestion des boues de vidange approprié
- ⊖ Contamination potentielle de la nappe phréatique

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 201**

Latrines à puits foré

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|------------------------------------|---|---|
| ** Réponse aiguë * Stabilisation Relèvement | ** Ménage ** Voisinage Ville | ** Ménage ** Partagé * Public | Confinement sûr. Minimise les risques sanitaires immédiats. Mise en service rapide |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| * Faible | * Faible | ● Urine, ● Fèces, (● Eau de nettoyage anal), (● Matériaux de nettoyage sec) | (● Boues) |



Les latrines à puits foré sont principalement utilisées dans la phase de réponse aiguë, lorsqu'un grand nombre d'unités sont requises rapidement et que les conditions du site ne permettent pas l'excavation de fosses de grande taille. La condition principale pour la mise en œuvre est de disposer d'un équipement de forage.

Les latrines à puits foré sont généralement une solution temporaire, mais elles peuvent aussi être considérées comme une solution à plus long terme avec une durée de vie potentielle de plusieurs années en fonction du diamètre et de la profondeur du forage ainsi que du nombre d'utilisateurs. Le trou est foré à l'aide d'une tarière mécanique ou manuelle ou bien d'une foreuse.

Considérations sur la conception : Selon le type de sol et l'équipement utilisé, le forage doit avoir une profondeur de 5 à 10 m et un diamètre de 0,3 à 0,5 m. Il est nécessaire de renforcer la partie supérieure du puits sur une hauteur de 0,5 m, voire plus si le sol est instable. La superstructure peut être constituée de simples écrans de protection autour du trou (solution temporaire) ou de cabines plus solides. Comme il n'est pas possible de ventiler facilement un puits foré, la superstructure doit permettre une circulation d'air pour réduire les problèmes d'odeurs potentiels. Le trou doit être recouvert d'une dalle ou d'un siège de toilettes. La durée de vie correspond au temps nécessaire au remplissage du puits (jusqu'à 50 cm du bord supérieur du puits) et dépend du volume du forage, divisé par le nombre d'utilisateurs et le volume estimé d'excreta par personne. En moyenne, les boues s'accumulent à un rythme de 3 à 5 L/personne/mois et jusqu'à 5 à 7,5 L/personne/mois si des matériaux de nettoyage sec sont utilisés. Une attention particulière doit être accordée à la hauteur présumée

de la nappe phréatique et aux risques inhérents de pollution des eaux souterraines ainsi qu'à la topographie, aux caractéristiques du sol et à sa perméabilité. Un sol peu perméable accroît la vitesse de remplissage du trou.

Matériaux : Pour construire des latrines à puits foré, la principale exigence est de disposer d'une tarière manuelle ou mécanique ou bien d'une foreuse. L'interface utilisateur peut être fabriquée en bois, en bambou, en béton ou en plastique préfabriqué. Pour la superstructure, il faut utiliser des matériaux facilement disponibles et pouvant être mis en place rapidement (comme du bambou, des nattes tressées, du tissu, du bois, du plastique ou des tôles). Le renforcement du forage se fait à l'aide d'un tuyau d'une longueur minimale de 0,5 m correspondant au diamètre du trou. Certaines organisations humanitaires disposent de kits d'intervention rapide pour les dalles et la superstructure qui peuvent être utilisés là où il y a peu de ressources sur place.

Contexte : Les latrines à puits foré peuvent être rapidement mises en service et sont donc considérées comme une solution appropriée dans la phase de réponse aiguë, à condition que la technologie soit acceptable pour les utilisateurs, que les caractéristiques du sol permettent de réaliser un forage profond et que les outils, les matériaux et les ressources humaines soient disponibles. Le sol doit être stable et exempt de roches, de gravier et de rochers.

Fonctionnement et entretien : Les interventions d'ordre général consistent à vérifier la disponibilité de l'eau pour assurer l'hygiène personnelle, du savon et du matériel de nettoyage sec, ainsi qu'à surveiller l'état du forage et son niveau de remplissage. Une attention particulière doit être portée à la propreté de la partie supérieure du forage, qui peut facilement se salir, dégager des odeurs nauséabondes et abriter des mouches en l'absence de nettoyage régulier. Comme la vidange des boues n'est en principe pas possible, ce type de latrines doit être mis hors service **(X.6)** lorsque le niveau de remplissage atteint 50 cm du haut du puits.

Santé et sécurité : Si elles sont bien utilisées et gérées, les latrines à puits foré peuvent être considérées comme une technologie de confinement des excréta sans danger

dans la phase d'intervention aiguë. Elles doivent être équipées de dispositifs de lavage des mains **(U.7)** et de savon dont l'usage doit être abordé dans le cadre des activités de promotion de l'hygiène **(X.12)**. Comme pour tous les systèmes utilisant une fosse, il existe un risque de contamination des eaux souterraines et les caractéristiques du sol, notamment la perméabilité et la hauteur de la nappe phréatique, doivent être correctement évaluées **(X.3)** afin de déterminer la distance minimale par rapport à la source d'eau la plus proche et limiter l'exposition à la contamination microbienne. Les normes minimales du Manuel Sphère sur la gestion des excréta seront consultées pour plus de détails.

Coûts : La construction de latrines à puits foré est relativement peu coûteuse. Les coûts varient selon la disponibilité et le prix d'une tarière, d'une foreuse et des matériaux sur le marché local. Le calcul des coûts doit inclure les besoins récurrents pour le bon fonctionnement et l'entretien de la technologie.

Aspects sociaux : La conception des latrines à puits foré doit être discutée au préalable avec la communauté. Il faut convenir dès le départ du transfert éventuel des installations aux bénéficiaires et de la répartition des rôles et des responsabilités en matière d'exploitation et d'entretien, et les associer étroitement aux activités de promotion de l'hygiène **(X.12)**. Ceci permet d'assurer une utilisation, un fonctionnement et un entretien appropriés.

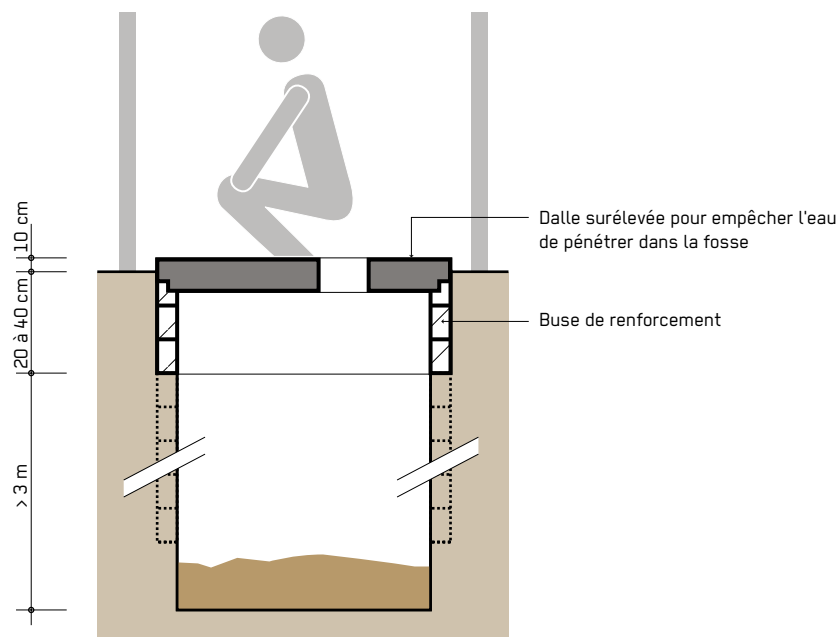
Forces et faiblesses :

- ⊕ Peu onéreux
- ⊕ Rapide à construire
- ⊕ Pas d'eau nécessaire pour le fonctionnement
- ⊕ Peu d'espace requis
- ⊖ Inadapté aux zones où la nappe phréatique est élevée, aux sols instables et rocheux
- ⊖ Souvent des problèmes d'odeurs et de mouches
- ⊖ Contamination potentielle des eaux souterraines
- ⊖ Nécessité de disposer d'une foreuse
- ⊖ Durée de vie relativement courte

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 201**

Fosse simple

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|-----------------------------------|--|--|
| ** Réponse aiguë ** Stabilisation ** Relèvement | ** Ménage * Voisinage Ville | ** Ménage ** Partagé Public | Confinement des excréta. Réduction du volume des boues |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| * Faible | * Faible | ● Fèces, ● Excreta, ● Eaux noires, (+ ● Matériaux de nettoyage sec), (+ ● Eau de nettoyage anal) | ● Boues |



La fosse simple est l'une des technologies d'assainissement les plus souvent utilisées. Les excréta ainsi que les matériaux de nettoyage anal (eau ou matériau sec) sont évacués dans la fosse. Celle-ci est renforcée pour éviter qu'elle ne s'effondre et pour soutenir la superstructure.

Au fur et à mesure que la fosse se remplit, trois processus contribuent à réduire le taux d'accumulation – l'infiltration, la décomposition et la densification – sans pour autant apporter de traitement significatif aux excréta. La fraction liquide (c'est-à-dire l'urine et l'eau) s'infiltré dans le sol par le fond et les parois non-étanches de la fosse, tandis que l'activité microbienne dégrade partiellement la fraction organique. Il est important que la dalle soit lisse et régulièrement nettoyée pour améliorer les conditions d'hygiène en évitant le contact humain avec les fèces.

Considérations sur la conception : La fosse doit avoir une profondeur d'au moins 3 m et un diamètre de 1 m. Le fond de la fosse doit être perméable pour permettre l'infiltration. La dalle des latrines doit être située au moins à 10 cm au-dessus du sol pour éviter toute possibilité d'intrusion d'eau de pluie. Le renforcement doit être appliqué sur 40 cm pour soutenir la dalle et les parois et empêcher les rongeurs de s'y installer. En moyenne, l'accumulation des boues est de 40 à 60 L/personne/an et peut atteindre 90 L si des matériaux de nettoyage sec sont utilisés. Le volume de la fosse doit être conçu pour contenir au moins 1 000 L. Une fosse de 3 m de profondeur et 1 m de diamètre, utilisée par 50 personnes utilisant un matériau sec se remplit en moyenne en l'espace de 6 mois. La conception de la fosse doit faciliter la vidange ultérieure. Quand il n'est pas possible de creuser une fosse profonde ou que le niveau de la nappe phréatique est trop élevé, une solution alternative consiste à surélever la fosse (S.7). Lors de la conception initiale, il est également conseillé de prévoir

la possibilité de moderniser ultérieurement la fosse simple vers un modèle plus sophistiqué comme une fosse ventilée améliorée (S.4), un système à double fosse (S.5 et S.6) ou des toilettes sèches à séparation à double chambre (S.9).

Matériaux : La superstructure des latrines peut être construite en matériaux locaux (bambou, nattes, bois, plastique, tôle) et le renforcement de la fosse en briques, en bois d'œuvre imputrescible, en bambou, en béton, en pierres ou en mortier. Certaines organisations disposent de kits d'intervention rapide pour les dalles et la superstructure qui peuvent être acheminés par avion pour un usage immédiat ou qui peuvent être stockés à l'avance. La dalle supérieure peut être fabriquée sur place avec un moule et du ciment ou bien en bois ou en bambou si aucun autre matériau n'est disponible. Dans la phase aiguë d'une urgence, on peut utiliser des plaques de plastique préfabriquées. Cependant, lorsque celles-ci sont bon marché, elles sont peu solides et peu durables. Une fois que la fosse est pleine, il faut disposer d'équipement de vidange ou de matériaux pour le remblayage de la fosse.

Contexte : Les latrines à fosse simple peuvent être construites rapidement avec des matériaux locaux pendant la phase aiguë d'une urgence. Elles sont adaptées aux zones rurales et périurbaines. Dans les zones densément peuplées, la vidange des fosses peut être difficile et il n'y a souvent pas assez d'espace pour l'infiltration. Les fosses simples sont particulièrement appropriées lorsque l'eau est rare et que la nappe phréatique est profonde. Elles ne sont pas adaptées aux sols rocheux ou tassés ni aux zones qui sont fréquemment inondées. Sur le long terme, elles doivent évoluer vers des fosses améliorées ventilées (S.4), pour limiter la présence de mouches et de mauvaises odeurs.

Fonctionnement et entretien : L'entretien consiste au nettoyage régulier, aux tâches opérationnelles de routine comme la disponibilité de l'eau, des produits d'hygiène, du savon et des matériaux de nettoyage sec, le partage de conseils d'utilisation, les réparations mineures et la surveillance du niveau de remplissage de la fosse. Les fosses sont souvent utilisées à mauvais escient pour éliminer les déchets, ce qui peut compliquer la vidange ultérieure. Des actions de sensibilisation (X.12) doivent donc faire partie des programmes de construction. Une fois la fosse pleine, il faut prévoir la vidange ainsi que le transport, le traitement et la valorisation ou le rejet des boues traitées. On peut aussi déplacer la superstructure et la dalle au-dessus d'une nouvelle fosse. La fosse pleine doit alors être remblayée et mise hors service (X.6).

Santé et sécurité : Si elles sont bien utilisées et gérées, les latrines à fosse simple peuvent être considérées comme une technologie sûre de confinement des excréta. Elles doivent être équipées de dispositifs pour le lavage des mains (U.7) et de savon dont l'usage doit être expliqué en faisant la promotion de l'hygiène (X.12). Comme pour tous les systèmes reposant sur l'utilisation d'une fosse, il existe un risque de contamination des eaux souterraines et les caractéristiques du sol telles que la perméabilité et la hauteur de la nappe phréatique doivent être correctement évaluées (X.3). Les normes minimales du Manuel Sphère sur la gestion des excréta seront consultées pour plus de précisions. Pour réduire le risque de transmission de maladies, les fosses doivent être vidangées (C.1 et C.2) en utilisant un équipement de protection individuelle et en respectant les conditions d'hygiène (X.12). Si les latrines sont destinées à un usage collectif, il faut prévoir un éclairage de nuit et la présence de gardes de sécurité.

Coûts : Les latrines à fosse simple dotées d'une dalle sont une technologie peu coûteuse, car les matériaux et les compétences nécessaires à la construction sont minimales. Les coûts dépendent des prix des matériaux locaux. Les coûts de vidange et de transport des boues ou de remblayage et de construction d'une nouvelle fosse doivent également être pris en compte. Dans ce cas, la dalle de la fosse précédente peut être réutilisée si elle est encore en bon état.

Aspects sociaux : La conception de ce type de latrines doit être discutée au préalable avec la communauté. Il faut convenir dès le départ du transfert éventuel et de la répartition des rôles et des responsabilités d'exploitation et d'entretien, en les associant étroitement aux activités de promotion de l'hygiène (X.12). Ceci permet d'assurer une utilisation, un fonctionnement et un entretien appropriés.

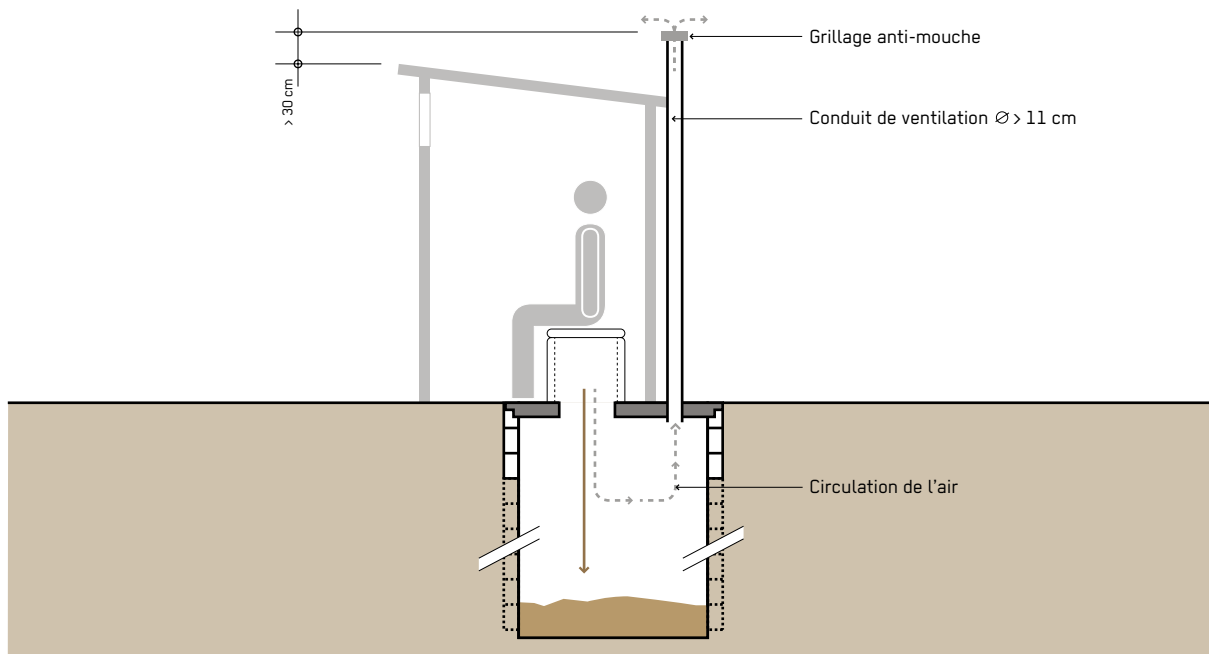
Forces et faiblesses :

- ⊕ Peut être construite et réparée avec des matériaux disponibles localement
- ⊕ Coût d'investissement faible (mais variable) en fonction des matériaux et de la profondeur de la fosse
- ⊕ Petite surface de terrain requise
- ⊖ Les mouches et les odeurs sont généralement perceptibles
- ⊖ Faible destruction des agents pathogènes avec contamination possible des eaux souterraines
- ⊖ Les coûts de vidange peuvent être importants par rapport à l'investissement initial
- ⊖ Les boues nécessitent un traitement secondaire et/ou une mise en décharge appropriée

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 201**

Fosse ventilée améliorée (VIP)

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|--|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> * Réponse aiguë ** Stabilisation ** Relèvement | <ul style="list-style-type: none"> ** Ménage ** Voisinage Ville | <ul style="list-style-type: none"> ** Ménage ** Partagé * Public | Confinement des excréta. Réduction du volume des boues. Réduction des odeurs et des mouches |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| <ul style="list-style-type: none"> * Faible | <ul style="list-style-type: none"> * Faible | <ul style="list-style-type: none"> ● Excreta, ● Fèces, ● Eaux noires, (● Eau de nettoyage anal), (● Matériaux de nettoyage sec) | <ul style="list-style-type: none"> ● Boues |



La fosse unique ventilée améliorée (ou VIP de l'anglais ventilated improved pit) est considérée comme une amélioration significative par rapport à la fosse simple (S.3) car le flux d'air continu à travers le conduit de ventilation supprime les odeurs et agit comme un piège pour les mouches qui s'échappent vers la lumière.

Lorsqu'elles sont correctement conçues, construites, utilisées et entretenues, les latrines VIP à fosse unique peuvent être complètement exemptes d'odeurs et de mouches grâce au système de ventilation. Les mouches qui éclosent dans la fosse sont attirées par la lumière au sommet du conduit de ventilation, mais sont piégées par le grillage fin et finissent par mourir.

Considérations sur la conception : La seule différence de conception par rapport à des latrines à fosse simple (S.3) est la ventilation pour laquelle il faut prévoir un conduit droit d'un diamètre intérieur d'au moins 11 cm et dépassant

de plus de 30 cm le faite de la superstructure des latrines. Le vent passant sur le sommet crée une pression d'aspiration dans le conduit et provoque une circulation d'air. L'air est aspiré à travers l'interface utilisateur dans la fosse et se déplace vers le haut du conduit de ventilation. La ventilation fonctionne mieux dans les zones venteuses et lorsque les éléments environnants, tels que les arbres ou les maisons, ne gênent pas le flux d'air. Dans les zones peu venteuses, l'efficacité du système peut être améliorée en peignant le conduit en noir. La différence de chaleur entre la fosse (froide) et le conduit (chaud) renforce le courant d'air ascendant. Pour tester l'efficacité de la ventilation, un bâton fumant ou un objet similaire peut être tenu au-dessus de l'interface utilisateur ; la fumée doit alors être aspirée vers le bas dans la fosse. La taille des mailles du grillage doit être suffisante pour éviter le colmatage par la poussière et permettre à l'air de circuler. L'intérieur des toilettes doit rester sombre (ou bien il faut fermer l'orifice des toilettes avec un couvercle) de

sorte que les mouches dans la fosse soient attirées par la lumière du conduit de ventilation. Les VIP dont l'intérieur n'est pas sombre ou dont les trous de défécation ne sont pas couverts permettent de réduire les odeurs, mais pas les mouches.

Matériaux : La superstructure peut être fabriquée avec des matériaux locaux, comme du bambou, des nattes tressées, du bois, des bâches en plastique ou des tôles métalliques. On peut renforcer la fosse avec des briques, du bois imputrescible, du bambou, du béton, des pierres ou du mortier. Certaines organisations humanitaires disposent de kits d'intervention rapide pour les dalles et les superstructures qui peuvent être acheminés par avion pour un usage immédiat ou qui peuvent être stockés. Les dalles peuvent aussi être fabriquées sur place à l'aide d'un moule et de ciment ou éventuellement en bois ou en bambou. Dans la phase aiguë d'une urgence, des dalles en plastique préfabriquées peuvent être utilisées. Une fois que la fosse est pleine, il est nécessaire de disposer d'un équipement pour la vidange ou de matériaux de remblayage. Le conduit de ventilation peut être fabriqué avec un tuyau en PVC ou en métal, en briques ou en bambou évidé.

Contexte : Les latrines VIP à fosse unique sont une meilleure solution que les latrines à fosse simple et sont adaptées dans toutes les phases d'une urgence. Une attention particulière doit être accordée à la hauteur estimée de la nappe phréatique et aux risques associés de pollution des eaux souterraines. Comme le fonctionnement ne nécessite pas d'eau, il s'agit aussi d'une solution appropriée pour les zones où l'eau est rare. Comme les autres latrines à fosse, elles ne sont pas adaptées aux zones où le sol est rocailleux ou compact ou dans les zones qui sont fréquemment inondées.

Fonctionnement et entretien : Les interventions d'ordre général sont notamment le nettoyage régulier, la vérification de la quantité d'eau disponible, des produits d'hygiène, du savon et des matériaux de nettoyage sec, l'exécution de réparations mineures et la vérification du niveau de remplissage de la fosse. Il faut éliminer les mouches mortes, la poussière et d'autres débris accumulés dans le grillage du conduit de ventilation pour assurer une bonne circulation de l'air. Les fosses sont souvent utilisées à mauvais escient pour éliminer les déchets, ce qui peut en compliquer la vidange. Des actions de sensibilisation (X.12) sont recommandées.

Santé et sécurité : Si elles sont bien utilisées et gérées, les latrines VIP à fosse unique peuvent offrir un cadre propre, confortable et acceptable. Elles doivent être équipées d'un dispositif de lavage des mains (U.7) et de savon dont l'usage doit être expliqué en faisant la promotion de l'hy-

giène (X.12). Comme pour tous les systèmes reposant sur l'utilisation d'une fosse, il existe un risque de contamination des eaux souterraines et les caractéristiques du sol telles que la perméabilité et la hauteur de la nappe phréatique doivent être évaluées (X.3). Les normes minimales du Manuel Sphère sur la gestion des excréta seront consultées pour plus de précisions. La vidange de la fosse (C.1 et C.2) doit être effectuée de manière à réduire au minimum le risque de transmission de maladies, notamment en utilisant un équipement de protection individuelle. Si les latrines sont destinées à un usage collectif, il faut prévoir un éclairage de nuit et la présence de gardes de sécurité pour assurer la protection et l'utilisation des installations par tous les usagers. Les fosses sont susceptibles de ne plus pouvoir être utilisées et/ou de déborder lors d'inondations. Les risques sanitaires associés aux mouches ne sont pas complètement éliminés par la ventilation.

Coûts : La construction de latrines VIP est peu coûteuse. Les coûts varient en fonction de la disponibilité et des prix des matériaux locaux ou de l'utilisation de dalles et de cabines préfabriquées. Cependant, il faut également tenir compte des exigences d'exploitation et de maintenance ainsi que des coûts ultérieurs réguliers comme la vidange, le transport, le traitement et la valorisation ou le rejet des boues.

Aspects sociaux : La conception de latrines VIP doit être discutée au préalable avec la communauté. Il faut convenir dès le départ avec les usagers du transfert éventuel et de la répartition des rôles et des responsabilités en matière d'exploitation et d'entretien, et les associer étroitement aux activités de promotion de l'hygiène (X.12) pour assurer une bonne utilisation des installations.

Forces et faiblesses :

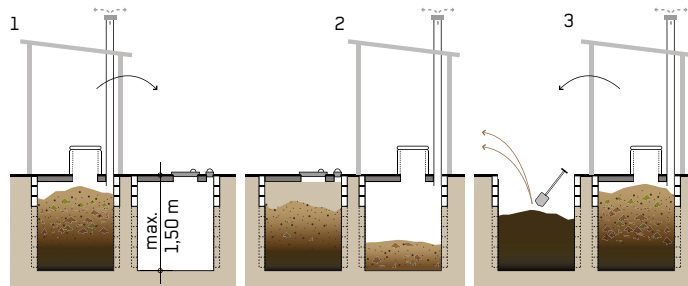
- ⊕ Les mouches et les odeurs sont considérablement réduites (par rapport aux fosses non-ventilées)
- ⊕ Peuvent être construites et réparées avec des matériaux disponibles localement
- ⊕ Coût d'investissement faible (mais variable) en fonction des matériaux et de la profondeur de la fosse
- ⊕ Petite surface de terrain requise
- ⊖ Faible réduction des agents pathogènes avec contamination possible des eaux souterraines
- ⊖ Les coûts de vidange peuvent être importants par rapport à l'investissement initial
- ⊖ Les boues nécessitent un traitement secondaire et/ou une mise en décharge appropriée

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 201**

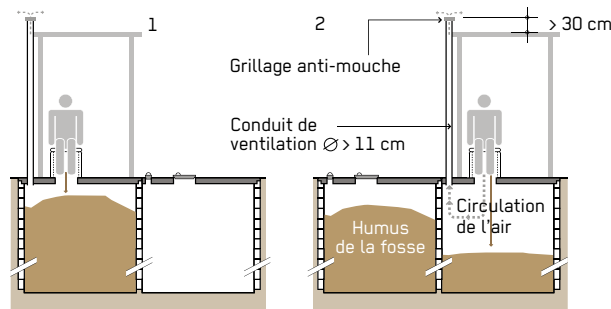
Double fosse (sans eau)

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|--|--------------------------------------|--|---|
| Réponse aiguë ★★ Stabilisation ★★ Relèvement | ★★ Ménage ★★ Voisinage ★ Ville | ★★ Ménage ★★ Partagé ★ Public | Confinement des excréta. Réduction du volume des boues. Durée de traitement prolongée |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★ Moyen | ★ Faible | ● Excreta, ● Fèces, ● Matières organiques, ● Eau de nettoyage anal, ● Matériaux de nettoyage sec | ● Humus (provenant de la fosse) |

Fossa alterna



Double fosse ventilée améliorée (VIP)



Les systèmes secs à double fosse utilisent deux fosses en alternance. Il s'agit notamment des doubles fosses ventilées améliorées (VIP) et des latrines fossa alterna. L'alternance des fosses permet à l'effluent de s'infiltrer dans le sol et aux boues de se décomposer dans la fosse au repos, pendant que l'autre fosse est en service. Le système d'alternance permet de réduire la quantité d'humus qui doit être évacuée et de rendre le produit final plus hygiénique.

Les systèmes secs à double fosse peuvent fonctionner avec deux fosses simples ou deux fosses ventilées. Dans le cas des doubles fosses ventilées améliorées (VIP), les excréta (ou les fèces s'il s'agit de toilettes sèches à séparation d'urine (U.2) utilisées comme interface utilisateur) sont transformés en humus, tandis que dans les fossa alterna, un additif (matières organiques comme des cendres ou des feuilles) est ajouté dans la fosse après chaque utilisation. Ces dernières sont en principe peu profondes (de l'ordre de 1,5 m), tandis que les doubles fosses ventilées améliorées

(VIP) peuvent atteindre une profondeur allant jusqu'à 3 m. Dans les deux systèmes, les deux fosses sont utilisées en alternance. L'effluent s'infiltrer dans le sol. Quand la première fosse est remplie, elle est mise hors service et l'interface utilisateur est transportée sur la seconde fosse. Pendant que la seconde fosse est utilisée, les matériaux dans la première fosse peuvent se décomposer et sécher, réduisant ainsi leur volume et devenant plus hygiéniques. Grâce au temps de repos prolongé, le contenu de la fosse est partiellement traité et ressemble à de l'humus. En général, la durée du cycle d'alternance est comprise entre 6 et 24 mois, en fonction du volume de la fosse et du nombre d'utilisateurs.

Considérations sur la conception : Pour chaque système, une seule interface utilisateur est nécessaire, celle-ci étant déplacée de la première à la seconde fosse quand la première fosse est pleine. Les doubles fosses ventilées améliorées (VIP) sont construites comme les VIP à

fosse unique (S.4) mais avec deux fosses. Comme les fossa alterna sont beaucoup moins profondes, elles peuvent être construites directement sur le sol, sans creuser, et peuvent être adaptées aux zones sujettes aux inondations ou lorsque la nappe phréatique est élevée. Les fosses doivent être construites l'une à côté de l'autre à une distance suffisante pour éviter la contamination croisée.

Matériaux : La superstructure des latrines peut être faite de matériaux locaux tels que le bambou, les nattes tressées, le bois, les bâches en plastique ou les tôles métalliques (bien que cela augmente la température intérieure de la cabine). On peut renforcer la fosse avec des briques, du bois imputrescible, du bambou, du béton, des pierres ou du mortier. La dalle peut être fabriquée sur place à l'aide d'un moule et de ciment ou, à défaut, en bois ou en bambou. Dans la phase de réponse aiguë, on peut utiliser des dalles de plastique préfabriquées. Dans le cas des fossa alterna il est nécessaire de disposer d'un approvisionnement constant en matières organiques, telles que des cendres ou des feuilles, afin de les ajouter après chaque utilisation.

Contexte : Les systèmes à double fosse sont appropriés lorsqu'il y a suffisamment d'espace et de potentiel de réutilisation de l'humus de fosse qui est généré. Par conséquent, ces systèmes sont mieux adaptés dans les milieux ruraux et périurbains et dans les communautés qui sont à l'aise avec la manipulation et la réutilisation des matières fécales. Comme la seconde fosse ne fonctionne que lorsque la première est pleine, ce qui peut prendre entre 6 et 24 mois, les systèmes secs à double fosse sont recommandés comme solutions à plus long terme dans les situations d'urgence prolongée.

Fonctionnement et entretien : Outre les interventions requises pour assurer le bon fonctionnement des latrines VIP, l'entretien des doubles fosses ventilées améliorées consiste à fermer et mettre hors service la fosse qui est pleine, puis à la vider avant de la réutiliser. La fossa alterna doit toujours être approvisionnée en matières organiques sèches qu'il faut ajouter dans la fosse après chaque utilisation. Si les fosses sont utilisées simultanément, le système ne fonctionne pas. Lorsqu'il n'y a qu'une seule interface utilisateur, et - pour les latrines VIP - qu'une seule conduite de ventilation, il est nécessaire de les transférer vers la seconde fosse lorsque la première est pleine. Certains modèles permettent de déplacer l'ensemble de la superstructure d'une fosse à l'autre.

Santé et sécurité : Le fait de recouvrir les excréta ou les fèces avec de la terre, de la cendre ou des feuilles permet de réduire considérablement la présence des mouches et les mauvaises odeurs. Le fait d'isoler le contenu de la

fosse pendant au moins un an rend l'humus de la fosse plus sûr et plus facile à manipuler. Cependant, il faut toujours être vigilant lors de la manipulation du produit sortant. Les mêmes précautions que celles qui sont prises lors de la manipulation du compost s'appliquent à l'humus provenant des doubles fosses VIP ou des fossa alterna. Les autres préoccupations sanitaires sont liées au risque potentiel de contamination des eaux souterraines par les lixiviats ainsi qu'aux risques d'effondrement et de débordement des fosses en cas d'inondation. Les risques pour la santé liés à la présence de mouches ne sont pas complètement éliminés par la ventilation.

Coûts : Les coûts de construction des systèmes secs à double fosse sont généralement deux fois plus élevés que ceux des systèmes à fosse unique, sauf pour ce qui est de l'interface utilisateur qui peut être déplacée. Cependant, les coûts de fonctionnement et d'entretien sont moins élevés puisque les fosses doivent être vidées moins fréquemment. Étant donné que la superficie nécessaire est multipliée par deux par rapport aux systèmes à fosse unique, tous les coûts associés à une utilisation intensive du sol doivent être pris en compte.

Aspects sociaux : Les utilisateurs de cette technologie doivent avoir une bonne compréhension des avantages des latrines à double fosse et doivent avoir la volonté de les faire fonctionner et de les entretenir. Les systèmes à double fosse sont en principe destinés aux ménages individuels, ce qui garantit une attribution claire des responsabilités en termes de fonctionnement et d'entretien. Dans le cas de toilettes partagées ou publiques, il est impératif de déterminer clairement les responsabilités d'exploitation et d'entretien avant la mise en œuvre.

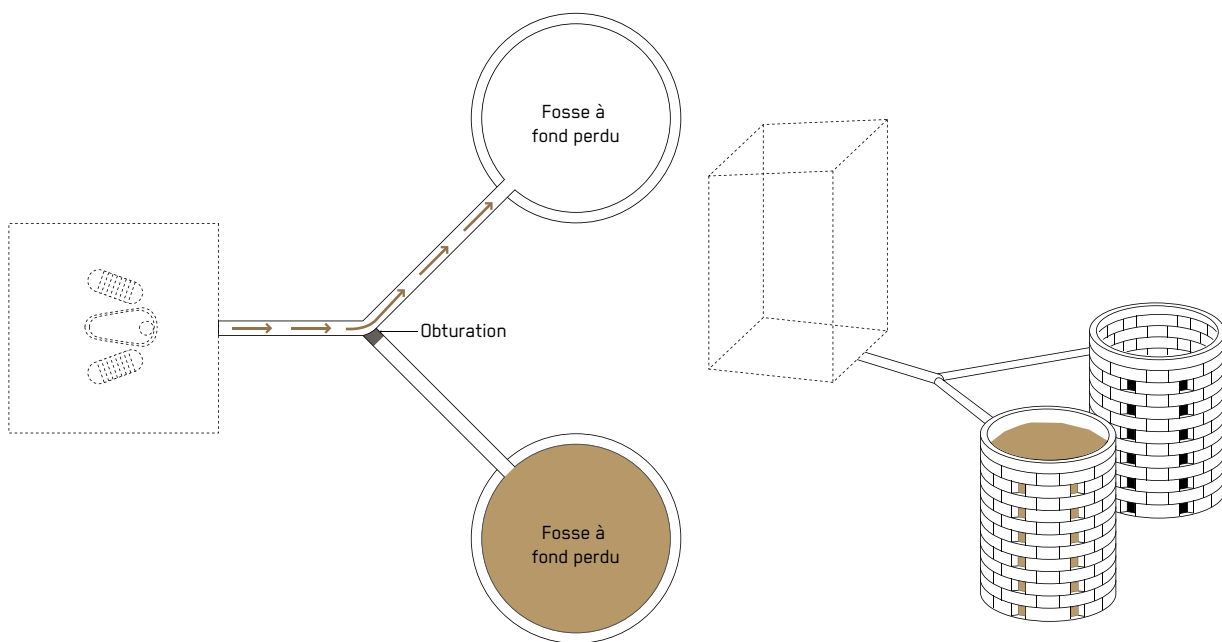
Forces et faiblesses :

- ⊕ Excavation plus facile des boues transformées que pour les systèmes à fosse unique
- ⊕ Réduction du volume des boues et des agents pathogènes
- ⊕ Peuvent être construites avec des matériaux disponibles localement
- ⊕ L'humus de fosse peut être utilisé comme engrais/amendement de sol
- ⊖ Multiplie par deux la surface
- ⊖ Possibilité de contamination des eaux souterraines
- ⊖ Apport constant de matières organiques nécessaire pour le fonctionnement de la fossa alterna

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 201**

Double fosse (chasse manuelle)

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | ★★ Ménage ★★ Voisinage Ville | ★★ Ménage ★★ Partagé ★ Public | Confinement des excréta. Réduction du volume des boues. Durée de traitement prolongée |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★ Moyen | ★ Faible | ● Eaux noires, (● Eaux grises) | ● Humus (provenant de la fosse) |



Cette technologie est constituée de deux fosses alternées raccordées à des toilettes à chasse d'eau (U.4). Les eaux noires (et dans certains cas les eaux grises) sont collectées dans une fosse et s'infiltrent lentement dans le sol. Une fois pleine, la fosse est fermée et son contenu se déshydrate petit à petit, tandis que l'autre fosse est utilisée.

Cette technologie permet d'utiliser une chasse d'eau et ne nécessite pas d'ajout de terre ou de matières organiques. Les boues contenues dans la fosse peuvent avoir une consistance très liquide, c'est pourquoi le temps de rétention nécessaire pour dégrader les matières est relativement long (de préférence deux ans ou plus) avant que la fosse ne puisse être vidangée en toute sécurité. Il s'agit d'une technologie d'assainissement individuel utilisant de l'eau qui peut remplacer la fosse septique (S.13) tout en étant moins onéreuse.

Considérations sur la conception : Avec une profondeur d'environ 1 à 2 m, les doubles fosses à chasse manuelle sont généralement moins profondes que les fosses simples (S.3). Leurs dimensions doivent être calculées pour contenir le volume d'excreta généré pendant deux ans. La période de repos de la fosse permet au contenu de se transformer en un matériau partiellement hygiénisé, semblable à de la terre. Il est conseillé de construire les doubles fosses à au moins 1 m d'intervalle pour minimiser la contamination croisée entre la fosse en cours de maturation et celle en cours d'utilisation. La distance recommandée est également d'un minimum de 1 m de toutes fondations structurelles qui peuvent être endommagées par les lixiviats. Les parois de la fosse doivent être renforcées sur toute leur hauteur pour éviter l'effondrement et les 30 cm supérieurs doivent être entièrement enduits de mortier pour éviter l'infiltration directe. Pour s'assurer qu'une seule des deux fosses est utilisée à la fois, la conduite de raccordement de la fosse au repos doit être

obturée [par exemple avec du ciment]. Une autre solution consiste à raccorder directement les toilettes à chasse (U.4) à la fosse en service par une seule conduite droite légèrement cimentée et recouverte de terre. Ceci permet de minimiser le risque de défaillance et de mauvaise utilisation en rendant la jonction et les conduites difficilement accessibles.

Matériaux : Il est préférable d'utiliser des matériaux de construction locaux comme le bambou, le bois, le plastique ou la tôle pour la superstructure et le béton ou les briques pour renforcer la fosse. Il faut aussi disposer de tuyaux et d'une alimentation en eau.

Contexte : Cette technologie est adaptée lorsqu'il existe une source d'eau (pour faire fonctionner la chasse) et qu'il est problématique de vidanger régulièrement les boues. Il est recommandé de ne pas construire un trop grand nombre de fosses sur une zone restreinte, car le sol n'a pas toujours la capacité d'absorber les effluents liquides. Aussi, cette technologie n'est pas adaptée aux sols argileux, compacts ou rocheux ainsi qu'aux zones où la nappe phréatique est élevée ou fréquemment inondées. Les doubles fosses peuvent collecter les eaux grises (si elles sont peu abondantes) et les eaux noires, mais il faut en tenir compte dans le dimensionnement. Les boues déshydratées ont une consistance solide et sont vidangées manuellement (C.1). Il s'agit d'une solution durable qui n'est envisageable que dans un environnement stable.

Fonctionnement et entretien : Les tâches nécessaires sont notamment le nettoyage régulier, les interventions opérationnelles de routine (disponibilité de l'eau, des produits d'hygiène, du savon et des matériaux de nettoyage sec), les instructions pour une utilisation correcte, les réparations mineures et la surveillance du niveau de remplissage de la fosse. Les fosses sont souvent utilisées pour rejeter les déchets, ce qui est problématique lors de la vidange, c'est pourquoi il faut conduire des actions de sensibilisation (X.12). Les fosses doivent être vidangées après un temps de repos de deux ans et il faut éviter qu'elles soient inondées pendant la saison des pluies. La vidange se fait manuellement, par exemple à l'aide de pelles à long manche et d'un équipement de protection individuelle.

Santé et sécurité : Les doubles fosses à chasse manuelle doivent être équipées d'un dispositif de lavage des mains (U.7) et le lavage soigneux des mains avec du savon après

l'utilisation des toilettes doit être abordé dans le cadre des activités de promotion de l'hygiène (X.12). Comme pour tous les systèmes utilisant une fosse, la contamination des eaux souterraines peut poser un problème et les caractéristiques du sol, notamment la perméabilité et la hauteur de la nappe phréatique, doivent être évaluées (X.3) pour déterminer la distance minimale par rapport à la source d'eau la plus proche et limiter l'exposition à la contamination microbienne. Les normes minimales du Manuel Sphère sur la gestion des excréta seront consultées pour plus de détails. La dalle recouvrant la fosse hors service doit être réalisée dans un matériau solide et résistant, par exemple en béton, pour éviter que les personnes ne tombent dans la fosse et pour empêcher les animaux d'y pénétrer.

Coûts : La fosse doit être renforcée sur toute sa hauteur à l'aide de briques et les 30 cm supérieurs à l'aide de mortier. Les coûts de construction de cette technologie sont plus élevés que ceux des doubles fosses utilisées sans eau, mais moindres par rapport à ceux d'autres technologies basées sur l'utilisation d'eau comme les fosses septiques (S.13) ou les RAC (S.14).

Aspects sociaux : Cette technologie est largement acceptée et fonctionne particulièrement bien dans les zones rurales et périurbaines, où les gens ont l'habitude d'utiliser une chasse d'eau. Il faut convenir dès le départ du transfert éventuel des installations aux bénéficiaires et de la répartition des rôles et des responsabilités de fonctionnement et d'entretien, et les associer étroitement aux activités de promotion de l'hygiène (X.12).

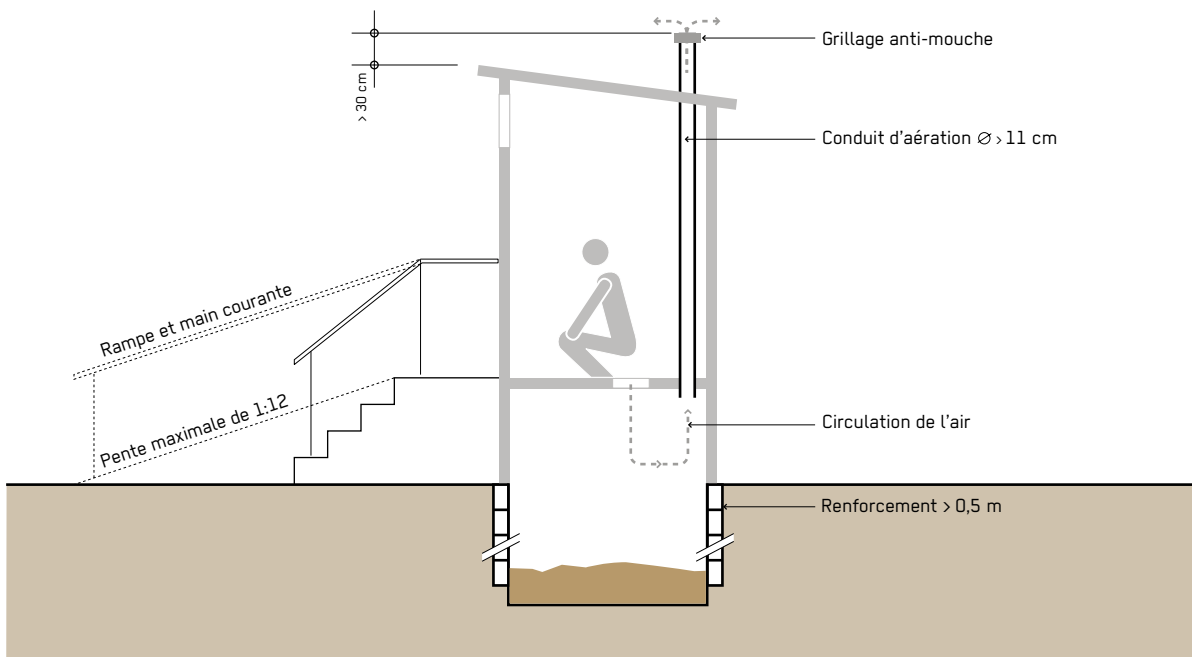
Forces et faiblesses :

- ⊕ Longue durée de vie (grâce à l'alternance)
- ⊕ Possibilité d'utiliser les matières fécales stockées comme amendement de sol
- ⊕ Peu de mouches et d'odeurs
- ⊕ Construction et réparation avec des matériaux locaux
- ⊖ Vidange manuelle de l'humus
- ⊖ Colmatage fréquent (si utilisation de matériaux de nettoyage grossiers)
- ⊖ Risque de contamination de la nappe (plus de lixiviats qu'avec les systèmes sans eau)

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 201**

Latrines surélevées

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|--------------------------------------|---|--|
| ** Réponse aiguë * Stabilisation * Relèvement | ** Ménage ** Voisinage * Ville | ** Ménage ** Partagé ** Public | Confinement des excréta. Solution pour les sols contraignants |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits entrants |
| * Faible | * Faible | ● Excreta, ● Fèces, ● Eau de nettoyage anal, ● Matériaux de nettoyage sec | ● Boues |



Les latrines surélevées sont des solutions alternatives aux latrines à fosse dans les zones où le sol est rocheux, où la nappe phréatique est élevée ou bien dans les zones inondables. Selon les caractéristiques du terrain, elles peuvent être conçues comme des installations autonomes totalement hors sol et dotées d'un dispositif de confinement sous l'interface utilisateur ou être partiellement surélevées, ce qui permet de réduire le risque de contamination de la nappe phréatique.

Si les latrines surélevées sont construites entièrement au-dessus du sol, les excréta doivent être collectés dans un réservoir (ou une chambre) étanche situé(e) en dessous de l'interface utilisateur. Étant donné qu'aucune infiltration n'est en principe possible, le taux d'accumulation des boues y est élevé et le dispositif de confinement doit être régulièrement vidangé. Il est donc nécessaire de mettre en place un système de gestion des boues. Dans le cas des latrines dont la fosse est partiellement surélevée, l'effluent

s'infiltre en partie dans le sol par le fond et les parois de la fosse, tandis que l'action microbienne permet de dégrader une fraction des matières organiques. Les latrines surélevées peuvent être construites avec une seule fosse (ventilée) ou bien comme un bloc sanitaire de plusieurs cabines alignées et raccordées à une tranchée ou un réservoir étanche de plus grande taille situé en dessous. Les blocs sanitaires étant difficiles à ventiler, les odeurs et les mouches peuvent devenir problématiques.

Considérations sur la conception : Les fosses partiellement enterrées ont besoin d'être renforcées (sur une hauteur d'au moins 0,5 m) pour en maintenir la stabilité et ventilées (**voir S.4**) pour réduire les odeurs et les mouches. Les latrines surélevées doivent être équipées d'escaliers et d'une rampe ou d'une main courante adaptée et, si nécessaire, d'un support structurel à l'arrière de la cabine. Il faut prévoir un système de drainage autour des latrines pour éviter l'intrusion des eaux de pluie dans la fosse. S'il s'agit

de latrines collectives, il faut prévoir des toilettes séparées pour les hommes et les femmes. Le sol des toilettes ne peut pas être situé à plus de 1,5 m de hauteur pour une question de coût et d'acceptation des utilisateurs. La conception doit intégrer des aménagements permettant de réaliser les opérations de vidange.

Matériaux : Il est toujours préférable d'utiliser des matériaux de construction locaux (bambou, bois, plastique ou tôle pour la superstructure, et buses en béton, briques, pierres, bois ou sacs de sable pour le renforcement de la fosse). Plusieurs entreprises ont développé des modèles de latrines surélevées préfabriquées qui peuvent être livrées et assemblées rapidement.

Contexte : Les latrines surélevées sont particulièrement adaptées aux zones inondables, là où il est difficile de creuser des fosses, où la nappe phréatique est élevée, où la construction de structures permanentes n'est pas autorisée et lorsque l'accès à l'eau est difficile. Elles sont adaptées à toutes les étapes d'une situation d'urgence, à condition que la technologie soit acceptable pour les utilisateurs. Elles peuvent être construites rapidement et généralisées s'il y a suffisamment d'espace et constituent une solution permanente dans les zones inondables pour accroître la résilience à long terme.

Fonctionnement et entretien : Les latrines surélevées dotées d'un dispositif de confinement étanche se remplissent rapidement et doivent donc être souvent vidangées (ou le dispositif de confinement remplacé). Il faut également assurer le nettoyage régulier, les interventions opérationnelles de routine (disponibilité de l'eau, des produits d'hygiène, du savon et des matériaux de nettoyage sec), les instructions pour une utilisation correcte, les réparations mineures et la surveillance du niveau de remplissage de la fosse. Les fosses sont souvent utilisées pour rejeter les déchets, ce qui est problématique lors de la vidange, c'est pourquoi il faut conduire des actions de sensibilisation (X.12). Dans les latrines publiques, il faut faciliter l'accès des véhicules de vidange (C1 et C2) en raison de l'accumulation rapide des boues.

Santé et sécurité : Si elles sont bien utilisées et gérées, les latrines surélevées sont une technologie sûre de confinement des excréta. Elles doivent être équipées d'un dispositif de lavage des mains (U.7) et il est nécessaire de conduire des activités de promotion de l'hygiène (X.12). Pour les latrines surélevées dont la fosse est partiellement enterrée, il existe un risque de contamination des eaux souterraines

et les caractéristiques du sol, notamment la perméabilité et la hauteur de la nappe phréatique, doivent être évaluées (X.3). Les normes minimales du Manuel Sphère sur la gestion des excréta seront consultées pour plus de détails. La vidange ou le remplacement du dispositif de confinement doit être fait de manière à réduire au minimum le risque de transmission de maladies (équipement de protection individuelle et promotion de l'hygiène pour les opérateurs de vidange). Pour les toilettes publiques, il faut prévoir un éclairage de nuit et des gardes de sécurité.

Coûts : La construction de latrines surélevées est relativement peu coûteuse. Les coûts varient en fonction de la disponibilité et du prix des matériaux locaux. Les modèles préfabriqués peuvent être plus chers (stockage et transport), mais permettent une mise en service rapide et une moindre dépendance vis-à-vis des matériaux locaux. Les calculs des coûts doivent refléter les besoins de fonctionnement et de maintenance récurrents ainsi que le coût de la vidange, du transport, du traitement et de la valorisation ou du rejet des boues. La construction de marches et de rampes d'accès peut également accroître les coûts.

Aspects sociaux : L'élévation des latrines augmente la probabilité que les usagers soient vus lorsqu'ils vont aux toilettes. Le choix de l'emplacement est donc particulièrement important. Les latrines doivent être accessibles à tous, c'est pourquoi il peut être nécessaire d'installer une rampe d'accès avec une main courante et un espace de rotation pour les fauteuils roulants dans la cabine des toilettes (X.10). Il faut convenir dès le départ avec les usagers des rôles et des responsabilités et les associer étroitement aux activités de promotion de l'hygiène (X.12). Ceci en facilite l'utilisation, le fonctionnement et l'entretien.

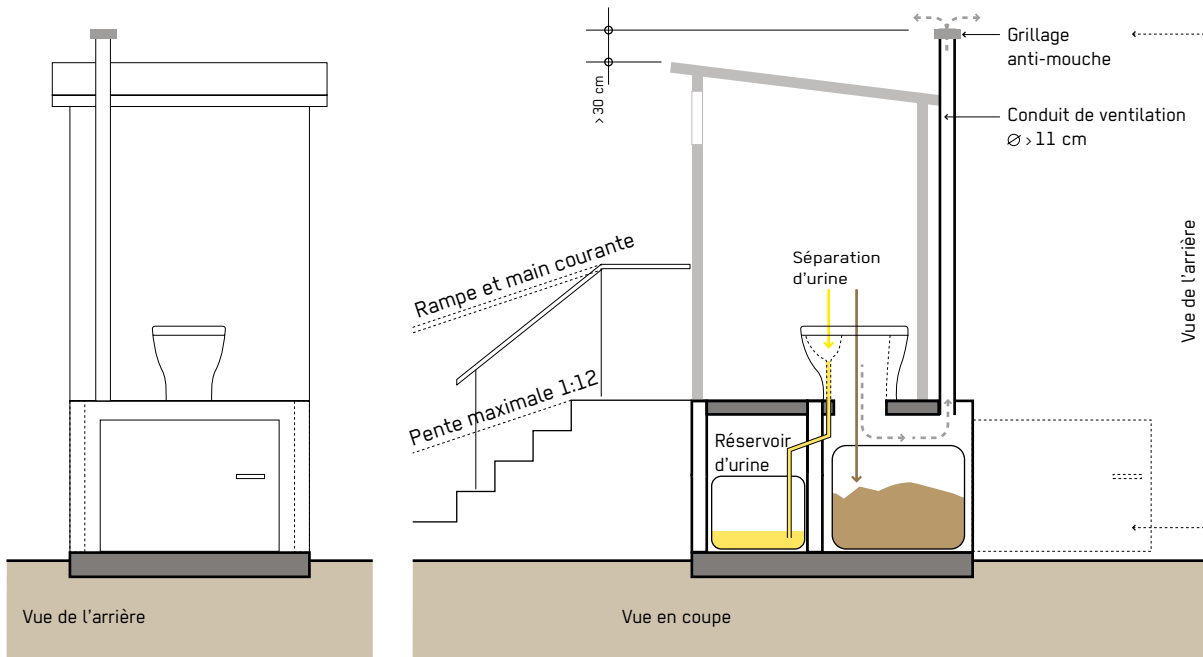
Forces et faiblesses :

- ⊕ Adaptées aux terrains problématiques aux zones inondables
- ⊕ Coûts d'investissement faibles (mais variables)
- ⊕ Faible emprise foncière
- ⊖ Accès difficile pour personnes handicapées
- ⊖ Coûts de vidange élevés par rapport aux coûts d'investissement
- ⊖ Les boues vidangées doivent être traitées
- ⊖ Le service de vidange doit exister dès la conception

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 201**

Chambre unique avec séparation d'urine (UDDT)

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|--|-----------------------------------|---|--|
| Réponse aiguë ★★ Stabilisation ★★ Relèvement | ★ Ménage ★★ Voisinage Ville | ★ Ménage ★★ Partagé ★★ Public | Confinement des excréta. Solution pour les sols contraignants. Récupération des nutriments |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★ Faible | ★ Faible | ● Fèces, ● Urine, ● Matériaux de nettoyage sec, ● Eau de nettoyage anal | ● Fèces, ● Urine (stockée) |



Les toilettes à séparation d'urine (ou toilettes UDDT de l'anglais Urine Diversion Dry Toilets) avec chambre unique sont semblables aux toilettes à réservoir(s) amovible(s) (S.10) mais fonctionnent sans eau. L'urine et les fèces sont collectées de manière séparée. Contrairement à la chambre double (S.9), la chambre unique ne permet pas de stocker ni de traiter les fèces de façon prolongée et nécessite un système de gestion adéquat pour l'évacuation, le transport, le traitement, la valorisation ou le rejet en toute sécurité des excréta collectés.

Dans les toilettes UDDT (U.2), l'urine et les fèces sont collectés dans des réceptacles distincts. Lorsqu'il n'est pas prévu de réutiliser l'urine et si les caractéristiques du sol le permettent, elle peut être infiltrée directement dans le sol (D.10), car sa teneur en agents pathogènes est considérée comme négligeable. L'infiltration de l'urine permet de réduire considérablement le volume global des excréta (entre 80 et 90 %) sans entraîner de risque pour la santé publique.

Les fèces sont collectées dans un bac séparé et un additif (par exemple des cendres) est ajouté après chaque utilisation. L'urine et les fèces collectées doivent être régulièrement évacuées.

Considérations sur la conception : La taille du réceptacle de collecte des fèces dépend du nombre d'utilisateurs, mais ne doit pas excéder 50 à 60 L. Les bacs doivent pouvoir être fermés hermétiquement et équipés de poignées, pour simplifier la manipulation et le stockage intermédiaire, réduire les risques et encourager l'acceptation. Un conduit de ventilation permet d'éliminer l'humidité et de limiter les mouches et les odeurs. L'eau provenant du dispositif de lavage des mains et du nettoyage anal (le cas échéant) doit être évacuée séparément. Tous les tuyaux de raccordement doivent être aussi courts que possible, sans coudes marqués, et avoir une pente d'au moins 1 %. Un joint anti-odeur doit être fixé au niveau du collecteur d'urine.

Matériaux : Les toilettes UDDT avec chambre unique peuvent être construites avec des matériaux locaux (bambou, bois, tôle ondulée, bâches, seaux en plastique et jerrycans). Pour recouvrir les excréta et faciliter leur déshydratation, il est nécessaire d'utiliser un additif (cendre, chaux, sciure, terre ou déchets agricoles séchés) en fonction de ce que l'on trouve sur place. Les sièges des toilettes ou les dalles spécialement conçues pour séparer l'urine peuvent être achetés ou fabriqués localement.

Contexte : Les toilettes UDDT avec chambre unique sont adaptées aux zones inondables, là où la nappe phréatique est élevée, en cas de sol rocheux ou de faibles ressources en eau. Elles sont une bonne solution pour la phase de stabilisation et de relèvement, à condition que la technologie soit acceptable pour les utilisateurs. Elles ne doivent être mises en œuvre que si la gestion ultérieure des produits sortants est assurée par une organisation ou un prestataire de service local. Elles peuvent être fabriquées et déployées rapidement si l'espace nécessaire est disponible. En fonction de l'acceptabilité locale, les produits sortants peuvent être utilisés comme engrais et amendement de sol dans l'agriculture après traitement. Même sans réutilisation, il s'agit d'une technologie de confinement des excréta sûre, hygiénique et sans odeur. Dans le cas d'une chambre unique de déshydratation, elles constituent une solution temporaire, ce qui facilite leur acceptation dans les situations où les problèmes de propriété foncière ne permettent pas de construire de structures permanentes. Elles sont adaptées aux périodes de perturbations ou de crises ; en effet, elles peuvent être entretenues facilement et des dispositifs de collecte peuvent être ajoutés en prévision de périodes où l'entretien pourrait être difficile.

Fonctionnement et entretien : Les interventions principales sont notamment le remplacement régulier des bacs de collecte, le nettoyage de routine, la vérification de la disponibilité des produits d'hygiène, du savon, d'additif (pour recouvrir les fèces), des matériaux de nettoyage sec et de l'eau pour le lavage des mains et le nettoyage anal, les réparations mineures et les conseils sur la bonne utilisation. Il faut veiller à ce qu'aucun liquide (eau ou urine) ne pénètre dans le bac destiné aux fèces, et, le cas échéant, ajouter davantage d'additif pour absorber l'humidité. Le personnel d'entretien doit porter un équipement de protection individuelle approprié (masque, gants, bottes, tablier ou combinaison de protection). La répartition des responsabilités d'exploitation et de maintenance entre les utilisateurs et les prestataires de services potentiels doit être clairement définie.

Santé et sécurité : Si elles sont bien utilisées et gérées, les toilettes UDDT avec chambre unique sont une technologie de confinement des excréta sûre. Elles doivent être équipées d'un dispositif de lavage des mains (U.7) et le lavage soigneux des mains doit être encouragé (X.12). La concentration des agents pathogènes dans les fèces reste élevée en raison de la courte durée de stockage. Il est donc essentiel que les fèces stockées dans la chambre soient manipulées de manière à minimiser le risque de transmission de maladies (bacs fermés et utilisation de l'équipement de protection individuelle) et soient ensuite traitées. S'il n'est pas prévu de les valoriser, elles peuvent être enfouies ou transportées vers un site de traitement final.

Coûts : Les coûts d'investissement pour la construction de cette technologie sont faibles (matériaux et main-d'œuvre locaux). Toutefois, les coûts opérationnels et récurrents liés à la collecte, au transport et au traitement ultérieur des excréta peuvent être considérables et doivent être pris en considération lors du calcul des coûts à long terme.

Aspects sociaux : La technologie doit être discutée au préalable avec la communauté, car son utilisation a des implications considérables en termes d'acceptabilité et de changement de comportement. Une formation est parfois nécessaire pour en favoriser l'acceptation et assurer un bon niveau d'utilisation et de maintenance. Ceci peut contribuer à améliorer l'acceptation des utilisateurs.

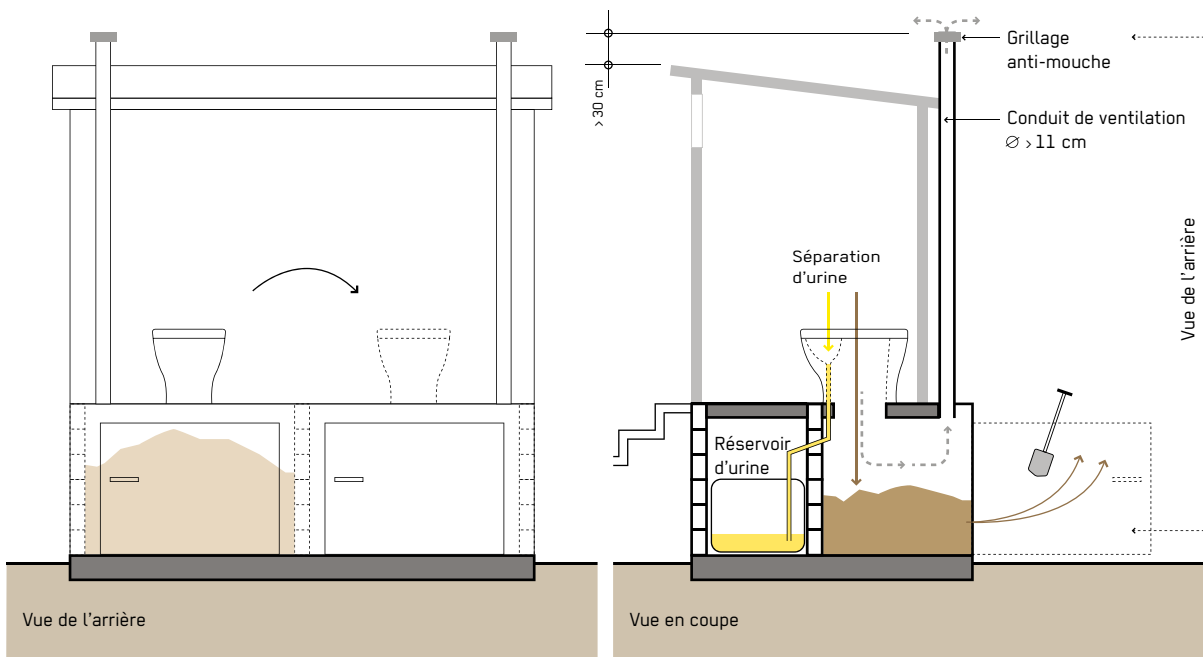
Forces et faiblesses :

- ⊕ Convient aux zones dans lesquelles les caractéristiques du sol sont contraignantes et aux zones inondables
- ⊕ Fonctionne sans eau
- ⊕ Absence de mouches et de mauvaises odeurs si l'entretien et l'utilisation sont corrects
- ⊖ Nécessite un système de gestion robuste, les besoins en maintenance étant importants
- ⊖ Nécessite de bien former les utilisateurs et le personnel de maintenance
- ⊖ Nécessite une source constante d'additif
- ⊖ Nécessite de vidanger manuellement les réceptacles contenant les fèces (et l'urine)

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 201**

Chambre double avec séparation d'urine (UDDT)

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|--|------------------------------------|---|---|
| Réponse aiguë ★★ Stabilisation ★★ Relèvement | ★★ Ménage ★★ Voisinage Ville | ★★ Ménage ★★ Partagé ★ Public | Confinement des excréta. Solution pour les sols contraignants. Élimination des agents pathogènes et récupération des nutriments |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| * Faible | ★★ Moyenne | ● Fèces, ● Urine, ● Matériaux de nettoyage sec, ● Eau de nettoyage anal | ● Fèces séchées, ● Urine stockée |



Les toilettes à séparation d'urine (ou toilettes UDDT de l'anglais Urine Diversion Dry Toilets) avec chambre double fonctionnent sans eau. L'urine et les fèces sont séparés au niveau de l'interface utilisateur (U.2) et sont collectées dans des réceptacles distincts. Tandis que l'urine est stockée dans un réservoir (ou est déviée vers un dispositif d'infiltration), les fèces sont collectées dans les chambres situées sous l'interface utilisateur, dans lesquelles elle se dessèchent. L'alternance des chambres permet de prolonger la durée du stockage et, par là même, du traitement.

Lorsque les fèces ne sont pas mélangées avec l'urine ou d'autres liquides, elles sèchent rapidement, ce qui entraîne une destruction des agents pathogènes et la réduction des mauvaises odeurs. L'alternance des chambres permet aux fèces de se déshydrater et à leur volume de diminuer dans la chambre qui n'est pas utilisée. L'interface à séparation d'urine est déplacée au-dessus de la chambre

qui est en service. Lorsque la seconde chambre est pleine, la première est vidée et remise en service. Pour favoriser le processus de déshydratation, il faut recouvrir les fèces d'une petite quantité de cendres, de chaux, de terre sèche ou de sciure après chaque utilisation.

Considérations sur la conception : La chambre est dimensionnée en fonction du nombre prévu d'utilisateurs (prévoir 100 L/personne/an) et pour permettre une durée de stockage de 6 à 24 mois. L'OMS recommande 6 mois de stockage avec un additif alcalin (cendres ou chaux), d'au moins 1 an dans les climats chauds, et de 1,5 à 2 ans dans les climats plus froids. Les dimensions de la fosse doivent tenir compte de l'additif, du débit de l'air circulant et de la répartition non-homogène des fèces dans la chambre. Il faut éviter de faire passer les conduites d'urine directement dans les chambres en raison du risque de fuite et installer un conduit de ventilation pour éliminer l'humidité, les mouches et les odeurs. Les eaux provenant du dis-

positif de lavage des mains et du nettoyage anal (le cas échéant) doivent être évacués séparément (D.10). Si l'on utilise du matériel de nettoyage anal sec, il faut installer une poubelle séparée. Le tuyau de raccordement de l'urine doit comporter un joint anti-odeur. Il doit être aussi court que possible, sans coudes prononcés et installé avec une pente > 1 %.

Matériaux : La superstructure des toilettes peut être construite en bambou, en bois, en béton, en tôle ondulée ou en briques, et les sièges et les dalles des toilettes à séparation d'urine achetés ou fabriqués localement. Les chambres peuvent être réalisées en briques scellées ou en béton pour empêcher toute intrusion d'eau provenant de l'extérieur.

Contexte : Cette technologie est appropriée dans les phases de stabilisation et de relèvement, sous réserve de son acceptabilité et de l'espace disponible. En ville, il est indispensable de mettre en place un service de collecte et de transport des produits sortants. Cette technologie est adaptée aux terrains rocailleux, lorsque la nappe phréatique est haute, dans les zones inondables (attention à l'étanchéité des chambres) et ayant peu de ressources en eau. Elle ne convient pas aux situations d'extrême urgence en raison du temps nécessaire à la construction ainsi qu'à la sensibilisation et la formation nécessaires à leur utilisation. Selon le contexte, les produits sortants peuvent être valorisés en tant qu'engrais ou amendement de sol.

Fonctionnement et entretien : Les tâches d'exploitation et de maintenance consistent principalement à réaliser la vidange, remplacer les réservoirs de collecte d'urine (si celle-ci n'est pas infiltrée), réaliser le nettoyage routinier et les réparations mineures, et vérifier la présence des produits d'hygiène, des matériaux de nettoyage sec et d'additif pour recouvrir les fèces. De temps à autre, il faut pousser les fèces accumulées sous l'orifice des toilettes vers les côtés de la chambre et d'utiliser un équipement de protection lors de toute manipulation.

Santé et sécurité : Si elle est correctement utilisée et gérée, cette technologie permet un confinement et un traitement sans risque des excréta. Les installations doivent être équipées d'un dispositif de lavage des mains (U.7) et le lavage soigneux des mains au savon après utilisation doit être encouragé (X.12). En raison du risque résiduel de contamination croisée de l'urine (avec les matières fécales), il est recommandé de stocker l'urine pendant une durée de 1 à 6 mois avant toute valorisation potentielle

agricole comme engrais liquide (D.1), le stockage permettant d'en assurer le traitement. La déshydratation des fèces entraîne une réduction significative du nombre d'agents pathogènes après la durée de stockage recommandée de 6 à 24 mois. Cependant, certains agents pathogènes (par exemple les Ascaris) peuvent rester viables au-delà même de périodes de stockage plus longues. Dans le cas où l'on prévoit de valoriser les fèces séchées, comme amendement de sol pour des plantes ornementales, des arbres ou des cultures à faible risque (D.2), il est recommandé de réaliser un traitement secondaire (T.11 ou T.12). Dans le cas contraire, les fèces séchées peuvent être enfouies ou mises en décharge dans un site de stockage ultime.

Coûts : Les coûts d'investissement varient en fonction de la disponibilité et du prix des matériaux locaux et des dalles ou des sièges de toilettes préfabriqués, mais ceux-ci sont généralement faibles ou modérés. Les coûts d'exploitation sont très faibles si les utilisateurs en ont eux-mêmes la charge.

Aspects sociaux : La technologie doit être discutée au préalable avec la communauté, en particulier son acceptabilité et les changements de comportement qu'elle induit. Une formation est parfois nécessaire pour en favoriser l'acceptation, une utilisation et un entretien appropriés. L'infiltration de l'urine dans le sol a pour avantage d'éviter les contraintes de gestion et de favoriser l'acceptation des utilisateurs.

Forces et faiblesses :

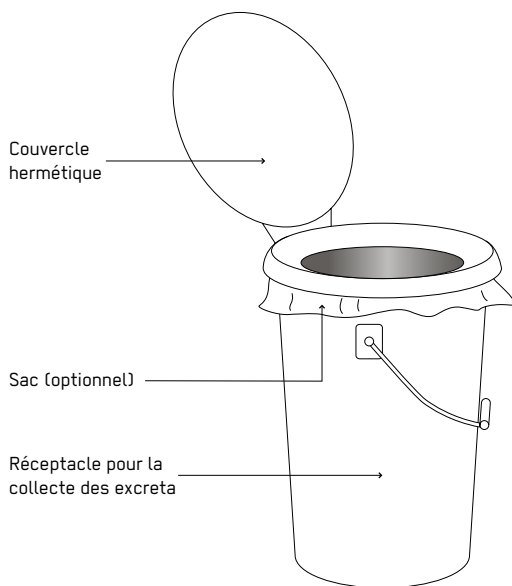
- ⊕ Longue durée de vie et coûts d'exploitation faibles
- ⊕ Nécessite peu ou pas d'eau (lavage des mains éventuellement nettoyage anal)
- ⊕ Réduction significative des agents pathogènes
- ⊕ L'urine et les fèces sont des engrais et amendements de sol potentiels
- ⊖ Nécessite de bien former les utilisateurs et que ceux-ci acceptent la technologie
- ⊖ Nécessite une source constante d'additif (pour déshydrater les fèces)
- ⊖ Nécessite de vidanger manuellement les matières fécales séchées
- ⊖ Capacité limitée par la taille des chambres

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 201**

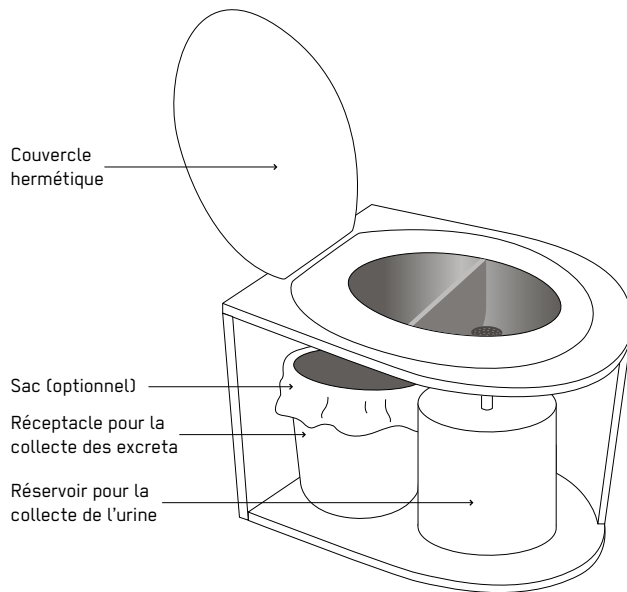
Toilettes à réservoir(s) amovible(s) (CBS)

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|-----------------------------------|---|---|
| ** Réponse aiguë * Stabilisation * Relèvement | ** Ménage * Voisinage Ville | * Ménage ** Partagé ** Public | Confinement des excréta. Davantage d'intimité. Grande flexibilité |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants/sortants | |
| * Faible | * Faible | ● Fèces, ● Excreta, ● Urine, (● Matériaux de nettoyage sec), (● Eau de nettoyage anal) | |

Modèle simple



Modèle à séparation d'urine



Les toilettes à réservoir(s) amovible(s) (ou CBS, de l'anglais container-based sanitation) sont une solution d'assainissement individuel dont le principe est de confiner les excréta au sein même de la structure des toilettes. Elles existent en plusieurs modèles. Les fèces et l'urine sont collectées dans des réservoirs amovibles étanches (parfois appelés « cartouches »), qui sont ensuite fermés et transportés vers une installation de transfert (C.6) ou de traitement. Les toilettes portatives à réservoir(s) amovible(s) permettent un usage à domicile en préservant l'intimité, tout en rendant la collecte et le transport des produits sortants faciles et pratiques. Des réservoirs de très grande taille peuvent également être installés sous plusieurs toilettes pour simplifier la vidange (S.7).

Les toilettes à réservoir(s) amovible(s) sont une solution efficace pour permettre à une communauté de bénéficier d'installations sanitaires sûres et personnelles. Contrairement aux toilettes chimiques (S.11) qui sont des installations

partagées, les toilettes à réservoir(s) amovible(s) ne sont pas plus volumineuses qu'un seau et s'intègrent facilement dans une maison ou sous une tente. Elles existent dans une variété de modèles allant de simples seaux avec couvercle (déconseillé), aux seaux doublés d'un sac biodégradable imprégné d'urée, comme les sacs Peepoo®, jusqu'à des modèles plus sophistiqués à séparation d'urine. La distribution de ce type de toilettes peut se faire rapidement.

Considérations sur la conception : Le dimensionnement du ou des réservoirs doit être adapté au nombre d'utilisateurs ainsi qu'à la capacité et à la fréquence des collectes, sans toutefois dépasser 50 à 60 L pour en faciliter la manutention. Les réservoirs doivent pouvoir être fermés de façon étanche et être munis de poignées pour simplifier la logistique. Une cabine sommaire peut être construite à l'intérieur de la maison pour accroître l'intimité. Si les utilisateurs ont l'habitude de s'accroupir pour la défécation, il est possible d'aménager une plateforme en bois au-dessus des toilettes.

Matériaux : Cette technologie peut utiliser des réceptacles préfabriqués ou combiner ces derniers avec une structure fabriquée sur place pour habiller le(s) réservoir(s) et utiliser les toilettes. La structure et la cabine peuvent être fabriquées en utilisant du bois, des nattes tressées, du ferrociement ou des tôles métalliques. Les sièges des toilettes ou les dalles peuvent être achetées ou produites localement et il existe également des modèles préfabriqués. Certains modèles fonctionnent avec un système de sac, pour lequel il faut faire appel à un fournisseur. Il est recommandé d'utiliser des sacs biodégradables pour faciliter le processus de traitement ultérieur comme le compostage.

Contexte : Cette technologie peut être appropriée dans toutes les phases de l'urgence, à condition qu'une entreprise ou une autre organisation assure régulièrement la collecte, le transport et la vidange. La viabilité de la technologie dépend de la présence d'un service de gestion. Un des principaux avantages de cette technologie tient au fait qu'elle accroît la sécurité des usagers qui ne doivent plus quitter leur habitation pour aller aux toilettes (par exemple la nuit) et qu'elle participe à la bonne gestion des excréta des enfants. Ces toilettes peuvent être distribuées et mises en place relativement rapidement, pour autant que l'on dispose de stocks suffisants. Elles ne nécessitent pas de structure permanente et peuvent être déplacées si nécessaire, ce qui est un avantage lorsque les utilisateurs sont susceptibles de déménager. Elles sont particulièrement adaptées aux zones urbaines densément peuplées. Dans les situations d'urgence où l'on utilise déjà des sacs de défécation (par exemple les sacs Peepoo®) il est relativement facile d'évoluer vers un système plus sophistiqué comme les toilettes à réservoir(s) amovible(s). Pour une solution à plus long terme, il est recommandé de sélectionner un modèle à séparation d'urine, car ceci permet de réduire les coûts de traitement.

Fonctionnement et entretien : La répartition des responsabilités entre les utilisateurs et les prestataires de services doit être clairement définie et prise en compte dans le processus de planification. Le nettoyage, la collecte et le remplacement régulier des réservoirs peuvent être effectués par l'utilisateur ou par un prestataire. Les réservoirs doivent être transportés (C.1 et C.2) vers un centre de traitement ou de valorisation. Les réservoirs doivent être soigneusement nettoyés par un personnel formé, dans une zone de nettoyage désignée permettant de gérer en toute sécurité les eaux de nettoyage contaminées. Les utilisateurs de toilettes à réservoir(s) amovible(s) doivent disposer du matériel de nettoyage anal adéquat.

Santé et sécurité : Il est essentiel de mettre à disposition des dispositifs de lavage des mains (U.7) et d'encourager le lavage soigneux des mains au savon après l'utilisation des toilettes (X.12). Les prestataires sont particulièrement exposés au risque de contracter des maladies liées aux excréta. Pour assurer leur protection, il est essentiel d'appliquer une gestion rigoureuse des procédures de collecte et de traitement, qu'ils soient dotés d'un bon équipement de protection individuelle et qu'ils aient accès à des douches.

Coûts : Les toilettes à réservoir(s) amovible(s) sont relativement peu coûteuses. Leur mise en service est rapide et, si elles sont bien gérées, elles peuvent être utilisées de façon durable. Les calculs de coûts doivent néanmoins refléter les exigences d'exploitation et d'entretien, comme la collecte, le transport, le nettoyage, le stockage, le traitement et l'élimination finale ou la valorisation des produits collectés.

Aspects sociaux : L'acceptabilité de cette technologie doit être discutée avec les communautés ciblées, en raison des changements de comportement induits, et pour répondre aux préférences des utilisateurs (position assise ou accroupie, pratiques de nettoyage anal, couleur, etc.). Une formation est parfois nécessaire pour favoriser l'acceptation, assurer une utilisation correcte, une bonne maintenance et éviter les mauvaises utilisations, en particulier avec les modèles à séparation d'urine.

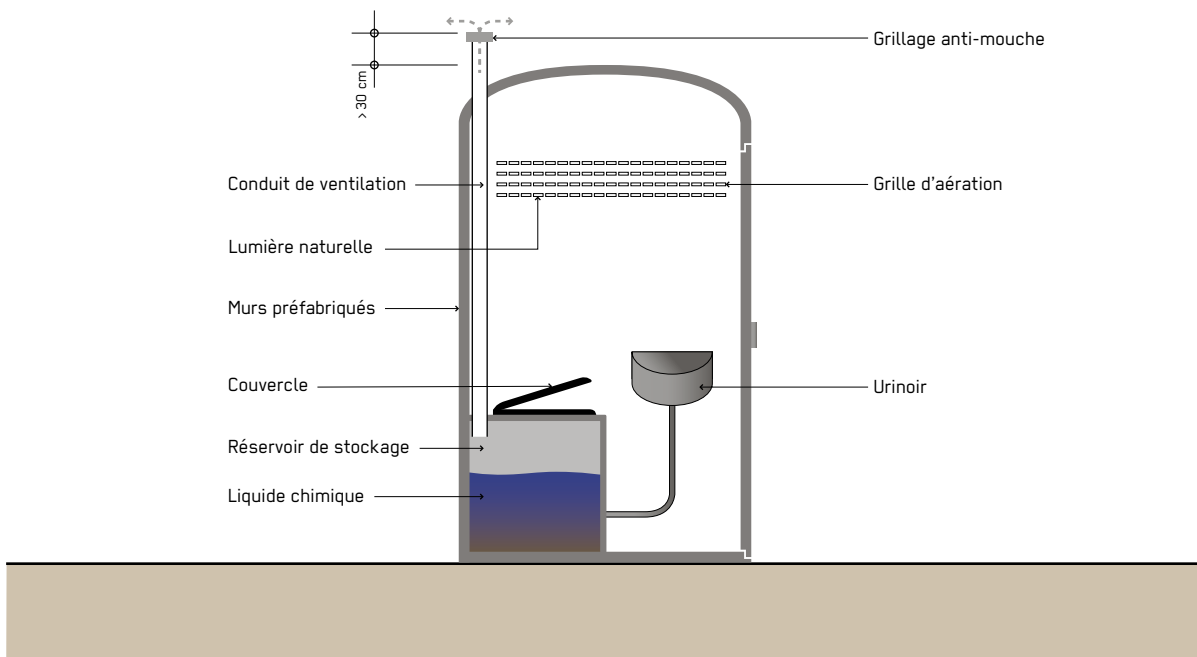
Forces et faiblesses :

- ⊕ Pas besoin de structure permanente, répond aux besoins des résidents itinérants
- ⊕ Peut être utilisé à l'intérieur de l'habitation (accès facile, meilleure gestion des fèces des enfants, moins de risque de violence sexospécifique)
- ⊕ Convient aux zones inondées, aux sols rocheux et lorsque la nappe phréatique est élevée
- ⊖ Coût initial moyen à élevé
- ⊖ Dépend de la qualité d'un service de collecte régulier
- ⊖ Nécessite un lieu de mise en décharge ou de traitement sécurisé
- ⊖ Nécessite de bien former les utilisateurs et les prestataires des services à l'utilisation, la maintenance, l'entretien et le suivi

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 202**

Toilettes chimiques

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|---------------------------------|---|---|
| ** Réponse aiguë Stabilisation Relèvement | Ménage ** Voisinage Ville | Ménage Partagé ** Public | Confinement des excréta. Mise en service rapide |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| * Faible | ** Moyenne | ● Fèces, ● Excreta, ● Urine, ● Produits chimiques, (+ ● Eau de nettoyage anal), (+ ● Matériaux de nettoyage sec) | ● Boues |



Les toilettes chimiques, parfois aussi appelées « toilettes portatives », peuvent être utilisées comme solution immédiate dans la phase de réponse aiguë d'une urgence. Les toilettes chimiques sont généralement intégrées dans une cabine portable préfabriquée en plastique. Elles collectent les excréta humains dans un réservoir de rétention étanche contenant des produits chimiques, dont le rôle est de désinfecter les excréta et/ou de diminuer les odeurs.

Les toilettes chimiques sont constituées d'une cabine préfabriquée complète et dotée d'un réservoir de stockage, généralement d'une capacité de 200 L, dans lequel on ajoute une solution chimique. Une petite quantité d'eau et de produits chimiques sont mélangés et tiennent lieu d'eau de chasse. Le réservoir de rétention recueille les excréta, le liquide mélangé pour tirer la chasse et le matériel de nettoyage anal. Les additifs chimiques présents dans l'eau de chasse et dans le réservoir de rétention réduisent les odeurs et désinfectent partiellement les excréta.

Considérations sur la conception : Les toilettes chimiques peuvent servir entre 75 et 100 personnes avant d'être vidangées. Une cabine standard mesure environ 110 cm de côté et 210 cm de haut, donc assez grande pour une personne. Elle est dotée d'un revêtement de sol lavable, de grilles d'aération et d'un conduit de ventilation. Les modèles standards sont commercialisés avec de nombreuses variantes en termes d'interfaces utilisateur (urinoirs, dalles, siège), d'accès pour les personnes à mobilité réduite et d'un dispositif de lavage des mains qui peut être placé à l'intérieur de la cabine. Des réservoirs de rétention plus grands (> 200 L) et des modèles adaptés aux conditions hivernales (avec antigel) sont également disponibles. Les toilettes doivent être situées dans des zones accessibles aux véhicules de vidange motorisés (C.2). La gestion finale des boues produites est une question cruciale et une solution sans risque pour la santé et l'environnement doit être identifiée avant d'envisager l'installation de toilettes chimiques.

Matériaux : Les toilettes chimiques sont livrées sous forme d'une cabine préfabriquée complète. Elles sont parfois disponibles auprès des distributeurs du pays d'intervention ; dans le cas contraire, elles peuvent être acheminées par avion. La solution chimique couramment utilisée est le glutaraldéhyde, le formaldéhyde ou la soude caustique (hydroxyde de sodium). Des mélanges d'enzymes plus écologiques ont également été mis au point. Il faut également disposer de matériel de nettoyage anal sec, d'équipement de nettoyage des toilettes ainsi que d'un camion de vidange.

Contexte : Les toilettes chimiques sont appropriées pour la phase de réponse aiguë d'une urgence et sont particulièrement adaptées aux zones inondables, quand il est difficilement envisageable de creuser des fosses, dans les zones urbaines, lorsqu'il y a peu d'eau et lorsque l'on cherche une solution temporaire. Le confinement et l'isolement des excréta permettent de minimiser les risques de contamination et en font une bonne solution en cas de risque de choléra. Ce sont des installations partagées qui ne sont jamais utilisées comme toilettes domestiques.

Fonctionnement et entretien : Les toilettes chimiques sont munies d'une chasse d'eau qui fonctionne à l'aide d'une pompe à main ou à pied ou bien fonctionnent comme un système sec sans chasse d'eau. Si 75 à 100 personnes utilisent ces toilettes chaque jour, alors elles doivent être vidées quotidiennement grâce à un système de vidange et de transport motorisé (C.2). Les toilettes nécessitent un nettoyage et un contrôle réguliers des niveaux d'eau pour le lavage des mains et le nettoyage anal, des produits d'hygiène, du savon et des matériaux de nettoyage sec. En cas d'un nombre élevé d'utilisateurs, la présence permanente de personnel est recommandée (une personne pour 10 cabines), afin de garantir un bon niveau d'entretien et de nettoyage. Il est possible de rémunérer des membres de la communauté pour assurer cette fonction. Certains produits chimiques contenus dans les boues peuvent nuire à l'activité biologique d'installations de traitement comme les réacteurs anaérobies à chicanes (S.14) ou les réacteurs à biogaz (S.16).

Santé et sécurité : Si la vidange est retardée ou omise, les toilettes chimiques peuvent très rapidement poser un sérieux risque sanitaire. Il est crucial de toujours mettre à disposition des dispositifs de lavage des mains (U.7) approvisionnés en permanence en eau et en savon ou en désinfectant pour les mains. Les cabines doivent être situées sur un terrain plat et arrimées pour éviter des déplacements indésirables. Il est interdit de fumer dans les cabines car elles sont inflammables.

Coûts : Les coûts d'investissement moyens et les coûts d'exploitation élevés font que l'utilisation des toilettes chimiques n'est pas envisageable au-delà de la phase de réponse aiguë. Le coût global dépend du nombre de toilettes requis, de leur prix d'achat ou de location et de la durée du contrat.

Aspects sociaux : La communauté doit être impliquée dès le début du processus de mise en œuvre et les bénéficiaires doivent être informés de la période pendant laquelle les toilettes seront disponibles, ainsi que de la stratégie de gestion des excréta dans la communauté. En général, les toilettes chimiques sont des installations sanitaires confortables et sûres et sont souvent bien acceptées. Le choix de l'emplacement des toilettes est important, sans quoi les fortes odeurs dégagées lors de la vidange peuvent avoir un effet négatif sur leur acceptation. Il faut également tenir compte de la direction du vent dominant. D'autres problèmes peuvent être liés au principe de l'utilisation collective. Des familles peuvent refuser de partager les toilettes avec d'autres groupes et souhaiter disposer de toilettes personnelles. En outre, il est important de sélectionner des toilettes dont l'interface correspond aux habitudes des groupes cibles, par exemple qui leur permettent de s'asseoir ou de s'accroupir. Lorsque des musulmans font partie de la communauté cible, il convient de faire attention à l'orientation des toilettes par rapport au point de prière.

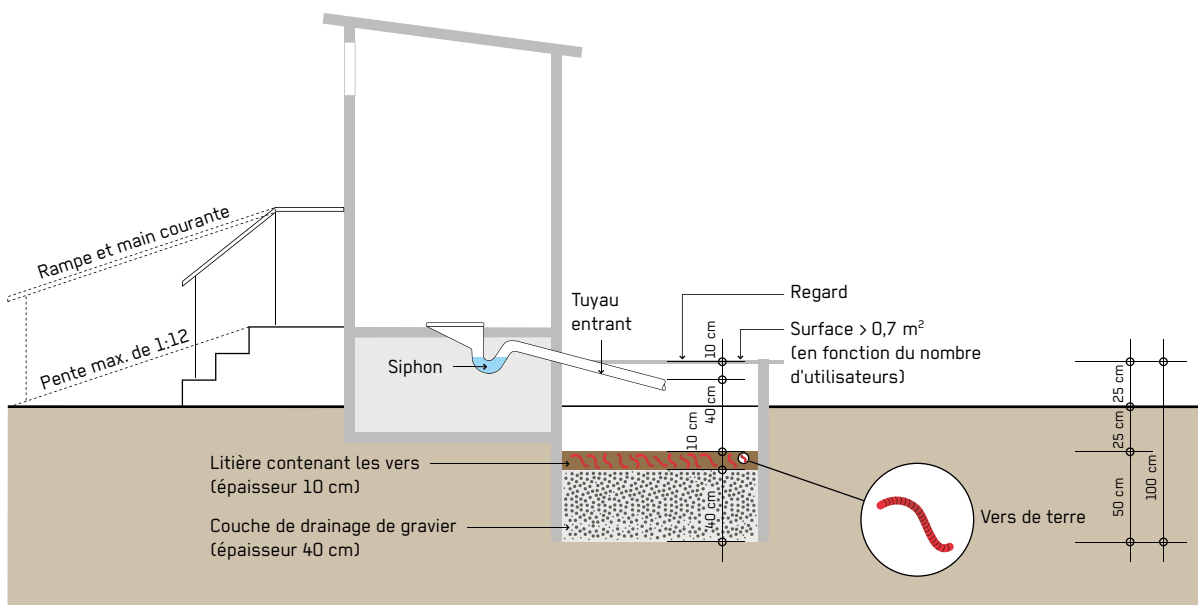
Forces et faiblesses :

- ⊕ Mise en service rapide
- ⊕ Bonne technologie en termes d'acceptation, de dignité et de confinement des excréta
- ⊕ Peuvent être déplacées facilement si nécessaire
- ⊕ Peuvent être utilisées dans les zones où il est impossible de creuser ou dans les zones urbaines
- ⊖ Onéreuses (en particulier pour l'exploitation et la maintenance)
- ⊖ Nécessitent un entretien quotidien
- ⊖ Impossibles à utiliser s'il n'existe pas d'endroit sécurisé pour déverser les boues à proximité
- ⊖ Relativement peu fréquentes en dehors de l'Europe, de l'Amérique du Nord et de certaines régions d'Amérique latine

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 202**

Toilettes à lombricompostage (technologie émergente)

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|-----------------------------------|--|--|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | ★★ Ménage ★ Voisinage Ville | ★★ Ménage ★★ Partagé Public | Confinement des excréta. Réduction du volume des boues. Réduction de la quantité d'agents pathogènes |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★ Faible | ★★ Moyenne | ● Urine, ● Fèces, (● Matériaux de nettoyage sec), (● Eau de nettoyage anal), ● Eau de rinçage | ● Lombricompost, ● Effluent |



Les toilettes à lombricompostage sont une technologie émergente qui a été utilisée avec succès en zones rurales, périurbaine et dans les camps. Elle comprend une cuvette à chasse manuelle raccordée à un « lombrifiltre » (filtre contenant des vers de terre, aussi appelés « lombrics »). L'effluent s'infiltre dans le sol et le lombricompost est évacué environ tous les 5 ans.

L'utilisation de vers de compostage permet de réduire considérablement la quantité de matières solides. Ce système permet de transformer chaque kilogramme de matières fécales humaines en une quantité d'environ 100 à 200 g de lombricompost, ce qui permet de réduire la fréquence de vidange du système par rapport aux systèmes de fosse traditionnels. Le lombricompost est généré dans la partie supérieure du système et est un matériau sec semblable à de l'humus, qui, comparé aux matières fécales non-traitées, est relativement facile à manipuler et sans danger pour la santé.

Considérations sur la conception : Dans le cadre d'une utilisation domestique, la surface du vermifiltre est d'au moins 0,7 m² selon le nombre d'utilisateurs. La profondeur de la fosse est d'environ 1 m et celle-ci permet l'infiltration de l'effluent par le biais d'une couche de 40 cm de matériau de drainage (gravier ou pierres) déposée au fond. Cette couche est recouverte de 10 cm de litière organique (copeaux de bois, écorces de noix de coco ou compost) contenant des vers de terre. Le couvercle de la fosse doit être bien ajusté, mais ne doit pas être scellé. La fosse est raccordée au système de chasse d'eau.

Matériaux : Les toilettes à lombricompostage peuvent être construites à partir de matériaux locaux. Une dalle dotée d'une cuvette à chasse manuelle est nécessaire. La fosse doit être décalée par rapport au trou de défécation. Elle peut être fabriquée avec des buses en béton, du ciment et des briques. Les vers (100 g par personne) sont l'élément le plus important. Quatre espèces de vers

de compostage ont été utilisées avec succès jusqu'à présent, à savoir *Eisenia fetida*, *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavatus* et *Eisenia andrei*. On peut les trouver localement, les acheter dans des entreprises de lombricompostage ou de lombriculture ou bien les importer.

Contexte : Les toilettes à lombricompostage sont intéressantes si l'on recherche une solution d'assainissement domestique à long terme et que la vidange est problématique. Cette technologie est appropriée avec l'utilisation de toilettes à chasse manuelle et dans les camps qui ont une stratégie de mise en place de systèmes d'assainissement domestique. Comme le lombrifiltre peut être partiellement enterré, cette technologie est adaptée aux zones où le niveau de la nappe phréatique est relativement élevé (de l'ordre de 1 m). Comme l'effluent pénètre dans le sol, une certaine capacité d'infiltration est nécessaire. Garantir un approvisionnement en vers peut être problématique.

Fonctionnement et entretien : Les principales interventions sont notamment le nettoyage régulier des toilettes, la communication d'informations sur leur utilisation, les réparations mineures, la vérification régulière du bien-être des vers et la surveillance du remplissage de la fosse. Celle-ci doit être vidée tous les 5 ans environ. Idéalement, avant de procéder à la vidange, l'usage des toilettes devrait être suspendu pendant une semaine, afin de transformer les fèces fraîches en lombricompost. Pour vider le vermifiltre, il faut retirer le lombricompost accumulé sur les bords avec une petite bêche, puis étaler le lombricompost du milieu sur la surface du filtre pour démarrer la future litière. Le lombricompost récolté peut être enfoui sur place. Lors de la sensibilisation des utilisateurs, il faut souligner que les seuls produits qui peuvent être jetés dans les toilettes sont l'eau, les fèces, l'urine et éventuellement le papier hygiénique. Les toilettes ne doivent être nettoyées qu'à l'eau et à la brosse, et doivent être rincées après chaque utilisation, y compris la miction.

Santé et sécurité : Si elles sont bien utilisées et gérées, les toilettes à lombricompostage peuvent être considérées comme une technologie sûre de confinement des excréta. Elles doivent être munies de dispositifs de lavage des mains (U.7) et le lavage soigneux des mains au savon après l'utilisation des toilettes doit être abordé dans le cadre des activités de promotion de l'hygiène (X.12).

Coûts : Les toilettes à lombricompostage peuvent être construites en utilisant des matériaux locaux. Les vers peuvent être coûteux, mais l'on peut intégrer une activité de lombriculture dans les projets à grande échelle. Le coût est comparable à celui de latrines à fosse bien construites. Les coûts d'exploitation et d'entretien doivent être inclus sur la durée de vie de la technologie. Avec le temps, cette technologie devient de plus en plus intéressante financièrement par rapport aux autres systèmes utilisant des fosses.

Aspects sociaux : Il faut convenir dès le départ du transfert éventuel des installations aux bénéficiaires et de la répartition des rôles et des responsabilités en matière d'exploitation et d'entretien, et les associer étroitement aux activités de promotion de l'hygiène (X.12). Ceci permet d'assurer une bonne utilisation ainsi qu'une exploitation et un entretien appropriés. La communauté doit être sensibilisée aux vers et aux toilettes. Cela peut se faire en soulignant les avantages du système, c'est-à-dire le peu d'espace requis, le caractère pratique du système à base d'eau, l'absence d'odeur, la réduction de la fréquence des vidanges, plutôt que de discuter de l'utilisation des vers. Les expériences passées ont montré peu de réactions indésirables liées à l'utilisation des vers.

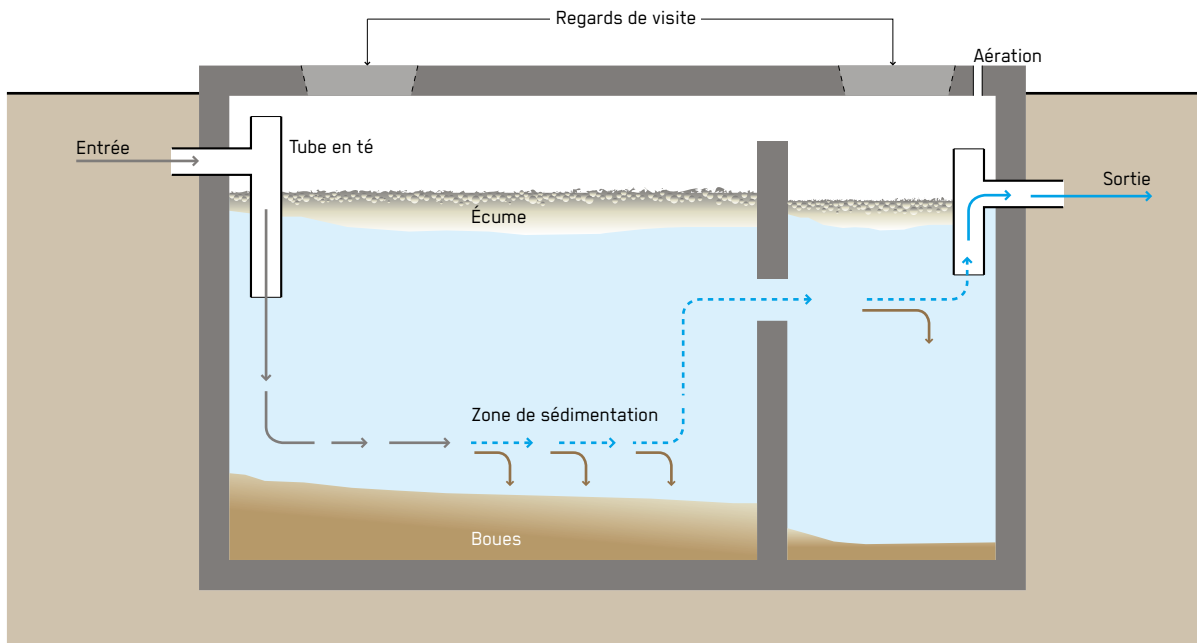
Forces et faiblesses :

- ⊕ Pas d'odeur
- ⊕ La conception est adaptable aux matériaux disponibles localement
- ⊕ Vidanges très espacées (> 5 ans d'utilisation)
- ⊕ Plus facile et plus agréable à vider que des boues de fosses traditionnelles
- ⊖ On ne sait pas clairement si les produits d'hygiène menstruelle peuvent être digérés par les vers
- ⊖ La javel ou d'autres produits chimiques ne peuvent pas être utilisés pour nettoyer les toilettes
- ⊖ Manque de retour d'expérience sur l'exploitation et la maintenance

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 202**

Fosse septique

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|--|------------------------------------|--------------------------------------|---|
| ★ Réponse aiguë ★★ Stabilisation ★★ Relèvement | ★★ Ménage ★★ Voisinage Ville | ★★ Ménage ★★ Partagé ★★ Public | Confinement des excréta. Séparation solide/liquide |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★ Moyen | ★ Faible | ● Eaux noires, ● Eaux grises | ● Effluent, ● Boues |



Une fosse septique est une chambre étanche en béton, en fibre de verre, en PVC ou en plastique, dans laquelle s'écoulent les eaux noires et les eaux grises pour subir un traitement primaire avant infiltration dans le sol ou traitement ultérieur. La décantation et les processus anaérobies entraînent une réduction des matières solides et organiques. L'effluent liquide est généralement rejeté dans un lit d'infiltration (D.9) ou un puits d'infiltration (D.10) qui assure un traitement supplémentaire.

Les eaux usées entrent dans le premier compartiment de la fosse, ce qui permet aux matières solides de se décanter et à l'écume (principalement les huiles et les graisses) de flotter à la surface. Avec le temps, les matières décantées sont dégradées de manière anaérobie. En règle générale, dans une fosse septique bien conçue et bien entretenue, l'abattement est de l'ordre de 50 % pour les matières solides et de 30 à 40 % pour la demande biochimique en oxygène. La concentration en E. coli est

divisée par 10. L'efficacité varie toutefois beaucoup selon les conditions d'exploitation et d'entretien et les conditions climatiques.

Considérations sur la conception : Une fosse septique doit disposer d'au moins deux compartiments. Le premier doit représenter au minimum 50 % de la longueur totale. La plus grande partie des matières solides se déposent dans le premier compartiment. La cloison ou chicane, qui sépare les deux compartiments, empêche l'écume et les matières solides de s'échapper avec l'effluent et limite la possibilité de court-circuit dans les compartiments. Un tube en T au niveau de l'exutoire limite encore davantage la quantité d'écume et de matières solides rejetées. Pour effectuer l'entretien, il est nécessaire de pouvoir accéder à tous les compartiments (par des regards de visite). Les fosses septiques doivent être ventilées pour contrôler le dégagement de gaz malodorants et potentiellement nocifs. Les dimensions dépendent du nombre prévu d'utilisateurs, de

la quantité d'eau utilisée par habitant, de la température annuelle moyenne, de la fréquence des vidanges et des caractéristiques des eaux usées. Le temps de rétention minimum recommandé pour les fosses de petite taille est de 24 heures, mais il peut être ramené à 12 heures dans le cas des fosses de très grande taille. Le volume de chaque compartiment doit être suffisamment important pour éviter les turbulences dans le liquide. La fosse aqua privy est une variante de la fosse septique où le compartiment de stockage et de décantation est situé juste sous le trou de défécation des toilettes pour permettre aux excréta d'y tomber directement. Les fosses aqua privy peuvent être de plus petite taille qu'une fosse septique car il n'y a pas besoin d'eau de chasse pour transporter les excréta.

Matériaux : Une fosse septique peut être construite en briques, en moellons ou en pierres et peut donc être réalisée sur place en utilisant des matériaux locaux. Il existe également des fosses préfabriquées en fibre de verre, en PVC ou en plastique.

Contexte : Cette technologie est appropriée pour les ménages ainsi que pour les institutions telles que les hôpitaux et les écoles. Le choix de la fosse septique est indiqué lorsque le volume des eaux usées produites est trop important pour être collecté dans une fosse simple et lorsque l'approvisionnement en eau est suffisant pour évacuer les matières solides à l'aide d'une chasse d'eau. Ceci dépend de la distance entre les toilettes et la fosse. Si les fosses septiques sont utilisées dans des zones densément peuplées, il faut éviter l'infiltration à la parcelle, au risque de saturer et de contaminer le sol, ce qui représente un risque sanitaire majeur. Dans ce cas, il est préférable de raccorder les fosses septiques à un réseau d'égouts par lequel l'effluent est acheminé vers un site de traitement ou de rejet. Même si les fosses septiques sont étanches, il n'est pas recommandé de les construire dans les zones où le niveau de la nappe phréatique est élevé ni là où il y a de fréquentes inondations. Comme les fosses septiques doivent être régulièrement vidangées, les camions de vidange doivent pouvoir y accéder (C.2). Elles peuvent être mises en œuvre dans tous les types de climats, bien que l'efficacité soit moindre dans les climats froids (car la digestion anaérobie est plus efficace dans les climats chauds).

Fonctionnement et entretien : La fréquence de vidange des fosses septiques dépend du volume de la fosse en fonction de l'apport de matières solides, de la quantité de matières solides non-dégradables et de la température ambiante, ainsi que de leur utilisation, des caractéristiques du système et des exigences des autorités compétentes. Les systèmes qui fonctionnent bien nécessitent une vidange tous les deux à cinq ans. Les niveaux d'écume

et de boues doivent être surveillés pour s'assurer que la fosse fonctionne correctement. Il est préférable de vidanger les fosses à l'aide d'un dispositif de pompe et de transport motorisé (C.2), mais la vidange et le transport manuels (C.1) peuvent également être une solution. L'effluent et les boues de vidange exigent un traitement supplémentaire avant le rejet ou la valorisation. La cause la plus fréquente de défaillance des fosses septiques est liée à un défaut du système d'infiltration. Les fosses raccordées à des systèmes d'infiltration mal conçus devront être vidangées plus fréquemment.

Santé et sécurité : Dans des conditions normales d'exploitation, les utilisateurs n'entrent pas en contact avec l'influent ou l'effluent. Ce dernier, l'écume et les boues doivent être manipulés avec soin en raison de leur forte concentration en agents pathogènes. Lors de la vidange des boues et de l'écume, les opérateurs doivent être munis d'un équipement de protection individuelle. Les utilisateurs doivent être prudents lorsqu'ils ouvrent la fosse, car des gaz toxiques et inflammables peuvent être libérés. Dans le cas où l'effluent est éliminé par infiltration dans le sol, il est important d'évaluer le risque de contamination de la nappe phréatique, ainsi que la capacité d'infiltration du sol.

Coûts : Il s'agit d'une solution à coût faible ou moyen, tant en termes d'investissement que de fonctionnement. Il faut tenir compte des coûts occasionnés par les vidanges régulières, le traitement et la destination finale (valorisation ou rejet).

Aspects sociaux : La fosse septique est une technologie très répandue et bien acceptée parmi les utilisateurs de toilettes à chasse d'eau. En raison de l'équilibre microbien délicat du système, il est nécessaire de sensibiliser les utilisateurs afin qu'ils n'emploient pas de produits chimiques toxiques.

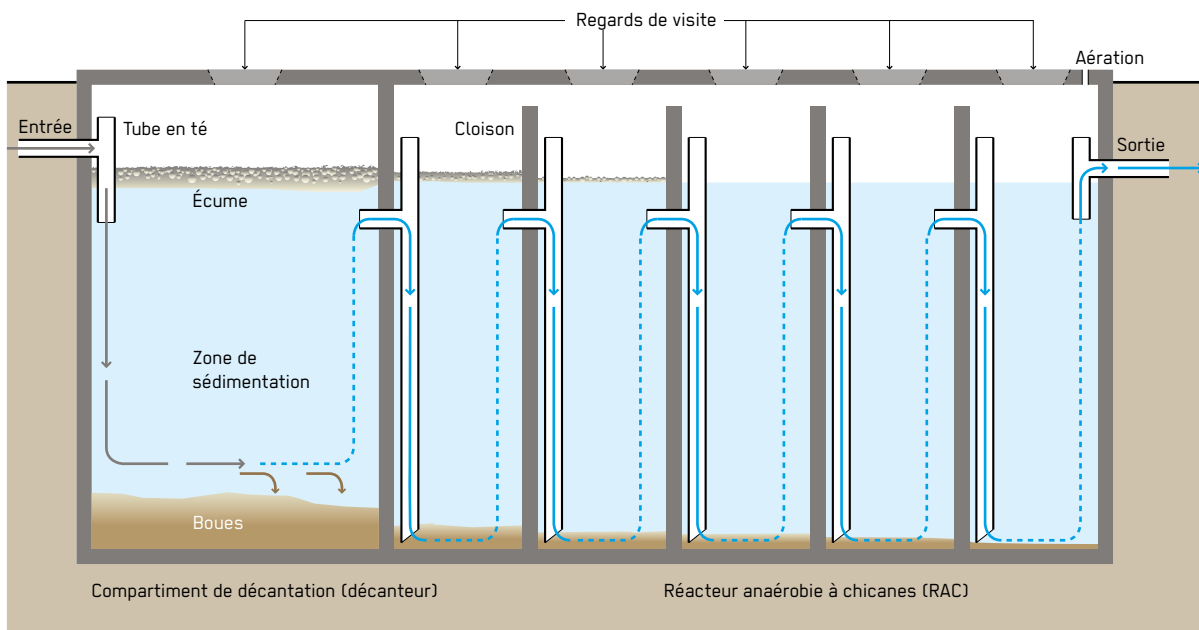
Forces et faiblesses :

- ⊕ Technologie simple et robuste
- ⊕ Aucune énergie électrique n'est nécessaire
- ⊕ Faibles coûts de fonctionnement et longue durée de vie
- ⊕ Construction souterraine
- ⊖ Faible abattement des agents pathogènes ainsi que des matières solides et organiques
- ⊖ Une vidange régulière doit être garantie
- ⊖ Les effluents et les boues nécessitent un traitement supplémentaire et/ou un rejet approprié.

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 202**

Réacteur anaérobie à chicanes (RAC)

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | ★ Ménage ★★ Voisinage Ville | ★ Ménage ★★ Partagé ★★ Public | Confinement des excréta. Séparation solide/liquide. Abattement de la DBO |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★ Moyen | ★★ Moyenne | ● Eaux noires, ● Eaux grises | ● Effluent, ● Boues |



Le réacteur anaérobie à chicanes (RAC) permet de traiter différentes sortes d'eaux usées et peut être considéré comme une fosse septique « améliorée » (S.13) qui utilise des chicanes (ou cloisons) pour optimiser le traitement. Le traitement des eaux usées se fait en forçant le flux de façon ascendante à travers une série de compartiments, au fond desquels les polluants sont biologiquement dégradés dans une couche active de boues.

Les RAC peuvent fournir aux eaux usées, ainsi qu'aux eaux grises ayant une charge organique, un traitement primaire et secondaire en faisant appel à des mécanismes biologiques anaérobies (absence d'oxygène). Les compartiments à flux ascendant favorisent l'élimination et la digestion des matières organiques. Le taux d'abattement de la demande biochimique en oxygène (DBO) peut atteindre 90 %, ce qui est largement supérieur au taux obtenu dans une fosse septique conventionnelle (S.13).

Considérations sur la conception : Les RAC autonomes de petite taille comportent généralement un compartiment de décantation intégré, mais la sédimentation primaire peut se faire dans un décanteur séparé (T.1) ou dans une autre technologie comme une fosse septique (S.13). Les RAC doivent comporter au moins 4 compartiments (selon la DBO) et au plus 6. La charge maximum recommandée doit être inférieure à $6 \text{ kg/m}^3/\text{jour}$; la profondeur de l'eau au point de sortie est en moyenne de 1,8 m et au maximum de 2,2 m (pour les systèmes de grande taille). Le temps de rétention hydraulique est en principe compris entre 16 et 20 heures et en aucun cas inférieur à 8 heures. La vitesse ascendante se situe idéalement autour de 0,9 m/h et est au maximum de 1,2 m/h. Il faut pouvoir accéder à tous les compartiments (par des regards de visite) pour en assurer l'entretien. Le réservoir doit être ventilé pour permettre la libération contrôlée des gaz odorants et potentiellement toxiques. Lorsque les eaux de cuisine sont raccordées au système, un bac à graisse (PRÉ) doit être placé avant

le décanteur pour éviter qu'une quantité trop importante d'huiles et de graisses ne pénètre dans le RAC et n'entrave les processus de traitement.

Matériaux : Un RAC peut être construit en béton, en fibre de verre, en PVC ou en plastique et peut être préfabriqué. Une pompe est parfois installée pour rejeter les eaux usées traitées lorsqu'il n'est pas possible de recourir à un écoulement gravitaire.

Contexte : La construction d'un RAC pour 20 ménages peut prendre plusieurs semaines, mais elle est beaucoup plus rapide (3 à 4 jours) si l'on utilise des modules préfabriqués en plastique renforcé de fibre de verre. Après la mise en service, il faut compter de 3 à 6 mois (jusqu'à 9 mois dans les climats plus froids) pour que le milieu biologique se constitue et pour atteindre une efficacité de traitement maximale. Les RAC ne sont donc pas indiqués pour la phase de réponse aiguë d'une urgence, mais conviennent mieux aux phases de stabilisation et de relèvement, ainsi qu'en tant que solution à long terme. La technologie est bien adaptée à l'échelle du voisinage, mais elle peut également être mise en œuvre au niveau des ménages ou pour desservir des zones plus vastes et des bâtiments publics (par exemple des écoles). Même si les RAC sont conçus de façon étanche, il est déconseillé de les installer dans des zones où le niveau de la nappe phréatique est élevé ou en cas d'inondations fréquentes. Alternativement, des modules préfabriqués peuvent être installés au-dessus du sol. Les RAC conviennent à tous les types de climats, mais leur efficacité est moindre dans les climats plus froids.

Fonctionnement et entretien : Les RAC sont relativement simples à faire fonctionner ; une fois que le système est pleinement opérationnel, il n'y a pas de tâches spécifiques à effectuer. Pour réduire le temps de démarrage, on peut y introduire des bactéries anaérobies, par exemple en ajoutant des boues de fosses septiques ou du fumier de vache. Le système doit être contrôlé tous les mois pour vérifier la présence de déchets et tous les 6 mois pour vérifier le niveau des boues. La vidange est nécessaire tous les 2 à 4 ans, selon l'accumulation de boues dans les compartiments, car celles-ci affectent l'efficacité du traitement. Il est préférable de vidanger les compartiments à l'aide de dispositifs de vidange et de transport motorisés (C.2) bien que l'usage de dispositifs manuels soit également une solution.

Santé et sécurité : L'effluent, l'écume et les boues doivent être manipulés avec soin car ils contiennent une forte concentration en agents pathogènes. Les opérateurs en charge de cette manipulation doivent être munis d'un équipement de protection individuelle approprié (bottes, gants et vêtements). En cas de valorisation agricole de l'effluent, celui-ci doit subir un traitement additionnel, sinon il doit être rejeté de façon appropriée.

Coûts : Les coûts d'investissement d'un RAC sont moyens et les coûts opérationnels faibles. Ils dépendent des autres technologies de transport et des modules de traitement utilisés, de la disponibilité locale et donc des prix des matériaux (sable, gravier, ciment, acier) ou de l'utilisation de modules préfabriqués et des coûts de main-d'œuvre. Les principaux coûts d'exploitation et d'entretien sont liés à la vidange des boues primaires, ainsi qu'au coût de l'électricité en cas d'usage d'une pompe pour l'évacuation des liquides traités (si écoulement non-gravitaire).

Aspects sociaux : Cette technologie est généralement bien acceptée. En raison de son équilibre microbien délicat, il est indispensable de sensibiliser les usagers afin qu'ils n'utilisent pas de produits chimiques agressifs.

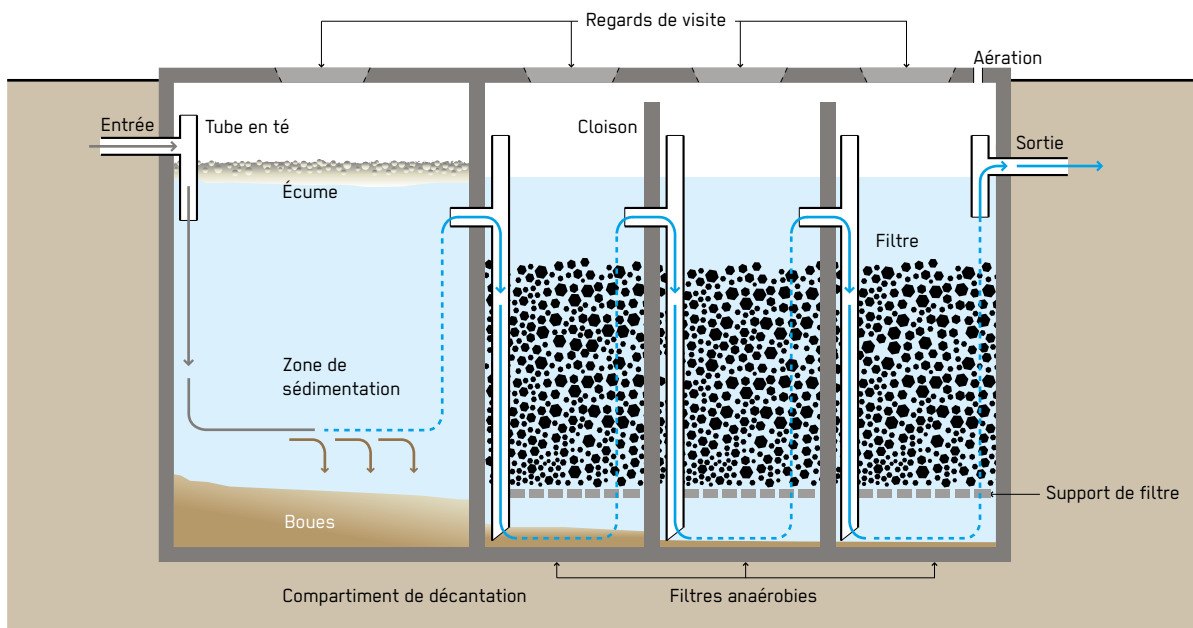
Forces et faiblesses :

- ⊕ Faibles coûts d'exploitation
- ⊕ Résistant aux chocs organique et hydraulique
- ⊕ Forte réduction de la DBO et des matières solides
- ⊕ Faible production de boues ; les boues sont stabilisées
- ⊖ Nécessite l'intervention d'experts pour la conception et la construction
- ⊖ Abattement limité des agents pathogènes et des nutriments
- ⊖ Les effluents et les boues doivent être traités et/ou rejetés de manière appropriée
- ⊖ Longue durée de démarrage

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 202**

Filtre anaérobie

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | ★ Ménage ★★ Voisinage Ville | ★ Ménage ★★ Partagé ★★ Public | Confinement des excréta. Abattement de la DBO |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★ Moyen | ★★ Moyenne | ● Eaux noires, ● Eaux grises | ● Effluent, ● Boues |



Un filtre anaérobie permet de traiter efficacement différentes sortes d'eaux usées. Il s'agit d'un réacteur biologique à lit fixe comportant plusieurs compartiments de filtration successifs. Lorsque les eaux usées traversent le filtre, les particules sont piégées et la matière organique est dégradée par le biofilm actif qui se forme à la surface du média filtrant.

Cette technologie est largement utilisée comme traitement secondaire pour les eaux noires ou grises et permet une élimination plus efficace des matières solides par rapport aux fosses septiques (S.13) ou aux RAC (S.14). Le processus de traitement est anaérobie et fait appel à des mécanismes biologiques. L'abattement des matières en suspension et de la DBO se situe généralement entre 50 et 80 % et peut atteindre 90 %. L'élimination de l'azote est limitée et ne dépasse généralement pas 15 % d'azote total.

Considérations sur la conception : Le prétraitement (PRÉ) est essentiel pour éliminer les matières solides et les débris qui peuvent colmater le filtre. La majorité des matières solides décantables sont éliminées dans un compartiment de décantation situé en amont du filtre. Dans les petites unités autonomes, le prétraitement est généralement intégré, mais la décantation primaire peut également se faire dans un décanteur séparé (T.1) ou à l'aide d'une autre technologie préalable comme la fosse septique (S.13). Les filtres anaérobies fonctionnent généralement avec un flux ascendant pour réduire le risque de lessivage de la biomasse fixée et donc préserver l'efficacité du traitement. Le média filtrant doit être recouvert d'au moins 0,3 m d'eau pour garantir un écoulement régulier. Le temps de rétention hydraulique (TRH) est le paramètre de conception le plus important par rapport à la performance du filtre et un TRH de 12 à 36 heures est recommandé. Dans l'idéal, le filtre doit présenter une grande surface spécifique pour la croissance des bactéries et avoir une porosité

suffisamment importante pour éviter le colmatage. La surface assure un contact accru entre la matière organique et la biomasse fixée qui la dégrade efficacement. Idéalement, le média du filtre doit offrir entre 90 et 300 m² de surface/m³ de volume occupé du réacteur. La liaison entre les compartiments peut être réalisée au moyen de tuyaux verticaux ou de chicanes. Il faut pouvoir accéder à tous les compartiments (par des regards de visite) pour en assurer l'entretien. Le réservoir doit être ventilé pour permettre la libération contrôlée des gaz odorants et potentiellement toxiques. Lorsque les eaux de cuisine sont raccordées au système, un bac à graisse doit être placé avant le compartiment de décantation.

Matériaux : Un filtre anaérobie peut être construit en béton, en ciment, en acier ainsi qu'en fibre de verre, en PVC ou en plastique et peut être préfabriqué. Le média filtrant type a un diamètre de 12 à 55 mm, plus important à sa base et plus petit dans sa partie supérieure. Les médias filtrants couramment utilisés sont le gravier, les pierres ou les briques concassées, les parpaings, la pierre ponce, le verre décheté ou des morceaux de plastique spécialement formés (et même des bouteilles en PVC broyées).

Contexte : Les filtres anaérobies ne sont pas adaptés dans la phase de réponse aiguë d'une urgence, car le milieu biologique du filtre met du temps à se développer. Aussi, ils sont plus adaptés aux phases de stabilisation et de relèvement et sont des solutions à long terme. Ils conviennent bien à l'échelle du voisinage, mais peuvent également être mis en œuvre au niveau des ménages ou dans des zones de dessertes plus larges, ou dans les bâtiments publics (écoles). Même s'ils sont conçus de façon étanche, il est déconseillé de les installer dans des zones où le niveau de la nappe phréatique est élevé ou en cas d'inondations fréquentes. Alternativement, des modules préfabriqués peuvent être installés au-dessus du sol. Les filtres anaérobies conviennent à tous types de climats, mais leur efficacité est moindre dans les climats plus froids. Ils sont peu efficaces en termes d'abattement des agents pathogènes et de réduction des nutriments ; en cas de standards de rejet des effluents plus exigeants, il est nécessaire de recourir à une technologie de traitement supplémentaire, telle qu'un bassin de lagunage (T.5) ou un filtre planté (T.6).

Fonctionnement et entretien : Une période de démarrage de 6 à 9 mois est nécessaire pour atteindre la pleine capacité de traitement, car la biomasse anaérobie à croissance lente doit d'abord s'établir sur le média filtrant. Pour réduire le temps de démarrage, le filtre peut être inoculé avec des bactéries anaérobies, par exemple en pulvérisant le média filtrant avec des boues de fosse septique. Le débit doit être progressivement augmenté au fil du temps. Les niveaux d'écume et de boues doivent être

surveillés pour s'assurer que le réservoir fonctionne bien. À la longue, les particules solides vont colmater les pores du filtre. La masse bactérienne croissante peut aussi devenir trop épaisse, se détacher et éventuellement boucher les pores. Lorsque l'efficacité diminue, le filtre doit être nettoyé en faisant fonctionner le système en mode inverse (rétro-lavage) ou en retirant et en nettoyant le média. L'étanchéité des compartiments doit également être contrôlée de temps à autre.

Santé et sécurité : L'effluent, l'écume et les boues doivent être manipulés avec précaution car ils contiennent une forte concentration en agents pathogènes. Ils doivent subir un traitement supplémentaire en cas de valorisation agricole (fertilisation ou irrigation) ou être rejetés de façon appropriée. Un équipement de protection individuelle complet doit être porté pendant la vidange des boues et le nettoyage du filtre anaérobie.

Coûts : Les coûts d'investissement sont moyens et les coûts opérationnels sont faibles. Ils dépendent de la technologie de transport et de traitement utilisée, de la disponibilité locale et donc des prix des matériaux de construction (sable, gravier, ciment, acier) ou, le cas échéant, des modules préfabriqués ainsi que de la main-d'œuvre. Les principaux coûts d'exploitation et d'entretien sont liés à la vidange des boues ainsi qu'au prix de l'électricité en cas d'usage d'une pompe pour l'évacuation des liquides traités (si écoulement non-gravitaire).

Aspects sociaux : Cette technologie est généralement bien acceptée. En raison de son équilibre microbien délicat, il est indispensable de sensibiliser les usagers afin qu'ils n'utilisent pas de produits chimiques agressifs.

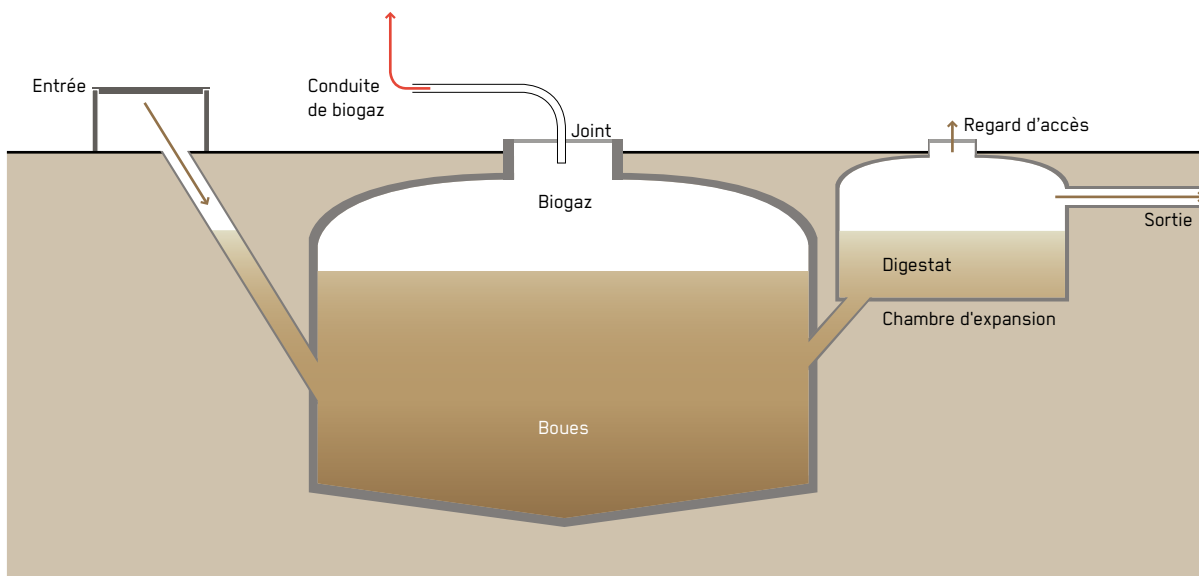
Forces et faiblesses :

- ⊕ Faibles coûts d'exploitation
- ⊕ Résistant aux chocs organique et hydraulique
- ⊕ Forte réduction de la DBO et des matières solides
- ⊕ Aucune énergie électrique n'est nécessaire
- ⊖ Abattement limité des agents pathogènes et des nutriments
- ⊖ Nécessite l'intervention d'experts pour la conception et la construction
- ⊖ Le retrait et le nettoyage des médias filtrants colmatés est fastidieux
- ⊖ Longue durée de démarrage

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 202**

Biodigesteur (réacteur à biogaz)

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|--------------------------------------|---|--|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | ★★ Ménage ★★ Voisinage ★ Ville | ★★ Ménage ★★ Partagé ★★ Public | Confinement des excréta. Stabilisation des boues. Récupération du biogaz |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★ Moyen | ★★ Moyenne | ● Excreta, ● Eaux noires, ● Boues, ● Matières organiques | ● Biogaz, ● Boues |



Un biodigesteur ou réacteur à biogaz permet de traiter différentes sortes d'eaux usées. Il s'agit d'une technologie de traitement anaérobie qui produit une boue digérée (digestat) pouvant être utilisée comme engrais et du biogaz pouvant être valorisé en énergie. Le biogaz est un mélange de méthane, de dioxyde de carbone et d'autres gaz à l'état de traces qui peuvent être convertis en chaleur, en électricité ou en lumière (D.7).

Un biodigesteur est constitué d'un réservoir étanche à l'air qui facilite la dégradation anaérobie des eaux noires, des boues et/ou des déchets biodégradables. Les produits entrants y sont biologiquement dégradés dans une couche de boues activées. Les boues digérées sont évacuées via un exutoire de débordement au niveau du sol. Le réservoir sert également à recueillir le biogaz produit en raison du processus de fermentation qui a lieu dans le réacteur. Le digestat est riche en matières organiques et en nutriments, et il est relativement facile à assécher et à manipuler.

Considérations sur la conception : Il existe deux modèles de biodigesteurs, l'un à dôme fixe et l'autre à dôme flottant. Dans le dôme fixe, le volume du digesteur est constant. Au fur et à mesure que le gaz est généré, il exerce une pression et déplace la boue vers le haut dans une chambre d'expansion. En ouvrant la vanne de la conduite de biogaz, le gaz sous pression s'échappe et la boue remonte dans le digesteur. Dans un digesteur à dôme flottant, le dôme monte et descend avec la production et le retrait de gaz. Le dôme peut aussi se dilater (comme un ballon). Le temps de rétention hydraulique (TRH) dans le réacteur doit être au minimum de 15 jours dans les climats chauds, de 25 jours dans les climats tempérés et de 60 jours dans le cas d'eaux usées hautement pathogènes. Le volume du réacteur peut varier entre 1 000 L pour une seule famille et jusqu'à 100 000 L pour des toilettes institutionnelles ou publiques. Comme la production de digestat est continue, des dispositions doivent être prises pour son stockage, son utilisation et/ou son transport hors du site.

Matériaux : La construction d'un biodigester nécessite des matériaux tels que des briques, du ciment, de l'acier, du sable, du grillage pour la résistance structurelle (par exemple du grillage à poule), un additif pour étanchéifier le ciment, des tuyaux et des raccords, une vanne et un tuyau de sortie préfabriqué pour le gaz. Les modèles préfabriqués commercialisés sont notamment les sacs géotextiles et des modules en plastique renforcé de fibres de verre.

Contexte : Cette technologie convient au traitement des eaux usées domestiques et institutionnelles (hôpitaux et écoles par exemple). Elle ne convient pas à la phase de réponse aiguë d'une urgence, en raison du temps nécessaire au démarrage du processus biologique. Elle est particulièrement appropriée dans les zones rurales où l'on peut ajouter du fumier animal et où le digestat peut être utilisé comme fertilisant et le gaz pour la cuisine. Les biodigesteurs peuvent également être utilisés pour stabiliser les boues des fosses de latrines (S.3 et S.4). Ils sont souvent employés comme une solution alternative aux fosses septiques (S.13) car ils assurent un niveau de traitement similaire, avec le bénéfice additionnel du biogaz. Toutefois, il est impossible d'obtenir une production suffisante de gaz en utilisant uniquement des eaux noires ou si la température ambiante est inférieure à 15 °C. Les eaux grises ne doivent pas être ajoutées car elles réduisent considérablement le TRH. Les biodigesteurs sont moins appropriés pour les climats plus froids du fait du taux de conversion moindre de la matière organique en biogaz, ce qui nécessite une augmentation du TRH et du volume nominal du dispositif. Même si les réacteurs à biogaz sont conçus de façon étanche, il est déconseillé de les installer dans des zones où le niveau de la nappe phréatique est élevé ou en cas d'inondations fréquentes.

Fonctionnement et entretien : Pour démarrer le réacteur, il faut l'inoculer avec des bactéries anaérobies, par exemple en ajoutant de la bouse de vache ou des boues de fosse septique. Le digestat doit être fréquemment retiré du trop-plein, à une fréquence qui dépend du volume de la fosse par rapport à l'apport de matières solides, de la quantité de matières non-digérables, de la température ambiante ainsi que de l'utilisation et des caractéristiques du système. La pression du gaz doit être surveillée et celui-ci utilisé régulièrement. Les purgeurs doivent être vérifiés périodiquement et les vannes et les conduites de gaz doivent être nettoyées afin de prévenir la corrosion et les fuites. En fonction de la conception et des intrants, le réacteur doit être vidé et nettoyé tous les 5 à 10 ans.

Santé et sécurité : Le digestat est partiellement hygiénisé mais il présente toujours un risque de contamination. Les opérateurs doivent donc être munis d'un équipement de protection individuelle adéquat pour toute opération ainsi que pour la vidange des digestats et le nettoyage du réacteur. En fonction de leur utilisation finale, le liquide et les boues vidangées doivent subir un traitement supplémentaire, en particulier s'il s'agit d'une valorisation agricole. Les gaz produits dans le réacteur sont inflammables, comme le gaz naturel, ce qui constitue également un risque.

Coûts : Il s'agit d'une technologie dont le coût est faible à moyen, tant en termes d'investissement que de fonctionnement. Les coûts de fonctionnement et d'entretien quotidien doivent être pris en compte. Les installations communautaires tendent à être plus viables économiquement, pour autant qu'elles soient socialement acceptées. Il est également important de budgétiser les dépenses de formation des opérateurs et des utilisateurs.

Aspects sociaux : L'acceptation sociale peut être problématique pour les communautés qui ne sont pas familières avec l'utilisation du biogaz ou du digestat. Une cohésion sociale peut être créée autour de la gestion commune et du partage des bénéfices (gaz et engrais). Il existe cependant un risque que les bénéfices soient inégalement répartis entre les utilisateurs, ce qui peut entraîner des conflits.

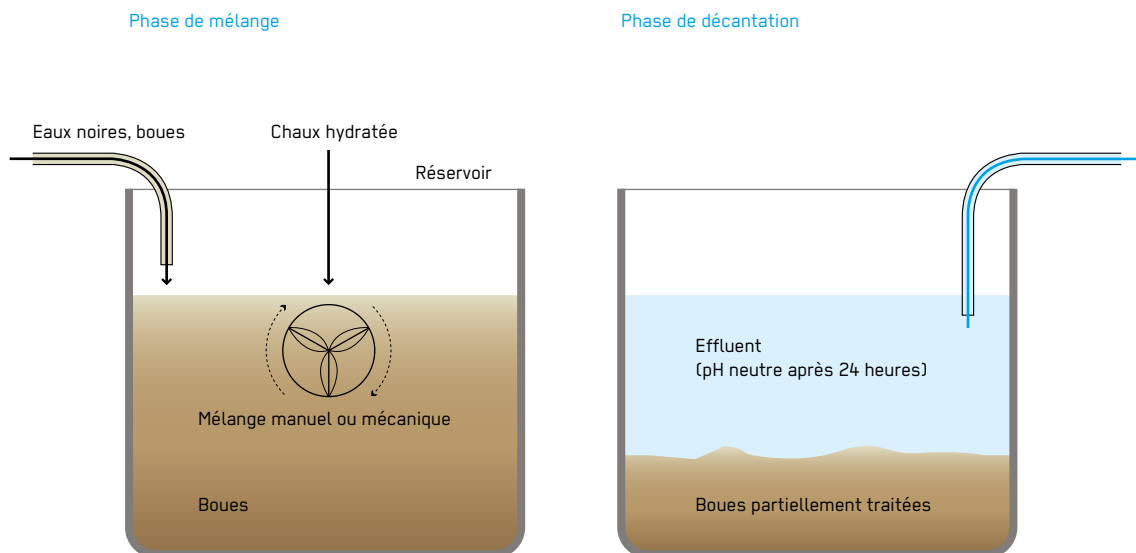
Forces et faiblesses :

- ⊕ Réduction des coûts de gestion des déchets ménagers (matières organiques) et des coûts de transport des boues de vidange
- ⊕ Génération de produits valorisables - gaz et engrais
- ⊕ Longue durée de vie (robuste)
- ⊖ Nécessite l'intervention de personnel qualifié pour la conception et la construction
- ⊖ Le processus n'élimine que partiellement les agents pathogènes, entraînant un besoin potentiel de traitement supplémentaire du digestat
- ⊖ Production de gaz limitée en dessous de 15 °C et en utilisant uniquement des eaux noires
- ⊖ Coût d'investissement moyen

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 202**

Traitement à la chaux hydratée (technologie émergente)

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|-----------------------------------|--------------------------------|---|
| ** Réponse aiguë * Stabilisation Relèvement | Ménage ** Voisinage * Ville | Ménage Partagé ** Public | Élimination des agents pathogènes. Séparation solide/liquide. Minimise les risques sanitaires immédiats |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| * Faible | ** Moyenne | ● Eaux noires, ● Boues | ● Effluent, ● Boues |



Le traitement à la chaux hydratée est un traitement chimique dont le rapport coût-efficacité est excellent pour les boues provenant des fosses et des tranchées. La chaux hydratée ou éteinte (hydroxyde de calcium : $\text{Ca}(\text{OH})_2$) est utilisée comme additif pour créer un environnement hautement alcalin. Cette technologie permet de réduire considérablement les risques sur la santé et l'environnement liés aux boues de vidange.

La chaux hydratée est utilisée pour augmenter le pH et créer un environnement alcalin dans les eaux noires ou les boues, ce qui fait qu'elles ne constituent plus un habitat viable pour les agents pathogènes. Pour atteindre un pH supérieur à 12, le dosage optimal se situe entre 10 et 17 g de chaux/kg de boues de vidange avec un temps de contact d'au moins 2 heures. Le temps exact nécessaire dépend de la qualité de la chaux et des caractéristiques des eaux noires ou des boues. L'effet de la chaux peut être renforcé en augmentant le temps de contact ou le

dosage. Le traitement doit être effectué de manière séquentielle. Cette technologie est robuste et permet de traiter aussi bien les boues épaisses que les boues liquides. Lorsque le pH est supérieur à 10,4 la chaux hydratée agit également comme coagulant avec la précipitation d'hydroxyde de magnésium ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) et permet la séparation des fractions solide et liquide des boues, avec une teneur de moins de 3 % de matières sèches pour la fraction liquide. Pour augmenter la précipitation des particules solides et en présence d'un excès de cations de magnésium dans les eaux noires ou les boues, on peut ajouter du sulfate de magnésium. Après traitement, le pH redevient neutre en général dans les 24 heures et les boues traitées se décantent. Après neutralisation du pH, le surnageant peut être pompé et infiltré dans le sol (D.10 par exemple) en toute sécurité ou être utilisé en irrigation ou en aménagement paysager. Cependant, il existe un risque de pollution des eaux souterraines en raison de la charge élevée en éléments nutritifs. Les boues traitées

peuvent être utilisées comme amendement de sol ou séchées et utilisées comme matériau de couverture dans les décharges contrôlées.

Considérations sur la conception : Le traitement à la chaux hydratée doit être effectué dans une citerne ou un réservoir étanche. Si le réservoir est enterré, il faut veiller à ce qu'il soit absolument étanche pour éviter toute fuite d'effluent hautement alcalin dans le sol. Dans les zones où le niveau de la nappe phréatique est élevé ou dans les zones inondables, il est recommandé de recourir à des réservoirs hors sol. Des réservoirs distincts sont utilisés pour préparer le lait de chaux et pour la neutralisation des effluents après traitement.

Matériaux : La technologie nécessite un réservoir pour réaliser le traitement et un autre plus petit pour préparer le lait de chaux (par exemple un fût en plastique de 200 L). Pour obtenir une répartition uniforme de la chaux hydratée dans la boue, il faut assurer un brassage constant (à la main ou l'aide d'une pompe). Le type de pompe requis dépend de la consistance des boues. Il faut également une autre pompe pour extraire l'effluent traité du réservoir et une pelle ou une pompe à vide pour retirer les matières solides. Enfin, les matériaux requis sont un kit d'analyse de l'eau (en particulier pour le pH, la concentration en E. coli, les matières en suspension et la turbidité), des équipements de protection individuelle (masques, gants, bottes, tablier ou combinaison) et les réactifs (chaux hydratée et sulfate de magnésium si nécessaire).

Contexte : Le traitement à la chaux hydratée est particulièrement adapté à la phase de réponse aiguë en raison de la rapidité du traitement, de la simplicité du processus et de la facilité pour se procurer les matériaux nécessaires. Dans la mesure où le personnel est formé et qualifié, cette technologie assure un traitement sûr, économique et rapide des boues de vidange. Les produits issus du traitement peuvent être utilisés en toute sécurité pour l'irrigation ou l'amendement des sols. Ils peuvent également être infiltrés ou stockés sans risque, si les conditions environnementales le permettent.

Fonctionnement et entretien : La chaux est de nature corrosive en raison de son alcalinité, c'est pourquoi les pompes doivent être entretenues régulièrement. À cause des risques potentiels pour la santé lors de la manutention

de la chaux hydratée, il est nécessaire que le personnel soit formé et qu'il suive les protocoles de santé et de sécurité recommandés.

Santé et sécurité : La chaux hydratée se présente sous forme de poudre et elle est corrosive pour la peau, les yeux et les poumons. Le port d'un équipement de protection individuelle lors de la manutention de la chaux éteinte est donc indispensable pour éviter toute irritation des yeux, de la peau, du système respiratoire et du système gastro-intestinal. Il faut aussi veiller au respect des normes de protection contre le feu et l'humidité. La chaux est un matériau alcalin qui réagit fortement avec l'humidité. Le personnel doit être soigneusement formé pour suivre les protocoles de santé et de sécurité.

Coûts : Le traitement à la chaux hydratée est une solution de traitement relativement peu coûteuse. Les coûts peuvent varier selon la disponibilité et les prix des matériaux et des produits chimiques ou de la chaux chez les distributeurs locaux. Les coûts des équipements de protection individuelle et de formation du personnel doivent également être pris en compte dans le cadre de la gestion des risques.

Aspects sociaux : Il convient de mettre en place des protocoles de santé et de sécurité, de fournir les équipements de protection individuelle et d'organiser les formations adéquates des opérateurs.

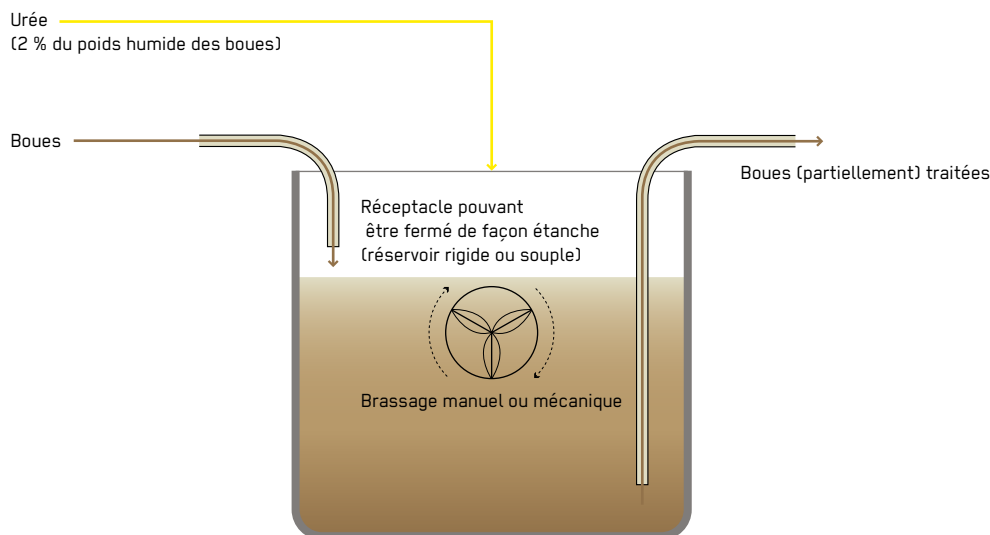
Forces et faiblesses :

- ⊕ Temps de traitement court (élimination de 6 logs d'E. coli < 1 jour, c'est-à-dire que le nombre d'agents pathogènes est 1 million de fois plus petit)
- ⊕ Procédé simple qui utilise du matériel couramment disponible
- ⊕ Pour les boues liquides, on obtient un effluent hygiénisé et stabilisé apte à l'infiltration dans le sol
- ⊖ Utilisation importante de produits chimiques
- ⊖ Le mélange est crucial pour le processus
- ⊖ Risques potentiels pour la santé en cas de mauvaise manipulation

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 202**

Traitement à l'urée (technologie émergente)

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|---------------------------------|---|--|
| ★★ Réponse aiguë Stabilisation Relèvement | Ménage ★★ Voisinage Ville | Ménage Partagé ★★ Public | Élimination des agents pathogènes. Réduction des risques sanitaires immédiats |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| * Faible | ★★ Moyenne | ● Eaux noires ● Boues de vidange, ● Urine, ● Fèces | ● Boues |



Le traitement à l'urée peut être utilisé sur les boues de vidange, les eaux noires ou les urines et les fèces séparées à la source. L'urée, dont la formule chimique est $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, est utilisée comme additif pour créer un environnement alcalin dans le dispositif de confinement des boues et contribue ainsi à leur hygiénisation.

L'urée, lorsqu'elle est ajoutée aux boues de vidange, est catalysée par l'enzyme uréase, qui est présente dans les matières fécales, et se décompose en ammoniac et en dioxyde de carbone. La décomposition de l'urée se traduit par un pH alcalin (supérieur à 7) qui affecte l'équilibre entre l'ammoniac et l'ammonium, favorisant ainsi la formation d'ammoniac. L'ammoniac non-ionisé (NH_3) agit comme principal agent hygiénisant. L'inactivation des agents pathogènes par l'ammoniac non-ionisé est observée pour plusieurs types de micro-organismes, de bactéries, de virus et de parasites. La désinfection à l'ammoniac a prouvé son efficacité pour le traitement de

l'urine, des boues d'épuration et du compost, mais l'application aux boues de vidange en est encore au stade de la recherche. Le processus dépend de la température et des pressions partielles de l'ammoniac au-dessus du liquide. Par conséquent, la ventilation et le volume utile influencent également le déroulement du processus. Il est recommandé de procéder au traitement dans un réservoir étanche afin de réduire le plus possible la fuite d'ammoniac (gazeux) et de forcer l'équilibre vers l'ammoniac (soluble). Le traitement doit être effectué de façon séquentielle afin d'assurer une hygiénisation homogène des boues.

Considérations sur la conception : L'urée est généralement ajoutée dans une proportion de 2 % du poids humide total des boues. Elle est introduite dans le réservoir de stockage (réservoir rigide ou souple) avant d'y déverser les boues. La taille du réservoir dépend de la quantité et de la fréquence des boues à traiter. Une pompe est utilisée pour

faire circuler les boues dans le réservoir afin d'assurer un contact adéquat avec l'urée. La décomposition de l'urée nécessite un minimum de 4 jours, d'où la recommandation d'un temps de rétention d'environ 1 semaine.

Matériaux : Cette technologie nécessite de disposer d'un réservoir verrouillable (par exemple un réservoir fermé ou un réservoir souple portable) et d'une pompe de recirculation pour obtenir un mélange homogène boues-urée. On peut utiliser une pompe à membrane pour les boues liquides et une pompe à vis ou à vide pour les boues plus épaisses. Un apport régulier d'urée est nécessaire. L'urée est un engrais chimique conventionnel, largement utilisé et peu coûteux qui est en principe disponible dans la plupart des contextes locaux. Il faut aussi disposer d'un kit d'analyse de l'eau (en particulier pour le pH et la concentration en E. coli) pour contrôler le niveau de pH dans le mélange de boues et d'urée et pour tester le niveau d'efficacité du traitement.

Contexte : Le traitement à l'urée est considéré comme une technologie émergente qui est encore peu utilisée dans les situations d'urgence. Cependant, les résultats des projets et des études pilotes sont encourageants et de plus en plus de données semblent indiquer que cette technologie peut être une solution de traitement appropriée dans la phase de réponse aiguë d'une urgence en raison de sa rapidité (environ une semaine), de la simplicité relative du processus et de l'utilisation de matériaux facilement disponibles.

Fonctionnement et entretien : Il est important d'entretenir régulièrement les pompes utilisées pour le mélange. En raison des risques potentiels pour la santé lors de la manipulation de l'urée (voir ci-dessous), le procédé exige que le personnel qualifié respecte les protocoles de santé et de sécurité et porte les équipements de protection individuelle appropriés.

Santé et sécurité : L'urée peut être dangereuse en cas de contact avec la peau ou les yeux (irritant), d'ingestion ou d'inhalation et peut être combustible à des températures élevées. L'ammoniac est toxique et des précautions sont nécessaires lors de l'enlèvement des boues du réservoir. Les équipements de protection individuelle (masque, gants, tablier et vêtements à manches longues) doivent être portés lors de la manipulation de l'urée afin d'éviter toute irritation des yeux, de la peau et du système respiratoire.

Coûts : Cette technologie est relativement peu coûteuse. Les coûts varient en fonction de la disponibilité et des prix des matériaux et de l'urée au niveau local. Pour traiter 1 m³ de boues de vidange, 20 kg d'urée sont nécessaires. L'urée est un produit habituellement disponible et peu coûteux.

Aspects sociaux : Les protocoles applicables en matière de santé et de sécurité doivent être en place et inclure la mise à disposition d'équipements de protection individuelle et l'organisation de formations pour les opérateurs.

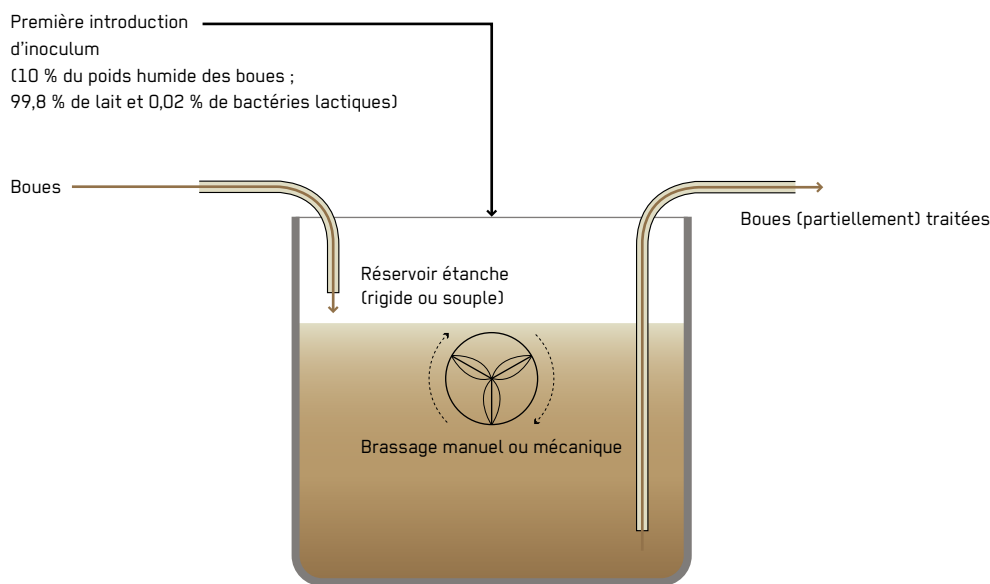
Forces et faiblesses :

- ⊕ Temps de traitement ≈ 1 semaine (4 à 8 jours)
- ⊕ Niveau élevé de destruction des agents pathogènes (correspondant à 6 logs d'E. coli, c'est-à-dire que le nombre d'agents pathogènes est divisé par 1 million)
- ⊕ Procédé simple qui utilise l'urée, un matériau facilement disponible
- ⊕ Les boues produites ont une teneur élevée en azote, ce qui est bénéfique pour une application agricole
- ⊖ Utilisation importante de produits chimiques
- ⊖ Le mélange est crucial pour le processus
- ⊖ Un traitement supplémentaire des boues peut être nécessaire
- ⊖ Risques potentiels pour la santé en cas de mauvaise manipulation

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 203**

Traitement par fermentation lactique (technologie émergente)

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|---------------------------------|--------------------------------|--|
| ** Réponse aiguë * Stabilisation Relèvement | Ménage ** Voisinage Ville | Ménage Partagé ** Public | Élimination des agents pathogènes. Réduction des risques sanitaires immédiats |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| * Faible | ** Moyenne | ● Eaux noires, ● Boues | ● Boues |



La fermentation lactique est une solution de traitement biologique utilisant des bactéries lactiques qui ont la capacité de former des quantités importantes d'acide lactique et ainsi d'aider à inactiver les agents pathogènes dans les boues de vidange. Ces bactéries sont faciles à acquérir et peuvent être obtenues à partir de mélasse, de lait et de boissons probiotiques.

L'acide lactique, sous sa forme dissociée, peut pénétrer les membranes cellulaires et inactiver et détruire les agents pathogènes. L'inactivation est déclenchée lorsque la concentration atteint environ 20 à 30 g d'acide lactique par litre de boues de vidange. Cela correspond à une baisse du pH, sachant qu'un milieu avec un pH < 4 entraîne la destruction des agents pathogènes.

Considérations sur la conception : Il est recommandé de réaliser ce traitement de manière séquentielle dans des réservoirs étanches (réservoir rigide ou souple) dont la taille dépend de la quantité et de la fréquence des boues produites. Les bactéries lactiques sont cultivées dans un inoculum avant d'être mélangées aux boues fraîches. L'inoculum préparé pour la première séquence est constitué d'un mélange de lait (99,8 %) et de bactéries lactiques provenant par exemple de Yakult (0,02 %), conservé à température ambiante pendant 48 heures. Pour les séquences suivantes, un échantillon de boues traitées peut être utilisé comme inoculum. Afin d'activer le processus biologique, l'inoculum est d'abord introduit dans le réservoir à hauteur de 10 % du poids total des boues humides. Ces dernières sont injectées dans le réservoir à l'aide d'une pompe et recirculées pour obtenir un mélange homogène de boues fraîches et d'inoculum. Les boues sont ensuite stockées pendant une période de 2 semaines avec une surveillance quotidienne du pH pour s'assurer de la production de boues hygiénisées.

Matériaux : Le traitement par fermentation lactique nécessite un réservoir, de préférence fermé de façon étanche, car le travail des bactéries lactiques est renforcé dans des conditions anaérobies. Ces bactéries sont toutefois aéro-tolérantes, ce qui fait que des réservoirs ouverts peuvent être utilisés s'il n'y a pas de matériel étanche disponible. Pour obtenir un mélange homogène dans la cuve, une pompe de recirculation est nécessaire. Le type de pompe dépend de l'épaisseur des boues : on peut utiliser une pompe à membrane pour les boues liquides alors qu'il est nécessaire de se servir d'une pompe à vis ou d'une pompe à vide pour les boues plus épaisses. Il faut également s'approvisionner en lait et en boisson probiotique pour préparer la mélasse à base de ferments lactiques. Un kit d'analyse d'eau est également nécessaire pour surveiller le niveau de pH et la quantité d'agents pathogènes.

Contexte : Le traitement par fermentation lactique est considéré comme une technologie émergente qui a peu été utilisée dans les situations d'urgence. Cependant, les résultats de projets et d'études pilotes sont encourageants et de plus en plus de données semblent indiquer que cette technologie peut être une option de traitement appropriée dans la phase de réponse aiguë d'une urgence en raison de sa rapidité (environ deux semaines), de la simplicité relative du processus et de l'utilisation de matériaux facilement disponibles. Cette technologie peut être appliquée comme solution de traitement décentralisé pour les latrines à fosse et à tranchée (**S.1, S.3 et S.4**).

Fonctionnement et entretien : Un entretien régulier des pompes est nécessaire, notamment en raison de la nature corrosive des boues traitées. Pour chaque nouvelle introduction de boues, une certaine quantité de boues du lot précédent doit rester dans le réservoir du réacteur afin d'y inoculer les bactéries lactiques.

Santé et sécurité : La mélasse, le lait ou les bactéries lactiques ne présentent aucun risque significatif pour la santé. Toutefois, il faut quand même envisager de porter un

équipement de protection individuelle approprié lors de la manipulation des boues traitées, car le produit final peut encore contenir des agents pathogènes s'il n'est pas suffisamment bien traité.

Coûts : Le traitement par fermentation lactique peut être considéré comme une solution de traitement relativement bon marché. Les coûts peuvent varier en fonction de la disponibilité et du prix des matériaux locaux. Pour traiter 1 m³ de boues fécales, une quantité initiale de 100 L de lait et 200 ml de boisson probiotique est nécessaire. Pour les lots suivants, les boues traitées peuvent être utilisées comme inoculum.

Aspects sociaux : Les opérateurs doivent être formés pour assurer le bon fonctionnement de la technologie et porter l'équipement de protection individuelle lors de toute intervention.

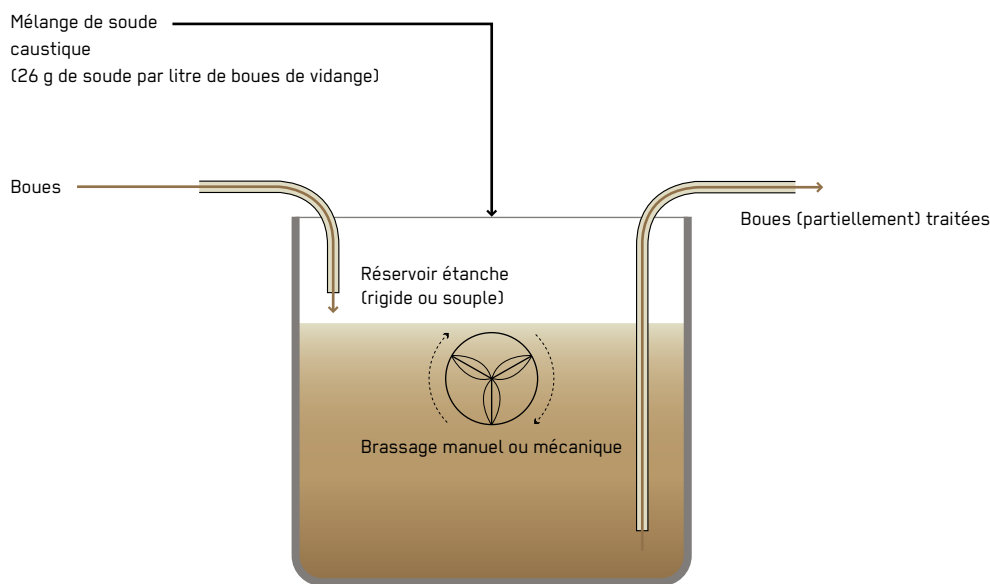
Forces et faiblesses :

- ⊕ Destruction élevée des agents pathogènes (élimination de 6 logs d'E. coli, c'est-à-dire que le nombre d'agents pathogènes est divisé par 1 million)
- ⊕ Procédé simple qui utilise des matériaux facilement disponibles : mélasse et bactéries lactiques
- ⊕ Les boues produites ont une teneur élevée en acide lactique (30 g/L) et peuvent être utilisées comme inoculum pour les lots suivants
- ⊕ Durée moyenne du traitement ≈ 2 semaines (15 jours)
- ⊖ Processus biologique, donc sensible aux conditions environnementales
- ⊖ Des températures élevées sont requises (30 °C optimum)
- ⊖ Les boues produites sont acides (pH 4)
- ⊖ Aucune stabilisation ne se produit et un traitement supplémentaire des boues est nécessaire

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 203**

Traitement à la soude caustique (technologie émergente)

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|---------------------------------|--------------------------------|--|
| ** Réponse aiguë * Stabilisation Relèvement | Ménage ** Voisinage Ville | Ménage Partagé ** Public | Élimination des agents pathogènes. Réduction des risques sanitaires immédiats |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| * Faible | ** Moyenne | ● Eaux noires, ● Boues | ● Effluent traité, ● Boues traitées |



Le traitement à la soude caustique est un traitement chimique qui a un bon rapport coût-efficacité pour le traitement des boues de vidange des fosses et des tranchées. Il utilise de la soude caustique (hydroxyde de sodium : NaOH) comme additif pour créer un environnement hautement alcalin et ainsi hygiéniser les boues. La soude caustique est également appelée « lessive de soude ». Le traitement permet de réduire de manière significative les risques sanitaires publics et environnementaux des boues de latrines.

La soude caustique est une matière blanche, alcaline et inodore vendue sous forme de flocons et stockée dans des fûts. Elle est utilisée pour augmenter le pH des eaux noires ou des boues et créer un environnement hautement alcalin qui détruit les agents pathogènes. Le dosage optimal pour atteindre le pH recommandé de 12 est d'environ 26 g de soude par litre de boues de vidange. La quantité exacte, cependant, dépend des caractéristiques

des eaux noires ou des boues. Son effet peut être renforcé par un brassage soigné, un temps de contact prolongé et un dosage plus élevé de soude caustique. Le pH doit être maintenu au-dessus de 12 pendant au moins 2 heures pour assurer une destruction effective des micro-organismes pathogènes. Le traitement à la soude caustique se fait de façon séquentielle et peut être utilisé pour traiter les boues épaisses et liquides. Après traitement, le pH diminue progressivement pour devenir neutre, habituellement dans les 24 heures. Après neutralisation, le surnageant peut être pompé et infiltré en toute sécurité dans un puits d'infiltration (D.10). Il faut être prudent dans les zones où la nappe phréatique est élevée, car le surnageant contient encore de l'azote et du phosphore qui peuvent être sources de pollution des eaux. La fraction solide traitée qui se trouve au fond du réservoir peut être appliquée comme amendement de sol ou séchée et utilisée comme matériau de couverture dans les décharges contrôlées.

Considérations sur la conception : Le traitement à la soude caustique peut se faire dans un réservoir hors sol ou enterré. Dans les zones où la nappe phréatique est élevée ou dans les zones inondables, il est recommandé de toujours utiliser des réservoirs hors sol. Il faut prévoir des réservoirs supplémentaires pour la préparation de la solution de soude et pour la post-neutralisation de l'effluent traité.

Matériaux : Cette technologie nécessite de disposer d'un réacteur qui peut être soit un réservoir hors sol (d'une capacité de 1 à 30 m³), soit une fosse souterraine doublée d'une bâche étanche. Un autre réservoir plus petit est nécessaire pour la préparation de la solution de soude caustique (par exemple un fût en plastique de 200 L). Afin de bien répartir la soude dans la cuve, on utilise une pompe manuelle ou mécanique. Le type de pompe requis dépend de la consistance des boues. Il faut aussi une autre pompe pour évacuer l'effluent traité du réservoir et une pelle ou une pompe à vide pour l'évacuation des matières solides. On doit également disposer d'un kit d'analyse de l'eau (en particulier pour le pH, la concentration en E. coli, les matières en suspension et la turbidité) et d'un équipement de protection individuelle (masque, gants, bottes, tablier ou combinaison de sécurité). Enfin, un approvisionnement régulier de soude caustique est indispensable.

Contexte : Le traitement à la soude caustique est particulièrement adapté à la phase de réponse aiguë en raison de la rapidité du temps de traitement, de la simplicité du procédé et de la facilité à trouver les matériaux nécessaires. Dans la mesure où le personnel est formé et qualifié, cette technologie permet un traitement sûr, économique et extrêmement rapide des boues de vidange.

Fonctionnement et entretien : La soude caustique est corrosive en raison de sa forte alcalinité, c'est pourquoi un entretien régulier des pompes est nécessaire. Pendant l'entreposage, elle doit être gardée au sec en tout temps car elle absorbe et réagit avec l'eau. En raison des risques potentiels pour la santé lors de sa manipulation (**voir ci-après**), il est impératif que les opérateurs soient formés, qu'ils suivent les protocoles de santé et de sécurité et qu'ils portent les équipements de protection individuelle.

Santé et sécurité : La soude caustique est corrosive pour la peau, les yeux et les poumons. L'équipement de protection individuelle doit être porté lors de la manipulation du produit pour empêcher toute irritation des yeux, de la peau, du système respiratoire et du système gastro-intestinal. La limite d'exposition professionnelle à la soude caustique est de 2 mg/m³ d'air pendant une période de référence de 15 minutes. En cas de contact avec la peau ou les yeux, il est conseillé de laver immédiatement les zones affectées à l'eau froide, puis de rincer avec une solution tampon de borax-acide borique, avant de consulter un médecin. Il faut également veiller à protéger la soude de tout risque de contact avec le feu ou l'humidité. Il s'agit d'un matériau alcalin qui réagit fortement à l'humidité. Le personnel doit être formé et suivre les protocoles de santé et de sécurité.

Coûts : Le traitement à la soude caustique est une solution de traitement relativement bon marché. En règle générale, la soude caustique coûte deux fois plus cher à l'achat que la chaux (**S.17**). Les coûts peuvent varier en fonction de la disponibilité et des prix des matériaux locaux et des produits chimiques/de la soude. Dans le cadre d'une bonne gestion des risques, les coûts des équipements de protection individuelle et des formations du personnel doivent être pris en compte.

Aspects sociaux : Des protocoles de santé et de sécurité appropriés doivent être mis en place. Les opérateurs doivent être formés et disposer d'équipements de protection individuelle.

Forces et faiblesses :

- ⊕ Durée de traitement courte (élimination de 6 logs d'E-coli < 1 jour, c'est-à-dire que le nombre d'agents pathogènes est divisé par 1 million)
- ⊕ Procédé simple qui utilise un matériau disponible dans la plupart des pays
- ⊕ Le traitement des boues liquides génère un effluent hygiénisé et stabilisé qui peut être infiltré dans le sol
- ⊖ Le brassage est essentiel pour le processus
- ⊖ Les boues et effluents générés par le traitement sont fortement alcalins et nécessitent une neutralisation ultérieure
- ⊖ Risques potentiels pour la santé si les produits ne sont pas manipulés ou stockés correctement

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 203**

Transport

Ce chapitre décrit les technologies qui peuvent être utilisées pour transporter les produits depuis l'interface utilisateur (U) ou les installations de collecte et de stockage/traitement sur site (S) jusqu'aux technologies de traitement (semi-)centralisées (T) ou de valorisation/rejet (D). Le transport est réalisé via un réseau d'égouts (C.3 à C.5) ou un réservoir. Les technologies peuvent être motorisées ou utiliser la force humaine (C.1, C.2 et C.6). La lettre C est utilisée pour symboliser les technologies de transport, selon la terminologie en anglais (conveyance = « transport »).

| | |
|-----|-------------------------------------|
| C.1 | Vidange et transport manuels |
| C.2 | Vidange et transport motorisés |
| C.3 | Égout simplifié |
| C.4 | Égout gravitaire conventionnel |
| C.5 | Drainage des eaux pluviales |
| C.6 | Station de transfert et de stockage |

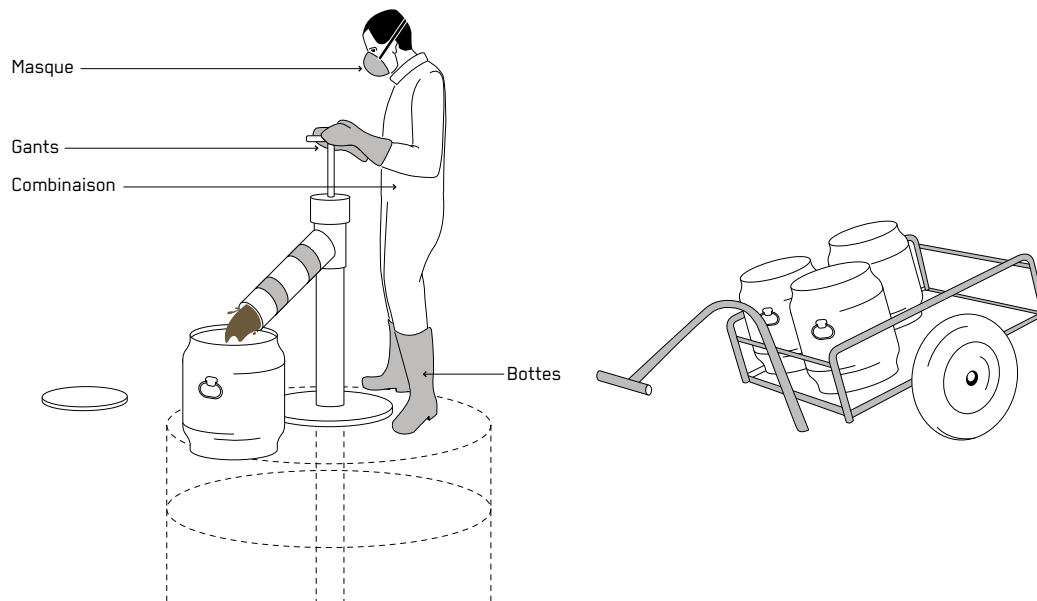
Le choix de la technologie de transport dépend du contexte et des facteurs suivants :

- Type et quantité de produits à transporter
- Distance à parcourir
- Accessibilité
- Topographie
- Caractéristiques du sol et des eaux souterraines
- Ressources financières disponibles
- Disponibilité d'un prestataire de services
- Aspects liés à la gestion
- Capacité locale

C

Vidange et transport manuels

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|------------------------------------|--|--|
| ** Réponse aiguë ** Stabilisation ** Relèvement | ** Ménage ** Voisinage Ville | * Ménage ** Partagé ** Public | Vidange et transport pour les sites difficiles d'accès |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants/sortants | |
| * Faible | * Faible | ● Boues, ● Eaux noires, ● Effluent, ● Urine, ● Urine stockée | |



La vidange et le transport manuels désignent différentes méthodes par lesquelles les boues et les produits solides générés dans les dispositifs de collecte et de stockage/traitement sur site peuvent être évacués manuellement et transportés vers des installations de traitement ou rejetés.

Dans certaines situations, les dispositifs de collecte et de stockage/traitement ne peuvent être vidangés que manuellement. La vidange manuelle des fosses, des chambres et des réservoirs peut se faire de deux façons : (1) à l'aide de seaux et de pelles ou (2) à l'aide d'une pompe manuelle portable spécialement conçue pour les boues (par exemple Gulper, Rammer et MAPET, de l'anglais Manual Pit Emptying Technology). Si le matériau est solide et ne peut pas être pompé, la vidange doit être effectuée à l'aide d'une pelle et d'un seau. Si la boue est visqueuse ou aqueuse, il est recommandé d'utiliser une pompe à main ou un camion de vidange et non des seaux, en raison des risques élevés d'effondrement des fosses, d'émanations toxiques et d'exposition aux boues brutes.

Considérations sur la conception : Les pompes manuelles de vidange, comme la Gulper, fonctionnent selon le même concept que les pompes manuelles à eau : l'opérateur fait descendre l'extrémité du tuyau dans la fosse, tandis que lui-même reste en surface. Lorsqu'il pousse et tire sur la poignée, les boues sont aspirées vers le haut, puis elles sont rejetées par un tuyau de sortie. Il est possible de recueillir les boues dans des fûts, des sacs ou des chariots et de les évacuer du site pratiquement sans risques pour l'opérateur. Le MAPET est un autre type de pompe manuelle raccordée à un réservoir sous vide monté sur un chariot pour le transport. Un tuyau est branché au réservoir et est utilisé pour aspirer les boues. Lorsque la roue de la pompe manuelle est actionnée, l'air est aspiré hors du réservoir sous vide et la boue est, elle, aspirée vers le haut dans le réservoir. En fonction de la consistance des boues, le MAPET peut fonctionner jusqu'à une profondeur de 3 m.

Matériaux : En principe, les pompes à main peuvent être construites à l'aide de matériaux locaux comme des tuyaux en acier et en PVC. Une préfabrication est également possible. Certaines pompes nécessitent des accessoires supplémentaires. Les autres outils comme les chariots à traction humaine, les seaux et les pelles sont également nécessaires.

Contexte : La vidange et le transport manuels sont envisageables dans toutes les phases des situations d'urgence et sont appropriés dans les zones difficilement accessibles par les camions de vidange ou lorsque leur utilisation est trop coûteuse. La vidange manuelle peut être pratiquée dans les zones urbaines densément peuplées et informelles, mais le type et la taille du véhicule de transport déterminent la distance maximale entre le lieu de vidange et le lieu de dépotage. Lorsque les boues sont trop épaisses pour être pompées, on peut les fluidifier en rajoutant de l'eau dans la fosse, sachant que ceci augmente le volume de boues à transporter - et donc le coût - et que ce n'est pas toujours efficace. Les débris et le sable qui pénètrent dans les fosses compliquent la vidange et peuvent boucher les tuyaux et les pompes. Les pompes manuelles constituent une amélioration significative par rapport à la vidange avec un seau et une pelle (en termes de gain de temps et de risque sanitaire) et pourraient représenter une opportunité commerciale durable dans certaines régions. La vidange manuelle est plus facile à appliquer lorsqu'une station de transfert **(C.6)** se trouve à proximité. Un des problèmes est que les pompes ne sont pas toujours commercialisées et, dans ce cas, il faut alors d'abord former les artisans locaux à leur fabrication avant de pouvoir en disposer.

Fonctionnement et entretien : Il n'est pas rare que les opérateurs ajoutent des produits chimiques ou de l'essence pendant la vidange de la fosse pour diminuer les odeurs. Cette pratique n'est pas recommandée car elle peut poser des problèmes ultérieurement lors de la phase de traitement, accentuer les risques pour les opérateurs, contribuer à la pollution de l'environnement ainsi qu'à la corrosion des pompes et des réservoirs de stockage. Les pompes manuelles sont peu susceptibles de parvenir à vidanger complètement les fosses, ce qui augmente la fréquence de vidange, sachant que cette dernière dépend aussi du dispositif de collecte et de stockage. Les pompes manuelles et les chariots nécessitent un entretien quotidien (nettoyage, réparation et désinfection). Les pompes peuvent être fabriquées et réparées avec du matériel local. Lorsqu'elles sont construites correctement et bien entretenues, elles peuvent être utilisées pendant de nombreuses années.

Santé et sécurité : L'aspect le plus important de la vidange manuelle est de s'assurer que les travailleurs disposent d'un équipement de protection individuelle comme des gants, des bottes, une combinaison et un masque. Des examens médicaux réguliers et des vaccinations doivent être exigés pour toute personne travaillant avec des boues.

Coûts : Les coûts d'investissement pour la vidange manuelle et le transport sont faibles. Les coûts opérationnels sont variables et dépendent de la rémunération des opérateurs. Les coûts relatifs au nettoyage et à l'entretien quotidiens de l'équipement doivent être pris en compte.

Aspects sociaux : Le métier de vidangeur manuel n'est pas toujours socialement accepté au sein des communautés. De plus, les projections et les odeurs potentielles peuvent dégrader encore plus l'acceptation de ce type d'activité. On peut y remédier moyennant une formalisation du service, avec une formation sérieuse et la mise à disposition d'équipement adéquat. Si les fosses sont utilisées pour éliminer les déchets, ce sujet doit être abordé dans le cadre de la promotion de l'hygiène et d'autres activités de sensibilisation **(X.12)**.

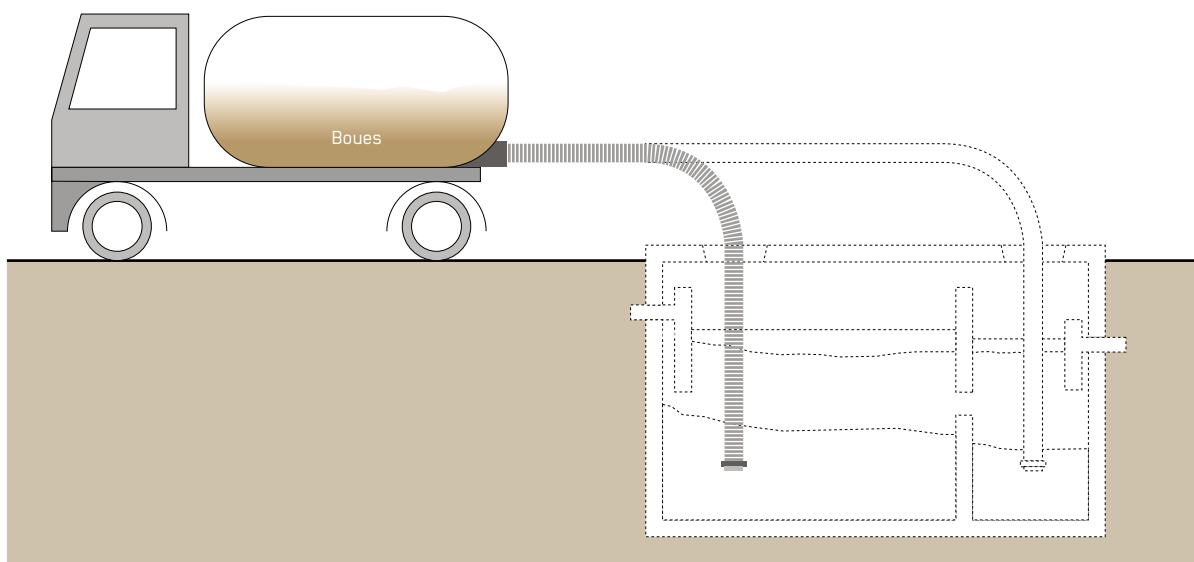
Forces et faiblesses :

- ⊕ Fournit des services aux communautés qui n'ont pas d'égouts et où l'accès est difficile
- ⊕ Faibles coûts d'investissement ; coûts d'exploitation variables en fonction de la distance de transport
- ⊕ Des pompes manuelles simples peuvent être construites et réparées avec des matériaux disponibles localement
- ⊕ Potentiel de création d'emplois et de revenus locaux
- ⊖ La vidange manuelle expose les travailleurs à de sérieux risques pour la santé
- ⊖ La vidange des fosses peut prendre plusieurs heures ou jours selon la taille de la fosse
- ⊖ Les déchets qui sont jetés dans les fosses peuvent bloquer les tuyaux et endommager les pompes
- ⊖ Certains équipements peuvent nécessiter une réparation spécialisée (soudures)

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 203**

C.2 Vidange et transport motorisés

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ★★ Réponse aiguë ★★ Stabilisation ★★ Relèvement | <ul style="list-style-type: none"> ★★ Ménage ★★ Voisinage ★ Ville | <ul style="list-style-type: none"> Ménage ★ Partagé ★★ Public | Vidange et transport. Efficacité de la vidange |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants/sortants | |
| <ul style="list-style-type: none"> ★★ Moyen | <ul style="list-style-type: none"> ★★ Moyenne | <ul style="list-style-type: none"> ● Boues, ● Eaux noires, ● Effluent, ● Urine, ● Urine stockée | |



La vidange et le transport motorisés consistent à utiliser un véhicule équipé d'une pompe motorisée et d'un réservoir pour stocker et transporter les boues de vidange, les eaux usées et/ou de l'urine. Le rôle des opérateurs est de faire fonctionner la pompe et de manipuler les tuyaux. Les boues ne sont pas manipulées à la main.

Un camion de vidange - ou un tracteur muni d'une remorque et d'un réservoir - est équipé d'une pompe raccordée au tuyau de vidange que l'on introduit dans une fosse septique ou un dispositif étanche assimilé (S.13 à S.15) ou dans une fosse à fond perdu (S.1 à S.4) afin d'y pomper les boues vers le réservoir ou la citerne du véhicule. D'autres équipements motorisés ont été développés pour les zones denses et difficiles d'accès, comme le Vacutug ou les dispositifs de la marque ROM. Elles comportent un petit réservoir à boues ainsi qu'une pompe et peuvent emprunter des chemins étroits.

Considérations sur la conception : En général, la capacité de stockage d'un camion de vidange est de 3 à 12 m³. Il est facile d'adapter les camions locaux pour le transport de boues en les équipant de réservoirs de stockage et de pompes. Les pick-up et les tracteurs avec remorque peuvent transporter des volumes de l'ordre de 1,5 m³, et des véhicules plus petits - comme les motos dotées d'une petite benne - de 0,5 à 0,8 m³. Ces dernières peuvent atteindre une vitesse de 12 km/h. En fonction de leur puissance, les pompes peuvent fonctionner jusqu'à une profondeur de 2 à 3 m et elles doivent être situées à moins de 30 m de la fosse. La vidange est d'autant plus facile que la pompe est proche de la fosse.

Matériaux : Les matériaux nécessaires - un véhicule, un réservoir et une pompe - sont généralement disponibles sur place. Des camions d'occasion sont souvent utilisés afin de réduire les coûts, mais ceci affecte leur efficacité. La pompe et le véhicule nécessitent du carburant, dont la pénurie peut être un facteur limitatif en cas d'urgence.

Contexte : Il est possible de recourir à cette technologie dans toutes les phases d'une urgence, dans la mesure où les dispositifs à vidanger sont situés dans des zones accessibles. Il est difficile de vidanger des boues épaisses mais on peut les fluidifier en y ajoutant de l'eau. Pour minimiser les coûts, le site de traitement doit être facilement accessible depuis les zones desservies. Plus les distances sont grandes, plus les coûts par trajet sont élevés. Les stations de transfert **(C.6)** s'avèrent parfois indispensables lorsque l'on utilise un équipement motorisé de petite taille. Les prix et les niveaux de service sont très variables, mais pour assurer la durabilité, le tarif doit être financièrement abordable pour les utilisateurs tout en couvrant les coûts d'exploitation. Il est crucial de mettre en place des mesures incitatives appropriées pour encourager les opérateurs à dépoter dans une installation certifiée. Il est recommandé d'inciter les entrepreneurs privés et les acteurs publics à travailler en étroite collaboration pour assurer la couverture de l'ensemble des maillons de la chaîne d'assainissement.

Fonctionnement et entretien : La plupart des camions de vidange sont manufacturés en Amérique du Nord, en Asie ou en Europe. Aussi, dans certaines régions, il est difficile de trouver des pièces de rechange ou des mécaniciens qualifiés pour réparer les pompes ou les camions en panne. Les véhicules neufs sont coûteux et parfois difficiles à obtenir mais les économies réalisées par l'achat de camions d'occasion sont parfois annulées par les coûts importants d'entretien et de carburant, qui peuvent représenter plus des deux tiers des coûts d'exploitation. La provision de fonds pour l'entretien et les réparations est donc cruciale, ainsi qu'un entretien régulier des véhicules pour limiter le nombre de pannes plus importantes. Les déchets et le sable qui se trouvent dans les fosses peuvent endommager les pompes et obstruer les tuyaux. Il est déconseillé d'utiliser des produits chimiques lors de la vidange, car ceux-ci peuvent être corrosifs pour les réservoirs ou les citernes.

Santé et sécurité : L'utilisation des camions de vidange constitue une amélioration sanitaire considérable par rapport à la vidange manuelle. Les opérateurs sont toutefois toujours exposés aux boues de vidange et doivent

porter un équipement de protection individuelle. Dans les camps, il n'est pas rare qu'adviennent des inondations qui empêchent l'accès des camions aux dispositifs de stockage; par conséquent, un plan de secours ou d'urgence doit être mis en place pour éviter de graves conséquences sur la santé.

Coûts : Investir dans un camion de vidange peut être coûteux, mais aussi potentiellement lucratif pour les entrepreneurs privés. Le carburant est le principal coût opérationnel et il dépend de la distance entre le lieu de vidange et le site de dépotage. Les coûts d'exploitation et d'entretien sont généralement inclus dans le tarif payé par le client (ou le service gouvernemental ou encore l'organisation humanitaire) et ont un impact direct sur la capacité de payer pour le service. Le coût des pièces de rechange peut également être élevé, sachant que celles-ci ne sont pas toujours disponibles sur le marché local.

Aspects sociaux : Les vidangeurs font souvent face à des difficultés d'acceptation sociale et au manque de sites adéquats pour le dépotage des boues. Il est donc important de reconnaître publiquement l'importance de leurs activités et d'identifier des lieux de dépotage appropriés. Lorsque l'on constate que les usagers jettent leurs déchets dans les fosses, il est indispensable de conduire des activités de sensibilisation **(X.12)** et de mettre en place un système de gestion des ordures **(X.8)**. Il faut garder à l'esprit que le recours aux services d'un camion de vidange a parfois un prix trop élevé pour que les ménages les plus pauvres puissent en bénéficier s'il n'existe pas de système d'aide extérieure.

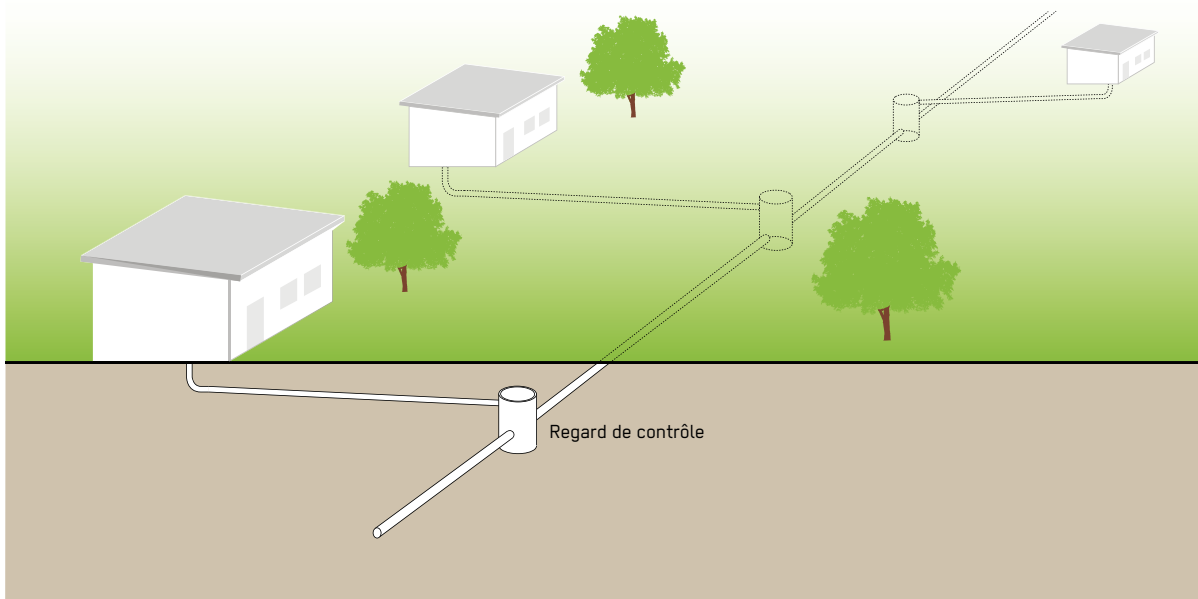
Forces et faiblesses :

- ⊕ Évacuation rapide, hygiénique et efficace des boues
- ⊕ Les camions de vidange de grande taille permettent un transport efficace
- ⊕ Potentiel de création d'emplois et de revenus locaux
- ⊕ Fournit un service essentiel aux zones qui ne sont pas raccordées au réseau d'égouts
- ⊖ Non-adapté aux boues épaisses et déshydratées (dilution ou vidange manuelle)
- ⊖ Non-adapté aux fosses profondes (hauteur d'aspiration limitée)
- ⊖ Difficulté d'approvisionnement en pièces de rechange
- ⊖ L'accès au site à vidanger est parfois impossible

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 203**

Égout simplifié

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|---|---|--------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | <ul style="list-style-type: none"> Ménage ★★ Voisinage ★ Ville | <ul style="list-style-type: none"> ★ Ménage ★★ Partagé ★★ Public | Transport des eaux usées |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants/sortants | |
| <ul style="list-style-type: none"> ★★ Moyen | <ul style="list-style-type: none"> ★★ Moyenne | <ul style="list-style-type: none"> ● Eaux noires, ● Eaux grises, ● Effluents | |



Un égout simplifié est un réseau d'égouts construit à l'aide de conduites dont le diamètre est plus petit et qui sont posées moins profondément que les égouts gravitaires conventionnels (C.4). Ceci permet davantage de flexibilité dans la conception du réseau, qui est par ailleurs moins onéreux. Les égouts simplifiés sont une solution envisageable à l'échelle du voisinage.

La conception des égouts simplifiés (aussi appelés « égouts condominaux » et « mini-égouts ») est identique à celle des égouts gravitaires conventionnels, mais elle répond à des normes de conception moins contraignantes et peut plus facilement s'adapter aux différents contextes locaux. Les conduites ne sont pas posées sous les routes principales, mais plutôt sous les trottoirs, où elles ne sont pas soumises à de fortes pressions dues à la circulation. Cela permet de les poser à une moindre profondeur et de réduire l'ampleur des travaux d'excavation. Par ailleurs, le nombre et la longueur des conduites nécessaires sont également réduits.

Considérations sur la conception : Contrairement aux égouts gravitaires conventionnels qui sont conçus pour assurer une vitesse minimale d'autonettoyage, la conception des égouts simplifiés est basée sur une contrainte de cisaillement minimale de 1 N/m^2 (1 Pa) au débit de pointe. Le débit de pointe minimal est de $1,5 \text{ L/s}$ et le diamètre minimal de l'égout est de 100 mm . Une pente de $0,5 \%$ est généralement suffisante. Par exemple, un égout de 100 mm de diamètre posé à une dénivellation de 1 m sur 200 m peut desservir environ $2\ 800$ usagers avec un débit d'eaux usées d'environ $60 \text{ L/personne/jour}$. La profondeur à laquelle les égouts doivent être posés dépend principalement de l'intensité de la circulation sur le terrain en surface. Sous les trottoirs, la profondeur de pose standard varie entre 40 et 65 cm . La conception simplifiée s'applique également aux conduites principales ; elles peuvent aussi être posées à une faible profondeur, à condition qu'elles ne soient pas placées sous les routes. À chaque jonction ou

changement de direction, il suffit de prévoir de simples regards de contrôle (ou de nettoyage) au lieu de coûteux regards de visite. Des regards de contrôle sont également utilisés à chaque raccordement de maison. Lorsque les eaux grises de cuisine contiennent une quantité importante d'huiles et de graisses, il est recommandé d'installer des bacs à graisse (**PRÉ**) pour éviter le colmatage. Les eaux grises doivent être raccordées à l'égout pour assurer un débit d'eaux usées adéquat, mais il faut décourager les raccordements d'eaux pluviales. Toutefois, dans la pratique, il est difficile d'exclure tous les débits d'eaux pluviales, surtout lorsqu'il n'y a pas d'autre solution pour leur évacuation. La conception des égouts (et de la station d'épuration) doit donc tenir compte du débit supplémentaire qui peut résulter de la réception des eaux pluviales.

Matériaux : Il est recommandé d'utiliser des tuyaux en PVC pour les conduites. Les regards de contrôle peuvent être construits en utilisant des briques avec un couvercle en ciment pour éviter l'afflux de matériaux non-désirés, tels que les eaux pluviales, la terre ou le gravier. Ils peuvent aussi être préfabriqués en plastique. Le béton ne doit pas être utilisé dans les égouts simplifiés, car il se corrompt rapidement.

Contexte : Les égouts simplifiés peuvent être installés dans presque tous les types d'habitats, mais ils sont particulièrement appropriés dans les zones urbaines denses et les camps dans lesquels il y a peu d'espace pour installer des technologies de collecte et de stockage/traitement sur site. Ils sont également indiqués pour réparer d'urgence un réseau existant endommagé ou procéder à une expansion rapide, pour faire face aux besoins d'une croissance démographique soudaine. Ils sont appropriés dans les zones où la densité de population est au minimum de 150 personnes par hectare et où l'approvisionnement en eau est assuré (au moins 60 L/personne/jour). S'ils sont bien construits et entretenus, les égouts simplifiés sont un moyen sûr et hygiénique de transporter les eaux usées. Les utilisateurs doivent être bien formés et informés des risques sanitaires encourus lors des opérations de débouchage et de l'entretien des regards de contrôle.

Fonctionnement et entretien : Il est indispensable que les utilisateurs soient formés et responsabilisés pour éviter de perturber le débit et de boucher les égouts à cause des déchets et d'autres matières solides. Il est recommandé de rincer occasionnellement les conduites pour éviter

les colmatages. Ces derniers peuvent généralement être éliminés en ouvrant les regards de nettoyage et en insérant un fil rigide à travers la conduite. Les chambres d'inspection doivent être vidées périodiquement pour éviter que le sable ne pénètre dans le système. Le succès de l'exploitation exige que les responsabilités soient clairement réparties entre le prestataire de services et les utilisateurs. On peut engager des entrepreneurs privés ou des comités d'usagers pour effectuer l'entretien.

Coûts : L'égout simplifié a un coût de 20 à 50 % inférieur à celui de l'égout gravitaire conventionnel. Les raccordements des ménages sont coûteux et rarement prévus dans le budget lors de la planification des réseaux. Pour les égouts simplifiés, les raccordements domestiques comprennent les derniers 1 à 10 mètres de tuyau, l'excavation, un regard de contrôle et toute autre installation sanitaire sur place. Un égout simplifié exige des techniciens qualifiés disponibles en tout temps pour en assurer le fonctionnement et l'entretien, y compris le remplacement des tuyaux, le débouchage et la surveillance des regards de contrôle.

Aspects sociaux : Les égouts simplifiés requièrent que les utilisateurs suivent les consignes d'utilisation. Les obstructions sont en effet assez fréquentes en raison de la présence de déchets. Pour faire face à cette situation, il est donc crucial de former les utilisateurs tout en mettant en place un système de gestion des déchets (**X.8**).

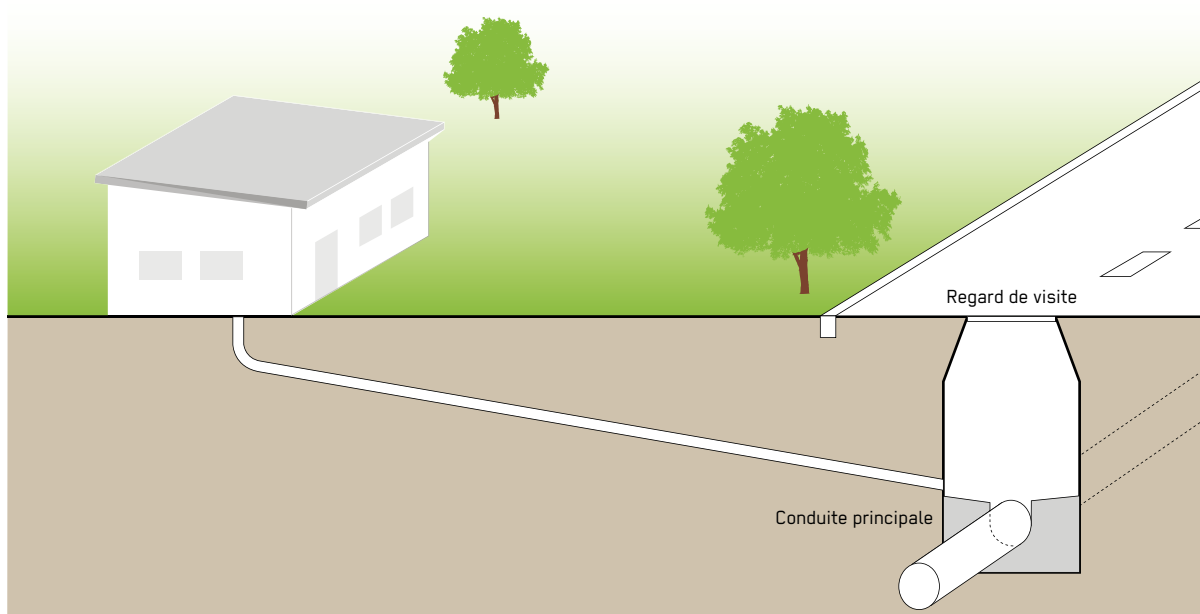
Forces et faiblesses :

- ⊕ Peut être posé moins profondément et avec une pente plus faible que les égouts conventionnels
- ⊕ Coûts d'investissement inférieurs à ceux des égouts conventionnels ; faibles coûts d'exploitation
- ⊕ Possibilité d'extension au fur et à mesure de la croissance de la population
- ⊕ Les eaux grises peuvent être gérées en même temps que les eaux noires
- ⊖ Les réparations et les obstructions sont plus fréquentes que dans les égouts conventionnels
- ⊖ Requièrent l'intervention de personnel qualifié pour la conception et la construction
- ⊖ Fuites difficiles à identifier et donc risque d'infiltration des eaux usées dans le sol et de contamination de la nappe phréatique

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 203**

Égout gravitaire conventionnel

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|-----------------------------------|--|--|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | Ménage ★ Voisinage ★★ Ville | Ménage Partagé ★★ Public | Transport des eaux usées et des eaux pluviales |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants/sortants | |
| ★★ Moyen | ★★★ Élevée | ● Eaux noires, ● Eaux grises, ● Eaux pluviales | |



Les égouts gravitaires conventionnels sont des réseaux de conduites souterraines qui transportent les eaux noires et les eaux grises des ménages individuels et, dans de nombreux cas, les eaux pluviales vers une installation de traitement (semi-)centralisée, en utilisant la gravité ou le pompage lorsque cela est nécessaire.

Un réseau d'égouts gravitaires conventionnels est conçu avec de nombreuses ramifications. Généralement, le réseau est subdivisé en réseaux primaires (conduites principales le long des grands axes routiers), en réseaux secondaires et en réseaux tertiaires (au niveau du voisinage et des ménages).

Considérations sur la conception : En principe, les égouts gravitaires conventionnels ne requièrent pas de prétraitement, de traitement primaire ou de stockage sur site des eaux usées domestiques. Les égouts doivent être conçus de manière à maintenir une vitesse d'autonettoyage (c'est-à-dire un débit qui ne permet pas aux particules de

se déposer dans la conduite). Pour les égouts de diamètre standard, on adopte en principe une vitesse minimale de 0,6 à 0,7 m/s en période de pointe par temps sec. Cela requiert une consommation d'eau quotidienne de plus de 100 L par personne et par jour. La pente descendante doit être constante sur toute la longueur des conduites pour maintenir des débits autonettoyants, ce qui peut nécessiter des excavations profondes. Lorsqu'une pente ne peut pas être maintenue, une pompe de relevage doit être installée. Les égouts primaires sont posés sous les routes, à une profondeur de 1,5 à 3 m pour éviter les dommages causés par la circulation. La profondeur dépend également de la position de la nappe phréatique, du point le plus bas qui doit être desservi (par exemple un sous-sol) et de la topographie. Le choix du diamètre de la conduite dépend des débits moyen et de pointe prévus. Les regards de visite sont placés à intervalles réguliers au-dessus de l'égout, aux intersections des conduites et aux changements de direction (verticalement et horizontalement). Ces regards

doivent être conçus de manière à empêcher l'infiltration des eaux pluviales ou des eaux souterraines. Dans le cas où les utilisateurs raccordés au réseau rejettent des eaux usées très polluées (provenant par exemple d'industries ou de restaurants), un prétraitement ou traitement primaire sur site peuvent être nécessaires avant le rejet dans le réseau afin de réduire le risque de colmatage et la charge organique des eaux usées arrivant à la station de traitement. Lorsque l'égout recueille également les eaux pluviales (il est alors appelé « égout unitaire »), il est nécessaire d'installer des déversoirs d'orage pour éviter la surcharge hydraulique des stations d'épuration lors des périodes de pluie intenses ou prolongées. La construction d'égouts unitaires n'est toutefois plus recommandée et l'on conseille de retenir et d'infiltrer localement les eaux pluviales ou de prévoir un système de drainage distinct pour les eaux de pluie (C5). Le système de traitement peut alors être de plus petite taille, est moins coûteux et a une performance de traitement plus élevée pour des eaux usées moins diluées.

Matériaux : Les matériaux couramment utilisés sont le béton, le PVC, l'argile vitrifiée et les tuyaux ductiles ou en fonte. L'excavation nécessite un excavateur ou une main-d'œuvre importante. L'intensité du travail dépend des propriétés du sol.

Contexte : L'utilisation d'égouts dans le contexte humanitaire est appropriée dans les zones où ceux-ci existent déjà et peuvent être réhabilités, par exemple dans les communautés d'accueil. De plus, la construction de nouvelles conduites peut faire partie des mesures de relèvement. Parce qu'il est possible de les concevoir pour transporter des volumes importants, les égouts conventionnels gravitaires conviennent parfaitement pour le transport des eaux usées vers une installation de traitement (semi-)centralisée. La planification, la construction, le fonctionnement et l'entretien nécessitent des connaissances spécialisées. La construction de systèmes d'égouts conventionnels dans des zones urbaines denses est compliquée, car cela perturbe les activités et la circulation. Les égouts conventionnels gravitaires sont chers à construire et, parce que l'installation d'une conduite occasionne des perturbations et nécessite une coordination étendue entre les autorités, les sociétés de construction et les propriétaires fonciers, il est nécessaire de mettre en place une gestion professionnelle. Les affaissements de terrain peuvent provoquer des fissures dans les parois des regards de visite ou dans les raccords de canalisations, ce qui peut entraîner une infiltration des eaux souterraines ou une exfiltration des eaux usées et compromettre la performance des égouts. Les égouts conventionnels gravitaires peuvent être construits dans des climats froids, car ils sont enterrés profondément dans le sol et ont un débit important et constant, ce qui empêche les eaux usées de geler.

Fonctionnement et entretien : Les regards de visite sont utilisés pour des contrôles de routine et le nettoyage des égouts. Des débris (par exemples des gravillons, des bâtons ou des chiffons) peuvent s'accumuler dans les regards et bloquer les conduites. Afin d'éviter les obstructions dues à la graisse, il est important d'informer les utilisateurs sur l'élimination appropriée des huiles et des graisses. Parmi les méthodes de nettoyage courantes des égouts conventionnels gravitaires figurent le tringlage, le rinçage, le curage et l'hydrocurage. Les égouts peuvent être dangereux en raison des gaz toxiques qui en émanent et seuls des professionnels doivent en assurer l'entretien. Cependant, dans certaines communautés bien organisées, l'entretien des réseaux tertiaires peut être confié à un groupe compétent de membres de la communauté. Il faut toujours utiliser un équipement de protection individuelle lorsque l'on pénètre dans un égout.

Coûts : Les égouts gravitaires conventionnels ont des coûts d'investissement, d'exploitation et d'entretien très élevés. L'exploitation et l'entretien de ce type d'égout sont des tâches constantes et requièrent la présence d'un nombre important de travailleurs. Les coûts des raccordements des habitations au réseau doivent être inclus dans le calcul du coût total.

Aspects sociaux : S'ils sont bien construits et entretenus, les égouts gravitaires conventionnels constituent un moyen sûr et hygiénique de transport des eaux usées. Cette technologie offre un niveau élevé d'hygiène et de confort pour l'utilisateur. Toutefois, parce que les déchets sont transportés vers un site éloigné pour y être traités, les impacts sur la santé et l'environnement dépendent du traitement dispensé par l'installation en aval.

Forces et faiblesses :

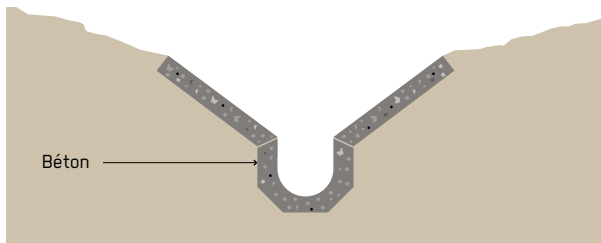
- ⊕ Les eaux grises et éventuellement les eaux pluviales peuvent être gérées simultanément
- ⊕ Supporte le sable et d'autres matériaux solides, ainsi que des hauts débits
- ⊖ Coûts d'investissement très élevés ; coûts d'exploitation et de maintenance élevés
- ⊖ Une vitesse minimale doit être maintenue pour éviter le dépôt des matières solides au fond des conduites
- ⊖ Difficile et coûteux à étendre à mesure que la communauté évolue et grandit
- ⊖ Requiert la présence de personnel qualifié pour la conception, la construction et la maintenance

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 203**

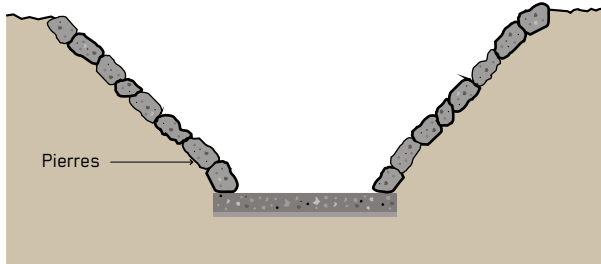
Drainage des eaux pluviales

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | ★ Ménage ★★ Voisinage ★★ Ville | ★ Ménage ★ Partagé ★★ Public | Transport des eaux pluviales |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants/sortants | |
| ★★ Moyen | ★★ Moyenne | ● Eaux grises, ● Eaux pluviales | |

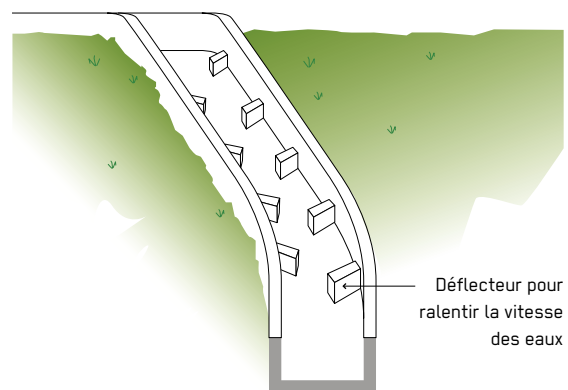
Canal partiellement bétonné



Canal empierreé



Canal avec déflecteurs



En contrôlant l'écoulement des eaux de surface des zones urbaines, le drainage des eaux pluviales contribue à éviter les inondations et la formation de mares d'eau stagnante. Ceci permet de limiter la propagation des maladies et d'éviter la formation de sols boueux.

Les eaux stagnantes, l'érosion et la boue peuvent entraîner des risques pour la santé publique, surtout lors des urgences humanitaires. Cette eau peut provenir du ruissellement des pluies (il s'agit alors des eaux pluviales) ou des habitations et des ménages (il s'agit alors des eaux grises). Lorsque les eaux pluviales ne sont pas évacuées des zones urbaines par un égout gravitaire conventionnel (C.4), d'autres moyens de gestion sont nécessaires. Le drainage des eaux pluviales revêt une importance particulière dans les camps et les zones urbaines, où le ruissellement naturel et l'infiltration des eaux sont limités en raison des surfaces imperméabilisées par les routes, les maisons et les revêtements asphaltés. La construction

de canaux pour le drainage des eaux pluviales peut être compliquée dans les zones où le terrain est plat en raison de l'absence de pente, ainsi que dans les zones abruptes où la vitesse de ruissellement peut être élevée et difficile à contrôler. Les canaux peuvent aboutir directement dans un plan d'eau récepteur, comme une rivière ou un lac. Dans la phase de réponse aiguë à une situation d'urgence, les mesures d'évacuation des eaux pluviales doivent au minimum chercher à protéger des inondations les puits et les latrines ainsi que les autres infrastructures permettant d'assurer l'accès à l'eau, l'assainissement et l'hygiène (EAH). Bien que ce chapitre se concentre sur les ouvrages visant à canaliser les eaux pluviales, il existe d'autres moyens de prévenir les eaux stagnantes, par exemple en réduisant au minimum la couverture imperméable et en utilisant des systèmes naturels ou construits pour filtrer les eaux pluviales et les infiltrer dans le sol pour recharger la nappe phréatique. Ces systèmes comprennent des zones d'inondation désignées, des zones d'infiltration

locales, telles que - entre autres - des tranchées d'infiltration, des noues engazonnées, des bassins de rétention et des plans d'occupation et d'aménagement des sols pensés à cet effet. À chaque fois que les caractéristiques du sol le permettent, il est préférable de gérer les eaux pluviales et les eaux grises sur place, là où elles sont produites.

Considérations sur la conception : La conception du système de drainage des eaux pluviales doit être faite par un ingénieur compétent et expérimenté. Il faut disposer de données détaillées sur le terrain, l'utilisation des terres, les pentes et les précipitations. Pour concevoir un réseau de collecte des eaux pluviales, il faut connaître le coefficient de ruissellement d'une zone, indiquant le pourcentage d'eau de pluie qui s'écoule réellement et qui ne s'infiltré pas localement ou ne s'évapore pas. Ce coefficient dépend principalement des caractéristiques du sol, de l'utilisation des terres et du relief. La pente détermine la vitesse d'écoulement des eaux. Si possible, il faut prévoir la construction d'ouvrages pour l'évacuation des eaux de pluie le long des rues et des routes d'accès. Ces ouvrages doivent toujours être construits sous le niveau des habitations afin de réduire les risques d'inondation. Les ouvrages d'écoulement des eaux pluviales peuvent être équipés de différents systèmes, tels que des déflecteurs ou des marches pour contrôler la vitesse des eaux sur les pentes raides (supérieures à 5 %). Ils peuvent être enduits (ciment, pierres, etc.) ou non, selon les exigences et la taille de l'ouvrage. Les canaux peuvent être à ciel ouvert ou fermés. Ces derniers ont l'avantage de ne pas utiliser d'espace en surface et d'empêcher l'entrée des déchets. Mais ils ont aussi des inconvénients, notamment un plus grand nombre de défaillances dues à une exploitation et à un entretien plus difficiles, comme les interventions de débouchage ainsi qu'un coût plus élevé.

Matériaux : Pour les ouvrages d'écoulement des eaux pluviales qui sont dotés d'un revêtement, plusieurs matériaux peuvent être utilisés comme par exemple des éléments préfabriqués, du ciment ou des matériaux locaux tels que le bois. Pour les ouvrages d'écoulement sans revêtement, le sol peut être renforcé avec du grillage à poule et de la végétation. Des outils de base sont nécessaires pour le nettoyage des ouvrages secondaires, tels que des pelles et des râtaux.

Contexte : Le drainage des eaux pluviales peut être mis en œuvre dans des zones régulièrement inondées, ainsi que dans les zones où les ménages génèrent des eaux grises et ne disposent pas de raccordement à un réseau d'égouts conventionnel. Les habitats informels et les camps sont souvent construits dans des zones géographiques peu favorables et peuvent être particulièrement sensibles

aux risques associés aux eaux de pluie (c'est-à-dire aux inondations). Si une zone peut être aménagée avant que les résidents n'y emménagent, il convient de planifier au préalable une gestion appropriée des eaux pluviales.

Fonctionnement et entretien : Les déchets doivent être retirés des canaux d'eaux pluviales de façon régulière et en particulier avant le début de la saison des pluies ou de toutes précipitations prévues afin d'en assurer le bon fonctionnement. Après les pluies, il peut être nécessaire de retirer les sédiments accumulés dans les ouvrages, une fois que le débit de l'eau a baissé en dessous de la vitesse d'autonettoyage. Il faut également réparer régulièrement les dommages structurels, qui surviennent surtout dans les canaux à forte pente et à grande vitesse de ruissellement.

Les coûts : La construction d'ouvrages d'écoulement nécessite des travaux d'excavation et de transport de terre qui exigent beaucoup de main-d'œuvre. Le matériau de revêtement peut également avoir un coût élevé. Les canaux secondaires peuvent souvent être réalisés avec des matériaux locaux et la participation des communautés, tandis que les canaux primaires plus importants nécessitent des matériaux spécifiques et, dans la plupart des cas, l'utilisation de machines pour l'excavation.

Aspects sociaux : L'une des principales difficultés relatives au drainage des eaux pluviales est la mauvaise utilisation que les populations peuvent en faire, par exemple lorsqu'elles y jettent leurs déchets ou y rejettent des eaux contaminées par des matières fécales. Pour éviter cela, l'utilisation correcte des systèmes de drainage des eaux pluviales doit faire partie des activités de promotion des comportements hygiéniques (X.12). Il faut également un système de gestion des ordures opérationnel (X.8) et des mesures pour assurer la déconnexion complète des toilettes du système d'évacuation des eaux pluviales.

Forces et faiblesses :

- ⊕ Peut être réalisé avec des matériaux locaux
- ⊕ Permet l'évacuation des eaux pluviales en toute sécurité
- ⊕ Réduit les risques d'inondation
- ⊖ Exige une bonne gestion de l'occupation des sols et une bonne maîtrise de la topographie
- ⊖ Susceptible de ne pas remplir sa fonction en cas d'accumulation de déchets
- ⊖ Source de prolifération de moustiques en cas de mauvaise gestion

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 203**

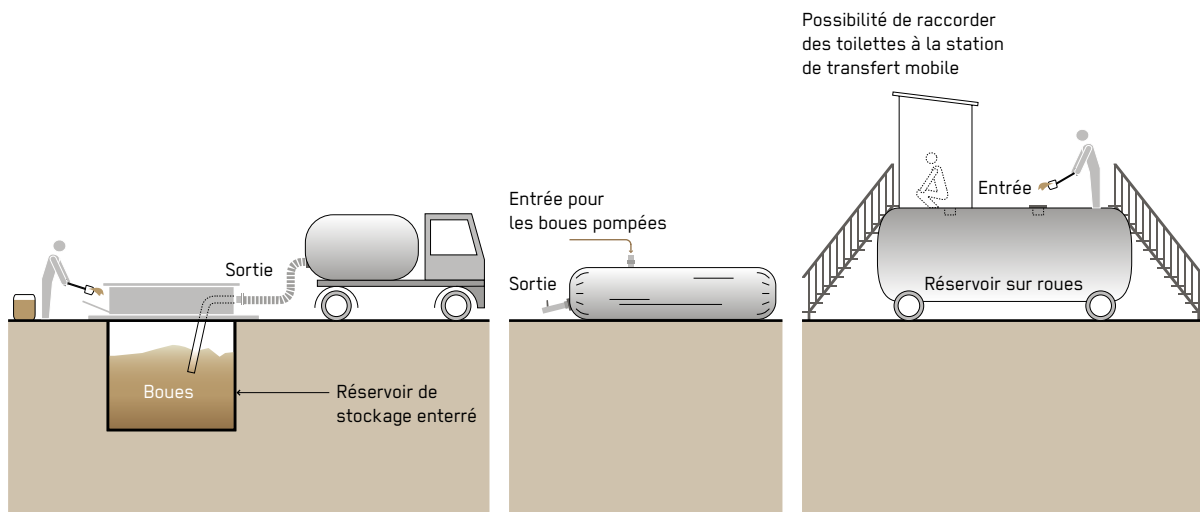
Station de transfert et de stockage

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|------------------------------------|----------------------------------|---|
| ★ Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | Ménage ★★ Voisinage ★★ Ville | Ménage ★ Partagé ★★ Public | Interface entre la vidange manuelle et la vidange motorisée |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants/sortants | |
| ★★ Moyen | ★★ Moyenne | ● Boues | |

Station de transfert

Réservoir souple

Station de transfert mobile



Il est nécessaire de mettre en place des dispositifs de stockage intermédiaire semi-centralisés comme les stations de transfert, les réservoirs souples ou les stations de dépotage intermédiaire raccordées au réseau d'égouts, dans toutes les situations où il est difficile d'acheminer les boues de vidange des latrines directement vers une station de traitement. Lorsque la station de transfert a atteint sa capacité maximale, il faut alors recourir à une technologie de vidange et de transport motorisés (C.2) comme un camion de vidange.

Il est préférable que les opérateurs de vidange et de transport manuels ou motorisés (de petite taille) aient accès à une station de stockage intermédiaire pour dépoter les boues, afin d'éviter les dépotages sauvages ou de longs trajets vers un site approprié. En milieu urbain, le choix du site d'implantation des stations de transfert est crucial, car elles sont susceptibles de créer des nuisances olfactives, en particulier en cas d'entretien insuffisant.

Considérations sur la conception : Il existe différents types d'installations de stockage intermédiaire, fixes ou mobiles, dont la conception et les objectifs sont différents, tels que les stations de transfert, les stations de dépotage intermédiaire raccordées au réseau d'égouts et les réservoirs souples. Une station de transfert fixe comprend un réservoir de stockage enterré, un emplacement pour le stationnement des véhicules de vidange (camion ou charrette) et un orifice pour l'insertion du tuyau de vidange. Cet orifice doit être assez bas pour limiter les éclaboussures lorsque les opérateurs déversent manuellement les boues transportées par charrette. La station de transfert doit également comprendre un conduit d'aération, un dégrilleur (**PRÉ**) et une installation de nettoyage pour les réservoirs et des véhicules. Le réservoir de stockage doit être étanche pour empêcher les infiltrations dans le sol et l'intrusion d'eau à l'intérieur. Une station de transfert mobile est constituée soit d'un réservoir transportable permettant d'assurer un stockage temporaire, soit d'une citerne sur roues. Il est aussi possible de construire les

toilettes directement au-dessus du réservoir. Une autre solution consiste à raccorder une station de dépotage intermédiaire à un égout gravitaire conventionnel (C.4). Les boues y sont déversées directement ou bien à intervalles réguliers (à l'aide d'une pompe) pour optimiser le fonctionnement du réseau et de la station d'épuration (charges de pointe). Les stations de transfert peuvent être équipées d'appareils d'enregistrement de données numériques pour surveiller la quantité, le type et l'origine des intrants et recueillir les données sur les opérateurs qui viennent dépoter. Ceci permet à l'exploitant de la station de mieux anticiper les flux et de s'y adapter. Les réservoirs souples sont des sacs robustes destinés aux matériaux liquides, y compris les boues de vidange. Ils peuvent être placés sur n'importe quel terrain plat ainsi que sur la remorque d'un camion avant d'être remplis, puis transportés une fois pleins. Ils prennent très peu de place lorsqu'ils sont vides et sont donc facilement déployables en cas d'urgence.

Matériaux : Les installations de stockage intermédiaire doivent être étanches. Elles peuvent être construites avec des briques maçonnées ou du ciment. Pour les stations de transfert mobiles, une citerne ou un réservoir est nécessaire, idéalement déjà monté sur un véhicule. Les réservoirs souples sont généralement préfabriqués en caoutchouc butyle ou en plastique renforcé de tissu.

Contexte : Cette technologie est adaptée aux zones urbaines à forte densité où il n'existe pas de site de dépotage, ainsi qu'aux camps situés loin de toute station de traitement. La mise en place de plusieurs stations de transfert permet de réduire les dépotages sauvages. Elle est particulièrement adaptée aux vidanges à petite échelle. Les vidangeurs locaux peuvent dépoter en station de transfert pendant la journée, tandis que les gros camions peuvent pomper les réservoirs et se rendre à la station d'épuration la nuit lorsqu'il n'y a pas de circulation. Les stations de transfert doivent être situées dans des sites facilement accessibles et leur conception doit faciliter le travail des opérateurs. L'absence d'entretien sérieux peut entraîner de mauvaises odeurs et devenir un problème pour le voisinage. Cette technologie est néanmoins bénéfique pour la communauté dans son ensemble par rapport aux dépotages sauvages et compense en principe largement les nuisances locales. Pendant la phase de réponse aiguë d'une urgence, et jusqu'à la mise en place d'une meilleure solution, on pourra utiliser les réservoirs souples ou d'autres unités de stockage de petite taille.

Fonctionnement et entretien : Les dégrilleurs placés au niveau de la chambre de dépotage doivent être fréquemment nettoyés pour assurer un débit constant et éviter les refoulements. Le sable, le gravier et les boues consolidées doivent également être périodiquement retirés du réservoir de stockage. Le processus de vidange du réservoir doit être bien organisé. La zone de dépotage des boues doit être nettoyée régulièrement pour réduire les odeurs, les mouches et les autres vecteurs de nuisance.

Coûts : Dans les grandes villes, les stations de transfert peuvent contribuer à réduire les frais des opérateurs de camions en diminuant les distances de transport et les temps d'attente dans les embouteillages. Les investissements nécessaires sont faibles à modérés, mais il faut tenir compte des coûts opérationnels et des mécanismes de recouvrement des coûts, comme par exemple le paiement d'une licence ou d'une redevance pour utiliser la station de transfert. Les coûts de la licence ou de la redevance doivent être bien calculés : trop élevés, ils risquent de rendre le tarif de vidange inabordable pour certains usagers ; trop faibles, ils risquent d'être insuffisants pour exploiter et entretenir durablement la station.

Aspects sociaux : Les stations de transfert sont une solution locale peu coûteuse pour le stockage intermédiaire des boues de vidange. Elles offrent une solution alternative au dépotage sauvage des vidangeurs indépendants ou des petites sociétés et peuvent encourager les propriétaires à vidanger leurs installations. Lorsque les fosses sont régulièrement vidangées et que la pratique du dépotage sauvage est significativement réduite, la santé globale d'une communauté s'améliore de façon considérable. Les nuisances potentielles pour le voisinage doivent être soigneusement prises en considération.

Forces et faiblesses :

- ⊕ Accroît l'efficacité du transport des boues vers la station de traitement
- ⊕ Contribue à réduire le nombre de dépotages sauvages
- ⊕ Potentiel de création d'emplois et de revenus locaux
- ⊖ Nécessite du personnel qualifié pour la conception et la construction
- ⊖ Mauvaises odeurs en cas de manque d'entretien

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 203**

Traitement (semi-)centralisé

Ce chapitre décrit les technologies de traitement des eaux usées et des boues de vidange destinées à des grands groupes d'utilisateurs (c'est-à-dire à un niveau semi-centralisé à l'échelle du voisinage et à un niveau centralisé à l'échelle d'une ville). Elles sont conçues pour traiter des volumes importants et permettent, dans la plupart des cas, une meilleure élimination des matières organiques, des nutriments et des agents pathogènes, notamment par rapport aux technologies de collecte et de stockage/traitement (S). Toutefois, les besoins de fonctionnement/d'exploitation et d'entretien ainsi que les besoins en énergie de ce groupe fonctionnel sont généralement plus élevés que ceux des technologies de plus petite taille. Ce chapitre décrit également les technologies de prétraitement et de post-traitement.

| | | | |
|-----|-------------------------------------|------|--|
| PRÉ | Technologies de prétraitement | T.8 | Bassins de sédimentation et d'épaississement |
| T.1 | Décanteur | T.9 | Lits de séchage non-plantés |
| T.2 | Réacteur anaérobie à chicanes (RAC) | T.10 | Lits de séchage plantés |
| T.3 | Filtre anaérobie | T.11 | Cocompostage |
| T.4 | Biodigesteur (réacteur à biogaz) | T.12 | Lombricompostage et lombrifiltration (technologie émergente) |
| T.5 | Bassins de lagunage | T.13 | Boues activées |
| T.6 | Filtres plantés | POST | Filtration tertiaire et désinfection |
| T.7 | Lit bactérien | | |

Lors de la conception, on combinera de façon cohérente plusieurs des technologies listées ci-dessus, afin d'atteindre l'objectif de traitement souhaité (par exemple une configuration en plusieurs étapes incluant un prétraitement, un traitement primaire et un traitement secondaire). Le choix de la ou des technologies de traitement est contextuel et dépend généralement des facteurs suivants :

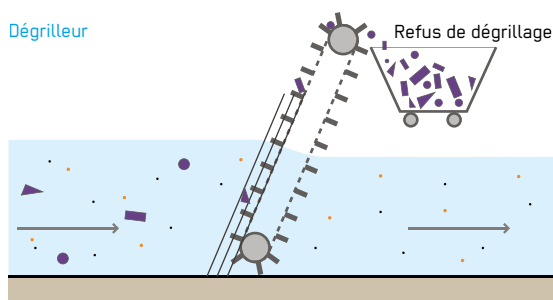
- Type et quantité des eaux usées et des boues à traiter (au moment de l'intervention et dans le futur)
- Produits sortants que l'on souhaite obtenir (valorisation et/ou standards de qualité réglementaires)
- Ressources financières
- Disponibilité des matériaux au niveau local
- Disponibilité foncière
- Caractéristiques des sols et des eaux souterraines
- Disponibilité d'une source d'électricité constante
- Compétences et capacités (pour la conception, l'exploitation, la maintenance et la gestion)
- Aspects liés à la gestion
- Capacités locales



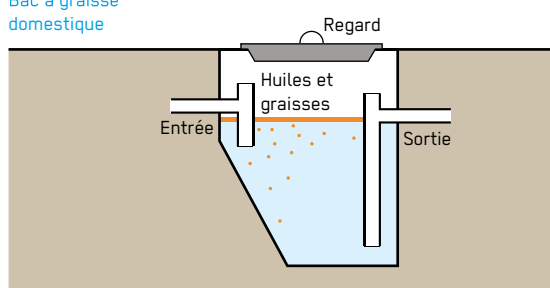
Technologies de prétraitement

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|--------------------------------------|--|---|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | ★ Ménage ★★ Voisinage ★★ Ville | ★ Ménage ★ Partagé ★★ Public | Garantir la durabilité et le bon fonctionnement des systèmes ultérieurs |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★ Faible | ★★ Moyenne | ● Eaux noires, ● Eaux grises, ● Boues | ● Eaux noires, ● Eaux grises, ● Boues, ● Produits de prétraitement |

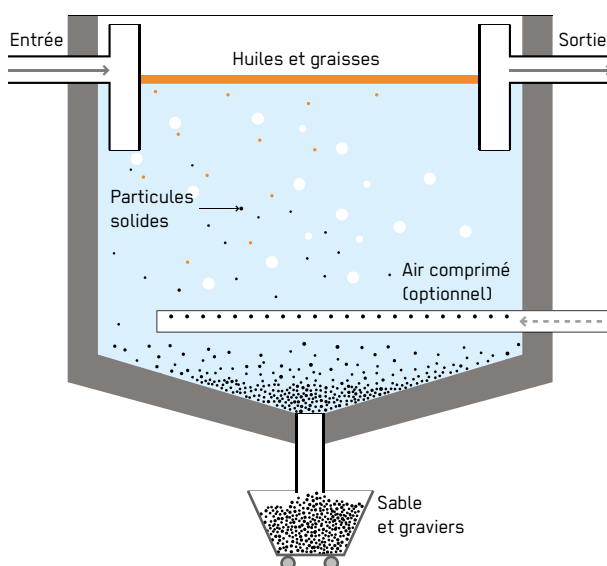
Dégrilleur



Bac à graisse domestique



Dessableur et bac à graisse aérés



Le prétraitement est l'élimination préliminaire d'éléments contenus dans les eaux usées ou les boues tels que les huiles, les graisses et les particules solides. Les unités de prétraitement peuvent être installées en amont du transport, d'une technologie de traitement (semi-)centralisée ou d'une pompe, et permettent d'empêcher l'accumulation des matières solides et de minimiser les risques de colmatage ultérieurs. Elles contribuent également à réduire l'abrasion des pièces mécaniques et à prolonger la durée de vie des infrastructures d'assainissement.

Les huiles, les graisses, le sable et les matières en suspension peuvent nuire à l'efficacité du transport et/ou du traitement, car ils augmentent les risques de colmatage et l'usure des équipements. Il est donc crucial d'empêcher leur entrée dans le système. Les mesures préventives au niveau individuel (contrôle à la source) et lors du transport sont importantes. Par exemple, les regards de visite des égouts doivent toujours être fermés par une

plaque pour empêcher l'intrusion de matériaux étrangers. Les technologies de prétraitement sont généralement installées au point où les eaux usées arrivent dans une station de traitement ou à la sortie des grands bâtiments. Ces technologies utilisent des mécanismes physiques d'élimination tels que le dégrillage, la flottaison, la décantation et la filtration.

Considérations sur la conception : Le **dégrillage** vise à empêcher les déchets grossiers, comme les plastiques, de pénétrer dans un égout ou une station de traitement, à l'aide de grilles inclinées ou de barreaux. L'espacement entre les barres est compris entre 1,5 et 4 cm en fonction du type de rétention souhaitée. Les grilles peuvent être nettoyées manuellement ou à l'aide d'un racloir mécanique. Celui-ci permet de retirer les matières solides plus fréquemment et, par conséquent, de concevoir un dispositif plus petit. Les **bacs à graisse** qui piègent les huiles et les graisses doivent être munis d'un couvercle

étanche aux odeurs. Des cloisons ou des tubes en tés à l'entrée et à la sortie limitent la formation de turbulences à la surface de l'eau et séparent les éléments flottants de l'effluent. Un bac à graisse se place sous un évier ou à l'extérieur de la maison. Les bacs de grande taille peuvent aussi retenir le sable et d'autres matières solides décantables par sédimentation, de la même manière que le font les fosses septiques (S.13). Lors de la présence de sable dans les eaux usées, les **dessableurs** ou pièges à sable permettent d'éliminer ces matériaux inorganiques et lourds par sédimentation. Il en existe trois types : les dessableurs à écoulement horizontal, les dessableurs aérés et les dessableurs à hydrocyclone. Tous ces modèles permettent aux particules de sable lourdes de se déposer, tandis que les particules plus légères, principalement organiques, restent en suspension.

Matériaux : Les dégrilleurs, les bacs à graisse et les dessableurs peuvent tous être construits avec des matériaux locaux, tels que le béton et les barres métalliques. Il existe également des modèles préfabriqués. Les dégrilleurs mécaniques nécessitent de l'électricité. Il faut également disposer d'outils pour retirer l'écume, les boues et les déchets et fournir des équipements de protection individuelle aux travailleurs qui effectuent ces tâches.

Contexte : Les bacs à graisse doivent être installés dans les lieux qui rejettent de grandes quantités d'huiles et de graisses comme les restaurants et les cantines et lorsqu'il existe un risque immédiat de colmatage, notamment dans le cas du traitement des eaux grises dans un filtre planté (T.6). Le dégrillage est essentiel pour empêcher les déchets de pénétrer dans les réseaux d'égouts et les stations de traitement et dans certains lieux stratégiques comme les bouches d'égout des marchés. Les dessableurs sont préconisés dans les zones sableuses, en cas de routes non-asphaltées et lorsque les eaux pluviales peuvent pénétrer dans le réseau d'égouts.

Fonctionnement et entretien : Les produits collectés lors du prétraitement doivent être éliminés régulièrement. Pour les dégrilleurs, le nettoyage requis est quotidien. Un bac à graisse placé sous un évier doit être nettoyé une fois par semaine et une fois par mois, alors qu'un bac à graisse plus grand sera vidangé tous les 6 à 12 mois. Les dessableurs doivent être contrôlés et nettoyés avec soin après chaque pluie. Si l'entretien est trop peu fréquent, de fortes odeurs peuvent se dégager du fait de la dégradation des matériaux accumulés. En cas d'entretien insuffisant les unités en aval du système de traitement peuvent être défaillantes, notamment à cause des colmatages.

Les matériaux collectés lors du prétraitement doivent être traités avec les déchets ou bien enterrés si aucune infrastructure de gestion des déchets (X.8) n'existe.

Santé et sécurité : Les opérateurs impliqués dans le prétraitement peuvent être exposés à des agents pathogènes ou à des substances toxiques, c'est pourquoi ils doivent porter un équipement de protection individuelle comprenant au moins des bottes et des gants. Par ailleurs, il est indispensable de traiter les refus de dégrillage et autres déchets en toute sécurité et d'éviter toute possibilité de contact avec des personnes extérieures.

Coûts : Les coûts d'investissement et d'exploitation des technologies de prétraitement sont relativement faibles. En cas d'utilisation de dégrilleurs mécaniques, il faut prendre en compte les coûts de la consommation permanente d'électricité. Toutes les technologies de prétraitement impliquent des interventions de raclage et de curage réguliers qui doivent être conduites par des opérateurs formés.

Aspects sociaux : Les opérations de nettoyage des dispositifs de prétraitement sont désagréables et ne sont pas toujours bien conduites lorsqu'elles sont confiées aux ménages ou à des membres de la communauté. L'intervention d'opérateurs professionnels assure un entretien régulier mais génère un coût supplémentaire. Pour réduire les charges polluantes et améliorer la qualité du prétraitement, on peut agir à la source à l'aide de moyens techniques (grilles, fonds de cuve filtrants, joints d'étanchéité dans les éviers et les douches) et par une sensibilisation des comportements (en informant les ménages qu'il ne faut pas éliminer les déchets et l'huile de cuisine dans les systèmes d'assainissement).

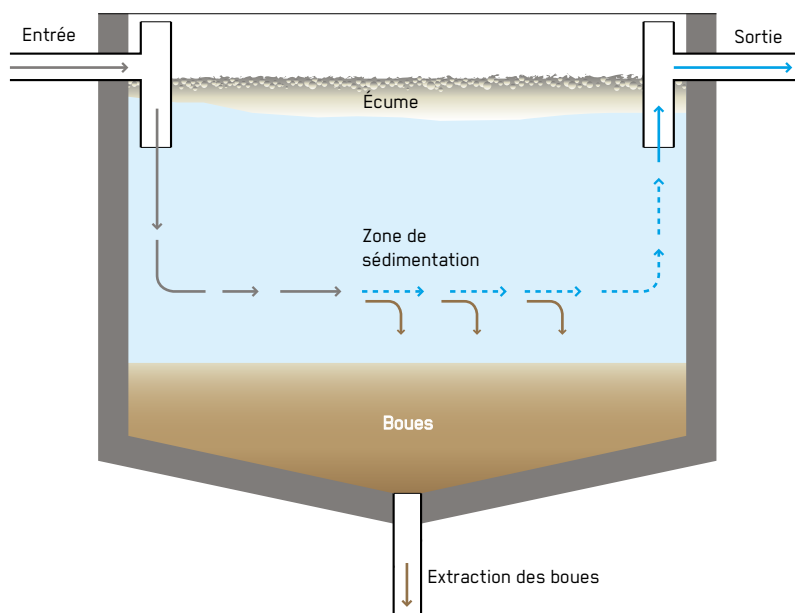
Forces et faiblesses :

- ⊕ Coûts d'investissement et de fonctionnement relativement faibles
- ⊕ Durée de vie et durabilité accrues des infrastructures de transport et de traitement
- ⊖ Entretien fréquent nécessaire
- ⊖ L'élimination des déchets et des graisses est désagréable
- ⊖ Il faut planifier une gestion des déchets en toute sécurité

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 204**

Décanteur

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|------------------------------------|----------------------------------|--|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | Ménage ★★ Voisinage ★★ Ville | Ménage ★ Partagé ★★ Public | Séparation solide/liquide. Réduction de la DBO |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★ Moyen | ★★ Moyenne | ● Eaux noires, ● Eaux grises | ● Effluent, ● Boues |



Un décanteur est une technologie de traitement primaire des eaux noires et des eaux grises. Il est conçu pour éliminer les solides en suspension par sédimentation. Il peut également être appelé « bassin de sédimentation ou de décantation » ou « clarificateur ». La faible vitesse d'écoulement dans un décanteur permet aux particules décantables de descendre au fond, tandis que les constituants plus légers que l'eau flottent à la surface.

Les décanteurs sont souvent utilisés comme clarificateurs primaires et sont généralement séquencés après les technologies de prétraitement (PRÉ). Les décanteurs peuvent obtenir une réduction initiale significative des solides en suspension (élimination de 50 à 70 %) ainsi que des matières organiques (élimination de 20 à 40 % de la demande biochimique en oxygène - DBO) et s'assurer que ces constituants n'entravent pas les processus de traitement ultérieurs. Les décanteurs peuvent prendre des formes diverses, remplissant parfois des fonctions

supplémentaires. Ils peuvent être des réservoirs indépendants ou intégrés dans des unités de traitement combinées. Plusieurs autres technologies présentées dans ce Compendium ont une fonction de sédimentation primaire ou comprennent un compartiment pour la décantation primaire : RAC (T.2), réacteur à biogaz (T.4), bassins de stabilisation des déchets (T.5), bassins de sédimentation et d'épaississement (T.8).

Considérations sur la conception : Le but principal d'un décanteur est d'assurer la sédimentation en réduisant la vitesse et la turbulence du flux d'eaux usées. Les décanteurs sont généralement conçus pour un temps de rétention hydraulique de 1,5 à 2,5 heures. Il faut moins de temps si le niveau de DBO ne doit pas être trop bas pour l'étape biologique suivante. Le réservoir doit être conçu pour assurer une performance satisfaisante au débit de pointe. Afin d'éviter les courants de Foucault et les courts-circuits, ainsi que de retenir l'écume à l'intérieur

du bassin, il est important d'avoir une bonne construction d'entrée et de sortie avec un système de distribution et de collecte efficace (chicanes, déversoirs ou tuyaux en T). En fonction de la conception et de l'emplacement, le vidage peut se faire par vidange et transport manuels **(C.1)**, par vidange et transport motorisés **(C.2)** ou par gravité à l'aide d'une sortie située au fond du décanteur. Les clarificateurs sont des bassins de décantation construits avec des moyens mécaniques pour l'élimination continue des solides déposés par sédimentation. Ils sont équipés de collecteurs mécaniques qui raclent continuellement les solides décantés vers une trémie à boues située dans la partie inférieure du bassin, d'où ils sont pompés vers des installations de traitement des boues. Un fond de cuve suffisamment incliné facilite l'évacuation des boues. L'efficacité du décanteur primaire dépend des caractéristiques des eaux usées, du temps de rétention et du taux de retrait des boues. Elle peut être réduite par la circulation induite par le vent, les courants de convection et de densité dus aux différences de température et, dans les climats chauds, la stratification thermique. Ces phénomènes peuvent conduire à des courts-circuits. Pour améliorer les performances des décanteurs, on peut installer des plaques inclinées (lamelles) et des tubes qui augmentent la surface de décantation ou utiliser des coagulants chimiques.

Matériaux : Les décanteurs peuvent être faits de béton, de sable, de gravier, de ciment, d'acier ainsi que de fibre de verre, de PVC ou de plastique, et sont disponibles sous forme d'unités préfabriquées.

Contexte : Le choix d'une technologie de décantation des solides est régi par les caractéristiques des eaux usées, les capacités de gestion et l'intérêt d'un processus anaérobie, avec ou sans production de biogaz. Les technologies qui comprennent déjà un certain type de sédimentation primaire (énumérées ci-dessus) n'ont pas besoin d'un décanteur séparé. Cependant, de nombreuses technologies de traitement nécessitent une élimination préliminaire des solides pour fonctionner correctement. Un bassin de sédimentation primaire est particulièrement important pour les technologies qui utilisent un matériau filtrant - par exemple le filtre anaérobie **(T.3)** -, mais il est souvent omis dans les petites installations à boues activées **(T.13)**. Les décanteurs peuvent également être installés comme réservoirs de rétention des eaux pluviales pour éliminer une partie des solides organiques qui, autrement, seraient directement rejetés dans l'environnement.

Fonctionnement et entretien : Dans les décanteurs qui ne sont pas conçus pour les processus anaérobies, une élimination régulière des boues est nécessaire pour éviter

les conditions septiques ainsi que l'accumulation et la libération de gaz qui peuvent entraver le processus de sédimentation en remettant en suspension une partie des solides déposés. Les boues transportées à la surface par des bulles de gaz sont difficiles à éliminer et peuvent passer à l'étape de traitement suivante. Il est important d'enlever fréquemment l'écume et les boues doivent être soit éliminées de manière appropriée dans un système de traitement, soit enterrées.

Santé et sécurité : Pour éviter le dégagement de gaz odorants, il est nécessaire d'enlever fréquemment les boues. Les boues et l'écume doivent être manipulées avec précaution car elles contiennent des niveaux élevés d'organismes pathogènes ; elles nécessitent un traitement supplémentaire et une élimination adéquate. Un équipement de protection individuelle approprié est nécessaire pour les travailleurs qui peuvent entrer en contact avec l'effluent. L'équipement et les mains doivent être désinfectés après les travaux d'enlèvement des boues.

Coûts : Les coûts d'investissement d'un décanteur sont moyens et les coûts opérationnels sont faibles. Les coûts dépendent des technologies de transport et de traitement avec lesquelles le décanteur doit être associé, mais aussi de la disponibilité locale et donc du prix des matériaux (sable, gravier, ciment, acier) ou des modules préfabriqués et des coûts de la main-d'œuvre. Les principaux coûts d'exploitation et d'entretien sont liés à l'enlèvement des boues primaires et au coût de l'électricité si des pompes sont nécessaires pour l'évacuation (en l'absence d'une option d'écoulement par gravité).

Aspects sociaux : En général, les décanteurs sont une technologie bien acceptée. Le port d'un équipement de protection individuelle adéquat doit être abordé et le personnel doit être formé.

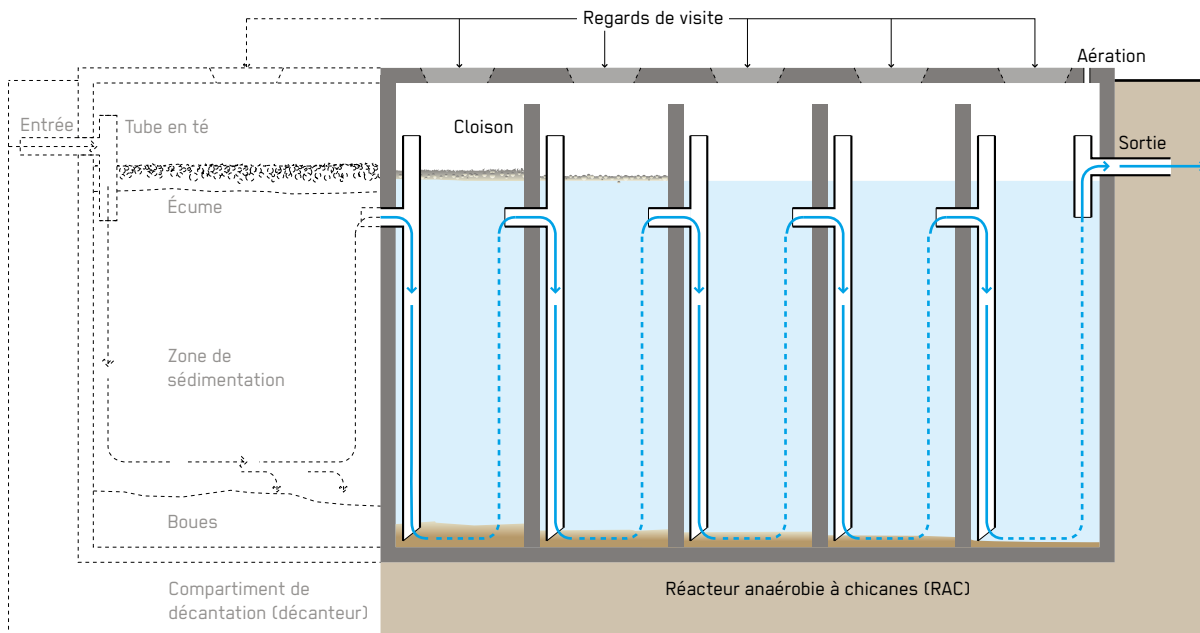
Forces et faiblesses :

- ⊕ Une technologie simple et robuste
- ⊕ Élimination efficace des solides en suspension
- ⊕ Coûts d'investissement et de fonctionnement relativement faibles
- ⊖ Extraction fréquente des boues requise
- ⊖ Les effluents, les boues et l'écume doivent être traités davantage
- ⊖ Conception hydraulique et structurelle sophistiquée

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 204**

Réacteur anaérobie à chicanes (RAC)

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | ★ Ménage ★★ Voisinage Ville | ★ Ménage ★★ Partagé ★★ Public | Confinement des excréta. Séparation solide/liquide. Abattement de la DBO |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★ Moyen | ★★ Moyenne | ● Eaux noires, ● Eaux grises | ● Effluent, ● Boues |



Le réacteur anaérobie à chicanes (RAC) permet de traiter différentes sortes d'eaux usées et peut être considéré comme une fosse septique « améliorée » (S.13) qui utilise des chicanes (ou cloisons) pour optimiser le traitement. Le traitement des eaux usées se fait en forçant le flux de façon ascendante à travers une série de compartiments, au fond desquels les polluants sont biologiquement dégradés dans une couche active de boues.

Les RAC peuvent fournir aux eaux usées, ainsi qu'aux eaux grises ayant une charge organique, un traitement primaire et secondaire en faisant appel à des mécanismes biologiques anaérobies (absence d'oxygène). Les compartiments à flux ascendant favorisent l'élimination et la digestion des matières organiques. Le taux d'abattement de la demande biochimique en oxygène (DBO) peut atteindre 90 %, ce qui est largement supérieur au taux obtenu dans une fosse septique conventionnelle (S.13).

Considérations sur la conception : Les RAC autonomes de petite taille comportent généralement un compartiment de décantation intégré, mais la sédimentation primaire peut se faire dans un décanteur séparé (T.1) ou dans une autre technologie comme une fosse septique (S.13). Les RAC doivent comporter au moins 4 compartiments (selon la DBO) et au plus 6. La charge maximum recommandée doit être inférieure à $6 \text{ kg/m}^3/\text{jour}$; la profondeur de l'eau au point de sortie est en moyenne de 1,8 m et au maximum de 2,2 m (pour les systèmes de grande taille). Le temps de rétention hydraulique est en principe compris entre 16 et 20 heures et en aucun cas inférieur à 8 heures. La vitesse ascendante se situe idéalement autour de 0,9 m/h et est au maximum de 1,2 m/h. Il faut pouvoir accéder à tous les compartiments (par des regards de visite) pour en assurer l'entretien. Le réservoir doit être ventilé pour permettre la libération contrôlée des gaz odorants et potentiellement toxiques. Lorsque les eaux de cuisine sont raccordées au système, un bac à graisse (PRÉ) doit être placé avant le décanteur pour éviter qu'une quantité trop importante

d'huiles et de graisses ne pénètre dans le RAC et n'entrave les processus de traitement.

Matériaux : Un RAC peut être construit en béton, en fibre de verre, en PVC ou en plastique et peut être préfabriqué. Une pompe est parfois installée pour rejeter les eaux usées traitées lorsqu'il n'est pas possible de recourir à un écoulement gravitaire.

Contexte : La construction d'un RAC pour 20 ménages peut prendre plusieurs semaines, mais elle est beaucoup plus rapide (3 à 4 jours) si l'on utilise des modules préfabriqués en plastique renforcé de fibre de verre. Après la mise en service, il faut compter de 3 à 6 mois (jusqu'à 9 mois dans les climats plus froids) pour que le milieu biologique se constitue et pour atteindre une efficacité de traitement maximale. Les RAC ne sont donc pas indiqués pour la phase de réponse aiguë d'une urgence, mais conviennent mieux aux phases de stabilisation et de relèvement, ainsi qu'en tant que solution à long terme. La technologie est bien adaptée à l'échelle du voisinage, mais elle peut également être mise en œuvre au niveau des ménages ou pour desservir des zones plus vastes et des bâtiments publics (par exemple des écoles). Même si les RAC sont conçus de façon étanche, il est déconseillé de les installer dans des zones où le niveau de la nappe phréatique est élevé ou en cas d'inondations fréquentes. Alternativement, des modules préfabriqués peuvent être installés au-dessus du sol. Les RAC conviennent à tous les types de climats, mais leur efficacité est moindre dans les climats plus froids.

Fonctionnement et entretien : Les RAC sont relativement simples à faire fonctionner ; une fois que le système est pleinement opérationnel, il n'y a pas de tâches spécifiques à effectuer. Pour réduire le temps de démarrage, on peut y introduire des bactéries anaérobies, par exemple en ajoutant des boues de fosses septiques ou du fumier de vache. Le système doit être contrôlé tous les mois pour vérifier la présence de déchets et tous les 6 mois pour vérifier le niveau des boues. La vidange est nécessaire tous les 2 à 4 ans, selon l'accumulation de boues dans les compartiments, car celles-ci affectent l'efficacité du traitement. Il est préférable de vidanger les compartiments à l'aide de dispositifs de vidange et de transport motorisés (C.2) bien que l'usage de dispositifs manuels soit également une solution.

Santé et sécurité : L'effluent, l'écume et les boues doivent être manipulés avec soin car ils contiennent une forte concentration en agents pathogènes. Les opérateurs en charge de cette manipulation doivent être munis d'un équipement de protection individuelle approprié (bottes, gants et vêtements). En cas de valorisation agricole de l'effluent, celui-ci doit subir un traitement additionnel, sinon il doit être rejeté de façon appropriée.

Coûts : Les coûts d'investissement d'un RAC sont moyens et les coûts opérationnels faibles. Ils dépendent des autres technologies de transport et des modules de traitement utilisés, de la disponibilité locale et donc des prix des matériaux (sable, gravier, ciment, acier) ou de l'utilisation de modules préfabriqués et des coûts de main-d'œuvre. Les principaux coûts d'exploitation et d'entretien sont liés à la vidange des boues primaires, ainsi qu'au coût de l'électricité en cas d'usage d'une pompe pour l'évacuation des liquides traités (si écoulement non-gravitaire).

Aspects sociaux : Cette technologie est généralement bien acceptée. En raison de son équilibre microbien délicat, il est indispensable de sensibiliser les usagers afin qu'ils n'utilisent pas de produits chimiques agressifs.

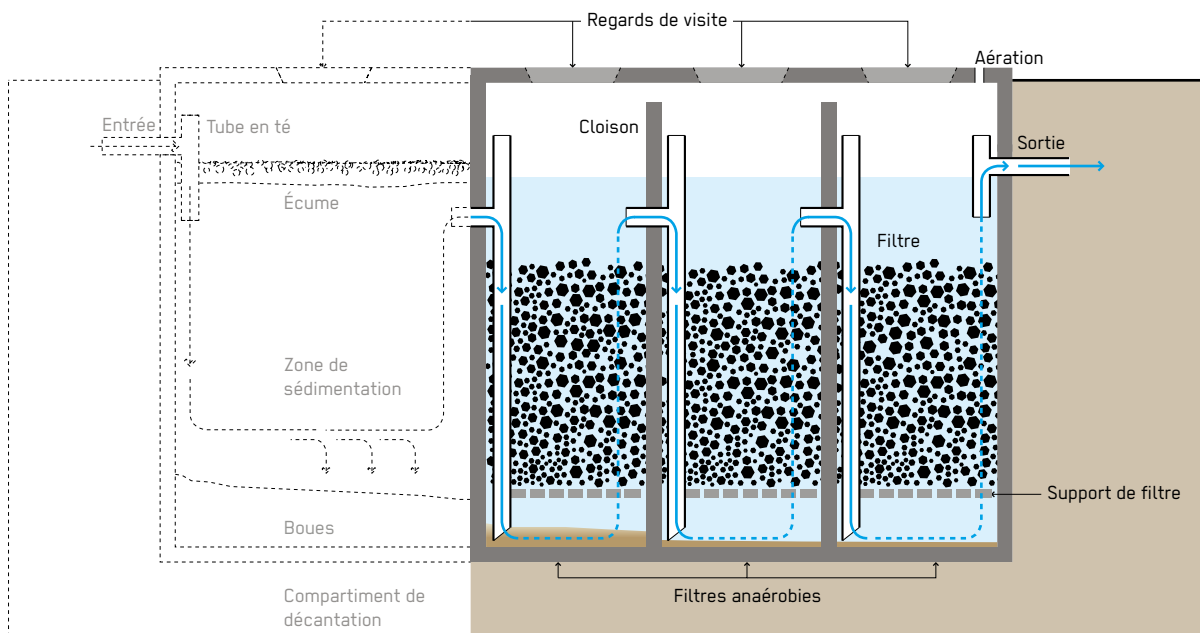
Forces et faiblesses :

- ⊕ Faibles coûts d'exploitation
- ⊕ Résistant aux chocs organique et hydraulique
- ⊕ Forte réduction de la DBO et des matières solides
- ⊕ Faible production de boues ; les boues sont stabilisées
- ⊖ Nécessite l'intervention d'experts pour la conception et la construction
- ⊖ Abattement limité des agents pathogènes et des nutriments
- ⊖ Les effluents et les boues doivent être traités et/ou rejetés de manière appropriée
- ⊖ Longue durée de démarrage

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 204**

Filtre anaérobie

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | ★ Ménage ★★ Voisinage Ville | ★ Ménage ★★ Partagé ★★ Public | Confinement des excréta. Abattement de la DBO |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★ Moyen | ★★ Moyenne | ● Eaux noires, ● Eaux grises | ● Effluent, ● Boues |



Un filtre anaérobie permet de traiter efficacement différentes sortes d'eaux usées. Il s'agit d'un réacteur biologique à lit fixe comportant plusieurs compartiments de filtration successifs. Lorsque les eaux usées traversent le filtre, les particules sont piégées et la matière organique est dégradée par le biofilm actif qui se forme à la surface du média filtrant.

Cette technologie est largement utilisée comme traitement secondaire pour les eaux noires ou grises et permet une élimination plus efficace des matières solides par rapport aux fosses septiques (S.13) ou aux RAC (S.14). Le processus de traitement est anaérobie et fait appel à des mécanismes biologiques. L'abattement des matières en suspension et de la DBO se situe généralement entre 50 et 80 % et peut atteindre 90 %. L'élimination de l'azote est limitée et ne dépasse généralement pas 15 % d'azote total.

Considérations sur la conception : Le prétraitement (PRÉ) est essentiel pour éliminer les matières solides et les débris qui peuvent colmater le filtre. La majorité des matières solides décantables sont éliminées dans un compartiment de décantation situé en amont du filtre. Dans les petites unités autonomes, le prétraitement est généralement intégré, mais la décantation primaire peut également se faire dans un décanteur séparé (T.1) ou à l'aide d'une autre technologie préalable comme la fosse septique (S.13). Les filtres anaérobies fonctionnent généralement avec un flux ascendant pour réduire le risque de lessivage de la biomasse fixée et donc préserver l'efficacité du traitement. Le média filtrant doit être recouvert d'au moins 0,3 m d'eau pour garantir un écoulement régulier. Le temps de rétention hydraulique (TRH) est le paramètre de conception le plus important par rapport à la performance du filtre et un TRH de 12 à 36 heures est recommandé. Dans l'idéal, le filtre doit présenter une grande surface spécifique pour la croissance des bactéries et

avoir une porosité suffisamment importante pour éviter le colmatage. La surface assure un contact accru entre la matière organique et la biomasse fixée qui la dégrade efficacement. Idéalement, le média du filtre doit offrir entre 90 et 300 m² de surface/m³ de volume occupé du réacteur. La liaison entre les compartiments peut être réalisée au moyen de tuyaux verticaux ou de chicanes. Il faut pouvoir accéder à tous les compartiments (par des regards de visite) pour en assurer l'entretien. Le réservoir doit être ventilé pour permettre la libération contrôlée des gaz odorants et potentiellement toxiques. Lorsque les eaux de cuisine sont raccordées au système, un bac à graisse doit être placé avant le compartiment de décantation.

Matériaux : Un filtre anaérobie peut être construit en béton, en ciment, en acier ainsi qu'en fibre de verre, en PVC ou en plastique et peut être préfabriqué. Le média filtrant type a un diamètre de 12 à 55 mm, plus important à sa base et plus petit dans sa partie supérieure. Les médias filtrants couramment utilisés sont le gravier, les pierres ou les briques concassées, les parpaings, la pierre ponce, le verre décheté ou des morceaux de plastique spécialement formés (et même des bouteilles en PVC broyées).

Contexte : Les filtres anaérobies ne sont pas adaptés dans la phase de réponse aiguë d'une urgence, car le milieu biologique du filtre met du temps à se développer. Aussi, ils sont plus adaptés aux phases de stabilisation et de relèvement et sont des solutions à long terme. Ils conviennent bien à l'échelle du voisinage, mais peuvent également être mis en œuvre au niveau des ménages ou dans des zones de dessertes plus larges, ou dans les bâtiments publics (écoles). Même s'ils sont conçus de façon étanche, il est déconseillé de les installer dans des zones où le niveau de la nappe phréatique est élevé ou en cas d'inondations fréquentes. Alternativement, des modules préfabriqués peuvent être installés au-dessus du sol. Les filtres anaérobies conviennent à tous types de climats, mais leur efficacité est moindre dans les climats plus froids. Ils sont peu efficaces en termes d'abattement des agents pathogènes et de réduction des nutriments ; en cas de standards de rejet des effluents plus exigeants, il est nécessaire de recourir à une technologie de traitement supplémentaire, telle qu'un bassin de lagunage (T.5) ou un filtre planté (T.6).

Fonctionnement et entretien : Une période de démarrage de 6 à 9 mois est nécessaire pour atteindre la pleine capacité de traitement, car la biomasse anaérobie à croissance lente doit d'abord s'établir sur le média filtrant. Pour réduire le temps de démarrage, le filtre peut être inoculé avec des bactéries anaérobies, par exemple en pulvérisant le média filtrant avec des boues de fosse septique. Le débit doit être progressivement augmenté au fil du

temps. Les niveaux d'écume et de boues doivent être surveillés pour s'assurer que le réservoir fonctionne bien. À la longue, les particules solides vont colmater les pores du filtre. La masse bactérienne croissante peut aussi devenir trop épaisse, se détacher et éventuellement boucher les pores. Lorsque l'efficacité diminue, le filtre doit être nettoyé en faisant fonctionner le système en mode inverse (rétro-lavage) ou en retirant et en nettoyant le média. L'étanchéité des compartiments doit également être contrôlée de temps à autre.

Santé et sécurité : L'effluent, l'écume et les boues doivent être manipulés avec précaution car ils contiennent une forte concentration en agents pathogènes. Ils doivent subir un traitement supplémentaire en cas de valorisation agricole (fertilisation ou irrigation) ou être rejetés de façon appropriée. Un équipement de protection individuelle complet doit être porté pendant la vidange des boues et le nettoyage du filtre anaérobie.

Coûts : Les coûts d'investissement sont moyens et les coûts opérationnels sont faibles. Ils dépendent de la technologie de transport et de traitement utilisée, de la disponibilité locale et donc des prix des matériaux de construction (sable, gravier, ciment, acier) ou, le cas échéant, des modules préfabriqués ainsi que de la main-d'œuvre. Les principaux coûts d'exploitation et d'entretien sont liés à la vidange des boues ainsi qu'au prix de l'électricité en cas d'usage d'une pompe pour l'évacuation des liquides traités (si écoulement non-gravitaire).

Aspects sociaux : Cette technologie est généralement bien acceptée. En raison de son équilibre microbien délicat, il est indispensable de sensibiliser les usagers afin qu'ils n'utilisent pas de produits chimiques agressifs.

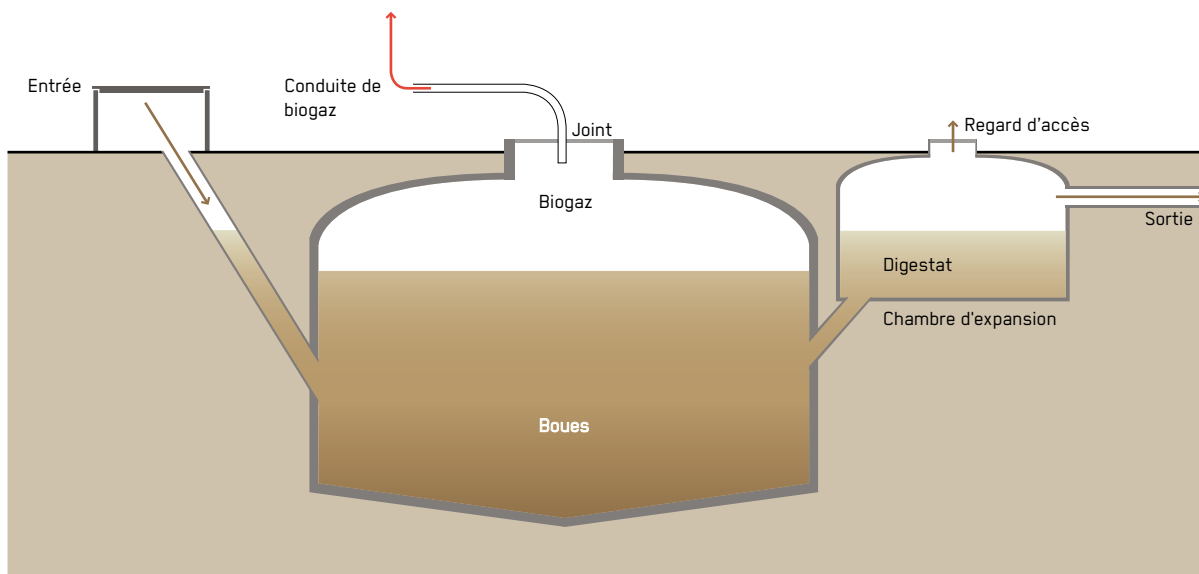
Forces et faiblesses :

- ⊕ Faibles coûts d'exploitation
- ⊕ Résistant aux chocs organique et hydraulique
- ⊕ Forte réduction de la DBO et des matières solides
- ⊕ Aucune énergie électrique n'est nécessaire
- ⊖ Abattement limité des agents pathogènes et des nutriments
- ⊖ Nécessite l'intervention d'experts pour la conception et la construction
- ⊖ Le retrait et le nettoyage des médias filtrants colmatés est fastidieux
- ⊖ Longue durée de démarrage

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 204**

Biodigesteur (réacteur à biogaz)

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|--------------------------------------|---|--|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | ★ Ménage ★★ Voisinage ★★ Ville | ★★ Ménage ★★ Partagé ★★ Public | Stabilisation des boues. Récupération du biogaz |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★ Moyen | ★★ Moyenne | ● Excreta, ● Eaux noires, ● Boues, ● Matières organiques | ● Biogaz, ● Boues |



Un biodigesteur ou réacteur à biogaz permet de traiter différentes sortes d'eaux usées. Il s'agit d'une technologie de traitement anaérobie qui produit une boue digérée (digestat) pouvant être utilisée comme engrais et du biogaz pouvant être valorisé en énergie. Le biogaz est un mélange de méthane, de dioxyde de carbone et d'autres gaz à l'état de traces qui peuvent être convertis en chaleur, en électricité ou en lumière (D.7).

Un biodigesteur est constitué d'un réservoir étanche à l'air qui facilite la dégradation anaérobie des eaux noires, des boues et/ou des déchets biodégradables. Les produits entrants y sont biologiquement dégradés dans une couche de boues activées. Les boues digérées sont évacuées via un exutoire de débordement au niveau du sol. Le réservoir sert également à recueillir le biogaz produit en raison du processus de fermentation qui a lieu dans le réacteur. Le digestat est riche en matières organiques et en nutriments, et il est relativement facile à assécher et à manipuler.

Considérations sur la conception : Il existe deux modèles de biodigesteurs, l'un à dôme fixe et l'autre à dôme flottant. Dans le dôme fixe, le volume du digesteur est constant. Au fur et à mesure que le gaz est généré, il exerce une pression et déplace la boue vers le haut dans une chambre d'expansion. En ouvrant la vanne de la conduite de biogaz, le gaz sous pression s'échappe et la boue remonte dans le digesteur. Dans un digesteur à dôme flottant, le dôme monte et descend avec la production et le retrait de gaz. Le dôme peut aussi se dilater (comme un ballon). Le temps de rétention hydraulique (TRH) dans le réacteur doit être au minimum de 15 jours dans les climats chauds, de 25 jours dans les climats tempérés et de 60 jours dans le cas d'eaux usées hautement pathogènes. Le volume du réacteur peut varier entre 1 000 L pour une seule famille et jusqu'à 100 000 L pour des toilettes institutionnelles ou publiques. Comme la production de digestat est continue, des dispositions doivent être prises pour son stockage, son utilisation et/ou son transport hors du site.

Matériaux : La construction d'un biodigester nécessite des matériaux tels que des briques, du ciment, de l'acier, du sable, du grillage pour la résistance structurelle (par exemple du grillage à poule), un additif pour étanchéifier le ciment, des tuyaux et des raccords, une vanne et un tuyau de sortie préfabriqué pour le gaz. Les modèles préfabriqués commercialisés sont notamment les sacs géotextiles et des modules en plastique renforcé de fibres de verre.

Contexte : Cette technologie convient au traitement des eaux usées domestiques et institutionnelles (hôpitaux et écoles par exemple). Elle ne convient pas à la phase de réponse aiguë d'une urgence, en raison du temps nécessaire au démarrage du processus biologique. Elle est particulièrement appropriée dans les zones rurales où l'on peut ajouter du fumier animal et où le digestat peut être utilisé comme fertilisant et le gaz pour la cuisine. Les biodigesteurs peuvent également être utilisés pour stabiliser les boues des fosses de latrines (**S.3 et S.4**). Ils sont souvent employés comme une solution alternative aux fosses septiques (**S.13**) car ils assurent un niveau de traitement similaire, avec le bénéfice additionnel du biogaz. Toutefois, il est impossible d'obtenir une production suffisante de gaz en utilisant uniquement des eaux noires ou si la température ambiante est inférieure à 15 °C. Les eaux grises ne doivent pas être ajoutées car elles réduisent considérablement le TRH. Les biodigesteurs sont moins appropriés pour les climats plus froids du fait du taux de conversion moindre de la matière organique en biogaz, ce qui nécessite une augmentation du TRH et du volume nominal du dispositif. Même si les réacteurs à biogaz sont conçus de façon étanche, il est déconseillé de les installer dans des zones où le niveau de la nappe phréatique est élevé ou en cas d'inondations fréquentes.

Fonctionnement et entretien : Pour démarrer le réacteur, il faut l'inoculer avec des bactéries anaérobies, par exemple en ajoutant de la bouse de vache ou des boues de fosse septique. Le digestat doit être fréquemment retiré du trop-plein, à une fréquence qui dépend du volume de la fosse par rapport à l'apport de matières solides, de la quantité de matières non-digérables, de la température ambiante ainsi que de l'utilisation et des caractéristiques du système. La pression du gaz doit être surveillée et celui-ci utilisé régulièrement. Les purgeurs doivent être vérifiés périodiquement et les vannes et les conduites de gaz doivent être nettoyées afin de prévenir la corrosion et les fuites. En fonction de la conception et des intrants, le réacteur doit être vidé et nettoyé tous les 5 à 10 ans.

Santé et sécurité : Le digestat est partiellement hygiénisé mais il présente toujours un risque de contamination. Les opérateurs doivent donc être munis d'un équipement de protection individuelle adéquat pour toute opération ainsi que pour la vidange des digestats et le nettoyage du réacteur. En fonction de leur utilisation finale, le liquide et les boues vidangées doivent subir un traitement supplémentaire, en particulier s'il s'agit d'une valorisation agricole. Les gaz produits dans le réacteur sont inflammables, comme le gaz naturel, ce qui constitue également un risque.

Coûts : Il s'agit d'une technologie dont le coût est faible à moyen, tant en termes d'investissement que de fonctionnement. Les coûts de fonctionnement et d'entretien quotidien doivent être pris en compte. Les installations communautaires tendent à être plus viables économiquement, pour autant qu'elles soient socialement acceptées. Il est également important de budgétiser les dépenses de formation des opérateurs et des utilisateurs.

Aspects sociaux : L'acceptation sociale peut être problématique pour les communautés qui ne sont pas familières avec l'utilisation du biogaz ou du digestat. Une cohésion sociale peut être créée autour de la gestion commune et du partage des bénéfices (gaz et engrais). Il existe cependant un risque que les bénéfices soient inégalement répartis entre les utilisateurs, ce qui peut entraîner des conflits.

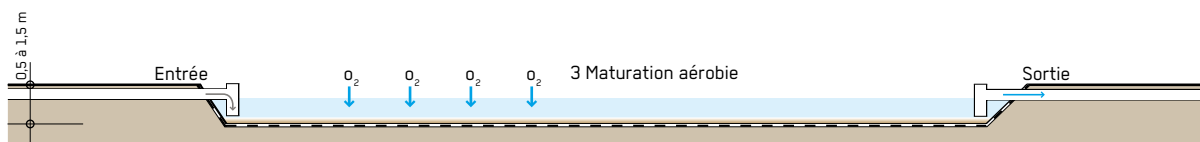
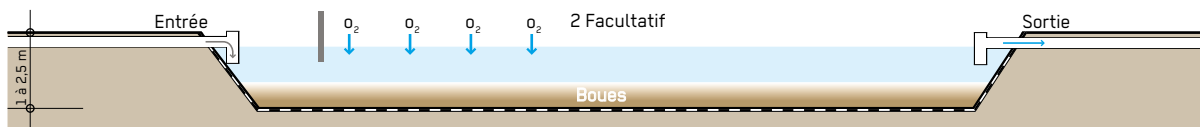
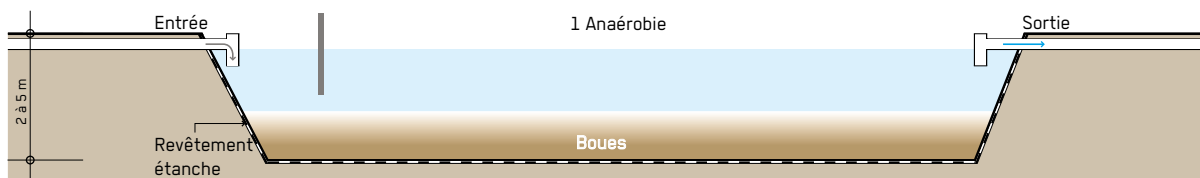
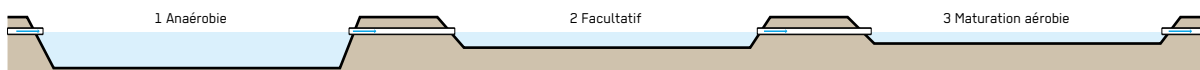
Forces et faiblesses :

- ⊕ Réduction des coûts de gestion des déchets ménagers (matières organiques) et des coûts de transport des boues de vidange
- ⊕ Génération de produits valorisables - gaz et engrais
- ⊕ Longue durée de vie (robuste)
- ⊖ Nécessite l'intervention de personnel qualifié pour la conception et la construction
- ⊖ Le processus n'élimine que partiellement les agents pathogènes, entraînant un besoin potentiel de traitement supplémentaire du digestat
- ⊖ Production de gaz limitée en dessous de 15 °C et en utilisant uniquement des eaux noires
- ⊖ Coût d'investissement moyen

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 204**

Bassins de lagunage

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|--|-----------------------------------|--|---|
| Réponse aiguë ★★ Stabilisation ★★ Relèvement | Ménage ★ Voisinage ★★ Ville | Ménage ★ Partagé ★★ Public | Séparation solide/liquide. Stabilisation des boues. Destruction des agents pathogènes |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★★ Élevé | ★★ Moyenne | ● Eaux noires, ● Eaux grises, (● Boues) | ● Effluent, ● Boues |



Les bassins de lagunage sont de grands plans d'eau artificiels. Les bassins peuvent être utilisés individuellement ou reliés en série pour un meilleur traitement. Il existe trois types de bassins : (1) anaérobie, (2) facultatif et de (3) maturation aérobie ; chacun ayant des caractéristiques de conception et de traitement spécifiques.

Pour un traitement optimal, les bassins de lagunage doivent être reliés en série de trois bassins ou plus, dans lesquels l'effluent s'écoule du bassin anaérobie vers le bassin facultatif, puis vers le bassin de maturation aérobie. Le traitement primaire se déroule dans le bassin anaérobie et permet d'obtenir un abattement de la charge organique des eaux usées. L'abattement des matières solides et de la DBO se déroule par digestion anaérobie dans les boues après la décantation. Les bactéries anaérobies convertissent le carbone organique en méthane et ce processus permet d'éliminer jusqu'à 60 % de la DBO. Comme les bassins de lagunage sont construits en série,

l'effluent du bassin anaérobie s'écoule dans le bassin facultatif, dans lequel l'abattement de la DBO se poursuit. La partie supérieure du bassin est alimentée en oxygène grâce à la diffusion naturelle, au brassage du vent et à la photosynthèse produite par les algues. La couche inférieure est privée d'oxygène et devient anoxique ou anaérobie. Les matières solides décantables s'y accumulent et sont digérées au fond du bassin. Les micro-organismes aérobies et anaérobies travaillent ensemble pour atteindre jusqu'à 75 % d'abattement de la DBO, tandis que les bassins aérobies sont conçus pour l'élimination des agents pathogènes. Le bassin aérobie est souvent appelé « bassin de maturation, de polissage ou de finition », car il s'agit généralement de la dernière étape du traitement. C'est le moins profond des bassins, ce qui permet à la lumière du soleil d'y pénétrer jusqu'au fond et à la photosynthèse de s'y produire. Les algues photosynthétiques libèrent de l'oxygène dans l'eau tout en consommant le dioxyde de carbone produit par la respiration des

bactéries. Parce que la photosynthèse est générée par la lumière du soleil, les niveaux d'oxygène dissout sont élevés pendant la journée et faibles pendant la nuit. L'oxygène dissout est également fourni par le brassage naturel provoqué par le vent.

Considérations sur la conception : La profondeur des bassins anaérobies est comprise entre 2 et 5 m et le temps de rétention y est relativement court, à savoir entre un et sept jours. La profondeur des bassins facultatifs doit être comprise entre 1 et 2,5 m avec un temps de rétention compris entre 5 et 30 jours. Leur efficacité peut être améliorée par l'installation d'aérateurs mécaniques. La profondeur des bassins aérobies est généralement comprise entre 0,5 et 1,5 m. S'ils sont utilisés en même temps pour la culture et la récolte des algues et/ou l'élevage des poissons (D.13), ceux-ci parviendront à éliminer la plus grande partie de l'azote et du phosphore contenus dans l'effluent. Dans l'idéal, plusieurs bassins aérobies peuvent être construits en série pour obtenir un niveau élevé de destruction des agents pathogènes. Pour éviter les courts-circuits hydrauliques, c'est-à-dire le passage direct des eaux usées de l'entrée à la sortie, il est important que la conception hydraulique soit bien maîtrisée. L'entrée et la sortie doivent être aussi éloignées que possible l'une de l'autre et des chicanes peuvent être installées pour assurer un brassage complet dans les bassins et éviter les zones de stagnation. Il est essentiel de procéder à un prétraitement (PRÉ) pour empêcher la formation d'écume et éviter la pénétration d'une quantité importante de matières solides et de déchets dans les bassins. Pour protéger ceux-ci du ruissellement et de l'érosion, une berme ou un tertre de protection doit être construit autour de chaque bassin en utilisant la terre d'excavation.

Matériaux : Pour creuser les bassins, il est nécessaire de disposer d'un équipement mécanique. Pour éviter l'infiltration de l'effluent dans la nappe phréatique, les bassins doivent avoir un revêtement étanche, qui peut être réalisé à partir d'argile, d'asphalte, de terre compactée ou de tout autre matériau imperméable.

Contexte : Les bassins de lagunage font partie des méthodes les plus répandues et les plus efficaces de traitement des eaux usées et des effluents dans le monde. Elles sont particulièrement adaptées aux communautés rurales et périurbaines qui disposent de vastes terrains inutilisés, situés à distance des habitations et des espaces publics. Les bassins de lagunage ne sont pas adaptés à la phase de réponse aiguë d'une urgence, en raison du délai de réalisation nécessaire. Ils sont plus appropriés dans les phases de stabilisation et de relèvement et constituent une solution à plus long terme.

Fonctionnement et entretien : L'écume qui s'accumule à la surface du bassin doit être régulièrement retirée. Les plantes aquatiques (macrophytes) présentes dans l'étang doivent également être enlevées, car elles peuvent constituer un habitat propice à la reproduction des moustiques et empêcher la lumière de pénétrer dans la colonne d'eau. Le bassin anaérobie doit être vidangé lorsque les matières solides accumulées atteignent un tiers de son volume, soit environ tous les 2 à 5 ans. Pour les bassins facultatifs, l'élimination des boues est moindre et les bassins de maturation n'ont presque jamais besoin d'être vidangés. Les boues peuvent être évacuées à l'aide d'une pompe à boues montée sur radeau, d'un racleur mécanique au fond du bassin ou bien en drainant et en asséchant l'étang, puis en enlevant les boues avec une pelle mécanique.

Santé et sécurité : Bien que les effluents des bassins aérobies soient généralement pauvres en agents pathogènes, ces derniers ne doivent en aucun cas être utilisés à des fins récréatives ou comme source directe d'eau pour la consommation ou l'usage domestique. Une clôture doit être installée afin d'empêcher les personnes et les animaux de pénétrer dans la zone et pour éviter que des débris ne s'y retrouvent.

Coûts : Les coûts d'investissement liés à l'achat du terrain et aux travaux de terrassement pour la construction des bassins peuvent être élevés, mais les coûts d'exploitation et d'entretien sont relativement faibles.

Aspects sociaux : Le ou les bassins anaérobies peuvent générer de mauvaises odeurs. Il est donc important de les situer loin des agglomérations. La surface de ces bassins peut également être aérée artificiellement. En raison de la croissance des algues dans les bassins aérobies, l'effluent peut avoir une couleur vert vif.

Forces et faiblesses :

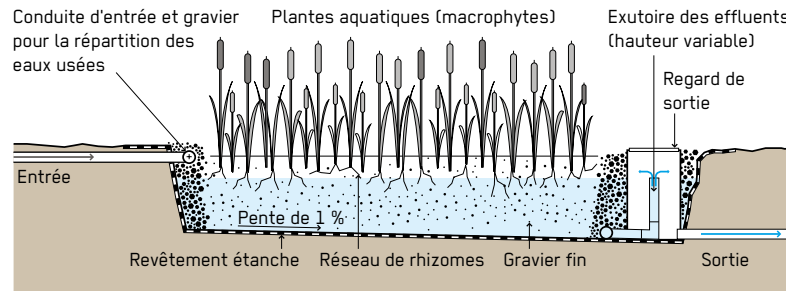
- ⊕ Résiste aux chocs organique et hydraulique
- ⊕ Abattement élevé des matières solides, de la DBO et des agents pathogènes
- ⊕ Faibles coûts de fonctionnement
- ⊕ Aucune énergie électrique n'est requise
- ⊖ Nécessite une grande surface de terrain
- ⊖ Des coûts d'investissement élevés en fonction du prix du terrain
- ⊖ Nécessite l'intervention de personnel qualifié pour la conception et la construction
- ⊖ Les boues ont besoin d'un curage et d'un traitement appropriés

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 204**

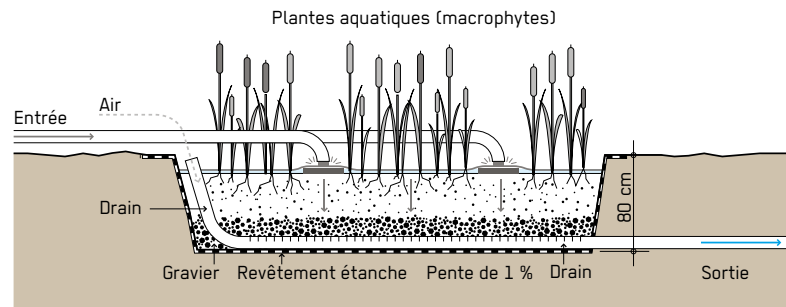
Filtres plantés

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|--------------------------------------|---|---|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | ★ Ménage ★★ Voisinage ★★ Ville | ★ Ménage ★★ Partagé ★★ Public | Abattement des MES et des matières dissoutes. Nitrification |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★★ Élevé | ★★ Moyenne | ● Effluent, ● Eaux noires, ● Eaux grises | ● Effluent, ● Biomasse |

Filtre planté à écoulement horizontal



Filtre planté à écoulement vertical



Les filtres plantés sont des lits filtrants plantés de végétaux marécageux (macrophytes). Ce sont des zones humides artificielles conçues pour filtrer et traiter différents types d'eaux usées en imitant les processus que l'on trouve dans les milieux naturels.

Les filtres plantés peuvent traiter efficacement les eaux usées brutes ou issues d'un traitement primaire ou secondaire, ainsi que les eaux grises. Les deux principaux types de filtres plantés sont les filtres à écoulement horizontal (ou filtres horizontaux) et à écoulement vertical (ou filtres verticaux). Le système dit « français » est constitué de deux filtres verticaux en série. Dans ce type de technologie de traitement, le gravier agit comme un matériau filtrant permettant de réduire la teneur en matières sèches, en favorisant le développement de la biomasse. Il sert également de substrat pour la végétation. La différence majeure entre les filtres horizontaux et verticaux, en dehors du sens de l'écoulement des eaux, est liée aux conditions d'aération.

Les filtres plantés sont résistants, parce que leur fonctionnement est moins sensible aux variations de charge que d'autres technologies de traitement des eaux usées.

Considérations sur la conception : La conception des filtres plantés dépend de l'objectif de traitement ainsi que de la quantité et de la qualité des eaux usées ou des boues à traiter. Elle peut se faire avec des filtres en parallèle ou en série. Un prétraitement (**PRÉ**) et un traitement primaire fiable et efficace (par ex. **T.1** ou **T2**) sont essentiels pour éviter le colmatage du matériau filtrant. Le système à deux filtres verticaux en série peut recevoir des eaux usées brutes et ne nécessitent aucun prétraitement. Les filtres horizontaux peuvent être alimentés de façon continue et les processus anaérobies y sont prédominants. À l'inverse, les filtres verticaux doivent être alimentés de façon intermittente (plusieurs fois par jour), ce qui implique un stockage des eaux usées. Les phases d'alimentation et de ressuyage se succèdent pour maintenir des conditions

aérobies dans le filtre. Les eaux sont distribuées uniformément à la surface du filtre par bâchée. Si la topographie le permet, l'intermittence du flux peut être réalisée au moyen de siphons, ce qui permet d'éviter le recours à une pompe. Les jours d'utilisation doivent être alternés avec des jours de repos pour permettre le ressuyage des matières solides filtrées, et le rééquilibrage du niveau d'oxygène dans le matériau filtrant. Les eaux usées entrantes sont alors orientées vers un autre filtre. On utilise donc généralement 2 à 3 filtres en parallèle pour permettre un usage en continu. Les spécifications (granulométrie, etc.) du sable et du gravier utilisés pour la couche de substrat principale sont déterminantes pour l'efficacité du traitement dans les filtres verticaux. Le dimensionnement dépend principalement de la charge organique (demande chimique en oxygène par m² par jour) et de la température minimale annuelle. Les plantes sont choisies pour leurs racines profondes et leur capacité à s'adapter à un environnement humide avec un sol légèrement salin et riche en nutriments. Les *Phragmites australis* ou communis (roseaux) ou les *Echinochloa pyramidalis* sont souvent choisis parce que leurs rhizomes forment un réseau efficace pour maintenir la perméabilité du filtre indispensable à une filtration continue et à la réduction des risques de colmatage.

Matériaux : Les filtres plantés peuvent être construits en utilisant des matériaux locaux, mais l'approvisionnement en sable et en gravier (avec la granulométrie et la propreté requises) est souvent problématique. Les autres matériaux nécessaires sont notamment un revêtement étanche, des plantes et un siphon ou une pompe pour l'alimentation séquentielle. Il n'existe pas de modèles préfabriqués.

Contexte : Les filtres plantés ont besoin d'une alimentation continue en eaux usées pour fonctionner et ne sont donc appropriés que pour traiter les effluents des systèmes d'assainissement utilisant de l'eau. Ils offrent une solution durable lorsque qu'il y a suffisamment d'espace et que l'on recherche une solution de traitement à long terme. Les plantes mettent du temps à se développer et, par conséquent, il faut attendre un certain temps avant que le filtre atteigne une bonne performance. Cette technologie n'est donc pas adaptée à la phase de réponse aiguë d'une urgence, mais plutôt aux phases de stabilisation et de relèvement comme solution à long terme.

Fonctionnement et entretien : En général, les exigences en matière de fonctionnement et d'entretien sont faibles. L'entretien régulier le plus important consiste à retirer les produits de prétraitement et les boues primaires des technologies situées en amont des filtres verticaux et horizontaux. Pour le système à deux filtres verticaux en série, l'alimentation doit être alternée chaque semaine entre les premiers lits des différentes lignes de traitement. Les

conduites de répartition doivent être nettoyées une fois par an afin d'éliminer les boues et le biofilm qui pourraient entraîner des colmatages. Au cours de la première saison de croissance des plantes, il est important d'éliminer les mauvaises herbes qui peuvent concurrencer les espèces végétales plantées.

Santé et sécurité : Dans des conditions normales de fonctionnement, les utilisateurs n'entrent pas en contact avec l'influent ou l'effluent. Les produits de prétraitement et les boues primaires doivent être manipulés avec précaution, car ils contiennent des niveaux élevés d'agents pathogènes. Les installations doivent être conçues et localisées de manière à ce que les odeurs (provenant principalement du traitement primaire) et les éventuels moustiques ne gênent pas les habitants.

Coûts : Comme les filtres plantés fonctionnent de façon autonome, leur coût sur la durée de vie est nettement inférieur à celui des systèmes de traitement conventionnels. Si l'on considère le coût total d'un système d'assainissement, les réseaux d'égouts représentent un coût bien plus élevé que les filtres plantés. Les principaux coûts de fonctionnement et d'entretien sont liés à la vidange des boues primaires et au coût de l'électricité en cas d'utilisation d'une pompe pour l'alimentation séquentielle. Le coût du renouvellement du média filtrant (environ tous les 10 ans) doit également être pris en compte. Les filtres plantés nécessitent beaucoup d'espace et ne sont donc pas recommandés lorsque le prix du terrain est élevé.

Aspects sociaux : En général, cette technologie est facilement acceptée par les habitants et n'a besoin que d'un minimum de moyens techniques. Le fonctionnement et l'entretien nécessitent l'intervention d'une main-d'œuvre qualifiée.

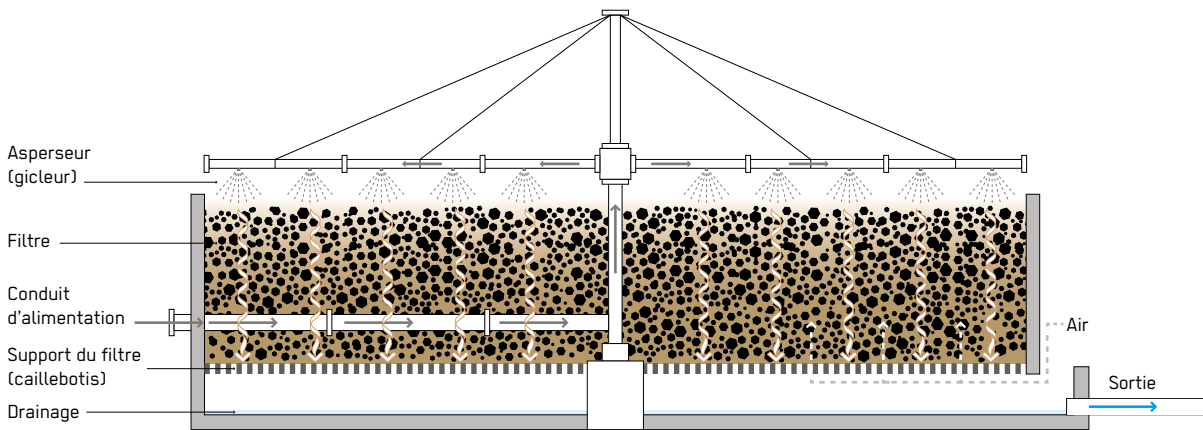
Forces et faiblesses :

- ⊕ Faibles exigences en matière de fonctionnement et d'entretien
- ⊕ Ont de bonnes performances de traitement et sont résistants aux variations soudaines de charges organique et hydraulique
- ⊕ Adaptables aux conditions locales
- ⊕ Longue durée de vie et valorisation possible des végétaux faucardés
- ⊖ Nécessitent une grande superficie
- ⊖ Risque de colmatage en fonction de la performance du prétraitement et du traitement primaire
- ⊖ Pompe requise pour alimenter les filtres verticaux si une alimentation gravitaire n'est pas possible

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 204**

Lit bactérien

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|-----------------------------------|---|---|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | Ménage ★ Voisinage ★★ Ville | Ménage Partagé ★★ Public | Abattement des MES et des matières dissoutes. Nitrification |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★ Moyen | ★★★ Élevée | ● Effluent, ● Eaux noires, ● Eaux grises | ● Effluent, ● Boues |



Un lit bactérien, appelé également « filtre à ruissellement », est un réacteur biologique à culture fixée qui fonctionne dans des conditions principalement aérobies. Les eaux usées préalablement décantées sont distribuées de façon continue par aspersion sur le filtre. Lorsque l'eau traverse les pores du filtre, le biofilm qui recouvre le matériau filtrant dégrade les matières organiques.

Le lit bactérien est rempli d'un matériau dont la surface de contact est particulièrement élevée, comme des pierres, du gravier, des bouteilles en PVC déchiquetées ou un matériau filtrant spécial en plastique moulé. La grande surface du substrat permet le développement d'une fine couche de biofilm. Les organismes qui s'y développent oxydent les matières organiques contenues dans les eaux usées pour générer du dioxyde de carbone, de l'eau et de la biomasse. Les eaux usées prétraitées qui entrent dans le lit bactérien sont distribuées par aspersion sur le matériau filtrant, par exemple à l'aide d'un bras rotatif. Ainsi, le

lit bactérien est soumis à des cycles alternant alimentation en eau et exposition à l'air. Le niveau d'oxygène dans la biomasse s'appauvrit petit à petit et les couches profondes peuvent être anoxiques ou anaérobies.

Considérations sur la conception : La profondeur des lits bactériens est généralement comprise entre 1 et 2,5 m, mais les lits qui utilisent du plastique léger comme matériau filtrant peuvent atteindre 12 m de profondeur. Le traitement primaire est essentiel pour prévenir le colmatage et pour assurer un traitement efficace. Il est important que le flux d'air soit adapté pour optimiser la performance du traitement et éviter la formation d'odeurs. Les drains doivent offrir une voie de circulation pour l'air au taux de remplissage maximal. Le matériau filtrant est supporté par un caillebotis permettant ainsi de collecter les effluents et les boues excédentaires. Au fil du temps, la biomasse devient plus épaisse et la couche fixée est privée d'oxygène ; elle entre dans un état endogène, perd sa capacité

à rester fixée et se détache. Des charges élevées peuvent également provoquer un phénomène d'envasement. L'effluent collecté doit être clarifié dans un décanteur pour éliminer toute biomasse qui aurait pu se détacher du filtre. Le taux de charge hydraulique et de nutriments admissibles (c'est-à-dire la quantité d'eaux usées pouvant être appliquée au filtre) est déterminé en fonction des caractéristiques des eaux usées, du type de matériau filtrant, de la température ambiante et des exigences de rejet.

Matériaux : Toutes les pièces et les matériaux nécessaires à la construction d'un lit bactérien ne sont pas toujours disponibles localement. Dans l'idéal, le matériau filtrant doit être peu coûteux et durable, avoir un rapport surface/volume élevé, être léger et permettre à l'air de circuler. Des rochers concassés ou du gravier sont une solution peu chère si l'on peut trouver ces matériaux localement. Les particules doivent être uniformes et 95 % d'entre elles doivent avoir un diamètre compris entre 7 et 10 cm. On utilise habituellement un matériau dont la surface est comprise entre 45 et 60 m²/m³ pour les roches et entre 90 et 150 m²/m³ pour les garnitures en plastique. Les pores plus grands (comme dans les emballages en plastique recyclé) sont moins susceptibles de se boucher et favorisent une bonne circulation de l'air.

Contexte : Le lit bactérien est généralement intégré dans une station d'épuration en tant que technologie de traitement secondaire ou tertiaire et ne peut être utilisé que dans les systèmes consommant de l'eau. C'est une solution envisageable pour les phases de stabilisation et de relèvement d'une situation d'urgence lorsque l'on recherche une solution à long terme. Cette technologie ne peut être utilisée qu'après une décantation primaire, car une forte charge en matières solides risque de colmater le système. Un moyen d'aspersion à faible énergie (gravitaire) peut être conçu, mais une alimentation continue en énergie et en eaux usées est généralement nécessaire. Les lits bactériens sont compacts et conviennent bien aux zones périurbaines ou aux grandes agglomérations rurales. Ils peuvent être construits dans presque tous les environnements, mais des adaptations spéciales sont indispensables dans les climats froids.

Fonctionnement et entretien : La présence d'un opérateur qualifié est obligatoire à plein temps afin de surveiller le fonctionnement du lit et de réparer la pompe en cas de problème. Les boues qui s'accumulent dans le lit doivent être régulièrement nettoyées afin d'éviter les colmatages, de préserver la finesse et la nature aérobie du média filtrant.

Coûts : Les coûts d'investissement sont modérés à élevés selon le matériau filtrant et les pompes d'alimentation utilisés. Un apport en énergie est nécessaire pour faire fonctionner les pompes qui alimentent le lit bactérien. Les coûts relatifs à l'énergie doivent donc être pris en compte.

Aspects sociaux : En raison des problèmes liés aux odeurs et aux mouches, les lits bactériens doivent être construits loin des habitations et des entreprises. Des mesures appropriées doivent être prises pour le prétraitement et le traitement primaire, le rejet des effluents et le traitement des boues ; tous ces produits sortants pouvant encore créer des risques sanitaires.

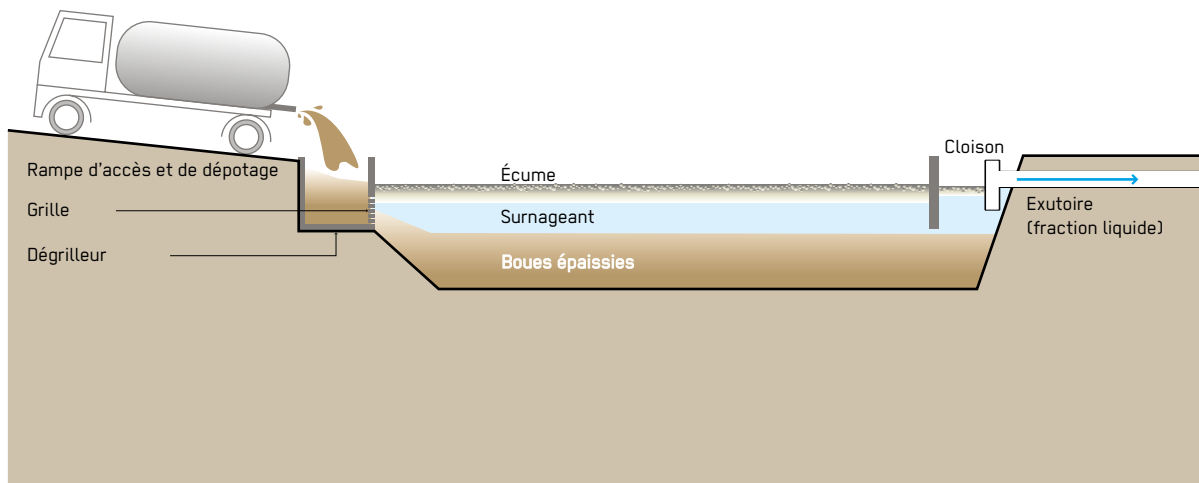
Forces et faiblesses :

- ⊕ Peut fonctionner avec un large éventail de charges organique et hydraulique
- ⊕ Nitrification efficace (oxydation de l'ammonium)
- ⊕ Efficacité de traitement élevée avec une emprise foncière plus faible que les filtres plantés de roseaux
- ⊖ Investissement élevé
- ⊖ Nécessite l'intervention de personnel qualifié pour la conception et la construction, en particulier pour le calcul de la charge admissible
- ⊖ Nécessite l'intervention de personnel qualifié pour le fonctionnement et l'entretien
- ⊖ Nécessite une source constante d'électricité et un débit constant d'eaux usées

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont page 204**

Bassins de sédimentation et d'épaississement

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|-----------------------------------|--------------------------------|---|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | Ménage ★ Voisinage ★★ Ville | Ménage Partagé ★★ Public | Séparation solide/liquide. Stabilisation des boues |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★★ Élevé | ★★ Moyenne | ● Boues | ● Boues, ● Effluent |



Les bassins de sédimentation et d'épaississement sont des bassins de décantation qui permettent d'épaissir les boues. L'effluent (surnageant) est rejeté vers un dispositif de traitement ultérieur. Les boues doivent également subir un processus de traitement additionnel.

Les caractéristiques des boues de vidange sont très différentes en fonction de leur source et du dispositif de confinement, ce qui doit être pris en compte lors de la conception du système de traitement. Les boues riches en matières organiques qui n'ont pas subi de décomposition importante sont difficiles à déshydrater, à l'inverse des boues qui ont subi une forte digestion anaérobie. Pour que le processus de déshydratation soit efficace, les boues fraîches, qui sont riches en matières organiques (par exemple les boues de latrines ou de toilettes publiques), doivent d'abord être stabilisées, ce qui peut se faire par digestion anaérobie dans des bassins de sédimentation et d'épaississement. Le même type de bassin

peut être utilisé pour épaissir des boues déjà partiellement stabilisées, provenant par exemple de fosses septiques (S.13). Le processus de dégradation peut entraver la décantation des boues, car les gaz produits forment des bulles qui remontent et entraînent les particules solides. Au fur et à mesure que les boues décantent et sont digérées, le surnageant doit être évacué et traité séparément. Les boues épaissies peuvent ensuite être séchées ou cocompostées (T.9 à T.11).

Considérations sur la conception : Il est nécessaire de disposer de deux réservoirs ou bassins fonctionnant en parallèle ; l'un peut être exploité tandis que l'autre est au repos. Pour obtenir une efficacité maximale, les périodes d'alimentation et de repos ne doivent pas dépasser quatre à cinq semaines, bien que des cycles beaucoup plus longs soient fréquents. Lorsque l'on applique une durée de 4 semaines pour l'alimentation et de 4 semaines pour le repos, la teneur en matières sèches de l'effluent peut

être réduite jusqu'à 14 % (en fonction de la concentration initiale). En deçà, la qualité du surnageant risque de diminuer, sans pour autant permettre aux boues de s'épaissir davantage. Il est également possible de raccourcir les cycles, par exemple de ramener leur durée à une seule semaine, afin d'obtenir des boues moins épaisses mais plus faciles à pomper. La partie inférieure du bassin est l'endroit où l'accumulation et l'épaississement, et donc le compactage naturel, ont lieu. La hauteur de cette zone doit être estimée en fonction du volume de boues entrantes pendant toute la durée de l'alimentation et de la concentration finale souhaitée. La hauteur de la couche de surnageant est habituellement de 1 m. Pour obtenir une conception optimale, il est recommandé de tester au préalable la capacité de décantation des boues. Comme dans un décanteur (T.1), la surface de décantation et la conception des cloisons à l'entrée et à la sortie sont importantes afin de stabiliser le flux hydraulique et d'optimiser la décantation. La hauteur de la couche d'écume dépend du temps de rétention et se situe généralement autour de 0,5 m. Il est important que la hauteur de chaque zone soit bien estimée afin d'éviter que les boues ne sortent du bassin avec le surnageant. Il est indispensable de prévoir un accès pour l'entretien et de le concevoir en fonction de la méthode de curage des boues.

Matériaux : La construction est un travail de génie civil standard, qui nécessite de terrasser et de couler du béton. Les équipements les plus importants sont les équipements nécessaires au curage des boues.

Contexte : Les bassins de sédimentation et d'épaississement sont indiqués pour la stabilisation des boues (par exemple lorsqu'il y a des boues fraîches) et/ou leur épaississement. Les boues peuvent être épaissies lorsqu'elles sont difficiles à sécher à l'état brut (par exemple parce qu'elles sont peu concentrées) et/ou parce que le climat n'est pas propice au séchage à l'air libre (en raison d'une humidité élevée ou d'une longue saison des pluies). Les boues épaissies et le surnageant nécessitent un traitement supplémentaire, par exemple dans des lits de séchage ou des bassins de lagunage. Le surnageant peut être traité dans une station d'épuration si celle-ci se trouve à proximité et dispose de la capacité de traitement requise. Les bassins de sédimentation et d'épaississement sont particulièrement appropriés si l'on dispose de surfaces libres et peu coûteuses, situées loin des habitations et des activités économiques.

Fonctionnement et entretien : Il est nécessaire de disposer d'un personnel qualifié pour assurer le fonctionnement et l'entretien, ce dernier étant par ailleurs peu intensif. La zone de dépotage doit être entretenue et nettoyée régulièrement afin de limiter les risques sanitaires et les désagréments (mouches et mauvaises odeurs). Les déchets piégés dans le dégrilleur situé à l'entrée des bassins (**PRÉ**) doivent être retirés. Le curage des boues épaissies peut être réalisé à l'aide d'une pelleteuse ou d'un autre équipement spécialisé dès lors qu'elles ont une consistance pelleteuse ; on peut aussi les soutirer par pompage si elles sont encore suffisamment liquides. Les coûts relatifs au retrait des boues doivent être prévus et budgétés.

Santé et sécurité : Les boues entrantes et sortantes sont toutes deux pathogènes. Aussi, les opérateurs doivent-ils être équipés d'un équipement de protection individuelle adéquat (bottes, gants et vêtements).

Coûts : Compte tenu de l'emprise foncière requise, des coûts de construction et de la nécessité de disposer d'un équipement de retrait des boues, les coûts d'investissement sont moyens. Les coûts d'exploitation sont faibles, puisque la principale dépense est le curage régulier des boues.

Aspects sociaux : Les bassins de sédimentation et d'épaississement peuvent incommoder les résidents avoisinants en raison des mauvaises odeurs et de la présence de mouches. Par conséquent, ils doivent être situés loin des zones résidentielles.

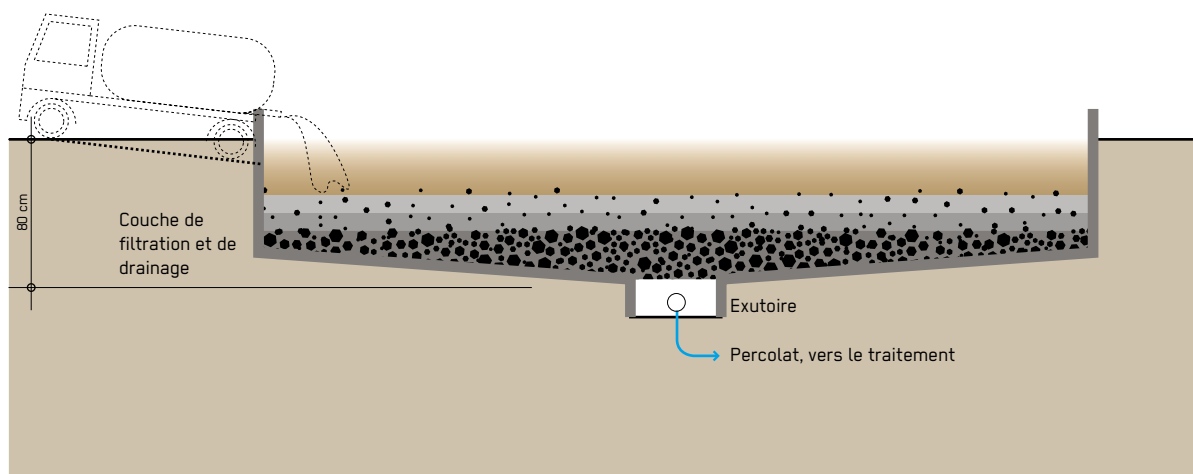
Forces et faiblesses :

- ⊕ Les boues épaissies sont plus faciles à traiter et à manipuler et moins susceptibles d'éclabousser ou de se vaporiser
- ⊕ Peuvent être construits et entretenus avec des matériaux locaux
- ⊕ Aucune énergie électrique n'est nécessaire s'il n'y a pas de pompe
- ⊖ Génère de mauvaises odeurs et entraîne la présence de mouches
- ⊖ Le cycle d'exploitation est long
- ⊖ D'importants moyens mécaniques et une main-d'œuvre qualifiée sont nécessaires
- ⊖ L'effluent et les boues doivent subir un traitement additionnel

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont page 205**

Lits de séchage non-plantés

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|-----------------------------------|--------------------------------|--|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | Ménage ★ Voisinage ★★ Ville | Ménage Partagé ★★ Public | Séchage des boues. Réduction du volume des boues |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★★ Élevé | ★★ Moyenne | ● Boues | ● Boues, ● Effluent |



Un lit de séchage non-planté est un lit simple et perméable qui, lorsqu'il est alimenté en boues, permet à celles-ci de se déshydrater par filtration et évaporation, ainsi que de séparer et d'évacuer la fraction liquide après percolation dans le lit. Les boues perdent environ 50 à 80 % de leur volume. Une fois séchées, les boues sont curées et le lit peut de nouveau recevoir des boues liquides. Les boues sèches ne sont pas suffisamment hygiénisées et doivent subir un traitement supplémentaire.

Un lit de séchage non-planté est constitué de couches de gravier et de sable sur lesquelles on déverse les boues et qui permettent l'infiltration des liquides. La partie inférieure du lit comporte des drains (tuyaux perforés) collectant le percolat qui traverse le lit. Les boues ne doivent pas être appliquées en couche trop épaisse (30 cm maximum), sous peine de ne pas pouvoir sécher correctement. La teneur finale en humidité atteint environ 60 % après 10 à 15 jours de séchage. Lorsque les boues ont une siccité

suffisante, elles doivent être raclées et acheminées vers un dispositif de traitement ou de valorisation ou bien un site de stockage. Le percolat qui est recueilli dans les drains doit également être traité, par exemple dans des bassins de lagunage (T.5).

Considérations sur la conception : Les drains sont habituellement recouverts de trois à cinq couches de gravier et de sable. La couche inférieure est constituée de gravier grossier et la couche supérieure de sable fin (granulométrie effective de 0,1 à 0,5 mm). L'épaisseur de la couche supérieure de sable est comprise entre 20 et 30 cm, car une partie du sable est perdue à chaque fois que l'on racle les boues. Pour optimiser le séchage et la percolation, les boues peuvent être appliquées en alternance sur deux lits ou plus. Le nombre de lits nécessaires est fonction de la fréquence de réception des boues et du nombre de jours indispensables à leur déshydratation dans les conditions climatiques locales, auxquels il faut ajouter

quelques jours pour leur évacuation. Il convient d'installer une dalle au niveau de la zone de réception pour éviter l'érosion de la couche de sable lors du dépotage et pour permettre une répartition uniforme des boues. La surface du lit dépend essentiellement des caractéristiques locales des boues et de leur capacité à sécher, ainsi que des conditions climatiques. Cela se traduit par un taux de charge admissible d'environ 50 kg de matières sèches/m²/an dans un climat tempéré et d'environ 100 à 200 kg de matières sèches/m²/an dans un climat tropical. En général, les lits sont conçus pour recevoir une couche de boues de 30 cm d'épaisseur. La conception des lits de séchage non-plantés doit faciliter l'accès des opérateurs et des camions pour le dépotage et le curage des boues une fois séchées. Si la technologie est installée dans des climats humides, elle doit être protégée des intempéries et des eaux de ruissellement.

Matériaux : Il s'agit notamment de gravier et de sable de granulométrie appropriée, de drains, de pelles et de râtaux pour retirer les boues séchées ainsi que d'un équipement de protection individuelle pour les opérateurs. Le lit lui-même peut être construit en ciment et en briques ou en béton et être doté d'un revêtement imperméable dans sa partie inférieure.

Contexte : Les lits de séchage non-plantés sont particulièrement recommandés dans les climats chauds et pour traiter des boues stabilisées plutôt que des boues fortement concentrées. La déshydratation permet de réduire efficacement le volume des boues, ce qui est particulièrement intéressant lorsqu'elles doivent être acheminées vers un autre endroit pour y être traitées, valorisées ou mises en décharge. Le séchage des boues ne permet pas de stabiliser la fraction organique ou d'éliminer les agents pathogènes, c'est pourquoi il est nécessaire de stocker les boues séchées ou de leur appliquer un traitement supplémentaire. Le séchage des boues peut être entravé par des précipitations intenses ou un taux d'humidité élevé. Les lits de séchage non-plantés sont préconisés dans les situations où l'on dispose de terrains dont le coût est peu élevé et éloignés des habitations et des activités économiques. S'ils sont destinés au traitement des boues de vidange d'une zone urbaine, ils doivent être situés en marge de cette zone, tout en étant suffisamment proches pour permettre aux transports motorisés (C.2) d'y accéder sans coût de transport excessif. La superficie du lit peut être réduite en épaississant les boues au préalable, par exemple dans un bassin d'épaississement et de sédimentation (T.8).

Fonctionnement et entretien : Il est nécessaire de disposer de personnel formé pour assurer le bon fonctionnement et l'entretien des lits de séchage. Les boues séchées peuvent être retirées à l'aide de pelles et de brouettes après 10 à 15 jours, en fonction des conditions climatiques. Comme une partie du sable est retirée à chaque fois que l'on enlève les boues, la couche supérieure du lit doit être renouvelée lorsqu'elle devient trop mince.

Santé et sécurité : Les boues entrantes et déshydratées sont toutes deux pathogènes. Les opérateurs doivent porter un équipement de protection individuelle approprié (bottes, gants et vêtements). Les boues séchées et le percolat ne sont pas hygiénisés et peuvent nécessiter un traitement ou un stockage supplémentaire, selon l'utilisation finale recherchée.

Coûts : Il s'agit d'une technologie dont les coûts d'investissement sont moyens et les coûts d'exploitation sont faibles. L'emprise foncière est élevée, ce qui peut engendrer des coûts très importants.

Aspects sociaux : Les lits de séchage non-plantés peuvent causer de nombreux désagréments aux résidents voisins en raison des mauvaises odeurs et de la présence de mouches. C'est pourquoi ils doivent être situés loin des zones résidentielles. Le personnel doit être correctement formé à la gestion des boues et aux mesures de sécurité.

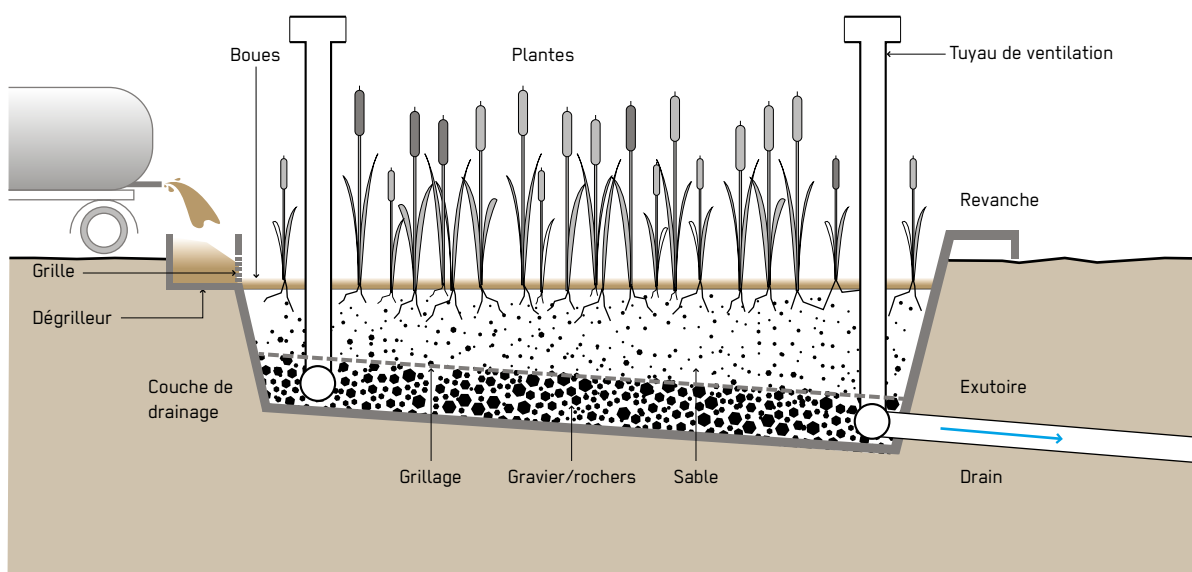
Forces et faiblesses :

- ⊕ Bonne efficacité en matière de déshydratation, en particulier dans les climats secs et chauds
- ⊕ Peuvent être construits et entretenus avec des matériaux locaux
- ⊕ Coûts d'investissement relativement faibles ; coûts d'exploitation faibles
- ⊕ Fonctionnement simple
- ⊖ Nécessite une grande surface de terrain
- ⊖ Génère de mauvaises odeurs et entraîne la présence de mouches
- ⊖ Le curage des boues est un travail intensif (main-d'œuvre)
- ⊖ Le processus ne stabilise pas les boues et ne détruit pas totalement les agents pathogènes

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 205**

Lits de séchage plantés

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|-----------------------------------|--------------------------------|---|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | Ménage ★ Voisinage ★★ Ville | Ménage Partagé ★★ Public | Séchage et stabilisation des boues. Production de biomasse |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★★ Élevé | ★★ Moyenne | ● Boues | ● Boues, ● Effluent, ● Biomasse |



Les lits de séchage plantés sont similaires aux lits de séchage non-plantés (T.9), mais la présence des plantes permet l'évapotranspiration et améliore le traitement des boues. L'intérêt principal est que les boues n'ont pas besoin d'être retirées après chaque cycle d'exploitation, mais en moyenne tous les trois à cinq ans. Les boues fraîches peuvent être directement appliquées sur la couche précédente.

Les lits de séchage plantés permettent de déshydrater et de stabiliser les boues. Le système racinaire des plantes maintient la porosité du lit, en créant des voies de passage dans les boues en cours d'épaississement, ce qui permet au liquide de percoler facilement. Par rapport aux lits de séchage non-plantés, les lits de séchage plantés ont l'avantage de pouvoir fonctionner dans des climats humides. Cependant, ils ont besoin d'un apport continu de boues pour maintenir les plantes en vie. Les lits de séchage plantés ressemblent aux filtres plantés à écoulement vertical (T.6).

Ils sont remplis d'une couche de sable et de gravier qui sert de substrat à la végétation. Les boues y sont appliquées en surface et la fraction liquide percole dans la partie inférieure du lit, où elle est recueillie dans des drains. La teneur finale en humidité de l'humus après quelques années est de l'ordre de 60 %, en fonction des conditions climatiques et des caractéristiques initiales des boues.

Considérations sur la conception : Les tuyaux de ventilation reliés au système de drainage contribuent aux conditions aérobies dans le filtre. Les lits de séchage plantés sont typiquement constitués de plusieurs couches de graviers à granulométrie décroissante du bas vers le haut, à savoir : 25 cm de gravier grossier (granulométrie de 2 à 4 cm), 10 cm de gravier moyen (granulométrie de 5 à 15 mm), 20 cm de gravier fin (granulométrie de 2 à 6 mm) et 5 cm de terre ou de sable grossier. Un espace libre de l'ordre de 1 m, doit être laissé au-dessus de la couche de sable pour permettre une accumulation pendant trois à

cinq ans ; sachant que les boues s'accumulent généralement à un rythme de 20 à 30 cm/an dans les conditions tropicales. Les roseaux (*Phragmites* sp.), l'herbe à antilope (*Echinochloa* sp.) et les papyrus (*Cyperus papyrus*) sont des plantes adaptées à ce type de traitement. Des espèces locales non-envahissantes peuvent également être utilisées si elles peuvent pousser dans des sols humides, résistent à l'eau salée et repartent facilement après faucardage. Les boues doivent être appliquées tous les trois à sept jours en couches de 7 à 10 cm d'épaisseur, en fonction de leurs caractéristiques, de l'environnement et des contraintes d'exploitation. On observe des taux d'application des boues de 100 à 200 kg de matières sèches/m²/an dans les climats tropicaux chauds et de 50 à 70 kg de matières sèches/m²/an dans les climats froids. Il faut utiliser alternativement deux lits ou plus en parallèle pour permettre une dégradation suffisante et une élimination des agents pathogènes de la couche supérieure des boues avant leur enlèvement. Le percolat évacué par les drains doit être traité, par exemple dans des bassins de lagunage (T.5).

Matériaux : Il s'agit notamment de gravier et de sable de granulométrie appropriée, ainsi que de drains, de tuyaux de pelles et de râtaux pour retirer les boues séchées et d'un équipement de protection individuelle pour les opérateurs. Le lit lui-même peut être construit en ciment et en briques ou encore en béton et doit être doté d'un revêtement imperméable dans sa partie inférieure.

Contexte : La déshydratation permet de réduire efficacement le volume des boues (jusqu'à 50 %) par décomposition et séchage, ce qui est particulièrement intéressant lorsqu'elles doivent être acheminées vers un autre endroit pour y être traitées, valorisées ou mises en décharge. Elle facilite le traitement des boues peu concentrées. Il est nécessaire que les boues soient stabilisées avant d'être appliquées ; dans les situations d'urgence où les boues n'ont souvent pas beaucoup de temps pour se stabiliser, une étape de prétraitement peut être nécessaire. Dans les climats secs, les lits doivent être alimentés régulièrement pour éviter le dessèchement des plantes. Ils sont adaptés aux zones urbaines ou aux camps qui engendrent une production et donc un approvisionnement constant en boues. Ils doivent être situés aussi près que possible du lieu de vidange initiale des boues afin de réduire les coûts de transport.

Fonctionnement et entretien : Il est nécessaire de disposer d'un personnel qualifié pour assurer le fonctionnement et l'entretien, la bonne répartition des boues sur les différents lits et la gestion des installations. Les plantes doivent être suffisamment vigoureuses avant l'application des boues. La phase d'acclimatation est cruciale et nécessite beaucoup de soins. Les plantes doivent être périodiquement éclaircies et/ou faucardées. Après trois à cinq ans, les boues peuvent être retirées manuellement ou avec un équipement mécanique. Les drains doivent être entretenus et l'effluent correctement collecté puis traité et/ou rejeté de façon appropriée.

Santé et sécurité : Toute personne travaillant au contact des boues doit porter un équipement de protection approprié. Le degré de destruction des agents pathogènes dans les boues varie en fonction du climat et la nécessité de les stocker ou de les traiter dépend de leur utilisation ultérieure. Le percolat doit également être traité. Les lits plantés peuvent attirer les animaux, en particulier les serpents.

Coûts : Les coûts d'investissement sont moyens (travaux de génie civil et achat des matériaux filtrants) et les coûts d'exploitation sont faibles (personnel chargé d'entretenir les lits, de retirer les boues et de replanter la végétation).

Aspects sociaux : Étant donné qu'ils sont relativement esthétiques, les lits de séchage plantés ne devraient pas soulever de problèmes d'acceptation, en particulier s'ils sont situés à une distance suffisante des habitations. Le processus de traitement aérobie ne dégage pas de mauvaises odeurs, celles-ci étant principalement générées lors du déchargement des camions.

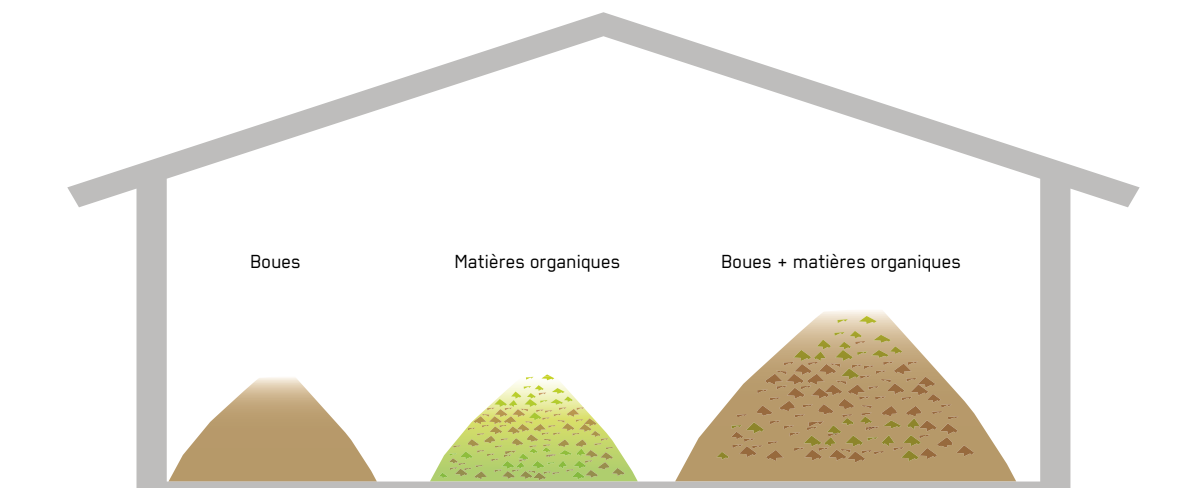
Forces et faiblesses :

- ⊕ Peuvent supporter une charge importante
- ⊕ Meilleur niveau de traitement des boues que dans les lits de séchage non-plantés
- ⊕ Peuvent être construits et entretenus avec des matériaux locaux
- ⊕ Pas d'énergie électrique nécessaire
- ⊖ Nécessitent une grande surface de terrain
- ⊖ Nécessitent des compétences spécifiques pour les entretenir
- ⊖ Le percolat nécessite un traitement supplémentaire

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 205**

Cocompostage

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ★ Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | <ul style="list-style-type: none"> Ménage ★★ Voisinage ★★ Ville | <ul style="list-style-type: none"> Ménage ★ Partagé ★★ Public | <ul style="list-style-type: none"> Production de compost. Élimination des agents pathogènes |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| <ul style="list-style-type: none"> ★★★ Élevé | <ul style="list-style-type: none"> ★★ Moyenne | <ul style="list-style-type: none"> ● Matières organiques, ● Boues | <ul style="list-style-type: none"> ● Compost |



Le cocompostage est la dégradation aérobie contrôlée des matières organiques provenant de plusieurs sources (boues de vidange et déchets organiques). Lorsque certains paramètres de base (humidité, rapport C:N et aération) sont respectés, on obtient des conditions thermophiles (températures supérieures à 60 °C) qui entraînent l'élimination des agents pathogènes et une décomposition rapide des déchets. Le processus permet d'obtenir un produit final sûr et stable qui peut être utilisé comme compost ou amendement de sol.

Les boues de vidange ont une teneur élevée en humidité et en azote, tandis que les déchets organiques (provenant de déchets alimentaires ou agricoles) sont riches en carbone organique et sont caractérisés par une certaine rigidité qui favorise l'aération. Le mélange des deux types de produits permet de mutualiser leurs bénéfices respectifs, afin d'optimiser le processus de traitement et le produit qui en résulte. Les trois méthodes de cocompostage les plus

courantes sont : (1) le compostage en andains ouverts, (2) le compostage en bacs et (3) la combinaison d'andains ouverts et de tas statiques à aération passive. Dans le cocompostage en andains ouverts, les matériaux mélangés (boues et déchets organiques) sont rassemblés en de longs tas et sont laissés à décomposer. Le cocompostage en bacs impose un contrôle de l'humidité, un apport d'air et un brassage mécanique. La troisième technique utilise une méthode combinée d'empilage statique et de compostage en andains. Les déchets sont entreposés dans une pile statique pendant deux à trois mois environ, puis ils sont mis en andains pour y subir une décomposition plus poussée.

Considérations sur la conception : Une installation se compose d'une zone pour le tri et la séparation des déchets, des lits de séchage, des unités de compostage, des équipements de tamisage, d'une zone de stockage du compost et des rebuts, d'un système de traitement des eaux

usées sur site, des installations pour le personnel et d'une zone tampon. L'installation doit être située à proximité des sources de déchets organiques et de boues de vidange afin de minimiser les coûts de transport, mais aussi à une certaine distance des zones d'habitations pour réduire les risques sanitaires perçus ou réels. Les tas d'andains doivent mesurer au moins 1 m de haut et être recouverts d'une couche de 30 cm de compost, de terre ou d'herbe pour favoriser une répartition uniforme de la chaleur, et jusqu'à 2,5 m de haut et 5 m de large dans les climats plus froids. Les boues doivent être déshydratées dans des lits de séchage non-plantés (T.9) avant d'être mélangées aux déchets organiques. La surface qui se trouve sous les tas en cours de compostage doit être imperméable et recueillir le lixiviat qui peut ensuite être réintégré dans les tas ou traité.

Matériaux : Les installations de cocompostage peuvent être construites en utilisant des matériaux disponibles localement. Le revêtement du sol de la zone de compostage peut être réalisé en béton ou en argile bien compactée. En fonction du climat il faut parfois prévoir une toiture (en bambou, en nattes végétales, bois, plastique ou métal) ou un système d'aspersion d'eau. Des composteurs préfabriqués de différentes tailles sont également commercialisés.

Contexte : Cette technologie est peu adaptée dans la phase de réponse aiguë d'une situation d'urgence, mais elle peut être mise en œuvre dans les phases de stabilisation et de relèvement. Les installations de cocompostage fonctionnent mieux lorsqu'elles sont gérées par une entreprise privée, le compost étant un produit commercialisable qui peut générer des revenus pour contribuer en partie au recouvrement des coûts.

Fonctionnement et entretien : Les exigences d'exploitation des installations de cocompostage sont élevées. Le personnel doit être bien formé et surveiller attentivement la qualité et la quantité des matières premières, le rapport C:N, l'humidité et la teneur en oxygène. Le personnel doit également contrôler attentivement les horaires de retournement des tas, la température et les temps de maturation pour assurer un traitement de haute qualité. Les déchets organiques doivent d'abord être triés pour être exempts de matières non-organiques. Les tas sont régulièrement retournés, soit à l'aide d'une pelleteuse, soit à la main avec une fourche ou une pelle. Il est également essentiel de disposer de broyeurs robustes pour déchiqueter les gros morceaux de déchets organiques solides (petites branches et coquilles de noix de coco) et d'équipement mécanique permettant de retourner les tas. Ceci permet d'optimiser le processus, de réduire la quantité de travail manuel et de garantir un produit final plus homogène.

Santé et sécurité : Les risques sanitaires peuvent être minimisés lorsque le personnel prend des précautions, adopte les pratiques d'hygiène élémentaires et porte un équipement de protection. En présence de poussière, il faut prévoir une ventilation adéquate et l'usage de masques. L'OMS recommande que le compost soit maintenu entre 55 et 60 °C pendant au moins une semaine afin de réduire la teneur en agents pathogènes et, en cas de doute, stocké pendant au moins un an avant d'être utilisé. Si les moyens de contrôle existent, il est recommandé de vérifier l'inactivation des œufs d'helminthes comme indicateur de substitution à la stérilisation. Les Directives de l'OMS doivent être consultées pour plus de détails.

Coûts : Les coûts de construction varient en fonction de la méthode choisie et du prix des matériaux locaux ainsi que de l'utilisation d'équipements mécaniques comme des aérateurs et des broyeurs. Les principaux coûts d'exploitation sont le transport et l'approvisionnement en boues et en déchets organiques ainsi que la destination finale du compost.

Aspects sociaux : Avant d'envisager la mise en œuvre d'un système de cocompostage, le concept doit être discuté avec la communauté concernée. Si celle-ci sépare déjà les déchets organiques et/ou pratique le compostage, c'est un facteur positif. Il faut également déterminer si le compost fabriqué à partir de déchets humains est un produit acceptable pour les utilisateurs potentiels (étude de marché) et s'assurer de sa conformité avec les normes locales. Faute de quoi, il est préférable d'identifier d'autres technologies de traitement.

Forces et faiblesses :

- ⊕ Gestion durable des déchets organiques
- ⊕ Méthode de traitement efficace et reconnue
- ⊕ Peut être construit et entretenu avec des matériaux locaux disponibles
- ⊕ Produit final dont la commercialisation peut couvrir partiellement les dépenses opérationnelles
- ⊖ Nécessite une grande surface de terrain bien située
- ⊖ Longue durée de traitement
- ⊖ Le transport des matières premières peut être coûteux
- ⊖ Il est nécessaire de contrôler la qualité des intrants

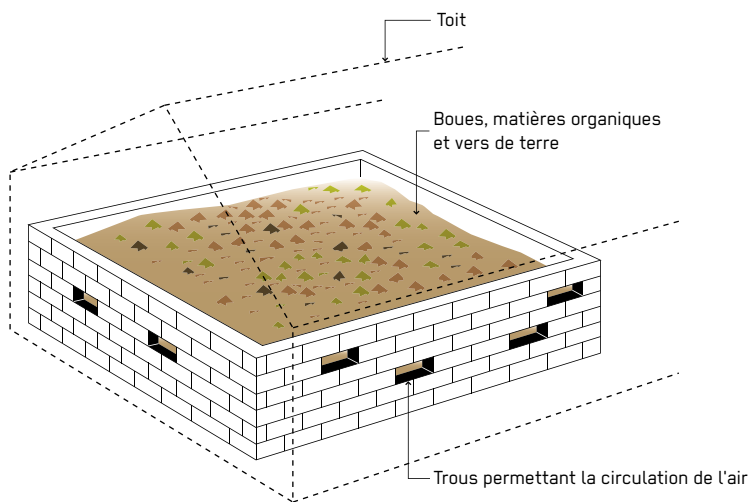
→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 205**

Lombricompostage et lombrifiltration

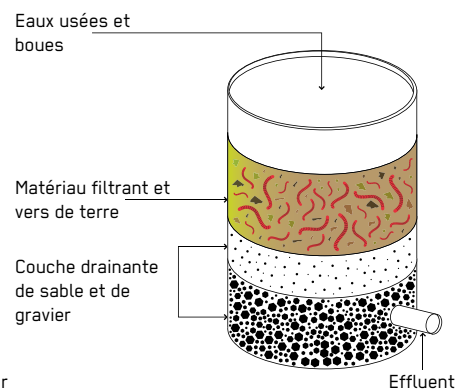
(technologie émergente)

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|------------------------------------|---|---|
| ★ Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | Ménage ★★ Voisinage ★★ Ville | Ménage ★ Partagé ★★ Public | Production de compost. Élimination des agents pathogènes. Réduction du volume des boues |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★ Moyen | ★★ Moyenne | ● Urine, ● Fèces, ● Boues, ● Eau de nettoyage anal, ● Matériaux de nettoyage à sec, ● Eau de rinçage | ● (Lombri)compost, ● Effluent |

Lombricompostage



Lombrifiltration



Le lombricompostage et la lombrifiltration sont deux méthodes peu coûteuses de traitement des excreta, dans lesquelles les vers de terre servent de biofiltres. Le produit final est un lombricompost qui contient peu d'agents pathogènes et qui, selon les procédés choisis, peut réduire le volume des boues de vidange de plus de 90 %. Le lombricompost contient des éléments nutritifs solubles dans l'eau et constitue un excellent engrais organique et amendement de sol.

Le lombricompostage et la lombrifiltration sont tous deux des systèmes de traitement aérobies. Deux paramètres sont particulièrement importants : la teneur en humidité et le rapport carbone sur azote (C:N). Les boues de vidange ont une teneur élevée en humidité et en azote, tandis que les déchets organiques ont une teneur élevée en carbone organique et sont caractérisés par une certaine rigidité qui favorise la circulation de l'air. Le mélange des deux types de matériaux permet d'optimiser le processus de

traitement et le produit qui en résulte. Le lombricompostage est souvent effectué dans des bacs (composteurs) et la lombrifiltration dans un réservoir étanche appelé « vermifiltre », pouvant recevoir des apports plus liquides, (eaux usées ou boues liquides).

Considérations sur la conception : Les installations de lombricompostage sont similaires aux bacs de cocompostage (T.11) dans lesquels on ajoute des vers de terre. Les lombrifiltres sont des cuves fermées contenant un matériau filtrant et des vers. Ils sont installés dans les toilettes à lombricompostage (S.12). Les matières solides (boues fécales et papier toilette) sont piégées au sommet du filtre où elles sont transformées en humus par les vers et les bactéries tandis que le liquide percole à travers le filtre. La séparation des fractions solide et liquide permet d'améliorer la qualité de l'effluent. La ventilation doit être suffisante pour assurer un environnement aérobique pour les vers et les micro-organismes, tout en empêchant

l'entrée des mouches. La température à l'intérieur de la cuve doit être maintenue dans une fourchette adaptée aux espèces de vers de compost utilisées. Les paramètres spécifiques de conception du lombrifiltre dépendent des caractéristiques et du volume des boues entrantes. Les technologies à base de lombrics peuvent compléter d'autres systèmes de traitement. Par exemple le digestat produit par les systèmes de digestion anaérobie (S.13 à S.16) peut être lombricomposté afin de réduire la teneur en matières sèches et en agents pathogènes. L'effluent produit au cours du processus de lombrifiltration peut être directement infiltré dans le sol ou traité par évapotranspiration dans un système planté.

Matériaux : Les lombricomposteurs peuvent être réalisés à partir de matériaux locaux (briques ou béton) ou être achetés dans le commerce. Pour construire un lombrifiltre, on doit disposer d'une cuve fermée fabriquée en matériau solide (plastique, béton) pour empêcher les mouches et les rongeurs d'y pénétrer, et d'un matériau filtrant (sciure, paille, coco, etc.). Quatre espèces de vers de terre sont utilisés : *Eisenia fetida*, *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavatus* et *Eisenia andrei*. On peut les trouver dans la nature environnante, les acheter localement ou les importer.

Contexte : La lombrifiltration peut être appliquée dans toutes les phases d'une urgence, sous réserve de trouver des vers. Le lombricompostage est peu adapté dans la phase de réponse aiguë d'une situation d'urgence mais peut être envisagé dans les phases de stabilisation et de relèvement lorsque l'on peut mettre en place une bonne organisation pour le tri des matières organiques. La gestion par une entreprise privée et recommandée. La vente du compost peut générer des revenus et contribuer partiellement au recouvrement des coûts d'exploitation.

Fonctionnement et entretien : Le lombricompostage nécessite un personnel bien formé pour assurer le suivi du processus : qualité et quantité des matières premières, tri des déchets pour retirer les matières non-organiques, retournement des tas, contrôle de la santé des vers ainsi que de la teneur en humidité et en oxygène. Le lombrifiltre nécessite peu d'entretien et aucun apport d'énergie (fonctionnement gravitaire). On utilise une pompe si l'on souhaite réinjecter les eaux usées dans la cuve pour améliorer la qualité de l'effluent.

Santé et sécurité : Contrairement au cocompostage (T.11), on ne peut pas atteindre les températures nécessaires à la pasteurisation, car les vers et les bactéries

sont sensibles aux températures extrêmes. Ainsi, les déchets à forte teneur en agents pathogènes (comme les eaux usées brutes ou les boues de fosses septiques) doivent subir un traitement supplémentaire. Les risques sanitaires peuvent être minimisés lorsque le personnel prend des précautions, adopte des pratiques d'hygiène élémentaires et porte un équipement de protection. Le lombricompost doit être stocké pendant au moins un an avant d'être utilisé. Si les moyens de contrôle existent, il est recommandé de vérifier l'inactivation des œufs d'helminthes comme indicateur de substitution à la stérilisation. À défaut, s'il n'est pas prévu de valoriser le lombricompost, il peut être enterré ou stocké. Les Directives de l'OMS doivent être consultées pour plus de détails.

Coûts : Les coûts de construction d'une installation de lombricompostage varient en fonction du prix des matériaux locaux ainsi que de l'utilisation d'équipements mécaniques comme des aérateurs et des broyeurs. Les principaux coûts d'exploitation sont le transport et l'approvisionnement en boues et en déchets organiques et la destination finale du compost. Le coût d'un lombrifiltre dépend de la taille et des caractéristiques de conception du système.

Aspects sociaux : Avant d'envisager la mise en œuvre d'un système de lombricompostage, le concept doit être discuté avec la communauté concernée. Une expérience préalable de la séparation des déchets organiques et du compostage constitue un facteur positif. Il faut également déterminer si le compost fabriqué à partir de déchets humains est un produit acceptable pour les utilisateurs potentiels (étude de marché) et s'assurer de la conformité du compost produit avec les normes locales. Faute de quoi, il est préférable d'identifier d'autres technologies de traitement.

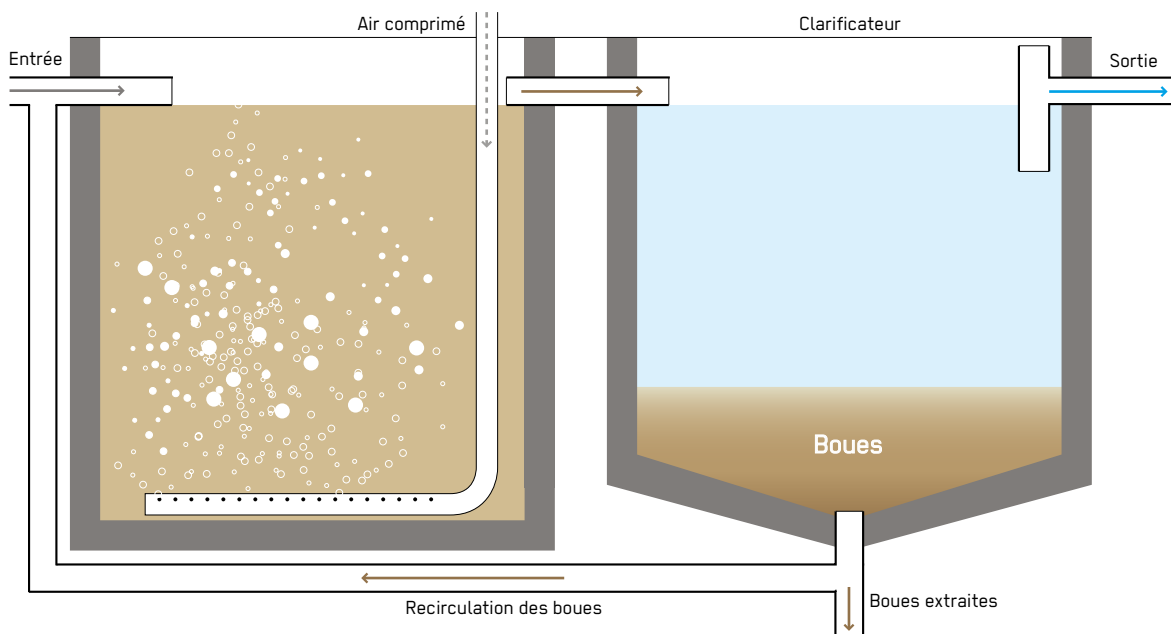
Forces et faiblesses :

- ⊕ Réduit la quantité de déchets organiques
- ⊕ Technologie simple et robuste
- ⊕ Peut être construit et entretenu avec des matériaux locaux
- ⊕ Investissement relativement faible
- ⊖ Nécessite une grande surface de terrain
- ⊖ Les rongeurs peuvent être attirés par les matières organiques

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 205**

Boues activées

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|-----------------------------------|---|--|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | Ménage ★ Voisinage ★★ Ville | Ménage Partagé ★★ Public | Abattement de la DBO. Nitrification et élimination des nutriments. Réduction des agents pathogènes |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★ Moyen | ★★★ Élevée | ● Eaux noires, ● Eaux grises, ● Effluent | ● Effluent, ● Boues |



Un procédé à boues activées désigne un réacteur à plusieurs cuves qui utilise une forte concentration de micro-organismes pour dégrader les matières organiques et éliminer les nutriments des eaux usées, afin de produire un effluent de haute qualité. Pour conserver des conditions aérobies et maintenir les boues activées en suspension, une alimentation continue et programmée en oxygène est nécessaire.

On peut utiliser plusieurs méthodes pour assurer le brassage et l'aération des eaux usées, par exemple en injectant de l'air ou de l'oxygène dans la cuve ou bien en utilisant des aérateurs de surface. Les micro-organismes oxydent le carbone organique des eaux usées pour produire de nouvelles cellules, du dioxyde de carbone et de l'eau. Les bactéries aérobies sont les organismes les plus répandus, mais des bactéries facultatives peuvent être présentes en même temps que des organismes de niveau supérieur. La composition exacte dépend de la conception du réacteur, de

l'environnement et des caractéristiques des eaux usées. Plusieurs semaines sont nécessaires pour que les micro-organismes se développent et assurent la stabilité du processus biologique. Les floccs (agglomérations de particules de boues) qui se forment dans la cuve aérée sont éliminés dans la cuve secondaire, qui est un clarificateur à décantation gravitaire. Les boues excédentaires sont partiellement digérées et récupérées pour alimenter le processus biologique. Dans un bioréacteur à membrane immergée (IMBR), le réacteur à boues activées est combiné avec un dispositif comportant une membrane à microfiltration ou à ultrafiltration. En passant par la membrane, l'eau traitée est séparée des boues. Il est possible de se doter d'un système préfabriqué ou de le construire sur place. L'IMBR est une technologie compacte et efficace pour le traitement des eaux usées municipales (et industrielles). Le principal frein à la diffusion de cette technologie est l'encrassement de la membrane, qui réduit considérablement ses performances, sa durée de vie ainsi que les coûts de fonctionnement et d'entretien.

Considérations sur la conception : Les procédés à boues activées nécessitent généralement un traitement primaire qui élimine les particules solides décantables. Ils sont parfois suivis d'une étape finale de polissage (**POST**). Les procédés biologiques sont efficaces pour éliminer les matières solubles, colloïdales et particulaires. Le réacteur peut être conçu pour assurer la nitrification et la dénitrification biologiques, ainsi que l'élimination du phosphore. La conception doit se baser sur une estimation précise de la composition et du volume des eaux usées. L'efficacité du traitement peut être gravement compromise si le réacteur est sous- ou surdimensionné. En fonction de la température, le temps de rétention des matières solides dans le réacteur varie de 3 à 5 jours pour l'abattement de DBO, et de 3 à 18 jours pour la nitrification. Les boues excédentaires doivent être traitées afin de réduire leur teneur en eau et en matières organiques et d'obtenir un produit stabilisé pouvant être valorisé ou mis en décharge. Pour atteindre des objectifs spécifiques en termes de DBO, d'azote et de phosphore, on peut proposer des modifications, notamment le séquençage des réacteurs, les fossés d'oxydation, l'aération prolongée, les lits mobiles et les bioréacteurs à membrane.

Matériaux : En général, la cuve du réacteur à boues activées est en matière plastique ou en béton. Les aérateurs sont en acier inoxydable ou en plastique et la membrane est en caoutchouc. Il existe aussi des membranes céramiques, polymères et composites. Le matériau utilisé a un impact sur la propension à l'encrassement dans les bioréacteurs à membrane immergée.

Contexte : Le traitement des boues activées peut être une solution pertinente dans les phases de stabilisation et de relèvement en zone urbaine densément peuplée et dans des camps de grande taille. Il s'agit d'un traitement centralisé qui nécessite un personnel bien formé, une alimentation électrique constante et un système de gestion sophistiqué ainsi que des volumes d'influents importants. Cette technologie convient à tous les climats, mais la capacité de traitement est réduite dans les environnements plus froids. L'eau traitée peut être réutilisée.

Fonctionnement et entretien : Il est nécessaire de disposer d'un personnel technique formé. Les équipements mécaniques (mélangeurs, aérateurs et pompes) doivent être constamment entretenus. L'influent et l'effluent doivent être surveillés en permanence et il faut ajuster les paramètres de contrôle pour éviter des perturbations telles que l'élimination de la biomasse active ou le développement d'organismes nuisibles (par exemple les bactéries filamenteuses). L'accès aux installations ne doit être autorisé qu'au personnel formé.

Santé et sécurité : Les réacteurs à boues activées nécessitent beaucoup d'espace et dégagent de mauvaises odeurs, c'est pourquoi ils sont généralement situés à la périphérie des zones peuplées. Bien que l'effluent produit soit de haute qualité, il présente toujours un risque pour la santé publique et ne doit pas être directement manipulé. La teneur en agents pathogènes des boues après traitement est considérablement réduite, mais pas totalement éliminée. Les performances de réacteurs de type IMBR et la qualité du traitement peuvent être améliorées grâce à la membrane utilisée. Le personnel concerné doit être équipé d'un équipement de protection.

Coûts : Les coûts d'investissement des réacteurs à boues activées sont élevés. Ils varient en fonction de la facilité à se procurer les matériaux de construction ainsi que de leur prix et de celui de l'énergie. Les coûts d'exploitation sont également élevés en raison de la nécessité de disposer d'un personnel qualifié, des exigences de surveillance continue et des besoins énergétiques constants.

Aspects sociaux : L'installation d'un réacteur à boues activées ne peut être réalisée que dans des régions où l'on dispose de connaissances et d'une expérience de cette technologie ainsi que d'un personnel qualifié. En fonction du contexte culturel et des réglementations existantes, il peut y avoir des obstacles à la réutilisation de l'eau traitée.

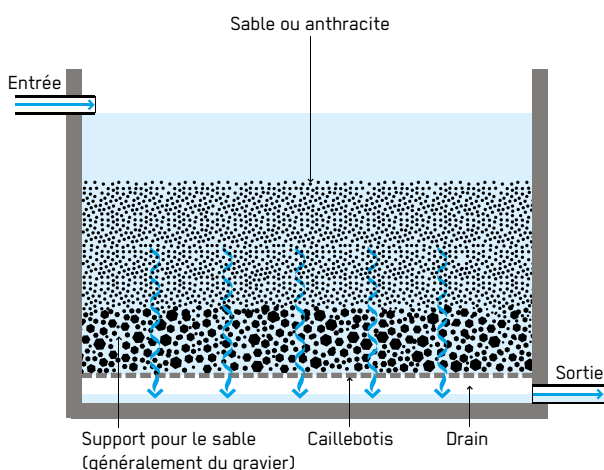
Forces et faiblesses :

- ⊕ Résistant aux variations soudaines de matières organiques ou aux augmentations de débit
- ⊕ Abattement important de la DBO et des agents pathogènes (jusqu'à 99 %)
- ⊕ Élimination significative des nutriments
- ⊕ La conception peut être modifiée pour respecter des normes de rejet spécifiques
- ⊖ Consommation d'énergie élevée nécessitant une source d'électricité constante
- ⊖ Investissement et coûts d'exploitation élevés
- ⊖ Nécessite l'implication de personnel qualifié pour la conception et l'exploitation
- ⊖ Les pièces et les matériaux ne sont pas toujours disponibles localement
- ⊖ Occurrence de problèmes chimiques et microbiologiques complexes

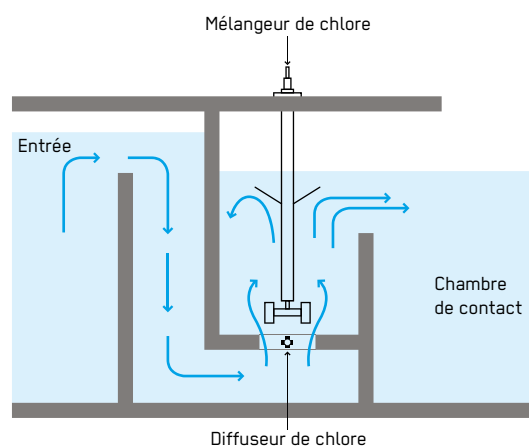
→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 205**

Filtration tertiaire et désinfection

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ★ Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | <ul style="list-style-type: none"> Ménage ★ Voisinage ★★ Ville | <ul style="list-style-type: none"> Ménage ★ Partagé ★★ Public | Élimination des matières résiduelles en suspension et des agents pathogènes |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| <ul style="list-style-type: none"> ★ Faible | <ul style="list-style-type: none"> ★★ Moyenne | <ul style="list-style-type: none"> ● Effluent | <ul style="list-style-type: none"> ● Effluent traité |



Filtration tertiaire (par exemple filtration en profondeur)



Désinfection (par exemple chloration)

Selon l'utilisation finale prévue de l'effluent ou les standards nationaux de rejet et de valorisation, une étape de post-traitement peut être nécessaire pour éliminer les agents pathogènes, les matières résiduelles en suspension et/ou les éléments dissous. Les procédés de filtration et de désinfection tertiaires sont fréquemment utilisés pour y parvenir.

Le post-traitement n'est pas toujours indispensable et il est conseillé d'adopter une approche pragmatique. La qualité de l'effluent doit correspondre à l'utilisation finale envisagée, à la qualité du plan d'eau récepteur ou à la réglementation locale en matière de rejet d'effluents. Les Directives de l'OMS apportent des informations utiles sur l'évaluation et la gestion des risques associés aux dangers microbiens et aux produits chimiques toxiques. Une solution de chlore peut être utilisée pour la désinfection d'un effluent à faible teneur en matières organiques et pour supprimer les agents pathogènes présents dans

les boues de vidange. Cependant, le chlore est piégé par l'oxydation des matières organiques et son utilisation dans de tels cas n'est donc pas optimale. La désinfection des boues de vidange ne fait pas partie des technologies de post-traitement. Elle peut être réalisée par la fermentation lactique (S.19), le traitement à l'urée (S.18) et le traitement à la chaux (S.17).

Considérations sur la conception : Les procédés de filtration tertiaire sont la filtration en profondeur (ou sur lit de garnissage) ou la filtration en surface (sur membranes). La filtration en profondeur consiste à éliminer les matières résiduelles en suspension en faisant passer le liquide à travers un matériau filtrant granulaire comme du sable ou du charbon actif. Dans ce dernier cas, le processus dominant est l'adsorption qui élimine de nombreux composés organiques et inorganiques, ainsi que le goût et l'odeur. La filtration en surface permet d'éliminer les particules par tamisage mécanique lorsque le liquide passe à travers

un diaphragme mince (couche filtrante). La filtration en profondeur est utilisée pour éliminer les kystes de protozoaires et les oocystes, tandis que les membranes d'ultrafiltration éliminent les bactéries et les virus. Des procédés de filtration sur membrane à basse pression (filtres gravitaires à membrane) sont en cours de développement. La désinfection comprend la destruction ou l'inactivation des micro-organismes pathogènes par des moyens chimiques, physiques ou biologiques. Le chlore a toujours été le désinfectant de choix pour le traitement des eaux usées, en raison de son faible coût, de sa disponibilité et de sa facilité d'utilisation. Celui-ci oxyde les matières organiques, y compris les micro-organismes et les agents pathogènes. Les systèmes de désinfection alternatifs sont notamment les rayons ultraviolets (UV) présents dans la lumière du soleil et l'ozonation. La désinfection peut donc avoir lieu dans des bassins peu profonds. Le rayonnement UV peut également être généré par des lampes spéciales, installées dans un canal ou une conduite. L'ozone est un puissant oxydant et est généré à partir de l'oxygène par un processus à forte intensité énergétique. Il dégrade les polluants organiques et inorganiques, y compris les agents responsables de la production d'odeurs.

Matériaux : Les technologies de post-traitement nécessitent des matériaux spéciaux. L'accès au chlore, aux lampes à UV, aux matériaux filtrants tels que le charbon actif ou les membranes peut être difficile, surtout pendant une phase de réponse aiguë.

Contexte : La décision d'installer un dispositif de post-traitement dépend principalement des exigences de qualité pour l'utilisation finale souhaitée et/ou des normes nationales. Il faut aussi prendre en compte les caractéristiques des effluents, le budget, la disponibilité des matériaux et la capacité d'exploitation et de maintenance. Le post-traitement ne peut être appliqué efficacement qu'après un traitement secondaire. Le chlore ne doit pas être utilisé si l'eau contient de grandes quantités de matières organiques, car il peut se former des sous-produits de désinfection. Le post-traitement est rarement prioritaire lors des phases d'intervention aiguë mais on peut envisager de le mettre en œuvre pendant la phase de rétablissement afin de réduire au minimum les risques pour la santé publique.

Fonctionnement et entretien : Les méthodes de post-traitement nécessitent une surveillance continue (qualité de l'influent et de l'effluent, perte de charge des filtres, dosage des désinfectants, etc.) pour assurer des performances élevées. En raison de l'accumulation de matières solides et de la croissance microbienne, l'efficacité des filtres à sable, à membrane et à charbon actif diminue

avec le temps. Un nettoyage fréquent (rétrolavage) ou le remplacement du matériau filtrant est obligatoire. Il est nécessaire de disposer de ressources spécialisées, notamment pour éviter d'endommager les membranes et pour déterminer le bon dosage de chlore et assurer un mélange adéquat. L'ozone doit être produit sur place, car il est chimiquement instable et se décompose rapidement en oxygène. Pour la désinfection par UV, la lampe à UV doit être nettoyée régulièrement et remplacée une fois par an.

Santé et sécurité : Un équipement de protection individuelle doit être porté en permanence. Si du chlore (ou de l'ozone) est appliqué sur un effluent mal traité, des sous-produits de désinfection tels que les trihalométhanes peuvent se former et représenter un danger pour l'environnement et la santé humaine. La manipulation et le stockage du chlore liquide posent également des problèmes de sécurité. L'adsorption sur charbon actif et l'ozonation peuvent faire disparaître les couleurs et les odeurs désagréables, ce qui augmente l'acceptation de la réutilisation de l'eau recyclée. Les médias filtrants sont contaminés après utilisation et doivent être traités ou éliminés correctement.

Coûts : Les filtres à sable et les bassins sont relativement bon marché (mais ces derniers ont une grande emprise au sol), tandis que les filtres à charbon actif et à membrane sont coûteux. Dans le cas de l'adsorption sur charbon actif, le matériau filtrant doit être régulièrement remplacé. Les coûts d'ozonation sont généralement plus élevés que ceux des autres méthodes de désinfection.

Aspects sociaux : Des professionnels sont nécessaires pour exploiter et gérer ces technologies.

Forces et faiblesses :

- ⊕ Élimination des agents pathogènes et/ou des contaminants chimiques
- ⊕ Permet la réutilisation directe des eaux usées traitées
- ⊖ Les compétences, la technologie, les pièces de rechange et les matériaux ne sont pas toujours disponibles localement
- ⊖ Nécessité d'une source constante d'électricité et/ou de produits chimiques
- ⊖ Les matériaux du filtre doivent être régulièrement lavés ou remplacés
- ⊖ La chloration et l'ozonation peuvent former des sous-produits de désinfection toxiques

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 205**

Valorisation et/ou rejet

Ce chapitre présente les technologies et les méthodes qui peuvent être appliquées aux produits issus de la chaîne d'assainissement après stockage, transport et traitement, afin de les restituer dans l'environnement, soit sous forme de ressources utiles, soit sous forme de matières présentant peu de risques. Le rejet des produits dans l'environnement doit se faire a minima en réduisant le plus possible les risques pour la santé publique et l'environnement et, dans le meilleur des cas, en exploitant au maximum les bénéfices de la valorisation (par exemple pour améliorer les sols en les utilisant comme engrais). Dans ce dernier cas, on pourra se référer aux Directives de l'OMS pour une utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères.

- D.1 Application de l'urine stockée
- D.2 Application de fèces séchées
- D.3 Application d'humus de fosse et de compost
- D.4 Épandage des boues
- D.5 Remblayage des fosses : Arborloo et enfouissement en tranchées profondes
- D.6 Stockage et décharge contrôlés
- D.7 Utilisation du biogaz
- D.8 Cocombustion des boues (technologie émergente)
- D.9 Lit d'infiltration
- D.10 Puits d'infiltration
- D.11 Irrigation
- D.12 Rejet dans un cours d'eau et recharge de la nappe phréatique
- D.13 Bassins piscicoles

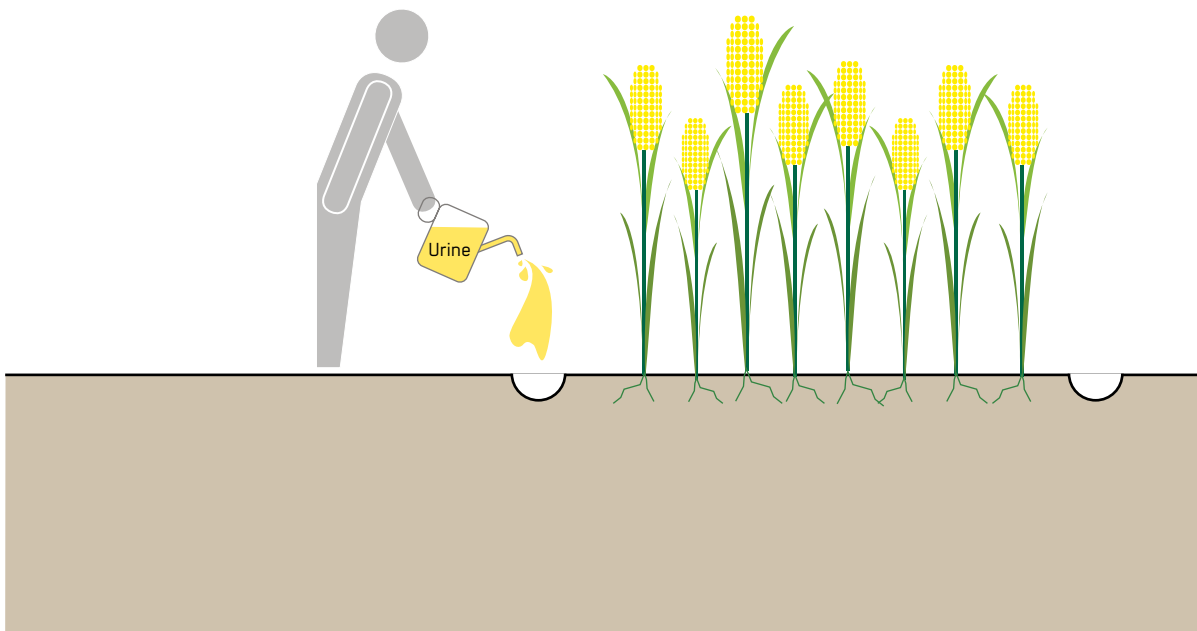
Le choix de la méthode de valorisation ou de rejet est contextuel et dépend généralement des facteurs suivants :

- Type et qualité des produits
- Acceptation socioculturelle
- Besoins locaux
- Cadre législatif et réglementaire local
- Disponibilité des matériaux et des équipements
- Disponibilité foncière
- Caractéristiques des sols et des eaux souterraines
- Capacité locale

D

Application de l'urine stockée

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|--|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ★ Réponse aiguë ★★ Stabilisation ★★ Relèvement | <ul style="list-style-type: none"> ★★ Ménage ★★ Voisinage ★★ Ville | <ul style="list-style-type: none"> ★★ Ménage ★★ Partagé ★★ Public | Valorisation des nutriments comme engrais liquide |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| <ul style="list-style-type: none"> ★★★ Élevé | <ul style="list-style-type: none"> ★ Faible | <ul style="list-style-type: none"> ● Urine stockée | <ul style="list-style-type: none"> ● Biomasse |



L'urine stockée provenant des systèmes d'assainissement à séparation d'urine (U.2, S.8 et S.9) est une source concentrée en nutriments qui peut être utilisée comme engrais liquide en agriculture (pour remplacer les engrais chimiques) ou comme additif pour enrichir le compost.

L'urine contient la plupart des nutriments excrétés par l'organisme. Elle contient des substances solubles et notamment des nutriments essentiels pour les végétaux. On y trouve des macronutriments tels que l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K) ainsi que des micronutriments en plus petites quantités tels que le bore (B), le fer (Fe) et le zinc (Zn). Ces éléments nutritifs y sont présents sous une forme facilement assimilable par les plantes, semblable à celle des engrais à base d'ammoniaque et d'urée, et donnent des résultats comparables sur la croissance des plantes. Les Directives de l'OMS recommandent de stocker l'urine pendant au moins un mois avant de l'utiliser dans l'agriculture domestique et jusqu'à six mois dans les

systèmes de plus grande envergure. L'urine des personnes en bonne santé est considérée comme exempte d'agents pathogènes. La teneur en nutriments de l'urine dépend du régime alimentaire, du sexe, du climat, de la consommation d'eau, du moment de la journée où elle est excrétée, etc. Environ 88 % de l'azote, 61 % du phosphore et 74 % du potassium excrétés par le corps humain se trouvent dans l'urine.

Considérations sur la conception : L'urine stockée ne doit pas être utilisée directement sur les plantes en raison de son pH élevé. Elle doit plutôt être appliquée au niveau du sol avant la plantation, dans des sillons ou des trous situés à une distance suffisante des racines. Après application, il faut immédiatement recouvrir le trou de terre. L'urine peut aussi être diluée plusieurs fois et utilisée fréquemment comme un engrais général pour fertiliser les plantes en particulier dans les premiers stades de la croissance. Une fois que les cultures entrent dans leur phase de reproduction,

elles absorbent peu de nutriments. Il convient donc de cesser de fertiliser lorsque l'on atteint les trois quarts de la période entre le semis et la récolte. Le taux d'application optimal dépend des besoins en azote et de la tolérance des cultures ainsi que de la concentration d'azote dans l'urine (diluée). Le volume annuel d'urine d'une personne est suffisant pour fertiliser environ 300 à 400 m² de terres cultivées. Il n'existe pas de recommandation standard pour la dilution et les directives existantes varient considérablement (entre 1:3 et 1:10). Les avantages de la dilution sont une diminution notable de l'odeur et du risque de surapplication. En même temps, la dilution augmente le volume total du liquide et donc les besoins en main-d'œuvre et en transport. L'urine diluée peut également être utilisée dans les systèmes d'irrigation de type goutte-à-goutte. Ce système est appelé « fertigation » ou « fertirrigation ».

Matériaux : Il est essentiel de disposer de réceptacles fermés et en nombre suffisant pour stocker l'urine pendant un mois ou plus, de matériel agricole pour creuser des sillons et des trous, d'arrosoirs ou de systèmes d'irrigation (goutte-à-goutte). Les travailleurs agricoles doivent recevoir un équipement de protection tel que des chaussures, des gants et des masques.

Contexte : L'application d'urine n'est pas une priorité dans les situations d'urgence extrême, mais peut être une bonne solution pendant les phases de stabilisation et de relèvement, sous réserve d'acceptabilité sociale et d'intérêt des agriculteurs. L'emploi d'urine pour fertiliser les cultures est idéal dans les zones rurales et périurbaines là où les terres agricoles sont proches du lieu de collecte de l'urine. Les ménages peuvent l'utiliser sur leur propre parcelle de terrain ou, si des infrastructures existent, l'urine peut être collectée dans un lieu semi-centralisé pour être distribuée et transportée vers les terres agricoles. L'urine stockée a une odeur relativement forte, rendant son utilisation assez désagréable. On peut réduire son odeur en la diluant et en recouvrant immédiatement de terre les sillons dans lesquels elle a été appliquée.

Fonctionnement et entretien : Certains minéraux présents dans l'urine ont tendance à précipiter (par exemple les phosphates de calcium et de magnésium). Les équipements utilisés pour la collecter, la transporter ou l'appliquer (par exemple les arrosoirs à petits trous) peuvent donc finir par se boucher. La plupart des dépôts sont facilement éliminés en utilisant de l'eau chaude et un acide léger (vinaigre).

Santé et sécurité : L'urine présente un risque infectieux très faible, en particulier lorsqu'elle est stockée pendant une longue période, mais elle doit être manipulée avec précaution et il est recommandé d'arrêter son application au moins un mois avant la récolte. Elle doit être appliquée près du sol, ce qui réduit la possibilité de contact direct avec les parties comestibles des plantes. On peut aussi restreindre son utilisation aux cultures non-alimentaires (comme les fleurs), aux cultures qui sont transformées ou cuites avant d'être consommées (comme les aubergines) ou aux cultures dont la partie récoltée se trouve à une certaine distance du sol (comme les arbres fruitiers). Étant donné que les hormones et les produits pharmaceutiques sont en partie excrétés dans l'urine, il existe une faible possibilité que ceux-ci soient adsorbés par les plantes et entrent dans la chaîne alimentaire humaine. Ce risque est toutefois minime comparé aux risques associés aux produits pharmaceutiques contenus dans le fumier animal, à l'utilisation de pesticides ou au rejet direct d'eaux usées dans les cours d'eau.

Coûts : Les coûts d'application de l'urine sont faibles mais celle-ci peut nécessiter beaucoup de main-d'œuvre. Les coûts potentiels peuvent être liés à la disponibilité des terres et au transport d'urine sur de longues distances, ce qui fait que cette technologie n'est pas toujours économiquement viable en raison de la faible valeur de l'urine par rapport au volume à transporter. La fertilisation des cultures par l'urine a pourtant un potentiel d'amélioration des revenus, car elle permet d'obtenir de meilleurs rendements et de remplacer des engrais chimiques coûteux.

Aspects sociaux : L'application de l'urine dans l'agriculture doit être discutée au préalable avec les communautés concernées. Il est nécessaire de former les personnes intéressées et de pouvoir les soutenir régulièrement afin de favoriser l'acceptation de cette méthode et de garantir une application correcte.

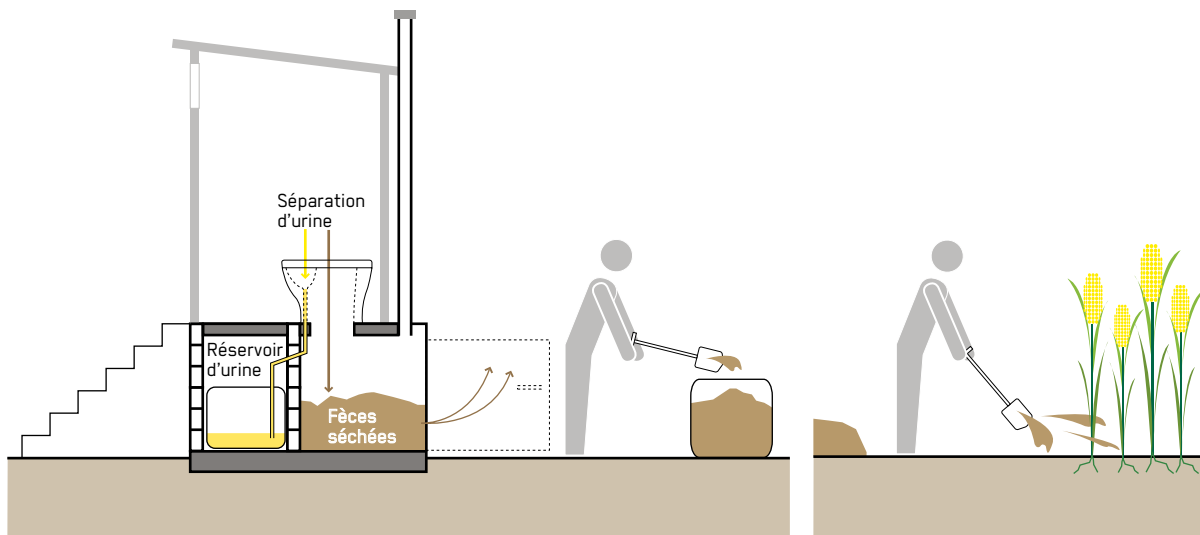
Forces et faiblesses :

- ⊕ Permet d'améliorer les revenus (augmentation des rendements)
- ⊕ Réduit la dépendance aux engrais chimiques
- ⊕ Faible risque de transmission d'agents pathogènes
- ⊕ Faible coût
- ⊖ Poids important, transport difficile, main-d'œuvre intensive
- ⊖ Odeur désagréable
- ⊖ Risque de salinisation du sol dans certains cas
- ⊖ Acceptation sociale

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont page 205**

Application de fèces séchées

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|---|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | ★★ Ménage ★ Voisinage Ville | ★★ Ménage ★★ Partagé ★ Public | Valorisation des nutriments. Utilisation comme amendement de sol |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★★ Élevé | ★ Faible | ● Fèces séchées | ● Biomasse |



Lorsque les fèces sont stockées dans un environnement sec (quand elles ne sont pas mélangées avec de l'urine ou de l'eau de nettoyage anal), elles peuvent alors se déshydrater. On obtient un matériau grossier, friable, de couleur beige ou blanche qui peut être utilisé comme amendement de sol.

Le processus de déshydratation est très différent du compostage, car la matière organique n'est pas dégradée ou transformée. Lors de la déshydratation, seule l'humidité est éliminée sous l'action d'additifs ajoutés après la défécation, d'une bonne aération et du temps. La déshydratation permet de réduire le volume des fèces d'environ 75 %. Lorsqu'elles sont sèches, les fèces ont un aspect poudreux et friable. Elles sont riches en carbone et en nutriments mais peuvent encore contenir des œufs de vers, des kystes et des oocystes de protozoaires (spores qui peuvent survivre dans des conditions extrêmes et être réactivées lorsque les conditions redeviennent favorables)

ainsi que d'autres agents pathogènes. Le degré d'inactivation des agents pathogènes dépend de la température, du pH (il augmente si l'on ajoute des cendres ou de la chaux) et de la durée de stockage. Il est généralement recommandé de stocker et de déshydrater les fèces pendant une durée de 6 à 24 mois, bien que certains agents pathogènes puissent rester viables même après cette période. On pourra se référer aux recommandations spécifiques des Directives de l'OMS pour une utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères. Les fèces déshydratées peuvent être utilisées comme additif de compost, enfouies directement dans le sol ou ailleurs s'il n'y a pas de valorisation prévue. Le stockage prolongé est également une solution en l'absence d'opportunité d'utilisation immédiate.

Considérations sur la conception : Les fèces qui sont séchées et conservées entre 2 et 20 °C doivent être stockées pendant 1,5 à 2 ans avant d'être utilisées. Lorsque les températures sont plutôt élevées (> 20 °C en moyenne), il est recommandé de stocker les fèces pendant plus d'un an pour inactiver les helminthes (comme les œufs d'Ascaris). Dans le cas où le pH est supérieur à 9 (par exemple suite à l'ajout de cendres ou de chaux) on pourra réduire la durée de stockage à six mois. Les Directives de l'OMS sur le sujet comportent également des recommandations précises sur le temps de stockage en fonction des facteurs externes.

Matériaux : L'épandage de fèces séchées nécessite des brouettes, des pelles, des bûches, des râpeaux et des équipements de protection. Pour cultiver la terre où des fèces séchées ont été appliquées, d'autres outils de jardinage peuvent être nécessaires comme des houes, des arrosoirs, etc. ainsi que des semences. Les fèces séchées peuvent être stockées et transportées dans des réceptacles ou des sacs usagés.

Contexte : L'épandage de fèces séchées n'est pas une priorité dans la phase de réponse aiguë à une urgence, mais peut être une solution pendant les phases de stabilisation et de relèvement, à condition que cette pratique soit acceptable pour la population locale, les agriculteurs et les consommateurs de produits agricoles. Les fèces séchées permettent d'améliorer la qualité des sols pauvres et de renforcer leurs propriétés de séquestration du carbone et de rétention d'eau, tout en présentant un faible risque de transmission d'agents pathogènes. Les fèces séchées sont moins efficaces comme amendement de sol que les fèces compostées. Le processus de déshydratation fonctionne mieux dans les climats chauds et secs.

Fonctionnement et entretien : Lors du retrait des fèces séchées des chambres de déshydratation, il faut veiller à éviter l'inhalation de la poudre et les travailleurs doivent porter un équipement de protection adapté. Lors du stockage dans la chambre de déshydratation, il est essentiel de conserver des conditions favorables à l'assèchement. En cas d'intrusion d'eau ou d'urine dans les fèces en cours de dessiccation, il faut ajouter un additif pour faciliter l'absorption d'humidité, mais il est préférable d'empêcher l'intrusion de liquide plutôt que de recourir à ce type d'intervention.

Santé et sécurité : Les fèces déshydratées constituent un environnement hostile pour les organismes et la plupart des agents pathogènes y dépérissent relativement rapidement (généralement en quelques semaines). Certains agents pathogènes, comme les œufs d'Ascaris présentent néanmoins un risque plus élevé, car ils peuvent rester viables même lors d'une durée de stockage plus importante. Aussi, il est recommandé d'appliquer un traitement secondaire comme le cocompostage (T.11) ou le lombricompostage (T.12) avant l'application de fèces déshydratées pour un usage agricole. Celles-ci sont habituellement incorporées dans le sol avant la saison de plantation. À ce propos, on pourra consulter les Directives de l'OMS qui indiquent plusieurs mesures de prévention (méthode des barrières multiples) « du système d'assainissement à l'assiette » afin de réduire le plus possible l'exposition aux agents pathogènes. L'utilisation d'équipements de protection (gants, masques et bottes) est indispensable lors de la collecte, du transport et de l'application de fèces séchées.

Coûts : Les coûts à prendre en compte sont notamment le coût du transport des fèces séchées entre les toilettes et le champ, les coûts de main-d'œuvre, du matériel agricole et des équipements de protection. L'épandage de fèces séchées peut permettre de générer des revenus en augmentant les rendements agricoles, tout en réalisant des économies sur l'achat d'autres engrais ou amendements.

Aspects sociaux : La manipulation et l'utilisation de fèces séchées ne sont pas acceptables dans certaines cultures, c'est pourquoi il est nécessaire de discuter de cette solution au préalable avec les communautés concernées. Cependant, les fèces étant sèches, friables et sans odeur, leur utilisation est potentiellement plus facile à accepter que celle du fumier ou des boues de vidange. Si le niveau de dessiccation est insuffisant, les fèces peuvent générer de mauvaises odeurs.

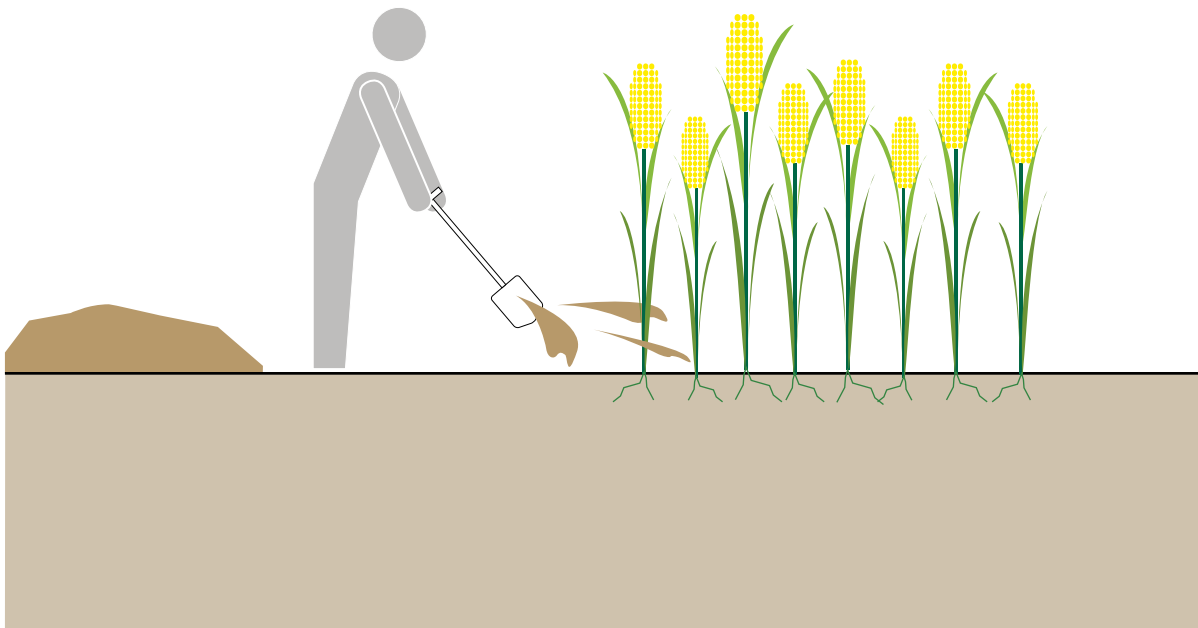
Forces et faiblesses :

- ⊕ Améliore la structure et la capacité de rétention d'eau du sol
- ⊕ Faible risque de transmission d'agents pathogènes
- ⊖ Nécessite un travail intensif
- ⊖ Les agents pathogènes peuvent exister à un stade dormant (kystes et oocystes) et être réactivés en cas d'augmentation de l'humidité
- ⊖ Contient une quantité limitée de nutriments
- ⊖ L'acceptation sociale peut être problématique dans certaines régions

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 205**

Application d'humus de fosse et de compost

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Réponse aiguë * Stabilisation ** Relèvement | <ul style="list-style-type: none"> ** Ménage ** Voisinage * Ville | <ul style="list-style-type: none"> ** Ménage ** Partagé * Public | <ul style="list-style-type: none"> Valorisation des nutriments. Utilisation comme amendement de sol |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| <ul style="list-style-type: none"> *** Élevé | <ul style="list-style-type: none"> * Faible | <ul style="list-style-type: none"> ● Humus de fosse, ● Compost | <ul style="list-style-type: none"> ● Biomasse |



Le compost est une substance qui ressemble à de la terre et qui résulte de la dégradation aérobie contrôlée des matières organiques, par exemple dans des installations de cocompostage (T.11 et T.12). L'humus de fosse est la matière retirée des systèmes à double fosse (S.5 et S.6) ; il est produit sous terre de façon passive et a une composition différente de celle du compost. Les deux produits peuvent être utilisés comme amendement de sol.

Le processus de compostage thermophile génère de la chaleur (entre 50 et 80 °C) qui détruit la plupart des agents pathogènes présents dans la matière à composer. Dans les systèmes à double fosse, il n'y a quasiment pas d'augmentation de température car les conditions en termes de présence d'oxygène, d'humidité et de rapport carbone sur azote ne sont pas adaptées au processus de compostage. C'est pourquoi le matériau qui y est contenu n'est pas assimilé à du compost mais à de l'humus de fosse. La texture et la qualité de l'humus dépendent des

matières qui ont été ajoutées aux matières fécales (par exemple des matières organiques) et des conditions de stockage. Les Directives de l'OMS stipulent que la température du compost doit être maintenue à 50 °C pendant une durée minimale d'une semaine pour qu'il soit considéré comme un produit sûr. Cependant, si l'on ne peut pas atteindre cette température, il faut une période de compostage beaucoup plus longue. Pour les technologies qui génèrent de l'humus de fosse, un minimum d'un an de stockage est recommandé pour éliminer les bactéries et réduire la quantité de virus et de protozoaires parasites. On se référera aux Directives de l'OMS pour des informations détaillées.

Considérations sur la conception : Il est prouvé que la productivité d'un sol pauvre peut être améliorée en appliquant à parts égales du compost et de la terre végétale. Une parcelle de 10 m × 10 m correctement fertilisée avec du compost, bien entretenue et arrosée peut produire suffisamment de légumes pour une famille de 5 personnes tout au long de l'année, suivant le climat.

Matériaux : Les matériaux nécessaires à l'épandage d'humus et de compost sont souvent disponibles localement et sont notamment des brouettes, des pelles, des bêches, des râtaux et des équipements de protection. Pour cultiver les terres sur lesquelles du compost ou de l'humus ont été épandus, il faut également disposer d'outils de jardinage comme des houes, des arrosoirs, etc. ainsi que des semences.

Contexte : Le compost et l'humus de fosse apportent des éléments nutritifs et organiques au sol, ce qui permet d'en améliorer la capacité de rétention d'air et d'eau. Ils peuvent être mélangés au sol avant les plantations, utilisés pour démarrer les semis ou les plantes d'intérieur, pour planter des arbres ou simplement être mélangés à un tas de compost existant pour en prolonger le traitement. L'utilisation de l'humus de fosse et du compost convient dans les phases de stabilisation et de relèvement d'une situation d'urgence. Il a été démontré que la production alimentaire dans le cadre des programmes d'écologisation des camps améliore l'accès des populations aux micronutriments et contribue à la sécurité alimentaire globale, à la résilience et au bien-être des populations. Lorsque la production alimentaire n'est pas envisageable, l'humus et le compost peuvent être utilisés pour restaurer les terres dont la couche supérieure a été endommagée par des catastrophes naturelles.

Fonctionnement et entretien : Il faut laisser l'humus de la fosse mûrir suffisamment longtemps avant de le retirer. Il peut alors être utilisé sans autre traitement. L'humus de fosse mûr présente une consistance sèche et compacte, ce qui fait qu'il est assez difficile de le retirer de façon mécanique (C.1). Les travailleurs doivent toujours porter un équipement de protection individuelle pour manipuler l'humus et le compost. Une formation sur les bonnes pratiques de culture et de production alimentaire est parfois nécessaire.

Santé et sécurité : Lorsqu'il provient de systèmes à double fosse qui ne sont pas utilisés correctement, l'humus de fosse présente un risque de transmission d'agents pathogènes. En cas de doute, il est recommandé de composter les matières extraites de la fosse (compost en tas

ordinaire) avant de les utiliser. Le compost et l'humus de fosse sont généralement appliqués avant la saison de plantation. Contrairement aux boues, qui peuvent provenir de diverses sources domestiques, chimiques et industrielles, le compost et l'humus de fosse contiennent très peu d'intrants non-organiques. Les seuls contaminants non-organiques sont issus des matières fécales humaines (par exemple les résidus pharmaceutiques) ou des matières organiques contaminées (par exemple par des pesticides). On considère que le compost et l'humus de fosse sont moins pollués que les boues de vidange. Ce sont des produits inoffensifs, semblables à de la terre. Toutefois, il faut vivement décourager toute manipulation directe et non-protégée.

Coûts : Les coûts d'achats d'équipement pour l'épandage de l'humus de fosse et du compost sont généralement faibles. On utilise parfois d'autres infrastructures pour la production agricole comme des serres, des serres tunnels et des systèmes d'irrigation avec une incidence sur les coûts. Si le système est autogéré, les coûts d'exploitation sont limités.

Aspects sociaux : L'acceptation sociale peut être problématique pour les communautés qui ne sont pas familières avec ce type de technologie. Il est recommandé de réaliser des formations et de mettre en place des sites de démonstration afin de montrer de façon concrète les bénéfices de cette technique ainsi que le fait qu'elle n'est pas désagréable. Pour la production maraîchère, il est préférable de choisir des variétés cultivées et consommées localement.

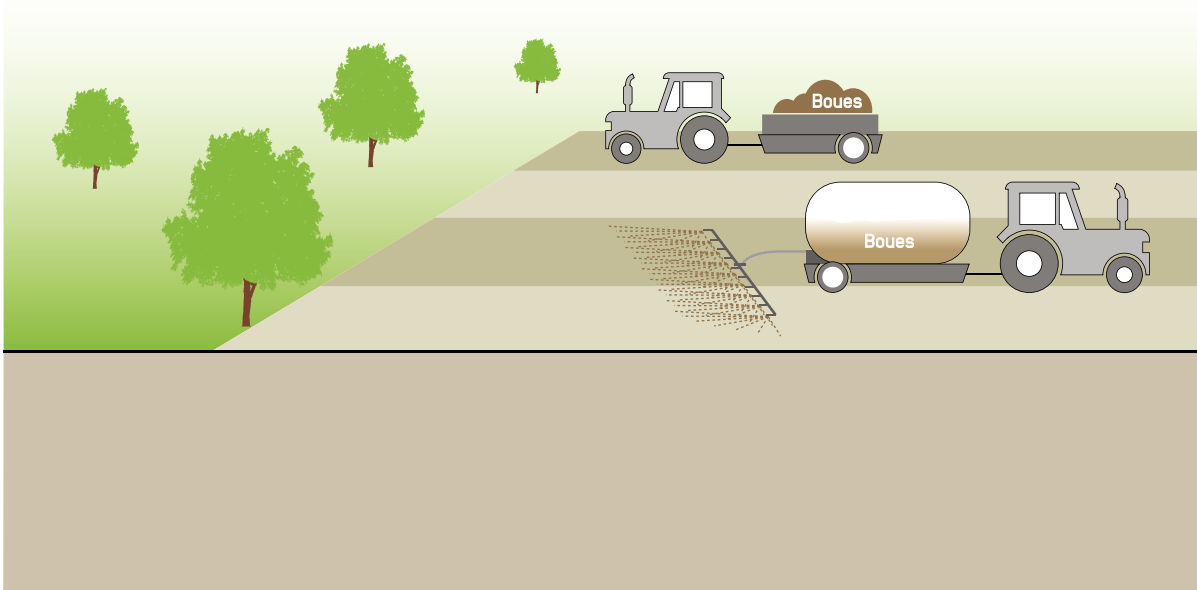
Forces et faiblesses :

- ⊕ Faible risque de transmission d'agents pathogènes
- ⊕ Améliore la structure et la capacité de rétention d'eau des sols et réduit les besoins en engrais chimiques
- ⊕ Peut améliorer les revenus (amélioration du rendement et de la productivité)
- ⊕ Peut améliorer les relations entre les propriétaires fonciers et les autorités par la contribution à la végétalisation de l'environnement
- ⊖ Nécessite un appui sur la durée pour assurer la pérennité de la technologie
- ⊖ L'acceptation sociale peut être problématique dans certaines régions

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 205**

Épandage des boues

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|--|-----------------------------------|--------------------------------------|---|
| Réponse aiguë ★★ Stabilisation ★★ Relèvement | Ménage ★ Voisinage ★★ Ville | ★★ Ménage ★★ Partagé ★★ Public | Valorisation des nutriments. Utilisation comme amendement de sol |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★★ Élevé | ★ Faible | ● Boues | ● Biomasse |



Selon le type et la qualité du traitement préalablement appliqué, les boues digérées ou stabilisées peuvent être épandues comme amendement de sol à des fins d'aménagement paysager ou d'agriculture.

Les boues traitées (par exemple celles provenant des lits de séchage plantés, **T.10**) peuvent être utilisées en agriculture, en jardinage domestique, en sylviculture, pour la culture du gazon, l'aménagement paysager, les parcs, les terrains de golf, la remise en état des mines, comme matériaux de couverture dans les décharges ou pour la lutte contre l'érosion. Bien que les boues de vidange traitées aient une teneur en nutriments inférieure à celle des engrais commerciaux (pour N, K et P), elles peuvent remplacer une partie des besoins en engrais. Cependant, on observe que les boues traitées ont de meilleures propriétés que les engrais, au niveau de la structure du sol et de la rétention de l'eau, et permettent la libération lente et régulière des nutriments.

Considérations sur la conception : Les boues de vidange sont réparties sur la surface du sol à l'aide d'épandeurs de fumier conventionnels ou bien de réservoirs de camions ou de véhicules spécialement conçus pour cela. Les boues liquides (provenant par exemple des réacteurs anaérobies) peuvent être pulvérisées ou injectées dans le sol. L'opérateur doit être informé sur les types de traitements subis par les boues et le type d'utilisation préconisée pour déterminer comment et quand faire l'épandage. Les taux d'application et le type d'utilisation des boues doivent tenir compte de la présence potentielle d'agents pathogènes et de contaminants, ainsi que de la quantité de nutriments disponibles, afin que l'application se fasse à un rythme durable et agronomique. Le cocompostage à la ferme (**T.11**) peut être utilisé pour obtenir un meilleur traitement et augmenter le volume de l'amendement de sol.

Matériaux : Il est nécessaire de disposer d'un véhicule pour le transport et d'un équipement pour l'épandage des boues. Il peut s'agir d'épandeurs de fumier conventionnels, de camions-citernes ou de véhicules spécialement conçus pour cela.

Contexte : Il est vivement conseillé de se référer aux Directives de l'OMS qui contiennent des recommandations sur le type de cultures recommandées et les conditions d'utilisation des boues de vidange en toute sécurité. En fonction de leur provenance, les boues peuvent être utilisées pour leurs propriétés d'amendement de sol mais aussi comme source de nutriments. L'épandage des boues peut être moins coûteux que la mise en décharge. Il peut être envisagé pendant les phases de stabilisation et de relèvement, lorsqu'il existe un système fonctionnel de traitement.

Fonctionnement et entretien : Le matériel utilisé pour l'épandage doit être entretenu. La quantité et la fréquence d'épandage des boues doivent être contrôlées pour éviter de surcharger le sol en éléments nutritifs et en eau.

Santé et sécurité : Même après traitement, les boues sont rarement exemptes d'agents pathogènes. Il est indispensable de se référer aux Directives de l'OMS pour mettre en place des mesures de protection sanitaires et environnementales. Les opérateurs doivent porter un équipement de protection individuelle (des vêtements, des bottes, des masques). On reproche parfois aux boues d'épuration de contenir un niveau élevé de métaux lourds ou d'autres contaminants, mais les boues de vidange provenant de fosses domestiques ne contiennent pas de grandes quantités de produits chimiques et ne présentent donc pas de risque élevé d'être contaminées par les métaux lourds. Ce risque concerne plutôt les boues provenant des grandes stations d'épuration, car elles peuvent recevoir des produits chimiques industriels, ainsi que les eaux de ruissellement, qui peuvent contenir des hydrocarbures et des métaux. Les boues provenant du traitement des

eaux usées domestiques et des systèmes d'assainissement individuels peuvent être considérées comme plus sûres, car elles ne sont pas contaminées par les déchets industriels.

Coûts : Le principal coût est le transport des boues vers les champs. L'épandage de boues contribue à générer des revenus en augmentant les rendements agricoles et éventuellement en se substituant aux engrais commerciaux.

Aspects sociaux : Le plus grand obstacle à l'épandage des boues est en général l'acceptation sociale. Lorsque les agriculteurs ou les industries locales n'acceptent pas les boues, il existe d'autres débouchés, par exemple pour les projets municipaux ou la remise en état de mines, ce qui permet de réaliser des économies importantes. Selon l'origine des boues et la méthode de traitement, on peut obtenir des boues qui sont sans danger et ne génèrent pas de problèmes liés aux odeurs ou à la transmission des maladies. Il est important de suivre correctement les règles de sécurité et d'application. On se référera aux Directives de l'OMS pour plus de détails.

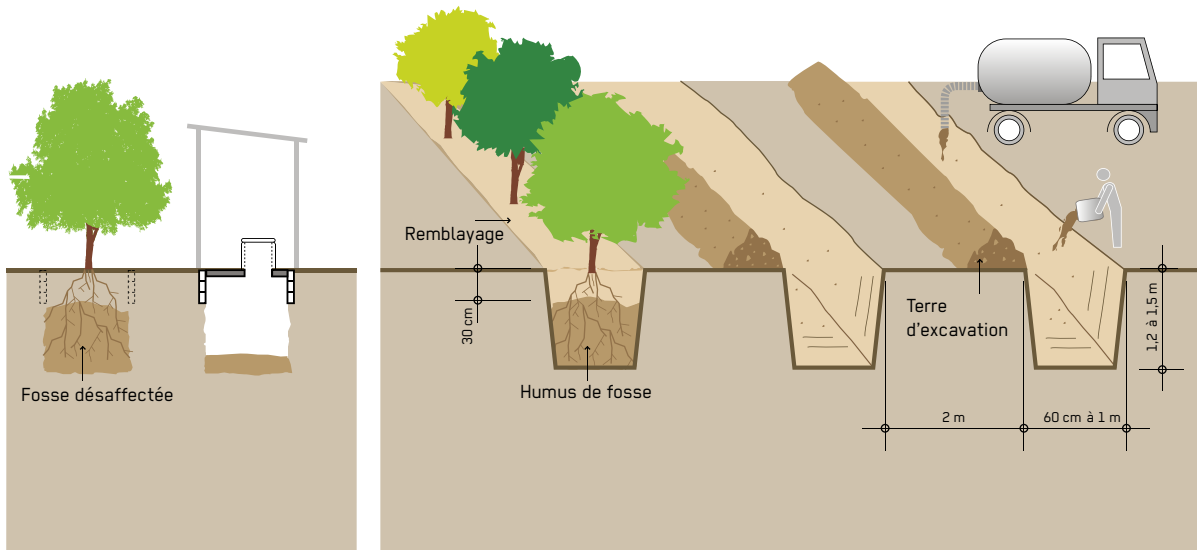
Forces et faiblesses :

- ⊕ Réduit l'utilisation d'engrais chimiques et améliore la capacité de rétention d'eau des sols
- ⊕ Bénéfique dans les opérations de reboisement
- ⊕ Peut réduire l'érosion
- ⊕ Faible coût
- ⊖ Les odeurs peuvent être perceptibles, en fonction du traitement préalable
- ⊖ Peut nécessiter un équipement d'épandage spécial
- ⊖ Risques potentiels pour la santé publique, en fonction de la qualité et de l'application des boues
- ⊖ L'acceptation sociale peut être problématique dans certaines régions

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 206**

Remblayage des fosses : Arborloo et enfouissement en tranchées profondes

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|------------------------------------|--|--|
| ** Réponse aiguë ** Stabilisation ** Relèvement | ** Ménage ** Voisinage Ville | ** Ménage * Partagé ** Public | Valorisation des nutriments. Utilisation comme amendement de sol. Rejet en toute sécurité |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ** Moyenne | * Faible | ● Excreta, ● Matières organiques), (● + Eau de nettoyage anal), (● + Matériaux de nettoyage sec) | ● Biomasse) |



Pour mettre une fosse ou une tranchée hors service, on peut la remplir de terre et la recouvrir. Les boues de vidange et les excréta non-traités peuvent aussi être enfouis dans une tranchée profonde. Lorsqu'elles sont remblayées, les fosses et les tranchées ne présentent aucun risque immédiat pour la santé et leur contenu se dégradera naturellement avec le temps. Des arbres peuvent y être plantés et pousser rapidement grâce au contenu riche en nutriments.

Lorsque les fosses (S.3 et S.4) ou les tranchées (S.1) sont pleines, il est possible de procéder au remblayage, c'est-à-dire de combler le trou ou l'excavation à hauteur du sol. L'Arborloo consiste à planter un arbre dans la fosse pleine. La superstructure, la dalle et le dispositif de renforcement de la fosse sont alors déplacés au-dessus d'une nouvelle fosse. Après chaque passage aux toilettes, il est nécessaire de verser l'équivalent d'une tasse de terre, de cendre ou d'un mélange des deux afin d'en recouvrir les excréta. Si l'on a la possibilité de se procurer des feuilles d'arbres,

il est recommandé d'en ajouter au fond de la fosse avant sa mise en service, puis de temps en temps, pour améliorer la capacité d'absorption de l'humidité et augmenter la présence d'air. Lorsque la fosse est pleine (généralement au bout de 6 à 12 mois), les 15 cm supérieurs sont comblés avec de la terre et un arbre y est planté. De nombreuses espèces d'arbres, dont les bananiers, les papayers et les goyaviers ont été testés avec succès. L'enfouissement en profondeur est une solution de traitement et de rejet ultime. Elle consiste à creuser des tranchées profondes, à les remplir de boues de vidange, puis à les recouvrir de terre. Comme pour l'Arborloo, il est possible d'y planter des arbres ou d'autres végétaux.

Considérations sur la conception : La technologie de l'Arborloo est adaptée dans la mesure où il y a suffisamment d'espace pour permettre de planter des arbres. La profondeur de la fosse est en général de 1 m. L'arbre ne doit pas être planté directement dans les excréta bruts, mais plutôt

dans la terre ayant servi à combler le haut de la fosse, ce qui permet à ses racines d'y pénétrer petit à petit, au fur et à mesure de la croissance de l'arbre. Dans les régions sèches où l'accès à l'eau est difficile, il est préférable d'attendre la saison des pluies avant de procéder à la plantation. Les tranchées profondes sont le plus souvent creusées à l'aide d'une pelleteuse. Les dimensions dépendent de l'espace disponible mais sont de l'ordre de 1,2 à 1,5 m de profondeur, de 0,6 à 1 m de largeur et de plusieurs mètres de longueur, avec un espace de 2 m entre les tranchées s'il y a plusieurs rangées. Les boues y sont déversées jusqu'à 0,3 m du sol, puis remblayées avec une partie de la terre d'excavation. Les aspects à prendre en compte sont les dimensions de la tranchée, l'espacement, la méthode de remplissage (comblées avec de la terre ou le cocompostage des boues avec des matières végétales), l'espèce, la composition et la densité de la végétation et la finalité de la technologie.

Matériaux : Il faut disposer d'équipements pour creuser les fosses, voire une pelleteuse pour les tranchées profondes. Il faut également disposer de petits arbres pour les plantations.

Contexte : Le remblayage des fosses est une solution adéquate lorsqu'il n'est pas possible de vider les fosses ou les tranchées. L'Arborloo peut être utilisé dans les zones rurales et périurbaines même si l'habitat est assez dense si l'on dispose de suffisamment d'espace. Planter un arbre dans une fosse abandonnée est un bon moyen de reboiser une zone, de fournir une source durable de fruits frais et d'éviter que les gens ne tombent dans les fosses désaffectées. Le même principe peut être appliqué aux latrines à tranchées. Il faut néanmoins étudier les conditions locales et en particulier la hauteur de la nappe phréatique qui pourrait être contaminée par le contenu des fosses ou des tranchées. Ces solutions peuvent être appliquées dans toutes les phases d'urgence, dès qu'une fosse ou une tranchée est pleine.

Fonctionnement et entretien : L'Arborloo nécessite l'ajout de terre et/ou de cendres dans la fosse après chaque passage et des feuilles de temps en temps. Dans l'idéal, il faut régulièrement niveler le contenu de la fosse avec un bâton pour éviter qu'une sorte de cône ne se forme au milieu. Une fois mises hors service, les fosses et les tranchées ne

nécessitent pas d'entretien, hormis de s'occuper de l'arbre ou de la plante (arrosage régulier et clôtures de protection autour des jeunes arbres).

Santé et sécurité : Le risque est minime si la fosse ou la tranchée est correctement remblayée et clairement marquée ; cette technologie est préférable lorsqu'il n'existe pas de dispositif approprié de vidange et de traitement des boues. En ce qui concerne l'enfouissement dans des tranchées profondes de boues de vidange provenant de l'extérieur, les opérateurs doivent obligatoirement porter un équipement de protection individuelle pendant la collecte des boues et leur dépotage dans la tranchée.

Coûts : Le remblayage est une solution peu coûteuse. Les principaux postes de dépenses sont les outils, l'équipement et le personnel nécessaires pour creuser les fosses ou les tranchées. Les arbres et les cultures comestibles permettent de générer des revenus supplémentaires ou de réduire les dépenses alimentaires.

Aspects sociaux : L'Arborloo et l'enfouissement en tranchées profondes sont deux technologies simples ne produisant pas de nuisance visuelle ou olfactive, sauf pendant le transport des boues le cas échéant. Ces technologies permettent aussi de réduire le risque d'exposition aux agents pathogènes après avoir été recouverts. Les projets de démonstration d'Arborloo qui impliquent la participation des membres de la communauté sont utiles pour démontrer la simplicité du système, son caractère inoffensif et la valeur nutritive des excréta humains.

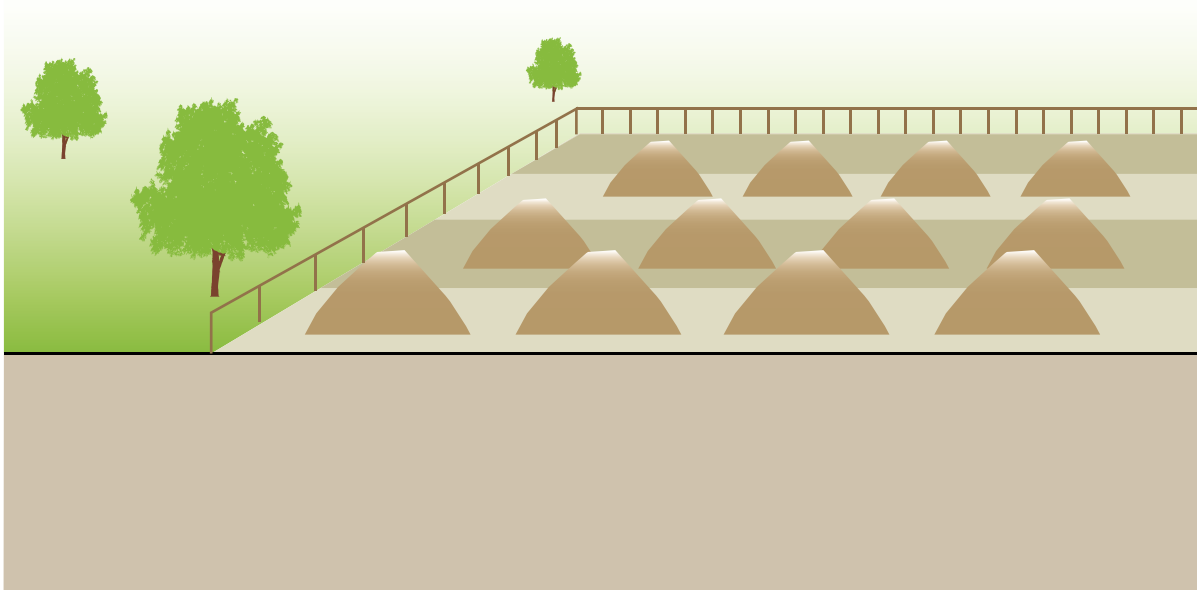
Forces et faiblesses :

- ⊕ Technique simple à appliquer pour tous les utilisateurs
- ⊕ Faible coût
- ⊕ Faible risque de transmission d'agents pathogènes
- ⊕ Peut générer des revenus (plantation d'arbres et production de fruits)
- ⊖ Une nouvelle fosse doit être creusée
- ⊖ Risque de contamination de la nappe phréatique
- ⊖ Nécessite suffisamment d'espace

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 206**

Stockage et décharge contrôlés

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|-------------------------------------|---|-------------------------|
| ** Réponse aiguë * Stabilisation * Relèvement | * Ménage * Voisinage ** Ville | * Ménage ** Partagé ** Public | Rejet en toute sécurité |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| *** Élevé | ** Moyenne | <ul style="list-style-type: none"> ● Boues, ● Humus de fosse, ● Compost, ● Fèces séchées, ● Matériaux de nettoyage sec, ● Produits de prétraitement | |



Le stockage ou la décharge contrôlés désignent l'entreposage en surface des boues, des fèces ou d'autres matières qui ne peuvent plus être valorisés par ailleurs. Les décharges contrôlées sont des sites de rejet ultime des déchets, conçus pour protéger l'environnement de toute pollution.

Les décharges contrôlées sont destinées à accueillir les ordures ménagères, les boues et d'autres déchets. Le stockage ultime en surface est principalement utilisé pour les boues, mais peut également concerner les matériaux de nettoyage sec. Ceux-ci ne peuvent pas toujours être rejetés dans les toilettes utilisant de l'eau et sont alors mis dans une poubelle dont le contenu doit ensuite être géré séparément. Lorsqu'il n'existe pas de débouché pour valoriser les boues, celles-ci peuvent être placées dans des « monofills » (ou décharges contrôlées destinées uniquement aux boues) ou stockées en tas. Le stockage temporaire permet de déshydrater davantage

les boues et de réduire la concentration en agents pathogènes avant le stockage ultime contrôlé.

Considérations sur la conception : Il n'est pas recommandé de mettre les boues en décharge avec les ordures ménagères, car cela réduit la durée de vie des décharges, généralement conçues pour les déchets dangereux. Contrairement aux décharges municipales contrôlées qui sont centralisées, les sites de stockage des boues peuvent être situés à proximité de leur lieu de production et de traitement, afin de réduire les contraintes liées au transport. Ce type de stockage n'impose habituellement pas de limite en termes de quantité de boues, puisque les charges en nutriments ou les taux agronomiques ne s'appliquent pas. Il faut toutefois tenir compte des risques de contamination de la nappe phréatique. Aussi, les aires de stockage les plus avancées comportent un revêtement étanche et un système de collecte et de traitement des lixiviats pour empêcher l'infiltration des nutriments et d'autres

contaminants dans la nappe phréatique. Dans une décharge contrôlée, il est possible d'installer un système de récupération du gaz produit par les déchets et de le valoriser en tant que combustible ou source d'énergie. Les sites de stockage temporaire doivent être couverts pour éviter d'être mouillés par les précipitations et de produire davantage de lixiviats.

Matériaux : Les systèmes les plus sophistiqués nécessitent des conduites pour récupérer les lixiviats, des matériaux pour le revêtement étanche et éventuellement des conduites pour recueillir le gaz produit. Dans certaines situations, il est recommandé de couvrir les déchets à l'aide d'une bâche étanche.

Contexte : Lorsqu'il n'y a pas de valorisation possible des boues, il est toujours préférable de les entreposer de façon contrôlée plutôt que de pratiquer la décharge sauvage. Le stockage peut aussi constituer une étape intermédiaire permettant de sécher et d'assainir davantage les boues et de générer un produit sans risque et acceptable. Le stockage et la décharge contrôlés peuvent être pratiqués dans presque tous les climats et environnements, à l'exception des zones fréquemment inondées et lorsque la nappe phréatique est élevée. Ce sont des solutions adaptées lors de la phase de réponse aiguë à une situation d'urgence, dans la mesure où l'on peut trouver un lieu de stockage inaccessible aux populations et situé loin de plans ou de cours d'eau. Les lieux de stockage contrôlés basiques peuvent être améliorés ultérieurement et transformés en décharges contrôlées plus sophistiquées en installant un revêtement étanche et un système de drainage pour empêcher les infiltrations dans la nappe phréatique. Ce type d'installation requiert l'intervention d'experts techniques pour la conception et la réalisation. Le stockage contrôlé est une solution acceptable à court terme, en cas de crise, mais n'est pas recommandé sur le long terme en raison de ses effets négatifs sur l'environnement.

Fonctionnement et entretien : Les opérateurs en charge du site doivent s'assurer que seuls les matériaux appropriés y sont rejetés. Ils doivent contrôler la circulation et les heures d'ouverture. Il est indispensable qu'ils portent un équipement de protection individuelle approprié.

Santé et sécurité : Il est recommandé de limiter l'accès du public aux sites de stockage des boues par l'installation d'une clôture solide et de choisir un site éloigné des activités humaines pour limiter tout risque de contact humain ou de nuisance. Le choix de l'emplacement du site et les caractéristiques de conception sont essentiels pour éviter la contamination de la nappe phréatique par les lixiviats. Le développement de la vermine et de mares d'eau stagnante peut entraîner des problèmes d'odeurs et de transmission des maladies et doit être évité.

Coûts : Les coûts peuvent être élevés en raison de la forte emprise au sol des sites de stockage et de décharge contrôlés. Il faut également prendre en compte les coûts d'exploitation et d'entretien.

Aspects sociaux : Les installations de stockage et de décharge contrôlés peuvent être construites et gérées avec l'aide des communautés locales. Toutefois, elles doivent être situées loin des habitations pour des raisons de santé publique. Lorsque des activités économiques informelles se développent autour des décharges, il est conseillé d'informer les acteurs des risques sanitaires liés à la manipulation des déchets infectieux et humains.

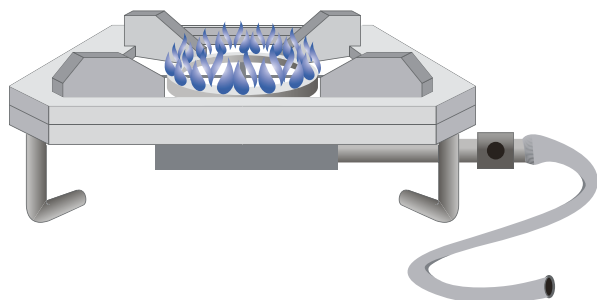
Forces et faiblesses :

- ⊕ Peut limiter le recours aux décharges sauvages
- ⊕ Le stockage peut rendre les matières plus hygiéniques
- ⊕ Peut être pratiqué sur des terrains vacants ou abandonnés
- ⊕ Faibles compétences techniques requises pour l'exploitation et la maintenance
- ⊖ Forte emprise au sol
- ⊖ Lixiviation potentielle des nutriments et des contaminants dans la nappe phréatique
- ⊖ Mauvaises odeurs potentielles, en fonction du traitement subi précédemment
- ⊖ Peut nécessiter des équipements spéciaux pour l'épandage

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 206**

Utilisation du biogaz

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|--|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★ Relèvement | ★★ Ménage ★ Voisinage Ville | ★★ Ménage ★★ Partagé ★★ Public | Valorisation de l'énergie |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★ Faible | ★★ Moyenne | ● Biogaz | |



La digestion anaérobie des boues et d'autres matières organiques produit du biogaz (mélange de méthane et d'autres gaz). Le biogaz peut être utilisé comme tout autre gaz combustible pour la cuisine, le chauffage, l'éclairage et la production d'électricité.

Lorsqu'il est produit dans des biodigesteurs domestiques (S.16), le biogaz peut servir à la cuisson ou à l'éclairage. Dans les biodigesteurs de grande taille (T.4), il peut servir à la production d'électricité.

Considérations sur la conception : Le besoin en gaz peut être déterminé en fonction de l'énergie consommée par le ménage. Par exemple 1 kg de bouse de vache séchée correspond à 100 L de biogaz, 1 kg de bois de chauffage à environ 200 L et 1 kg de charbon de bois à 500 L. Pour la cuisine et la préparation des repas, il faut compter entre 150 et 300 L de biogaz par personne et par repas. Il faut environ 30 à 40 L de biogaz pour faire bouillir un litre d'eau, 120 à 140 L pour faire cuire 0,5 kg de riz et 160 à

190 L pour préparer 0,5 kg de légumes. Des tests ont montré que la consommation de biogaz d'une gazinière domestique se situe entre 300 et 400 L par heure, les variations étant dues à la conception de la gazinière et à la teneur en méthane du biogaz. Le biogaz a besoin de moins d'air que d'autres gaz lors du processus de combustion. Il faut donc modifier les appareils à gaz classiques lorsqu'on les utilise avec du biogaz (par exemple les injecteurs et le diamètre des trous des brûleurs). Il faut toujours réduire au maximum la distance à parcourir par le gaz pour limiter les risques de fuites et installer des robinets de vidange pour évacuer l'eau qui se condense et qui s'accumule dans les points les plus bas de la conduite de gaz.

Matériaux : Ils dépendent de l'utilisation prévue du biogaz. Celle-ci implique souvent de disposer d'appareils spécialement conçus et qui ne sont pas commercialisés partout. Cependant, il est très facile de modifier une gazinière conventionnelle en agrandissant les trous de l'injecteur et des brûleurs et en diminuant l'entrée d'air primaire.

Lorsque le biogaz est utilisé pour la cuisine, un simple indicateur de pression doit être installé pour informer l'utilisateur de la quantité de gaz disponible.

Contexte : Les biodigesteurs (**S.16 et T.4**) sont une solution adéquate dans les phases de stabilisation et de relèvement. La production d'énergie permet de réduire au moins partiellement la dépendance à l'égard d'autres combustibles et contribue à l'autonomie énergétique de la communauté. Pour en optimiser l'utilisation, il faut connaître le rendement calorifique du biogaz dans différentes applications : il est estimé à 55 % dans les gazinières, à 24 % dans les moteurs, mais à seulement 3 % dans les lampes. Une lampe à biogaz est deux fois moins efficace qu'une lampe à kérosène. Au niveau domestique, l'utilisation la plus efficace est donc celle des gazinières. Au niveau industriel, la production d'électricité, en combinant la production de chaleur et d'énergie, est la meilleure solution et peut atteindre un rendement de 88 %.

Fonctionnement et entretien : Le biogaz est généralement saturé de vapeur d'eau, ce qui entraîne de la condensation. Il faut donc purger régulièrement l'eau accumulée dans le système pour éviter les colmatages et la corrosion. Des opérateurs formés doivent vérifier fréquemment les conduites de gaz, les raccords et les appareils. Les gazinières doivent être nettoyées et la bague du brûleur vérifiée pour détecter les colmatages. Lorsque l'on utilise le biogaz pour faire fonctionner un moteur, il est nécessaire de réduire d'abord sa teneur en sulfure d'hydrogène, car celui-ci forme des acides corrosifs au contact de l'eau de condensation.

Santé et sécurité : Lorsque les matières fécales et organiques sont digérées en anaérobiose comme dans un biodigesteur, le gaz produit est principalement composé de méthane et de dioxyde de carbone ainsi que de petites quantités de sulfure d'hydrogène, d'ammoniac et d'autres gaz, selon les matières digérées. Tous ces gaz sont dangereux et les risques associés sont notamment les explosions, l'asphyxie, certaines maladies et l'empoisonnement au sulfure d'hydrogène.

Coûts : Ils dépendent de l'utilisation du biogaz et des équipements requis. Au niveau local, on trouve généralement des conduites pour le transport du gaz et des gazinières peu coûteuses. L'adaptation des injecteurs et des brûleurs des gazinières peut être réalisée par des artisans locaux en suivant les instructions et ne nécessitent qu'un outillage de base.

Aspects sociaux : En général, il y a un bon taux d'acceptation des utilisateurs pour la cuisine au biogaz, car on peut allumer et éteindre la gazinière instantanément (contrairement au bois et au charbon). De plus, la combustion ne dégage pas de fumée et ne génère pas de pollution de l'air dans la maison. Il est possible que l'utilisation du biogaz produit à partir de matières fécales ne soit pas acceptée dans tous les contextes culturels. Il faut toujours dispenser une formation et donner des instructions sur la production, les normes de sécurité et l'entretien des conduites. Ceci facilite l'acceptation des utilisateurs pour cette technologie, encourage de bonnes conditions d'utilisation et d'entretien de la gazinière et facilite l'identification rapide des fuites et d'autres problèmes potentiels. Dans certains cas, les utilisateurs devront apprendre à cuisiner au gaz. Il faut également démontrer aux utilisateurs que le biogaz n'est pas dangereux (en raison de sa faible concentration en méthane).

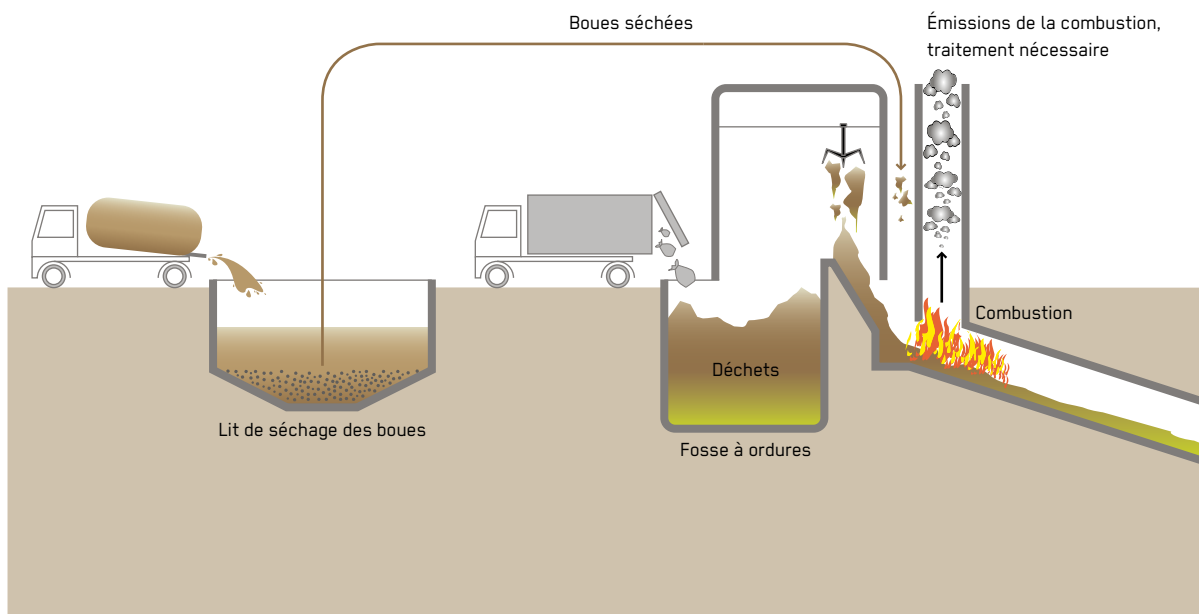
Forces et faiblesses :

- ⊕ Source d'énergie gratuite
- ⊕ Peut remplacer le bois de chauffage et d'autres sources d'énergie pour la cuisine
- ⊕ Nécessite peu de compétences opérationnelles et peu de maintenance
- ⊖ La production n'est pas toujours suffisante pour répondre aux besoins et ne peut pas remplacer tous les types d'énergie
- ⊖ Ne peut être stocké que pendant quelques jours (faible densité énergétique) et doit être utilisé quotidiennement
- ⊖ Les lampes à biogaz ont un rendement inférieur à celui des lampes à kérosène
- ⊖ La production de biogaz en dessous de 15 °C n'est pas viable économiquement

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 206**

Cocombustion des boues (technologie émergente)

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|---------------------------------|--------------------------------|---|
| Réponse aiguë Stabilisation ★★ Relèvement | Ménage Voisinage ★★ Ville | Ménage Partagé ★★ Public | Réduction du volume. Élimination des agents pathogènes. Production de chaleur |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★★ Élevé | ★★★ Élevée | ● Boues séchées | |



La cocombustion par incinération est une solution efficace d'élimination et de valorisation des boues. Elle s'applique aux boues de vidange déshydratées.

La cocombustion permet de détruire les agents pathogènes et d'assainir les boues. Le processus permet de produire de l'énergie qui peut ensuite être utilisée pour le chauffage ou la production d'électricité.

Considérations sur la conception : Dans le cadre de la cocombustion des boues ou, plus généralement, de la conversion thermochimique, une forme de chaleur est appliquée aux produits de l'assainissement tels que les boues de vidange, afin de détruire les agents pathogènes et d'en réduire le volume de façon très importante. De l'énergie est alors produite sous forme de chaleur. Avant l'incinération, les boues doivent être déshydratées, par exemple dans des lits de séchage non-plantés ou plantés (T.9 et T.10). La cocombustion (ou incinération) des boues

avec d'autres déchets se produit à des températures de l'ordre de 850 à 900 °C. L'énergie peut être utilisée, par exemple, pour alimenter les fours à ciment. Les cendres produites peuvent être utilisées dans la construction ou rejetées en toute sécurité. Selon l'origine des boues, les cendres peuvent contenir des métaux lourds et donc présenter un danger. Les méthodes d'incinération sont notamment l'incinération de masse, l'incinération en lit fluidisé et la co-incinération avec les déchets municipaux ou en cimenterie. La pyrolyse ou la gazéification des boues de vidange sont des technologies émergentes dans le cadre des méthodes de traitement thermique. Ces deux processus consistent à chauffer les boues dans un environnement pauvre en oxygène, ce qui empêche la combustion. La gazéification se produit à des températures supérieures à 800 °C et la pyrolyse entre 350 et 800 °C. Ces processus produisent un résidu carbonisé qui peut être utilisé dans les fours et les séchoirs de la même façon que le charbon.

Matériaux : Le plus important est de disposer d'un four pour l'incinération. Celui-ci requiert de nombreuses pièces détachées et de matériaux, notamment pour filtrer les gaz d'incinération qui présentent des risques environnementaux et sanitaires. Les matériaux sont spécifiques et rarement commercialisés sur place. La cocombustion peut également être réalisée, le cas échéant, dans une usine d'incinération des ordures ménagères existante. Des réacteurs de pyrolyse et de gazéification de petite taille peuvent être construits avec un baril de pétrole et un brûleur que l'on peut acheter localement.

Contexte : La cocombustion des boues est une solution acceptable si une usine d'incinération des ordures ménagères est située à une distance raisonnable en raison des coûts de transport. S'il existe un incinérateur fonctionnel, cette technologie peut être utilisée immédiatement dans la phase de réponse aiguë d'une urgence, car le prétraitement requis consiste simplement à assécher les boues. S'il n'existe pas de structure fonctionnelle, cette technologie ne peut convenir que dans la phase de relèvement, sachant que les besoins en termes de compétences, d'organisation institutionnelle et de ressources financières pour mettre en œuvre un tel système sont très élevés.

Fonctionnement et entretien : Le fonctionnement et l'entretien d'un incinérateur et d'un réacteur de pyrolyse ou de gazéification nécessite l'intervention de personnel hautement qualifié, en particulier en raison des températures élevées. Il est indispensable d'assurer un suivi et un contrôle permanent des installations et du réacteur.

Santé et sécurité : Outre la chaleur, l'incinération et la pyrolyse produisent des matériaux polluants gazeux, du goudron, des cendres et des déchets non-brûlés. Ceux-ci

doivent être traités et stockés de façon sûre, car ils peuvent présenter des risques sanitaires et environnementaux.

Coûts : Les coûts de construction d'un incinérateur sont très élevés ainsi que les coûts d'exploitation et de maintenance, car le fonctionnement fait appel à du personnel spécialisé. Il faut également prendre en compte les coûts de transport vers l'usine d'incinération qui est la plupart du temps située en dehors des agglomérations urbaines. Les coûts d'investissement pour la fabrication de réacteurs de pyrolyse ou de gazéification de petite taille sont faibles ou moyens, mais les coûts d'exploitation et de maintenance sont relativement élevés, car celles-ci nécessitent également du personnel spécialisé.

Aspects sociaux : La cocombustion des boues n'est pas acceptable dans tous les contextes culturels. Il est donc conseillé de mettre en place des mesures de sensibilisation pour inciter l'industrie du ciment à utiliser les boues de vidange et d'épuration et la société civile à utiliser le combustible issu de la pyrolyse.

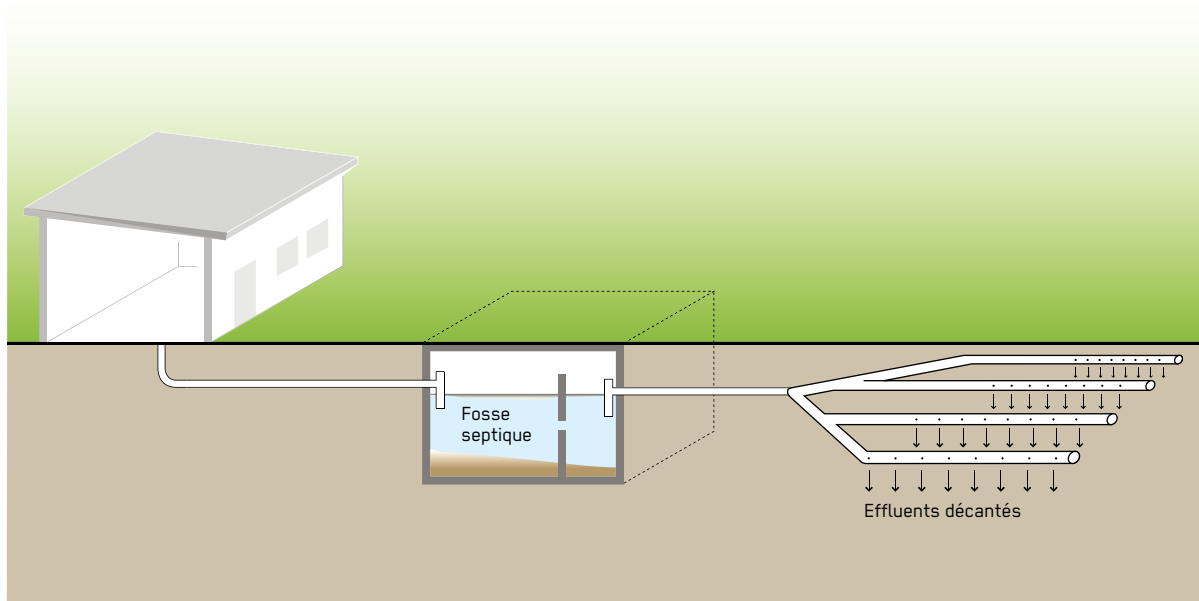
Forces et faiblesses :

- ⊕ Réduction des agents pathogènes
- ⊕ Temps de traitement rapide
- ⊕ Diminution importante du volume des boues
- ⊖ Besoins énergétiques élevés
- ⊖ Coûts d'exploitation et de maintenance élevés
- ⊖ Cendres et goudron résiduels

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 206**

Lit d'infiltration

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | ★★ Ménage ★ Voisinage Ville | ★★ Ménage ★★ Partagé ★ Public | Utilisation de la capacité de traitement du sol. Élimination sans risque des effluents |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★ Moyen | ★★ Moyenne | ● Effluents | |



Un lit d'infiltration, aussi appelé « épandage souterrain », est constitué d'un réseau de tuyaux perforés qui sont posés dans des tranchées emplies de gravier pour disperser les effluents provenant d'un dispositif de stockage/traitement utilisant de l'eau. Si les effluents proviennent d'une installation de traitement (semi-)centralisée, la surface du lit d'infiltration sera bien plus importante.

Après décaantation, l'effluent est raccordé à un système de conduites (constitué d'un regard de répartition et de tuyaux d'épandage disposés en parallèle) qui répartissent le flux dans le sol utilisé pour ses capacités d'épuration et d'infiltration. On peut utiliser soit un système de dosage, soit un système de distribution sous pression pour obtenir la répartition de l'effluent sur toute la longueur des tuyaux et pour permettre de rétablir des conditions aérobies entre les dosages. Ce système libère l'effluent pressurisé dans le lit d'infiltration à intervalles réguliers à l'aide d'une minuterie (généralement 3 à 4 fois par jour).

Considérations sur la conception : La profondeur des tranchées est comprise entre 0,3 et 1,5 m et la largeur entre 0,3 et 1 m. Le fond de chaque tranchée est garni d'une couche d'environ 15 cm de gravier lavé sur laquelle on pose un tuyau d'épandage perforé. Le tuyau est ensuite recouvert de gravier. Un feutre imputrescible doit être disposé au-dessus de la couche de gravier pour empêcher les petites particules de boucher le tuyau. Le feutre est recouvert d'une dernière couche de sable et/ou de terre végétale pour remplir la tranchée jusqu'au niveau du sol. Le tuyau doit être placé au moins à 15 cm sous le sol pour éviter que l'effluent ne remonte à la surface. La longueur des tranchées ne doit pas dépasser 20 m et la distance d'axe en axe des tranchées doit être comprise entre 1 et 2 m. Le lit d'infiltration doit être situé à au moins 30 m de toute source d'eau potable et être construit à 1,5 m minimum au-dessus de la nappe phréatique. Le site de construction du lit doit être choisi de manière à ne pas interférer avec un futur raccordement au réseau d'égout.

Matériaux : Il faut disposer de tuyaux, de gravier et de feutre imputrescible pour couvrir les tuyaux dans les tranchées. Ce sont des matériaux qui sont généralement disponibles localement.

Contexte : Les lits d'infiltration peuvent être un moyen rapide et facile pour évacuer de grandes quantités d'eaux usées en cas d'urgence, dans la mesure où l'on dispose de l'espace nécessaire, où le sol a une bonne capacité d'infiltration et qu'il n'est pas saturé. En raison du risque de saturation, l'épandage souterrain n'est pas recommandé dans les zones urbaines denses, en cas de risque d'inondations et lorsque la nappe phréatique est élevée. Les lits d'infiltration peuvent être utilisés dans presque tous les climats, bien qu'il puisse y avoir des problèmes de formation de mares dans les climats froids où le sol gèle. Les propriétaires d'une maison qui dispose d'un lit d'infiltration doivent comprendre son fonctionnement et leurs responsabilités en matière d'entretien. Les arbres et les plantes à racines profondes doivent être tenus à bonne distance du lit d'infiltration, car les racines peuvent fissurer les tuyaux et perturber le fonctionnement de la couche inférieure.

Fonctionnement et entretien : Les lits d'infiltration finissent toujours par se colmater, parfois au bout de 20 ans si les utilisateurs ont bien pris soin du dispositif de traitement primaire. L'entretien nécessaire est minimal, mais lorsque le système cesse de fonctionner normalement, il faut alors nettoyer les tuyaux, voire les remplacer. Il faut éviter toute circulation au-dessus du filtre sous peine d'endommager les tuyaux et/ou de tasser le sol.

Santé et sécurité : Cette technologie ne provoque aucun risque sanitaire, car elle est souterraine et ne demande que peu d'attention. Aussi, les utilisateurs ont peu de chance de rentrer en contact avec les effluents. Il existe un risque de contamination de la nappe phréatique, c'est pourquoi

le lit d'infiltration doit être éloigné de toute source d'eau potable potentielle. Les propriétés du sol doivent être correctement évaluées (**X.3**), en particulier la profondeur de la nappe phréatique et la perméabilité afin de limiter le risque de contamination microbienne. On pourra consulter les normes minimales du Manuel Sphère sur la gestion des excreta pour plus d'informations.

Coûts : Dans la mesure où tous les matériaux nécessaires sont disponibles localement, le coût de construction est peu élevé. Cependant, cette technologie a une forte empreinte au sol, ce qui peut engendrer des coûts, en particulier dans les zones urbaines.

Aspects sociaux : La communauté locale peut être préoccupée par le fait d'infiltrer de grandes quantités d'eaux usées dans le sol. Par conséquent, il est important de bien communiquer avec les habitants sur l'absence de risques liés à cette technologie ainsi que sur son efficacité.

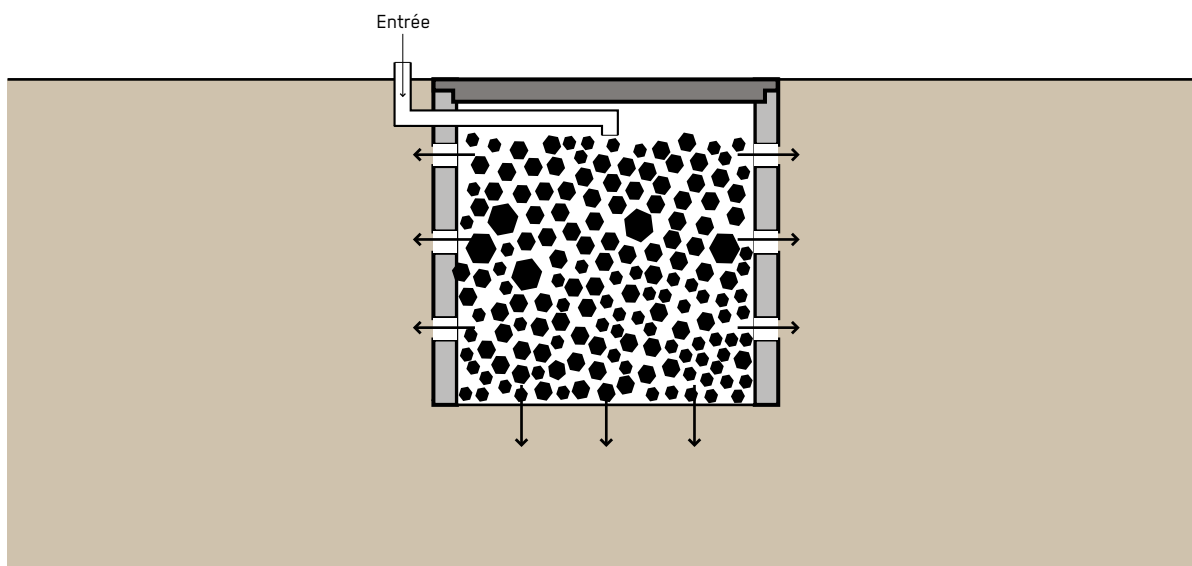
Forces et faiblesses :

- ⊕ Permet à la fois le traitement et le rejet des effluents
- ⊕ Longue durée de vie (selon les conditions)
- ⊕ Faible entretien
- ⊕ Coûts d'investissement et de fonctionnement relativement faibles
- ⊖ Nécessite du personnel qualifié pour la conception et la construction
- ⊖ Forte empreinte au sol
- ⊖ Nécessité d'installer un traitement primaire pour éviter les colmatages
- ⊖ Peut avoir un impact négatif sur les propriétés des sols et des eaux souterraines

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 206**

Puits d'infiltration

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> * Réponse aiguë * Stabilisation ** Relèvement | <ul style="list-style-type: none"> ** Ménage * Voisinage Ville | <ul style="list-style-type: none"> ** Ménage ** Partagé Public | Utilisation de la capacité de traitement du sol. Élimination sans risque des effluents |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| <ul style="list-style-type: none"> * Faible | <ul style="list-style-type: none"> * Faible | <ul style="list-style-type: none"> ● Effluents, ● Eaux grises, ● Urine, ● Eau de nettoyage analr | |



Un puits d'infiltration, également appelé « puisard », est un puits couvert creusé dans le sol et dont les parois poreuses permettent à l'eau de s'infiltrer lentement. Les effluents pré-décantés provenant d'une technologie de stockage/traitement utilisant de l'eau ou d'une installation de traitement (semi-)centralisée sont raccordés au puits d'infiltration et percolent dans le sol environnant.

Les eaux usées (eaux grises ou eaux noires après traitement primaire) s'infiltrent dans le sol après leur passage dans le puits d'infiltration. Le sol y joue un rôle d'épuration en filtrant les particules de petite taille et en digérant les matières organiques par le biais des micro-organismes. Ainsi, cette technologie convient aux sols perméables mais n'est pas adaptée aux sols argileux, tassés ou rocheux.

Considérations sur la conception : La profondeur d'un puits d'infiltration est comprise entre 1,5 et 4 m et, en règle générale, ne doit jamais se situer à moins de 2 m au-dessus de la nappe phréatique. Idéalement, il doit être situé à une distance de sécurité d'au moins 30 m d'une source d'eau potable. Les puits d'infiltration ne doivent pas être construits sous une zone de passage des véhicules, ce qui pourrait entraîner le tassement du sol situé directement au-dessus du puits, mais également autour de celui-ci. Le puits peut être vide ou rempli de pierres et de graviers. S'il est vide, les parois doivent être renforcées par un matériau poreux pour soutenir la structure et éviter son effondrement. S'il est rempli, il n'y a pas besoin de renforcer les parois, car le matériau de remplissage évite le risque d'effondrement, tout en laissant un espace suffisant pour les eaux usées. Dans les deux cas, une couche de sable et de gravier fin doit être répandue sur le fond pour faciliter la dispersion des effluents. Le puits doit être fermé par un tampon amovible (de préférence en béton) afin de pouvoir

y accéder pour l'entretien. Comme le fond aura tendance à se boucher, la conception ne doit tenir compte que des capacités d'infiltration au niveau des parois latérales. On effectuera de préférence un test de percolation pour évaluer la capacité d'infiltration du sol.

Matériaux : Le renforcement de la structure peut être réalisé en briques, en ciment ou en bois et le remplissage avec des pierres et du gravier. Ce remplissage permet de soutenir les parois de l'intérieur et joue le rôle de renforcement de la structure.

Contexte : Un puits d'infiltration n'est pas destiné à recevoir des eaux brutes qui sont susceptibles de le boucher, mais plutôt les eaux noires ou grises après une décantation. Cette technologie est adaptée aux habitations en zones rurales et péri-urbaines. Elle convient lorsque le sol a une capacité d'infiltration suffisante (par exemple un sol sableux) mais pas aux zones inondables ou dont la nappe phréatique est élevée. Il s'agit d'une technologie peu coûteuse et facile à mettre en œuvre pour les systèmes d'assainissement utilisant de l'eau. C'est pourquoi cela peut être une solution de première intention pour le rejet des eaux usées en cas d'urgence. Une fois qu'il est possible d'assurer un meilleur traitement des eaux usées, les puits d'infiltration peuvent éventuellement être améliorés ou remplacés.

Fonctionnement et entretien : Un puits d'infiltration bien dimensionné est en principe fonctionnel pendant une durée de 3 à 5 ans sans entretien. Pour prolonger sa durée de vie, l'effluent doit être clarifié et/ou filtré pour éviter l'accumulation de matières solides. Les particules et la biomasse finiront par boucher le puits qu'il faudra alors nettoyer, à moins d'en construire un nouveau. Lorsque l'on constate que les performances du puits d'infiltration se détériorent, il faut alors extraire les matériaux qui sont à l'intérieur et remplir à nouveau le puits.

Santé et sécurité : Si le puits d'infiltration n'est pas utilisé pour recueillir les eaux usées brutes et que le dispositif de stockage/traitement en amont fonctionne bien, les risques sanitaires sont minimes. Le puits d'infiltration étant souterrain, il n'y a pas de risque de contact entre les effluents et les humains ou les animaux. Il existe un risque de contamination de la nappe phréatique, c'est pourquoi le puits doit être situé à une distance de sécurité de toute source potentielle d'eau potable. Les propriétés du sol doivent être correctement évaluées (X.3), en particulier la profondeur de la nappe phréatique et la perméabilité afin de limiter le risque de contamination microbienne. On pourra consulter les normes minimales du Manuel Sphère sur la gestion des excréta pour plus d'informations.

Coûts : Les coûts de construction, de fonctionnement et d'entretien des puits d'infiltration sont très faibles.

Aspects sociaux : Il s'agit d'une technologie bon marché et de faible technicité pour évacuer les eaux usées. Cette technologie est acceptable même par les communautés les plus sensibles, car elle est inodore, souterraine et empêche tout contact entre les eaux usées et les personnes.

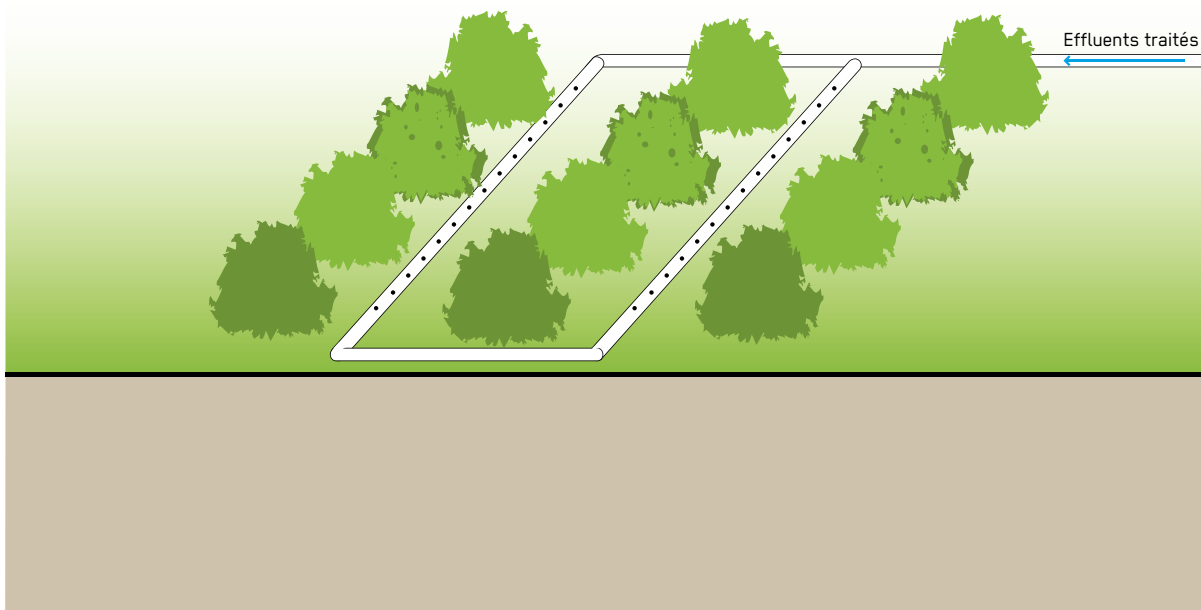
Forces et faiblesses :

- ⊕ Peut être construit et réparé avec des matériaux locaux
- ⊕ Simple à construire
- ⊕ Faible emprise au sol
- ⊕ Faibles coûts d'investissement et de fonctionnement
- ⊖ Nécessité du traitement primaire en amont pour éviter les colmatages
- ⊖ Peut avoir un effet négatif sur les propriétés des sols et sur la nappe phréatique

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 206**

Irrigation

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|--|---------------------------------------|---|---|
| Réponse aiguë ★★ Stabilisation ★★ Relèvement | ★★ Ménage ★★ Voisinage ★★ Ville | ★★ Ménage ★★ Partagé ★★ Public | Valorisation de l'eau et des nutriments |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★★ Élevé | ★★ Moyenne | ● Effluents, ● Eaux pluviales, ● Urine stockée | ● Biomasse |



Pour réduire la dépendance à l'égard de l'eau douce et disposer d'une source constante d'eau d'irrigation tout au long de l'année, les eaux usées traitées peuvent être recyclées dans l'agriculture et l'horticulture. Seulement les eaux ayant subi un traitement secondaire (c'est-à-dire un traitement physique et biologique) peuvent être valorisées pour limiter le risque de contamination des cultures et les risques sanitaires pour les travailleurs.

Il existe deux types de technologies d'irrigation utilisant les eaux usées traitées : (1) l'irrigation en goutte-à-goutte au-dessus ou en dessous du sol - où l'eau s'égoutte lentement sur ou près de la zone racinaire - et (2) l'irrigation en surface - où l'eau est acheminée dans les champs par une série de canaux ou de sillons creusés dans le sol. Pour minimiser l'évaporation et le contact avec les agents pathogènes, il faut éviter l'irrigation par aspersion. Lorsque les eaux usées sont correctement traitées, leur valorisation peut réduire considérablement

la dépendance à l'égard de l'eau douce et/ou améliorer le rendement des cultures en alimentant les plantes en eau et en nutriments. Les eaux usées brutes et les eaux noires non-traitées ne doivent pas être utilisées et, même lorsqu'elles sont correctement traitées, les eaux usées doivent être employées avec prudence. En effet, l'utilisation prolongée d'une eau mal traitée peut entraîner des dommages à long terme sur la structure du sol et compromettre sa capacité de rétention de l'eau.

Considérations sur la conception : Le taux d'application doit être adapté au sol, au type de culture et au climat, faute de quoi la croissance des cultures peut être entravée. Cela permet aussi d'éviter le risque de salinisation des sols. Pour augmenter la valeur en nutriments, l'urine peut être dosée dans l'eau d'irrigation ; c'est ce que l'on appelle la « fertigation » ou « fertirrigation » (fertilisation et irrigation). La dilution doit être adaptée aux besoins spécifiques et à la résistance des cultures. Dans les systèmes

d'irrigation en goutte-à-goutte, il faut calculer la pression de façon à éviter les colmatages (en particulier avec l'urine, dont la struvite précipite spontanément) et assurer un entretien adapté.

Matériaux : Il est fortement recommandé d'utiliser une unité de filtration pour réduire le risque de colmatage avant d'utiliser les eaux usées dans un système d'irrigation en goutte-à-goutte. Le système peut être construit à l'aide de matériaux locaux comme un réservoir de stockage et un tuyau ou une bande d'irrigation. Des kits prêts à l'emploi sont également largement disponibles sur le marché.

Contexte : La valorisation des eaux usées pour l'irrigation est une solution dans les phases de stabilisation et de relèvement des situations d'urgence. Elle permet de réduire la dépendance à l'égard d'autres sources d'eau douce. En outre, de plus en plus de programmes de production alimentaire et « d'écologisation des camps » sont mis en œuvre.

Fonctionnement et entretien : Les systèmes d'irrigation en goutte-à-goutte doivent être rincés à l'eau fraîche de façon régulière pour éviter la formation d'un biofilm et le colmatage des orifices par tout type de particules solides. Les tuyaux doivent être contrôlés pour détecter les fuites, car ils peuvent être endommagés par les rongeurs et l'activité humaine. Pour les opérations d'irrigation à grande échelle, il est nécessaire de disposer d'un opérateur formé. Les travailleurs doivent porter un équipement de protection individuelle approprié.

Santé et sécurité : Il est nécessaire de traiter les eaux grises pour réduire la concentration en agents pathogènes jusqu'à un seuil acceptable avant toute utilisation à des fins d'irrigation, et ce pour réduire les risques sanitaires pour toute personne susceptible d'avoir un contact avec l'eau. Même un effluent traité peut être contaminé selon le degré de traitement qu'il a subi. Lorsque les effluents sont utilisés pour l'irrigation, les ménages et les industries qui sont raccordés au système doivent être informés des produits qui ne devraient pas y être rejetés. L'irrigation en goutte-à-goutte est la seule méthode que l'on peut utiliser pour irriguer des cultures comestibles, et même dans ce cas, il faut s'assurer que les travailleurs et les produits récoltés n'entrent pas en contact avec les effluents traités. On consultera les Directives de l'OMS pour obtenir des informations détaillées et des recommandations spécifiques.

Coûts : Les coûts de transport de l'eau traitée vers les champs doivent être pris en compte. Les coûts globaux dépendent fortement du système appliqué. L'irrigation avec des eaux usées traitées peut générer des revenus en augmentant les rendements agricoles et engendrer des économies sur l'utilisation d'engrais et d'autres sources d'eau précédemment facturés. Les systèmes d'irrigation commercialisés pour la production industrielle sont coûteux et nécessitent des pompes ainsi qu'un opérateur. Les systèmes d'irrigation en goutte-à-goutte à petite échelle peuvent être construits à partir de matériaux simples, disponibles localement et peu coûteux.

Aspects sociaux : Le plus grand obstacle à l'utilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation est le cadre réglementaire et l'acceptation sociale. Il n'est pas toujours socialement acceptable d'irriguer des cultures comestibles avec des eaux provenant d'un système d'assainissement. Il existe néanmoins d'autres débouchés comme l'irrigation de cultures pour la production de biomasse, les cultures fourragères et les espaces verts municipaux. En fonction de leur origine et de la méthode de traitement, les eaux usées peuvent atteindre un niveau de qualité où elles ne génèrent plus de problèmes significatifs d'odeurs ou de risques de transmission de maladies. Il est important de suivre les recommandations de sécurité et d'application.

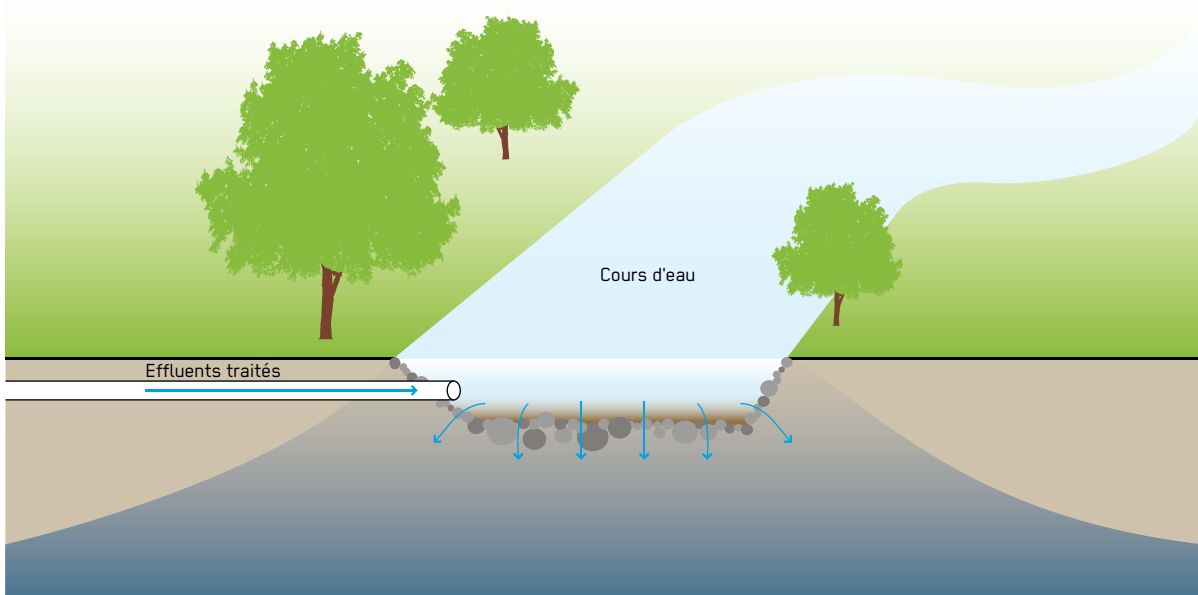
Forces et faiblesses :

- ⊕ Atténue la pression sur les nappes phréatiques
- ⊕ Diminue la quantité d'engrais nécessaire
- ⊕ Potentiel de création d'emplois et de revenus au niveau local
- ⊕ Faible risque de transmission d'agents pathogènes si l'eau est correctement traitée
- ⊖ Nécessite parfois l'intervention de personnel spécialisé pour la conception et l'installation
- ⊖ L'irrigation en goutte-à-goutte est sensible au colmatage
- ⊖ Risque de salinisation des sols qui y sont sensibles
- ⊖ L'acceptation sociale est parfois faible

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 206**

Rejet dans un cours d'eau et recharge de la nappe phréatique

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|---------------------------------------|--------------------------------------|---|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | ★★ Ménage ★★ Voisinage ★★ Ville | ★★ Ménage ★★ Partagé ★★ Public | Élimination en toute sécurité. Recharge des nappes phréatiques |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★ Faible | ★★ Moyenne | ● Effluents, ● Eaux pluviales | |



En fonction de leur qualité, les effluents traités et/ou les eaux pluviales peuvent être rejetés directement dans des plans d'eau récepteurs (tels que les rivières, les lacs, etc.) ou dans le sol pour recharger les aquifères.

La qualité et la quantité d'eaux usées traitées qui peuvent être rejetées dans un plan d'eau sans effets nocifs sont déterminées par la taille et les usages de celui-ci, qu'ils soient industriels, récréatifs ou encore des lieux de reproduction pour les espèces aquatiques. Les effluents traités peuvent également être rejetés dans des aquifères. Il y a un intérêt croissant pour la recharge des nappes phréatiques à mesure que les ressources en eaux souterraines s'épuisent et que l'intrusion d'eau salée est un risque de plus en plus important pour les communautés côtières. Bien que le sol agisse comme un filtre pour de nombreux contaminants, la recharge des nappes phréatiques ne doit pas être considérée comme une méthode de traitement.

Considérations sur la conception : Il est essentiel de déterminer et de respecter la capacité d'assimilation du plan d'eau pour éviter que celui-ci ne soit surchargé par les nutriments qui y sont rejetés. Des paramètres tels que la turbidité, la température, les matières en suspension, la demande biochimique en oxygène, la teneur en azote et en phosphore (entre autres) doivent être soigneusement contrôlés et surveillés avant de rejeter des eaux, quelles qu'elles soient, dans un plan d'eau naturel. Les autorités locales doivent être consultées pour déterminer les valeurs limites de rejet pour les paramètres pertinents, car celles-ci peuvent varier considérablement selon le contexte. Dans les zones particulièrement sensibles, il est parfois nécessaire d'appliquer une technologie de post-traitement comme la chloration (**POST**) pour respecter les valeurs microbiologiques maximales. La qualité de l'eau extraite d'un aquifère rechargé dépend de plusieurs facteurs comme la qualité des eaux traitées qui y ont été introduites, la méthode de recharge, les caractéristiques de l'aquifère, le temps de rétention, les proportions du

mélange avec d'autres eaux, le sens de l'écoulement des eaux souterraines et son état préalable. Une analyse minutieuse de ces facteurs doit précéder tout projet de recharge d'un aquifère.

Matériaux : La recharge ne requiert pas de matériaux spécifiques. Ces derniers sont plutôt nécessaires au niveau des étapes de traitement précédentes comme les lits d'infiltration (D.9) ou les puits d'infiltration (D.10). Il est recommandé de disposer d'équipements de suivi et de contrôle de la qualité des eaux souterraines.

Contexte : La possibilité et les conditions de rejet des effluents traités dans un plan d'eau ou dans un aquifère dépend entièrement des conditions environnementales et du cadre réglementaire local. En règle générale, le rejet dans un plan d'eau n'est autorisé qu'à une distance minimale de sécurité entre le point de rejet et le point d'utilisation le plus proche. De même, la recharge des nappes phréatiques est plus pertinente dans les zones exposées au risque d'intrusion d'eau salée et dans les aquifères dont le temps de rétention est long. En fonction du volume, du point de rejet et/ou de la qualité de l'eau, une autorisation peut être exigée. Il est recommandé de rejeter les effluents traités en aval des zones d'habitation, car ils peuvent encore contenir des agents pathogènes.

Fonctionnement et entretien : Il est important de procéder à un contrôle et à des prélèvements réguliers pour assurer la conformité des rejets avec les normes existantes et les exigences sanitaires. Certaines méthodes de recharge nécessitent un entretien mécanique.

Santé et sécurité : Lors de la recharge des eaux souterraines, les cations (par exemple Mg^{2+} , K^+ , NH_4^+) et les matières organiques sont habituellement retenus dans le sol, tandis que d'autres contaminants (comme les nitrates) percolent jusque dans l'aquifère. Il existe de nombreux modèles mathématiques de dépollution des eaux, mais en réalité il est rarement possible de prédire quelle sera

la qualité de l'eau (sur la base d'un grand nombre de paramètres) en aval d'un cours d'eau ou extraite d'un aquifère. Par conséquent, il est important de clairement identifier les sources d'eau potable et non-potable, de modéliser les paramètres essentiels et de réaliser une évaluation des risques.

Coûts : Cette approche n'engendre pas de coûts directs. Selon la méthode de recharge, il peut y avoir des coûts indirects liés par exemple à la construction d'une conduite de sortie ou d'un puits d'infiltration (D.10). Le suivi régulier de la qualité et du niveau des eaux souterraines nécessite l'installation d'ouvrages de surveillance.

Aspects sociaux : Il faut interdire l'utilisation domestique ou récréative des plans d'eau sur le lieu de recharge en raison des risques sanitaires potentiels en particulier si l'eau est utilisée pour la consommation. Ceci peut être réalisé en mettant en place une campagne d'information et en implantant des panneaux d'avertissement dans la zone de rejet.

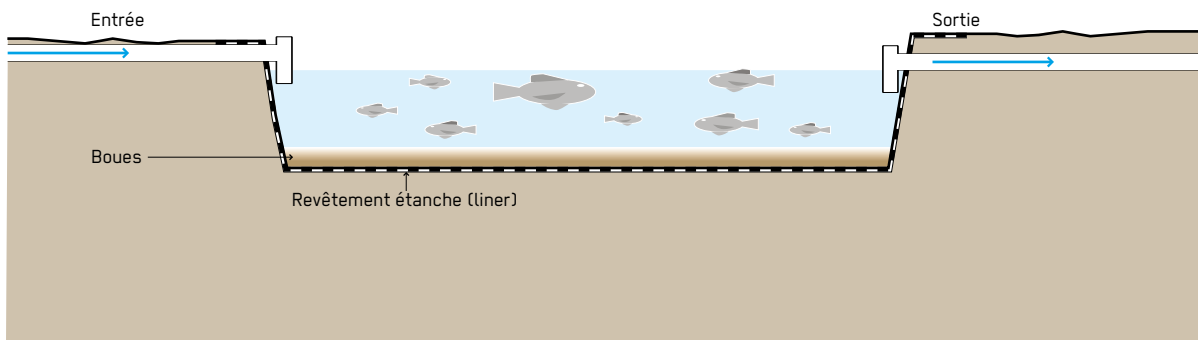
Forces et faiblesses :

- ⊕ Contribue à un approvisionnement en eau « résistant à la sécheresse » en participant à la recharge des nappes phréatiques
- ⊕ Accroît la productivité des plans et des cours d'eau en contribuant au maintien de niveaux constants
- ⊖ Le rejet de nutriments et de micropolluants peut affecter les masses d'eau naturelles et/ou l'eau potable
- ⊖ L'introduction de polluants dans les plans d'eau ou les aquifères peut avoir des impacts à long terme
- ⊖ Peut avoir un effet négatif sur les propriétés des sols et des eaux souterraines

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 206**

Bassins piscicoles

| Phase de l'urgence | Niveau d'application | Niveau de gestion | Caractéristiques clés |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|--|
| Réponse aiguë ★ Stabilisation ★★ Relèvement | Ménage ★ Voisinage ★★ Ville | Ménage ★ Partagé ★★ Public | Valorisation des nutriments pour la production de poissons |
| Espace requis | Complexité technique | Produits entrants | Produits sortants |
| ★★★ Élevé | ★★ Moyenne | ● Effluents, ● Boues | ● Biomasse |



L'élevage de poissons (aquaculture) peut être réalisé dans des étangs où l'on rejette des effluents ou des boues. Les poissons se nourrissent des algues ainsi que d'autres organismes vivant dans l'eau de l'étang qui est riche en nutriments. Ils peuvent ensuite être pêchés pour être consommés.

La valorisation des effluents dans l'aquaculture peut se faire de trois façons : (1) fertilisation des bassins piscicoles avec des effluents, (2) fertilisation des bassins piscicoles avec des excreta ou des boues et (3) élevage des poissons directement dans des bassins de lagunage (T.5). Les poissons introduits dans les bassins aérobies peuvent réduire efficacement la prolifération des algues et des moustiques. Il est également possible d'introduire des poissons et des plantes flottantes dans un seul et même bassin. Les poissons n'ont que peu d'impact sur l'amélioration de la qualité de l'eau, mais ils peuvent compenser les coûts d'exploitation d'une installation de traitement par leur valeur économique. Dans des conditions d'exploitation idéales de

bassins piscicoles de grande taille, il est possible de récolter jusqu'à 10 000 kg de poisson par hectare et par mois. Si le poisson n'est pas accepté pour la consommation humaine, il demeure une source précieuse de protéines pour d'autres animaux carnivores (comme les crevettes) ou peut être transformé en farine de poisson pour l'alimentation des porcs et des poulets.

Considérations sur la conception : La conception des installations doit prendre en compte la quantité de nutriments à éliminer, le type de poissons et les nutriments dont ils ont besoin, ainsi que les besoins en eau nécessaires pour assurer des conditions d'élevage saines (faible teneur en ammonium, température de l'eau et niveau d'oxygène). Lors de l'introduction de nutriments sous forme d'effluents ou de boues, il est important de ne pas surcharger le système. Les niveaux d'oxygène présenteront d'énormes fluctuations diurnes en raison de la photosynthèse et de la respiration bactérienne. La période critique se situe tôt le matin avant le lever du soleil et il peut être nécessaire d'aérer les

bassins à ce moment-là, pour maintenir des conditions aérobies. La demande biochimique en oxygène ne doit pas dépasser 1 g/m²/jour. Il faut sélectionner des poissons tolérants à de faibles niveaux d'oxygène dissous, aux pathologies et aux mauvaises conditions environnementales (tilapia, poisson-chat, carpe). Le choix spécifique dépend des préférences locales.

Matériaux : Il s'agit des matériaux nécessaires à la construction d'un bassin de lagunage (T.5). Les parois du bassin peuvent être dotées d'un revêtement étanche, sauf si le sol est argileux. La population initiale de poissons doit être introduite dans le bassin. Dans certaines conditions, il faut assurer un apport en aliments.

Contexte : La mise en place de bassins piscicoles dépend de l'espace disponible ou de la présence d'étangs déjà existants, d'une source d'eau douce et du climat. L'eau utilisée pour diluer les déchets ne doit pas être trop chaude et la teneur en ammonium doit être maintenue à un niveau faible, en raison de sa toxicité pour les poissons. Les bassins piscicoles sont une solution dès la phase de stabilisation, dès lors qu'il est possible de construire ou d'utiliser des infrastructures sanitaires de grande taille. Cette technologie convient aux climats chauds et ensoleillés (les étangs ne doivent pas être ombragés par des arbres ou des bâtiments), sans températures négatives et avec de préférence des précipitations importantes et une évaporation minimale.

Fonctionnement et entretien : Les poissons sont élevés dans le bassin et pêchés lorsqu'ils atteignent un âge/une taille convenable. Une récolte partielle permet de maintenir la biomasse tout en conservant un stock de poissons pour une consommation à plus long terme. Il est essentiel que le personnel soit formé à l'élevage et aux soins des poissons. L'étang doit être vidé de temps à autres afin de pouvoir : (1) en retirer les boues et (2) le laisser sécher au soleil pendant une à deux semaines pour détruire tous les agents pathogènes vivant au fond ou sur les côtés de l'étang. Le personnel doit porter un équipement de protection.

Santé et sécurité : Plusieurs risques sanitaires sont associés à l'utilisation de déchets dans l'aquaculture, en particulier en raison des agents pathogènes contenus dans les matières fécales. On consultera les Directives de l'OMS pour obtenir des informations détaillées et des recommandations spécifiques. Le calendrier de rejet des eaux usées et des excreta dans les bassins est important dans la gestion des risques. Il est recommandé d'arrêter tout rejet d'effluents deux ou trois semaines avant la pêche ou

de transférer les poissons pour les épurer dans des bassins qui ne sont pas alimentés avec des eaux usées ou des boues. Avant d'être consommé, le poisson doit être conservé dans de l'eau propre pendant au moins trois jours, et il doit toujours être cuit avant consommation. Si un poisson est en bonne santé, qu'il est nettoyé après avoir été pêché et qu'il est bien cuit, il est considéré comme propre à la consommation.

Coûts : L'élevage de poissons est une activité génératrice de revenus, qui peut contribuer à financer le fonctionnement et l'entretien des bassins existants. Les coûts d'investissement dépendent de l'utilisation de bassins déjà construits (auquel cas ils seront faibles) ou de la nécessité de construire les installations (auquel cas ils seront moyens). Les principaux coûts de fonctionnement sont liés à la gestion des bassins et des poissons ainsi qu'au personnel. Il faut également provisionner les frais liés au nettoyage des bassins tous les deux ou trois ans.

Aspects sociaux : Cette technologie peut être intéressante dans des contextes où il y a peu de sources de protéines alimentaires. La qualité et l'état du poisson ainsi que les facteurs culturels influent sur le niveau d'acceptation. Les consommateurs s'inquiètent parfois de la contamination potentielle du poisson. C'est cependant une pratique courante dans de nombreux pays et le poisson trouve généralement acheteur. L'introduction des bassins piscicoles peut être complétée par une campagne d'information et des activités de promotion de l'hygiène (X12).

Forces et faiblesses :

- ⊕ Source de protéines bon marché et disponible localement
- ⊕ Potentiel de création d'emplois et de revenus
- ⊕ Coûts d'investissement relativement faibles ; les coûts d'exploitation sont compensés par les revenus de la vente des poissons
- ⊕ Peut être construit et entretenu avec des matériaux locaux
- ⊖ Nécessite un grand espace
- ⊖ Nécessite l'intervention de personnel qualifié
- ⊖ Le risque sanitaire existe en cas de mauvaise gestion, et si le poisson est mal préparé ou mal cuit
- ⊖ L'acceptation sociale peut être faible dans certaines régions

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sur cette technologie sont en page 207**

PARTIE 2 :

Questions transversales

La sélection d'une combinaison judicieuse de technologies d'assainissement n'obéit pas uniquement à des considérations techniques. Elle est influencée par des facteurs contextuels, d'ordre physique mais aussi politique, légal, financier, institutionnel et culturel, c'est-à-dire « l'environnement favorable ». L'historique en matière d'eau, d'assainissement et d'hygiène dans la zone du projet doit être pris en considération, en particulier les habitudes locales, les besoins spécifiques de la population et les infrastructures existantes. Les interventions en matière d'assainissement doivent tenir compte des stratégies de transition et de retrait des organisations d'aide et il est parfois nécessaire d'adopter une approche spécifique dans certains contextes comme les interventions en milieu urbain, la prévention du choléra, l'implication des communautés ou la programmation basée sur le marché. Cette section donne un aperçu rapide des questions transversales les plus pertinentes regroupées en trois catégories.

Situation initiale

- X.1 Évaluation de la situation initiale
- X.2 Réhabilitation des infrastructures existantes
- X.3 Analyse des sols et des eaux souterraines
- X.4 Cadre institutionnel et réglementaire

Aspects conceptuels

- X.5 Résilience et préparation
- X.6 Stratégie de sortie, passation et mise hors service des infrastructures
- X.7 Zones urbaines et crises prolongées
- X.8 Gestion des déchets
- X.9 Prévention du choléra et gestion des épidémies

Considérations sociales et de conception inclusive

- X.10 Conception inclusive et équitable
- X.11 Gestion des excréta des enfants
- X.12 Promotion de l'hygiène et travail avec les communautés affectées
- X.13 Programmation axée sur le marché

X

Situation initiale

X.1 Évaluation de la situation initiale

Dans une situation d'urgence humanitaire, l'évaluation de la situation initiale est une première étape cruciale du processus de planification. Elle permet d'obtenir les informations de départ, essentielles à la prise de décision en vue de la mise en œuvre des interventions. Les principaux objectifs de l'évaluation sont d'acquérir une connaissance élémentaire du contexte et des principaux risques, puis de se familiariser avec les acteurs impliqués. L'évaluation initiale doit apporter suffisamment d'informations pour commencer à élaborer des scénarios d'assainissement et notamment les paramètres de conception spécifiques au contexte. Cette étape se caractérise principalement par différentes méthodes de collecte et d'analyse de données.

Il n'est pas toujours facile de recueillir des informations pertinentes et de bonne qualité, en particulier dans des contextes où celles-ci sont rares du fait d'une absence de données correctement collectées ou analysées, voire parfois par la dissimulation ou la manipulation de données pour des raisons politiques ou personnelles. Les données secondaires (**voir tableau 1**) sont des données déjà existantes (par exemple des rapports, des statistiques ou des cartes) généralement disponibles auprès des agences gouvernementales, des structures nationales ou régionales, des clusters WASH ou d'autres organisations actives dans la zone touchée. Elles sont utiles pour se familiariser avec le contexte, mais doivent toujours être considérées avec prudence. Il est conseillé de toujours procéder à la collecte de données primaires (**voir tableau 1**) qui impliquent un contact direct avec les

parties prenantes (au moyen d'entretiens, de questionnaires ou d'autres méthodes participatives). La meilleure façon d'évaluer la situation de façon précise est de s'appuyer sur plusieurs sources d'information, qui peuvent être recoupées, comparées et, si nécessaire, complétées par d'autres recherches.

La dimension humaine d'une évaluation initiale ne doit pas être négligée, car elle permet de nouer les premiers contacts et d'établir une relation de confiance avec les parties prenantes. Le rôle des facilitateurs locaux (**X.12**) est essentiel pour ouvrir des portes et accéder à l'information. Les bases de données, si elles existent, ne sont pas toujours facilement accessibles. L'obtention d'informations précises dépend généralement de la bonne volonté des partenaires et des acteurs locaux.

Évaluation initiale de la situation de l'EAH

L'évaluation rapide de la situation de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène (EAH) va généralement de pair avec l'évaluation des besoins multisectoriels. L'objectif d'une telle évaluation est d'identifier l'impact de la crise, de faire une première estimation des besoins et de définir les priorités d'action. Cette évaluation est cruciale, même dans une situation d'urgence aiguë ; c'est la base de la réussite d'une intervention d'EAH, qui déterminera in fine si les installations sanitaires sont correctement conçues, utilisées et entretenues.

L'évaluation rapide de l'EAH doit avoir lieu dans les trois premiers jours de la situation d'urgence. La durée de l'évaluation est en principe d'une journée, bien que cela dépende aussi de l'ampleur du désastre, du temps et des ressources disponibles. Il est important que l'évaluation soit coordonnée et supervisée par un professionnel de l'EAH expérimenté et réalisée conjointement avec des acteurs l'assainissement, de préférence familiers du contexte et parlant la langue locale. L'équipe d'évaluation

Tableau 1 :
Sources des données
d'évaluation

| Sources de données primaires | Sources de données secondaires |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Entretiens avec des informateurs clés Discussions de groupe Entretiens (semi-structurés) Cartographie participative/communautaire Observation et marches de reconnaissance Méthodes participatives (par exemple la priorisation des problèmes, le classement en trois piles et le scrutin de poche) Cartographie des fournisseurs en urgence Enquêtes par téléphone mobile | <ul style="list-style-type: none"> Ministères de l'Eau, de l'Énergie, de l'Environnement, de la Santé, du Développement urbain et autorités locales Données de recensement et dénombrement des ménages Enquêtes démographiques et sanitaires Fournisseurs d'images satellitaires mondiales (UNITAR/UNOSAT) Bases de données et rapports du HCR et de l'UNICEF Informations par pays sur le cluster « humanitarianresponse.info » Autres agences des Nations unies, ONU-OCHA, ONU-Habitat et UNICEF Les ONG et les agences de développement qui travaillaient dans la région avant la crise |

sera si possible composée d'hommes et de femmes. Les compétences suivantes sont requises : ingénierie de l'eau, hydrogéologie, assainissement, hygiène, collecte et gestion des données, ainsi que des compétences sociales. Souvent, les décisions prises au stade initial d'une crise sont basées sur des informations limitées ou en évolution ; il est donc important de prévoir plusieurs scénarios potentiels.

Il existe différentes check-lists pour l'évaluation basées sur les normes humanitaires (voir par exemple celle sur l'évaluation des besoins dans le Manuel Sphère). Il est important de partager les informations avec les groupes de coordination concernés (par exemple le cluster WASH) en temps utile et dans un format qui peut être facilement utilisé par d'autres agences humanitaires. L'objectif général des premières évaluations d'EAH est de permettre aux organisations de faire la distinction entre les besoins vitaux urgents et les besoins qui nécessitent une attention ultérieure. Les objectifs spécifiques d'une première évaluation d'EAH sont les suivants :

- Identifier les conditions d'accès à l'eau et les conditions d'hygiène : sources d'eau potable, couverture du service d'approvisionnement et infrastructures, types d'approvisionnement (par exemple réseaux, robinets dans les maisons, fontaines, camions), opérateurs (publics/privés), prévalence des maladies liées aux matières fécales (par exemple diarrhée, choléra, dysenterie bacillaire, cryptosporidiose) qui nécessitent une vigilance et une gestion spécifiques ;
- Évaluer les caractéristiques du sol (X.3) et les facteurs environnementaux - comme par exemple la présence d'un sol rocheux, d'une nappe phréatique élevée, de zones inondables, des caractéristiques climatiques, etc. - qui peuvent influencer sur le choix des technologies d'assainissement ;
- Identifier les acteurs impliqués dans l'assainissement ainsi que leurs rôles et effectuer une brève analyse des parties prenantes ;
- Évaluer les principales pratiques d'hygiène, les habitudes culturelles et les tabous liés à l'eau et à l'assainissement. Par exemple déterminer quelles sont les pratiques de nettoyage anal (avec de l'eau ou avec des matériaux secs) et la position de défécation (assise ou accroupie) à l'aide de données secondaires et en interrogeant des informateurs clés ;
- Identifier les zones sensibles ou hot spots liés à l'assainissement (par exemple les zones de défécation à l'air libre, les points d'eau de surface utilisés pour se baigner, se laver ou boire, les égouts à ciel ouvert, les points de rejet des eaux usées et de dépôtage des boues de vidange) ;

- Identifier les vulnérabilités spécifiques, par exemple les personnes handicapées afin d'adapter les interventions d'EAH en conséquence (X.10) ;
- Évaluer la capacité des personnes touchées et des autorités compétentes à réagir (par l'analyse des parties prenantes, via des informateurs clés et l'observation) ;
- Identifier les contraintes institutionnelles et juridiques (par exemple la propriété foncière, les normes et les contraintes de rejet, etc.) ;
- Identifier l'état des infrastructures d'EAH, les modalités de gestion et les services existants ;
- Évaluer l'accessibilité de la zone (par exemple pour les véhicules de dépôtage) et les éventuelles limites ou opportunités en termes d'espace ;
- Évaluer la capacité de travail/réponse avec des entreprises locales et vérifier la disponibilité des matériaux de construction adaptés (X.13).

Les informations clés doivent être collectées auprès d'un maximum de personnes et de sources afin de valider les résultats. Des données supplémentaires peuvent être collectées après la prise de décision à des fins de confirmation. Les principaux partenaires techniques de l'évaluation sont les ministères concernés (par exemple ceux de l'Eau et de la Santé), les ONG (internationales et nationales) et les agences des Nations unies telles que le HCR, OCHA, l'UNICEF et l'OMS.

Évaluation de l'état des infrastructures sanitaires existantes

Déterminer l'état des infrastructures d'assainissement existantes est une composante essentielle de toute évaluation, en particulier dans les contextes où celles-ci sont vétustes ou bien ne sont pas suffisantes pour couvrir les besoins. L'évaluation des infrastructures d'assainissement doit couvrir l'ensemble de la chaîne d'assainissement, de l'interface utilisateur **U** à la valorisation et/ou au rejet **D**, en passant par la collecte et le stockage/traitement **S**, le transport **C** et le traitement (semi-)centralisé **T**. Il est conseillé de noter les principales caractéristiques de chaque maillon de la chaîne de services d'assainissement, notamment les lacunes existantes, les problèmes d'accès, les dangers, les dégâts et les risques pour la santé publique. Certaines infrastructures d'assainissement à grande échelle (comme les stations d'épuration) peuvent être plus difficiles à évaluer et requérir l'intervention d'experts. Une fois l'évaluation des infrastructures terminée, l'équipe peut définir les interventions prioritaires au niveau de l'assainissement (X.2).

→ Les références bibliographiques et suggestions de lectures sont en page 207

X.2 Réhabilitation des infrastructures existantes

La réhabilitation et la reconstruction des infrastructures d'assainissement relèvent en temps normal de la gestion d'agences gouvernementales spécifiques. Toutefois, dans les situations d'urgence ou de post-urgence et en fonction de l'ampleur des dégâts qui en résultent, les organisations humanitaires, la société civile et d'autres organisations, privées et publiques, peuvent collaborer avec le gouvernement pour faciliter les travaux en fonction de l'évaluation des dommages et des besoins. Avant d'envisager la mise en place de nouveaux dispositifs d'assainissement dans une situation d'urgence, il est recommandé d'évaluer les infrastructures existantes et de déterminer celles qui pourraient encore fonctionner et celles qui peuvent être réhabilitées avec un minimum d'efforts. Par exemple après un typhon, toutes les infrastructures situées à la surface du sol peuvent avoir été détruites, mais les fosses peuvent être encore opérationnelles. En réhabilitant la superstructure, il est alors possible de les remettre en service.

La réhabilitation peut être un processus complexe qui, selon la taille des systèmes, peut prendre entre quelques semaines et plusieurs années. Lorsqu'une organisation entreprend un programme de réhabilitation, il est important de se coordonner avec d'autres organisations ainsi qu'avec le gouvernement et d'agir conformément aux politiques et aux normes nationales existantes (X.4). Il faut également identifier les programmes gouvernementaux à long terme et développer des liens avec ceux-ci. Après avoir répondu aux besoins urgents des populations, on peut conduire des évaluations supplémentaires afin d'identifier les infrastructures d'assainissement à réhabiliter. Les principes de base consistent à prévenir leur détérioration, à promouvoir des pratiques sanitaires et d'hygiène sûres et à prévenir l'apparition d'une catastrophe liée à l'assainissement. En outre, les efforts de réhabilitation sont une opportunité d'améliorer la qualité des systèmes existants, de protéger l'environnement et de renforcer les communautés afin qu'elles soient moins exposées aux risques et qu'elles soient plus résilientes. Il est donc important d'intégrer le principe de durabilité (ou de pérennité) dès les premières étapes de la réhabilitation.

Assurer la pérennité des programmes de réhabilitation de l'assainissement :

- Éviter de construire des infrastructures d'assainissement exposées à des risques, inefficaces ou insuffisantes (trop petites) ;
- Assurer la durabilité technique - les capacités techniques et les matériaux locaux doivent

correspondre au niveau requis par la technologie d'assainissement appliquée ;

- S'appuyer sur les connaissances locales et utiliser des matériaux locaux lorsque cela est possible ;
- Quand les communautés locales doivent exploiter et entretenir les infrastructures, elles doivent être impliquées tout au long du cycle du projet ;
- Accroître les connaissances et les capacités des communautés et des autorités locales, si besoin est, en matière d'exploitation et d'entretien des infrastructures qu'elles prendront en charge à terme.

Conformément aux recommandations du Manuel Sphère, il est important de s'accorder sur les normes et les principes de construction avec les autorités nationales et locales compétentes, afin de garantir le respect des principales exigences en matière de sécurité et de performance. Les codes de construction locaux ou nationaux doivent être respectés. Si ceux-ci n'existent pas ou ne sont pas utilisés dans la pratique, les codes de construction internationaux et/ou standards peuvent être adaptés à la situation locale. Lors de la conception, de la construction et de l'entretien des systèmes d'assainissement, il faut prendre en compte la culture locale, les conditions climatiques, les ressources matérielles et humaines disponibles, l'accessibilité et les moyens financiers des usagers.

Le succès d'un programme de réhabilitation d'installations d'assainissement requiert d'avoir une gestion efficace et pérenne. Pour comprendre quel peut être l'apport des acteurs économiques locaux aux actions de réhabilitation, il faut les répertorier et réaliser une analyse du marché (X.13). Ceci permet de définir les stratégies d'intervention comme le soutien financier, les achats locaux et d'autres formes innovantes de soutien afin de profiter des capacités existantes du marché. Ceci permet également d'optimiser les ressources humanitaires, de stimuler le relèvement et de limiter au maximum la dépendance vis-à-vis de l'aide extérieure. Lorsque des prestataires extérieurs sont impliqués, les conditions de leur participation doivent être claires, notamment la durée du soutien au projet ainsi que les stratégies de passation et de sortie (X.6). Le transfert des responsabilités aux autorités locales, à la communauté, aux prestataires de services ou à d'autres organisations doit être assorti d'instructions claires et d'une formation sur l'exploitation et l'entretien des infrastructures.

X.3 Analyse des sols et des eaux souterraines

Une connaissance solide des caractéristiques du sol et des eaux souterraines est importante pour planifier des interventions d'assainissement. Ces caractéristiques sont un paramètre clé dans la sélection des technologies, en particulier lorsque l'on envisage d'utiliser les propriétés d'infiltration du sol, comme pour les latrines à fosse simple (**S.3**) ou les puits d'infiltration (**D.10**). Les sols fortement perméables sont intéressants d'un point de vue technique, mais peuvent se révéler problématiques au niveau sanitaire et environnemental en raison du risque de contamination des nappes phréatiques. Les sols compacts et imperméables comme les sols argileux peuvent limiter fortement, voire totalement, l'infiltration et par conséquent le drainage des effluents. La perméabilité du sol a donc un impact direct sur le taux de remplissage des fosses et sur la qualité des boues de vidange. Le risque le plus important est de contaminer la nappe phréatique.

Les sols compacts et imperméables comme les sols argileux peuvent limiter fortement, voire totalement, l'infiltration et par conséquent le drainage des effluents. La perméabilité du sol a donc un impact direct sur le taux de remplissage des fosses et sur la qualité des boues de vidange. Le risque le plus important est de contaminer la nappe phréatique.

Les sols fortement perméables sont intéressants d'un point de vue technique, mais peuvent se révéler problématiques au niveau sanitaire et environnemental en raison du risque de contamination des nappes phréatiques. Les sols compacts et imperméables comme les sols argileux peuvent limiter fortement, voire totalement, l'infiltration et par conséquent le drainage des effluents. La perméabilité du sol a donc un impact direct sur le taux de remplissage des fosses et sur la qualité des boues de vidange. Le risque le plus important est de contaminer la nappe phréatique.

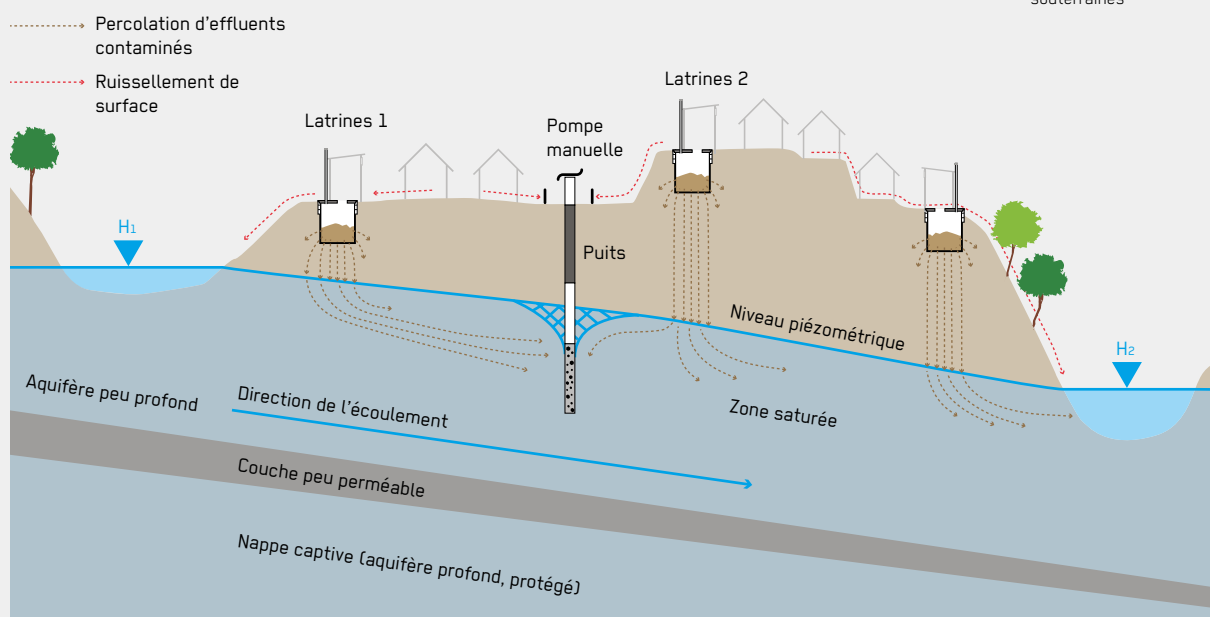
Les sols fortement perméables sont intéressants d'un point de vue technique, mais peuvent se révéler problématiques au niveau sanitaire et environnemental en raison du risque de contamination des nappes phréatiques. Les sols compacts et imperméables comme les sols argileux peuvent limiter fortement, voire totalement, l'infiltration et par conséquent le drainage des effluents. La perméabilité du sol a donc un impact direct sur le taux de remplissage des fosses et sur la qualité des boues de vidange. Le risque le plus important est de contaminer la nappe phréatique.

Lors de la construction d'un camp ou du regroupement de nombreuses personnes, il arrive que de nombreux arbres soient abattus. Le sol peut alors perdre de sa perméabilité en raison du tassement, ce qui accroît le ruissellement des eaux pluviales et les risques d'inondation. La diminution de l'infiltration des eaux se traduit alors par une

moindre recharge des aquifères peu profonds. Dans le même temps, l'installation d'infrastructures d'assainissement augmente le risque de contamination des eaux. Les puits d'eau potable peuvent être contaminés bactériologiquement de deux manières : via les eaux de ruissellement et via les mouvements des eaux souterraines. Pour évaluer le risque de contamination d'une source d'eau, on peut calculer le temps de parcours des effluents depuis les toilettes jusqu'à cette source. Il faut identifier le type de sol et la direction de l'écoulement des eaux de l'aquifère. Celle-ci dépend de la pente de l'aquifère, qui a également un impact direct sur la vitesse de déplacement des eaux souterraines. Pour réduire le risque de contamination bactériologique d'une source, les eaux contaminées percolant des fosses de latrines doivent subir un voyage d'une durée minimale de 25 jours dans la zone saturée de l'aquifère.

L'eau qui s'infiltre depuis la surface à travers la zone non-saturée s'écoule généralement plus vite que l'eau souterraine dans la zone saturée. Dans la **figure 5**, le plan d'eau H1 est plus élevé que le plan d'eau H2, ce qui signifie que les eaux souterraines s'écoulent de gauche à droite en raison du gradient hydraulique. Le puits est donc exposé à une contamination par les eaux souterraines provenant des latrines 1. Le puits est également exposé à une contamination via les eaux de surface s'écoulant des latrines 2, qui se situent sur un promontoire surplombant le puits. Le pompage crée un cône de dépression dans la nappe phréatique (surligné en bleu foncé), qui peut localement inverser le flux de l'eau, auquel cas les eaux percolant des latrines 2 pourraient également contaminer le puits via un cheminement souterrain.

Figure 5:
Voies de contamination potentielles des eaux de surface et des eaux souterraines



De petites quantités d'eaux usées qui pénètrent dans le sol peuvent mettre du temps à traverser la zone non-saturée de l'aquifère. Cependant, une zone non-saturée humide entraînera une multiplication de la vitesse de transport, une baisse du taux de destruction des agents pathogènes et une augmentation du risque de contamination. Il faut donc tenir compte de la taille des installations sanitaires et du volume des eaux usées susceptibles de pénétrer dans le sol, ainsi que de l'impact potentiel des eaux pluviales.

Test de percolation

Un test de percolation permet d'évaluer la vitesse de circulation, et donc d'infiltration, des eaux contaminées dans le sol. Il s'agit d'un test facile à réaliser sur le terrain et qui fournit des informations essentielles pour concevoir une stratégie d'approvisionnement en eau et/ou d'assainissement. Il existe différentes méthodes, chacune étant associée à un tableau de concordance entre les observations et les taux d'infiltration. Les tests de percolation sont effectués pour déterminer si un site donné convient à la réalisation de certains projets comme la construction de toilettes, de réservoirs et de décharges.

Un test de percolation est effectué essentiellement en creusant un trou avec une pelle ou une tarière, en le remplissant avec de l'eau jusqu'à une profondeur donnée et en mesurant le temps nécessaire à l'eau pour s'infiltrer. Le fond du trou réalisé dans le cadre du test doit être à la même profondeur que le fond des fosses envisagées, afin de créer des conditions de percolation relativement similaires. Après excavation, le fond du trou doit être recouvert de 5 cm de gravier, pour éviter tout colmatage

pendant le test. Ce dernier doit être effectué au moins 12 heures après avoir déjà rempli le trou d'eau, c'est-à-dire sur un sol humide et saturé, et non sur un sol sec. Cette procédure doit être respectée pour que le sol ait le temps de gonfler et de se rapprocher des conditions réelles une fois que le système d'assainissement sera en service.

Le tableau suivant indique des taux d'infiltration indicatifs pour l'eau propre et les eaux usées dans différents types de sols et des descriptions simples pour faciliter la caractérisation des sols. Les sols se répartissent en deux grandes catégories : (1) les sols granulaires et (2) les sols fissurés et fracturés. Dans les sols granulaires, les taux d'infiltration des eaux usées sont beaucoup plus faibles que ceux de l'eau propre et sont susceptibles de diminuer avec le temps, à mesure que le sol sature et se colmate. L'infiltration se produit également à travers les parois de la fosse, à un angle d'environ 45°.

Par exemple si, pendant l'essai de percolation, le niveau de l'eau baisse de 12 mm en 30 minutes, le taux d'infiltration est alors de $12/30 \times 60 \times 24 = 576$ mm/jour (valeur typique pour le loam sableux - cf. **tableau 2**). La valeur en mm/jour est toujours égale à la valeur en L/m²/jour. Pour que les puits d'infiltration ou les latrines à fosse simple fonctionnent correctement, le taux d'infiltration de l'eau propre doit être au minimum de 120 mm/jour.

Tableau 2 :
Taux d'infiltration dans le sol (adapté de Reed et Dean, 1994)

| Type de sol | Description | Taux d'infiltration (L/m ² /jour) ou (mm/jour) | |
|----------------------------------|---|---|--|
| | | Eau propre | Eaux usées |
| Gravier, sable grossier et moyen | La terre humide ne colle pas | 1 500 à 2 400 | 50 |
| Sable fin et loam sableux | La terre humide colle, mais ne forme pas de boule | 720 à 1 500 | 33 |
| Loam sableux et loam | La terre humide forme une boule, mais reste granuleuse lorsqu'on la frotte entre les doigts | 480 à 720 | 25 |
| Loam, loam limoneux poreux | La terre humide forme une boule qui se déforme facilement et est lisse entre les doigts | 240 à 480 | 20 |
| Loam limoneux argileux | La terre humide forme une boule solide qui s'étale lorsqu'on la frotte mais ne brille pas | 120 à 240 | 10 |
| Argile | La terre humide est comme de la pâte à modeler et elle est très collante lorsqu'elle est mouillée | 24 à 120 | Ne convient pas aux puits d'infiltration |

Niveau de la nappe phréatique

Le niveau de la nappe phréatique peut être estimé par l'observation des puits voisins, de la végétation environnante (certaines plantes et certains arbres indiquent la présence d'une nappe phréatique élevée) et à travers des entretiens avec les habitants. Les variations saisonnières doivent également être prises en compte, car les fosses qui sont déshydratées durant la saison sèche peuvent se remplir d'eau pendant la saison des pluies, voire être inondées. Une pollution dans un aquifère se déplace dans le sens d'écoulement des eaux souterraines (qui est principalement horizontal). Si un puits est construit dans cet aquifère, l'eau doit être prélevée plus profondément que la zone polluée, en s'assurant que le taux de prélèvement ne soit pas assez fort pour aspirer l'eau polluée dans le puits. Les forages doivent être étanches dans la partie qui traverse la zone polluée. En cas de risque de pollution d'une nappe phréatique peu profonde, il est recommandé de réduire la profondeur des fosses et/ou de construire des latrines surélevées (S.7) ou encore de sélectionner d'autres technologies de stockage/traitement hors sol. En règle générale, si l'on constate qu'une source d'eau est contaminée par un grand nombre de latrines, il est plus facile de changer de source d'eau que de changer le système d'assainissement. Il convient de rappeler que la contamination de l'eau potable se produit aussi très souvent au point de prélèvement, pendant le transport et le stockage, et au point d'utilisation, en raison de l'utilisation de dispositifs de collecte et de stockage non-hygiéniques et d'une mauvaise hygiène personnelle.

Mesures d'atténuation visant à réduire le risque de contamination microbiologique

Si le diagnostic des sols et des eaux souterraines montre qu'il y a un risque réel de contamination de source(s) d'eau par les latrines, plusieurs solutions peuvent être envisagées :

- Construction de latrines surélevées (S.7) ;
- En cas de nappe phréatique élevée ou de zone inondable, le dispositif de stockage/traitement doit être étanche afin de limiter au maximum le risque de contamination des eaux souterraines et de l'environnement. Le transport des effluents doit être réalisé en toute sécurité ;
- Les ressources en eaux de surface comme les puits doivent être protégées afin de réduire le risque de contamination via la surface du sol. Les mesures de protection sont notamment : le prélèvement d'eau plus profondément que la zone contaminée, la construction d'un muret de protection autour du puits pour empêcher les eaux d'y pénétrer en cas

d'inondation, l'étanchéification des parois du puits à l'aide d'argile ou d'un matériau similaire pour empêcher les eaux de ruissellement de s'y introduire ;

- Lorsque la distance entre une fosse et les ressources en eau est insuffisante, un plan de gestion de la sécurité sanitaire de l'eau (water safety plan) doit être mis en œuvre pour minimiser le risque de contamination ;
- Chloration de l'eau potable ;
- Déplacement de la source d'eau.

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sont en page 207**

X.4 Cadre institutionnel et réglementaire

Lors d'une urgence humanitaire, les États sont les premiers responsables de la sécurité des populations touchées ainsi que des réfugiés et des déplacés sur leur territoire. Les lois, les règlements, les normes et les codes nationaux fournissent le cadre de la réponse d'urgence, y compris l'ensemble des interventions liées à l'eau, à l'assainissement et à l'hygiène. En principe, le cadre réglementaire indique quels types de services d'assainissement doivent être mis en place et qui en a la responsabilité, quels en sont les standards, qui en est le propriétaire, et comment les modèles d'exploitation et d'entretien doivent être conçus et mis en œuvre. Par exemple les normes et les codes nationaux détaillent les niveaux de traitement des eaux usées exigés pour protéger la qualité des eaux réceptrices, les normes de conception des technologies d'assainissement et les normes relatives à la qualité des matériaux et des équipements à utiliser dans la mise en œuvre des services environnementaux.

La réponse à une situation d'urgence est mise en œuvre, pour le volet EAH, par les services gouvernementaux en charge de l'eau et de l'assainissement. Le gouvernement local joue donc un rôle important car il est souvent responsable des services publics au niveau local, des questions foncières ainsi que des sites de dépotage et de décharge des ordures. Les politiques nationales et les décisions prises par le gouvernement central ont donc un impact significatif sur l'approche adoptée par les autorités locales en termes de réponse à la situation d'urgence.

Dans la réalité, les pays qui doivent faire face à une situation de conflit, à une catastrophe naturelle ou à toute autre situation d'urgence sont souvent confrontés à de fortes contraintes de capacités et de ressources, et ne sont donc pas en mesure d'assumer pleinement la responsabilité de la coordination et de la mise en œuvre d'une réponse efficace. Dans ce cas, le gouvernement peut demander à des acteurs non-étatiques tels que les organisations opérationnelles des Nations unies, les ONG locales

et internationales, le Mouvement international de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge et à des entreprises privées de l'aider à répondre aux besoins humanitaires de la population touchée.

Coordination des interventions

Il est extrêmement important que les opérations d'intervention d'urgence portées par des agences externes ou non-gouvernementales n'aillent pas à l'encontre des efforts des gouvernements ou n'opèrent pas de manière isolée ou parallèle. On doit toujours partir des capacités nationales et des structures locales existantes lors de la conception des interventions d'urgence et, à chaque fois que cela est nécessaire, appuyer ces structures par des mesures ciblées de renforcement des capacités.

La mise en place de mécanismes de coordination externes tels que le cluster WASH permet d'optimiser la coordination entre le gouvernement et les différents acteurs. Le Global WASH cluster offre une plateforme ouverte et formelle permettant à tous les acteurs du secteur de l'EAH de se coordonner et de travailler ensemble dans les situations d'urgence. Celui-ci est généralement administré par l'UNICEF, mais, dans certains cas, il peut être dirigé ou codirigé par une ONG locale ou internationale possédant l'expertise technique et les réseaux locaux nécessaires pour remplir ce rôle. Les modalités de coordination des clusters dépendent de la capacité de réaction du gouvernement, des Nations unies et des ONG, de la présence et de l'efficacité des mécanismes de coordination existants, ainsi que de l'ampleur, des phases et de la durée prévue de l'urgence. Quelle que soit la structure de coordination choisie, elle doit être flexible pour s'adapter aux phases de l'intervention, par exemple en se développant pendant la réponse aiguë et en diminuant au fur et à mesure de la fusion ou de la disparition progressive du cluster. L'identification d'une structure de coordination appropriée au niveau national dépend de l'existence de structures gouvernementales et de mécanismes de coordination nationaux.

Les acteurs humanitaires externes peuvent intervenir de trois façons : (1) ils coordonnent leurs interventions d'urgence par le biais du cluster WASH, (2) ils interviennent directement et (3) ils s'associent avec ou soutiennent (financièrement) les acteurs locaux.

Cadre juridique et réglementaire

Lors de la conception d'une intervention d'EAH, il est impératif de prendre en compte le cadre juridique et réglementaire national pour ce qui est des infrastructures d'assainissement. Le cadre législatif est habituellement un cadre général et le cadre réglementaire apporte des indications détaillées. La gestion des eaux usées est régie par un ensemble de législations liées à l'environnement, la santé

publique et la planification, qui comportent des normes sur la qualité de l'eau, le rejet des eaux usées, la qualité et la réutilisation des effluents ainsi que des normes environnementales pour protéger les ressources en eau. Les codes de pratiques indiquent souvent quels sont les systèmes acceptés et donnent des instructions sur leur conception et leur construction.

Il n'est pas toujours possible, dans la phase aiguë de l'urgence, de concevoir des systèmes d'assainissement conformes aux normes et réglementations nationales ; les solutions doivent être discutées avec les autorités responsables. Dans cette situation, on peut mettre en place des projets pilotes et des moratoires pour construire des infrastructures qui ne sont pas conformes aux codes de pratiques ou qui ne correspondent pas aux normes. Ceux-ci peuvent également préparer le terrain de réformes futures.

Si l'on élabore la stratégie de passation et de sortie (X.6) dès le début de l'intervention, cela contribue généralement à accroître l'acceptabilité globale et la durabilité des systèmes. En cas d'absence ou d'imprécision des directives nationales, on pourra se référer au Manuel Sphère.

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sont en page 207**

Aspects conceptuels

X.5 Résilience et préparation

Les mesures préventives permettent de réduire la gravité d'une catastrophe et d'en rationaliser la gestion. De nombreuses situations d'urgence se déroulent selon des scénarios prévisibles et la plupart des régions exposées aux risques sont identifiées. En même temps, les crises sont marquées par une augmentation de leur complexité et les interventions humanitaires traditionnelles s'avèrent insuffisantes. Les acteurs de l'aide d'urgence et du développement doivent donc mettre en place des mesures de prévention ou d'atténuation afin de lutter contre les vulnérabilités sous-jacentes et de renforcer les capacités pour mieux faire face aux chocs futurs. Les mesures préventives consistent notamment à renforcer la résilience, à améliorer la préparation en cas d'urgence extrême et à réduire les risques de crise (voir tableau 3). Elles font partie intégrante de la planification de l'assainissement et des stratégies de développement nationales, régionales et locales.

| | Définition | Principaux aspects liés aux infrastructures sanitaires |
|--------------------------------------|--|---|
| Résilience | Capacité des pays, des communautés, des individus ou des organisations qui sont exposés aux catastrophes, aux crises et aux vulnérabilités sous-jacentes à gérer le changement . | <ul style="list-style-type: none"> • Mise en place d'infrastructures d'assainissement solides et durables adaptées aux conditions locales extrêmes. • Renforcement des capacités en matière de construction, de réparation, de fonctionnement et d'entretien des infrastructures d'assainissement. • Mesures de promotion et de sensibilisation à l'hygiène. • Mise en place de structures communautaires (comités WASH et clubs de santé). |
| Préparation | Mesures de précaution visant à renforcer la capacité de la population touchée et concernée à répondre immédiatement . | <ul style="list-style-type: none"> • Plans d'urgence et de préparation aux situations d'urgence, notamment sur la manière de traiter les eaux usées lorsque les réseaux d'égouts ne fonctionnent pas, et les techniques pour faire face à la contamination fécale des sources d'eau. • Stockage des équipements et disponibilité des matériaux/ infrastructures d'assainissement. • Services d'urgence et dispositifs de réserve. • Création de réseaux de soutien entre les différentes régions. • Renforcement des capacités et formation des volontaires ainsi que du personnel d'urgence. • Renforcement des structures locales par la planification communautaire et la formation. |
| Réduction des risques de catastrophe | Ensemble de mesures préventives (dont la résilience et la préparation) qui visent à réduire les risques de catastrophe par des efforts systématiques d'analyse et de réduction des facteurs responsables des crises. | <ul style="list-style-type: none"> • Réduire l'impact potentiel des risques sur les équipements et les services d'assainissement (résilience et atténuation). • Garantir un retour rapide de la fonctionnalité des infrastructures et des prestations de service après la crise (préparation). • Veiller à ce que la conception des systèmes d'assainissement tienne compte des vulnérabilités antérieures (reconstruire en mieux et de façon résiliente). • Veiller à ce que les services d'assainissement aient un minimum d'effets négatifs sur la société (ne pas nuire). |

Tableau 3 :
Mesures préventives, définitions et impacts sur les infrastructures d'assainissement

Résilience

La résilience est la capacité des pays, des communautés, des individus ou des organisations exposés aux catastrophes, aux crises et aux vulnérabilités sous-jacentes à gérer les changements. Pour y parvenir, il faut anticiper, réduire les effets d'une situation difficile, y faire face et s'en remettre sans compromettre les perspectives à long terme. Le renforcement de la résilience implique un engagement et des investissements à long terme. Il nécessite une analyse approfondie des crises passées, des causes sous-jacentes de la vulnérabilité et des atouts humains, psychologiques, sociaux, financiers, physiques, naturels ou politiques existants à différents niveaux de la société. L'objectif est d'élaborer des mesures appropriées au niveau local qui peuvent être intégrées dans les structures et les processus existants afin d'accroître la capacité et les compétences des acteurs concernés et leur potentiel d'auto-organisation. Les éléments essentiels per-

mettant d'améliorer la résilience sont notamment le développement des capacités, la formation, l'éducation, la sensibilisation et le plaidoyer, ainsi que l'amélioration de la robustesse et de la durabilité des technologies et des services d'assainissement mis en œuvre.

La robustesse (ou solidité) est la capacité d'une technologie à obtenir des performances satisfaisantes dans un environnement variable. Il est fondamental que les technologies d'assainissement soient résilientes en situation d'urgence, ce qui signifie qu'elles doivent pouvoir continuer à fonctionner malgré les perturbations (coupures de courant, pénuries d'eau et inondations par exemple). Il est donc important de réfléchir à la robustesse dès la phase de conception des systèmes d'assainissement. Compte tenu des incertitudes, il est conseillé de concevoir ces systèmes de manière à ce qu'ils soient fonctionnels dans

différents types de scénarios. Par exemple la construction de latrines surélevées et résistantes aux inondations peut éviter le débordement des boues de vidange en cas d'inondation et les stations d'épuration doivent être équipées de déversoirs d'orage. Il n'existe pas de « solution miracle » pour concevoir un système d'assainissement robuste. Chaque technologie possède des forces et des faiblesses spécifiques en fonction du contexte local ainsi que des compétences et des capacités dont on dispose.

La durabilité est la capacité d'une technologie à fonctionner longtemps sans détérioration significative. Elle permet de réduire les coûts de fonctionnement et d'entretien (moins de ressources nécessaires, moins d'usure) ainsi que les risques de défaillance. Le choix des technologies doit prendre en compte les capacités locales en termes d'exploitation, d'entretien, de réparation et d'accès aux pièces de rechange. Il est parfois préférable de choisir un niveau de service plus faible, pour éviter de se trouver face à une situation de panne dans laquelle les équipements ne peuvent pas être réparés (par exemple les pompes, les broyeurs, etc.). Pour accroître la durabilité de la plupart des technologies de traitement, il faut mettre en place un dispositif de prétraitement.

État de préparation

Le Manuel Sphère définit l'état de préparation comme un ensemble de mesures de précaution prises en vue de scénarios de crise anticipés, pour renforcer la capacité de la population et des organisations concernées à réagir immédiatement. Le niveau de préparation découle des capacités, des relations et des connaissances développées par les gouvernements, les agences humanitaires, les organisations locales de la société civile, les communautés et les individus pour anticiper et répondre efficacement à l'impact des dangers potentiels et imminents. Les personnes à risque ainsi que les organisations et les institutions responsables doivent être en mesure d'effectuer tous les préparatifs logistiques et organisationnels nécessaires avant l'événement potentiel et savoir quoi faire en cas d'urgence. Outre les systèmes d'alerte précoce et l'élaboration de plans d'urgence, il peut s'agir de constituer des stocks de matériel et de mettre en place des plans d'évacuation.

Prévention et réduction des risques de catastrophe

La réduction des risques de catastrophe (RRC) est un terme générique qui recouvre l'ensemble des mesures de prévention, dont celles décrites ci-dessus dans les rubriques « résilience » et « état de préparation ». La RRC

a pour objectif de réduire les risques de catastrophe par des efforts systématiques d'analyse et de limitation des facteurs de déclenchement. Il s'agit par exemple de mesures visant à réduire l'exposition aux risques, à atténuer la vulnérabilité des personnes et des biens, à gérer correctement les terres et l'environnement et à améliorer la préparation et les systèmes d'alerte rapide. La mise en place de mesures pertinentes de RRC repose sur une bonne analyse des risques. Elle permet d'évaluer l'exposition potentielle des communautés, la vulnérabilité de la société et des infrastructures, ainsi que la capacité des communautés à faire face aux dangers. L'importance de l'approche de RRC est de plus en plus reconnue par la communauté internationale. Historiquement, les acteurs du développement se sont peu investis dans la RRC et la prévention, que ce soit en raison d'un manque de sensibilisation, d'incitations ou d'expertise en matière d'urgence. Ces dernières années, la RRC et la prévention des conflits sont devenues des sujets transversaux qui relèvent des instruments d'aide d'urgence, de relèvement et de développement. Des services d'assainissement non-fonctionnels ou inadaptés peuvent être eux-mêmes la cause d'une catastrophe, et une catastrophe peut aussi rendre ces services inopérants, ce qui accroît encore davantage le risque de crise. La prise en compte des risques de catastrophe est donc désormais perçue comme essentielle lors de la mise en place de services d'assainissement, que ce soit dans une situation d'urgence, de relèvement ou de développement.

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sont en page 207**

X.6 Stratégie de sortie, passation et mise hors service des infrastructures

Une stratégie de sortie dans le contexte d'interventions d'urgence en matière d'assainissement est une approche planifiée qui permet d'explicitier pourquoi, quand et comment les organisations de mise en œuvre mettront fin à leur engagement humanitaire lié à l'assainissement. Elle comporte un processus de transition, de passation ou de démantèlement des infrastructures et une phase de sortie ou de désengagement des activités, des projets, de certains domaines du programme ou du pays.

Les stratégies de sortie et de transition doivent être réfléchies dès le début des activités. Cela est particulièrement important dans toutes les situations non-extrêmes, et elles doivent être appliquées dès que les services d'assainissement de base sont (r)établis à un niveau permettant de réduire durablement les vulnérabilités engendrées par les risques sanitaires environnementaux.

Lors des périodes de post-urgence ou s'il s'agit de crises chroniques ou de longue durée, on applique des critères de sortie. Ceux-ci permettent de comparer les avantages et le rapport coût-efficacité d'une intervention humanitaire prolongée avec ceux d'une intervention menée par les autorités et les agences locales ou par d'autres bailleurs et/ou partenaires. Les stratégies de sortie et de transition dépendent également du contexte. Dans tous les cas, le sujet doit être abordé dès le début d'une intervention pour des raisons de transparence avec les partenaires et pour promouvoir un transfert fluide vers les ministères ou les partenaires de développement respectifs. Les interventions humanitaires liées à l'assainissement doivent être conduites conformément aux stratégies et politiques nationales (X.4). Si la situation locale le permet, elles sont menées en coordination avec le gouvernement et/ou les acteurs du développement concernés afin d'en définir conjointement la portée et l'orientation. Les partenaires de mise en œuvre doivent préciser la date et les modalités de la fin de l'appui au projet et de la passation au gouvernement local, à d'autres organisations locales ou à des prestataires de services capables de maintenir la performance des services d'assainissement. Sinon, il faudra préciser si et comment les projets seront suivis (par exemple par une autre phase et la possibilité d'un nouveau financement pour poursuivre les activités d'EAH si nécessaire). Les critères de durabilité décrits ci-dessous doivent être étudiés le plus tôt possible pour permettre une passation fructueuse aux gouvernements locaux ou à d'autres acteurs du développement et de garantir la viabilité future du système.

Pérennité technique : Il est toujours préférable que les interventions en matière d'assainissement favorisent les technologies, les systèmes et les matériaux locaux. Le choix des interventions doit être effectué en fonction des solutions techniquement réalisables, des préférences de la population, des structures gouvernementales ou des prestataires de services et de leurs capacités de gestion respectives après la fin du projet. Ceci permet de garantir la pérennité du fonctionnement des services d'assainissement.

Viabilité financière : Il est indispensable de calculer les coûts de fonctionnement et d'entretien des infrastructures d'assainissement sur le long terme dès la sélection des technologies. Le recouvrement des coûts de l'assainissement n'est pas prioritaire dans les contextes d'extrême urgence, mais il est essentiel de prendre conscience dès le départ des conséquences financières sur le long terme de l'établissement (ou du rétablissement) des services d'assainissement.

Pérennité socioculturelle et institutionnelle : Toutes les interventions doivent prendre en compte l'acceptabilité et la pertinence des systèmes dans le contexte local, l'ergonomie, la façon dont le système est perçu, les aspects liés au genre et à la dignité humaine. Des mesures doivent être prises pour garantir la continuité des activités de promotion de l'hygiène et des interventions visant à modifier les comportements. Il est nécessaire d'évaluer les capacités de gestion financière, d'exploitation et de maintenance de la population affectée, des organisations communautaires ou des prestataires de services d'assainissement, afin d'identifier les besoins auxquels il faut répondre pour promouvoir un environnement favorable. Pour ce faire, il est nécessaire de pouvoir s'appuyer sur des organisations et des structures opérationnelles publiques, privées et communautaires.

Durabilité environnementale : Il faut évaluer l'impact potentiel sur les ressources en eau avant chaque intervention. Pour construire des systèmes d'assainissement résilients, la conception doit être adaptée aux risques identifiés. L'inclusion de plans intégrés de gestion des ressources en eau et de sécurité sanitaire est considérée comme une partie intégrante de la réponse. La phase de conception comprend l'évaluation approfondie des ressources en eau et de la demande actuelle et future ainsi que l'identification des rôles et des fonctions des autorités locales et nationales. Il faut également connaître et appliquer les règles en vigueur pour l'utilisation de l'eau et, le cas échéant, suivre les plans directeurs des systèmes d'adduction d'eau ou d'évacuation d'eaux usées en milieu urbain. Dans les situations d'extrême urgence impliquant des solutions temporaires et le plus souvent sur site, il est parfois nécessaire de démanteler les installations en fin d'intervention. L'organisation chargée de la construction est généralement aussi responsable de sa mise hors service. Les points clés ci-dessous sont à prendre en compte lors du démantèlement des infrastructures d'assainissement sur site.

Démantèlement des infrastructures d'assainissement

1. Le démantèlement doit idéalement être effectué en fin de saison « sèche », lorsque le contenu des dispositifs de confinement aura eu le plus de chances de s'assécher.
2. Le personnel doit être formé et doté d'équipements de protection individuelle afin de pouvoir démonter les superstructures, enlever les dalles et les tuyaux des latrines, puis remblayer les fosses.
3. Il est conseillé d'utiliser de la chaux, du chlore ou un autre désinfectant pour nettoyer les dalles ou les piédestaux des toilettes, afin de réduire les risques sanitaires et de neutraliser les mauvaises odeurs.
4. Si le contenu des fosses est humide, il faut parfois le vidanger à l'aide d'un dispositif de vidange et de transport manuel ou motorisé (**C.1 et C.2**) ou bien creuser une tranchée pour faciliter l'absorption de la fraction liquide lors du remblayage. La tranchée peut être creusée autour de la partie supérieure de la fosse. Elle peut aussi prendre la forme d'un drain rectiligne et fonctionner comme un lit d'infiltration (**D.9**).
5. Les déchets issus de la démolition de la superstructure des toilettes ou d'autres installations peuvent être jetés dans des fosses avec des copeaux de bois, des cendres ou d'autres matières organiques pour faciliter la décomposition. Au fur et à mesure que l'on ajoute ces éléments, la fraction liquide des boues se déverse dans la tranchée de débordement. Une fois que l'écoulement s'arrête, celle-ci peut alors être remblayée avec de la terre et les décombres de la déconstruction.
6. Les fosses désaffectées doivent être recouvertes d'un monticule de terre et de gravats afin de faciliter la décantation du contenu.
7. On peut également végétaliser les fosses remblayées (**D.5**) en accord avec le plan de réhabilitation du site. Sinon, il est recommandé de les recouvrir d'un plus gros tas de débris pour compenser l'affaissement qui va se produire au fur et à mesure que le contenu des fosses se décompose. Si l'on se trouve dans une zone densément peuplée et qu'il existe une possibilité d'accès, on peut aussi envisager de bétonner la surface, mais il faut anticiper l'affaissement du contenu de la fosse (en raison de la décomposition du contenu).
8. Si possible, la zone doit être clôturée.

9. Les matériaux de construction des superstructures (bois, bâches, dalles, etc.) et des modules en plastique préfabriqués doivent être traités comme des déchets (**X.8**) ou bien être réutilisés (après désinfection) conformément aux réglementations locales.

→ Les références bibliographiques et suggestions de lectures sont en page 207

X.7 Zones urbaines et crises prolongées

D'ici 2050, on estime que la population urbaine mondiale aura quasiment doublé, faisant de l'urbanisation l'une des tendances les plus porteuses de changements au XXI^e siècle. Dans le même temps, les catastrophes naturelles, les conflits armés et les événements d'une extrême violence se produisent de plus en plus souvent en zone urbaine, occasionnant des dégradations durables et répétées aux services publics fragiles ou souvent déjà dysfonctionnels (comme l'assainissement) et posant de sérieux problèmes de durabilité. Lorsque les crises dans les zones urbaines durent des années, voire des décennies, les besoins humanitaires atteignent un degré de gravité élevé, car des systèmes et des services publics entiers sont affaiblis au point de s'effondrer. La résilience de la société est poussée à son maximum lorsque les moyens de couvrir les besoins essentiels des populations échappent à leur contrôle. Dans le domaine de l'assainissement, cette situation est particulièrement marquée dans les zones urbaines par rapport aux zones rurales, car les services essentiels tels que les infrastructures d'assainissement, les réseaux d'égouts et la gestion des boues de vidange sont de plus en plus complexes. Les approches et les réponses humanitaires doivent donc être conçues de manière très différente de ce qu'elles sont aujourd'hui.

Une attention particulière doit être accordée à l'impact cumulatif de la dégradation chronique des services et au risque croissant pour la santé publique. Dans une large mesure, les problèmes découlent de la complexité des systèmes urbains et de leur dépendance à l'égard d'infrastructures interconnectées à grande échelle qui reposent sur la disponibilité d'un personnel qualifié et sur un approvisionnement fiable en énergie et en eau pour assurer la prestation des services. Dans un grand nombre de situations, les défaillances du système d'approvisionnement en eau et les coupures d'électricité affectent considérablement la capacité à gérer un système d'assainissement complexe. Cette situation est aggravée par le fait que les établissements d'enseignement cessent souvent de fonctionner et que les possibilités d'emploi dans les secteurs établis disparaissent. Conjuguées à la fragilité sociale, politique

et économique de nombreux États, ainsi qu'aux catastrophes naturelles, ces dynamiques forcent des millions de personnes à fuir leurs habitations et à chercher refuge ailleurs, généralement dans d'autres villes du pays ou à l'étranger, surchargeant ainsi souvent les capacités des infrastructures des villes d'accueil.

Alors que les approches humanitaires traditionnelles ont été largement développées dans des contextes ruraux, la prise en compte des vulnérabilités et des besoins spécifiques des populations urbaines en situation de crise prolongée nécessite des approches sociotechniques complexes et des solutions à long terme, qui vont au-delà du fossé actuel entre l'humanitaire et le développement, et qui dépassent souvent les capacités et les compétences des acteurs humanitaires. En termes de défis sanitaires, cela signifie également que les organisations humanitaires doivent s'occuper de systèmes et de services d'assainissement décentralisés plus complexes et, parfois, de la réhabilitation de systèmes d'égouts et de stations d'épuration centralisés à grande échelle.

Comprendre les services urbains essentiels

Les forces économiques et politiques locales et internationales sont en train de transformer les modes de vie et les lieux de résidence des populations, brouillant ainsi la distinction autrefois nette entre zones « rurales » et « urbaines ». Cependant, des composantes clés des services essentiels, comme les stations d'épuration, sont souvent situées en dehors des villes. Une zone urbaine peut donc être définie comme un lieu de résidence dans lequel les personnes sont exposées aux perturbations des services essentiels et au réseau de composantes qui les soutiennent.

Les services urbains désignent les biens, les actions ou autres éléments de valeur proposés à une population urbaine. Les services urbains essentiels sont ceux qui sont vitaux et qui permettent d'assurer la subsistance de la population, y compris l'électricité, la santé, l'eau, la collecte et le traitement des eaux usées ainsi que la gestion des déchets. Tous les services urbains nécessitent trois éléments pour fonctionner : les personnes (par exemple les prestataires de services, les sociétés privées et les entrepreneurs), le matériel (par exemple les infrastructures, les équipements, les machines) et les consommables (par exemple le carburant, le chlore, les médicaments). On considère qu'il y a interruption d'un service essentiel lorsque la fonction de l'une de ces composantes, à savoir des personnes, du matériel ou des consommables, est perturbée. L'interruption à court terme d'un service peut ne pas avoir d'impact majeur sur la survie des populations civiles, tandis que sa défaillance à long terme a un impact cumulatif sur les services, avec les risques qui en découlent pour la santé publique.

Impacts directs, indirects et cumulatifs

Les impacts directs désignent les effets généralement immédiats et physiques, tels que les dommages causés aux infrastructures urbaines essentielles, la mort de techniciens et d'équipes de maintenance, le pillage des magasins, des hôpitaux ou des entrepôts des prestataires de services et/ou le retrait de pièces directement dans les infrastructures.

Les impacts indirects sont considérés comme découlant des impacts directs, affectant une composante associée d'un système, généralement à court ou moyen terme. À titre d'exemples, on peut citer la « fuite des cerveaux » qui se produit après une perturbation sociale de grande ampleur ou la pénurie de pièces de rechange due à un manque de moyens financiers pour les acheter. Ces impacts peuvent s'accumuler au fil du temps, aboutissant, par exemple, à un manque d'entretien causé par une pénurie de personnel sur le long terme, conduisant à la diminution de l'offre de service, de l'entretien des infrastructures et à un manque de performance opérationnelle (par exemple des machines fonctionnant avec des pièces mal calibrées ou mal ajustées).

Les impacts cumulatifs désignent les détériorations à long terme des services essentiels du fait d'un ou de plusieurs impacts progressifs directs et/ou indirects sur un ou plusieurs des éléments essentiels (c'est-à-dire les personnes, le matériel et les consommables). L'expérience suggère que les impacts cumulés sont les plus destructeurs et les plus difficiles à surmonter. Cela est généralement dû à l'ampleur des travaux de réhabilitation des infrastructures nécessaires pour rétablir tout service ou ensemble de services dans les zones urbaines. L'impact cumulatif est encore plus évident dans les situations de conflit prolongé en milieu urbain.

Plus précisément, le concept d'impact cumulatif exige de passer des méthodes de secours traditionnelles à un nouveau paradigme qui prend en compte les réalités et les besoins à long terme dans les zones urbaines. L'impact cumulatif permet également de comprendre comment la qualité des services urbains essentiels peut se détériorer jusqu'à un point de non-retour à travers un « cercle vicieux » d'impacts directs et indirects cumulatifs. Ces impacts, qui font peser de graves risques sanitaires et affectant le bien-être des populations, entraînent des déplacements inutiles.

Améliorer les méthodes d'assistance aux populations sinistrées

Lorsque l'on considère les services d'assainissement urbain en situation de crise prolongée, les distinctions entre les étapes de la réponse urgence-réhabilitation-développement sont rarement claires. Par exemple, les différences de qualité ou de couverture des services entre les divers quartiers signifient qu'il faut parfois mettre en place simultanément dans une même ville plusieurs types de programmes, allant de la vidange des fosses à la réhabilitation d'une station d'épuration.

Étant donné la complexité de l'interconnexion des services urbains entre eux et entre l'intérieur et l'extérieur des villes, il est parfois difficile, voire contre-productif, d'imposer des frontières artificielles (par exemple le passage de l'aide d'urgence au « développement »). Les interventions dépendent du contexte et des besoins peuvent donc parfois nécessiter un mélange des étapes classiquement appelées « urgence », « réhabilitation/relèvement » et « développement » à tout moment au cours d'une crise prolongée.

En outre, la principale lacune des modèles de financement dans les contextes humanitaires a été bien identifiée : des cycles de financement à court terme qui ne correspondent pas aux besoins de la population ou des autorités qui sont en charge de la réhabilitation. Des mécanismes de financement plus adaptés au contexte et plus durables sont nécessaires pour permettre de passer d'une réparation réactive des dommages causés aux infrastructures (impact direct) à une maintenance préventive et proactive, puis à la réhabilitation (impacts indirect et cumulatif), toutes deux nécessaires pour stabiliser, voire restaurer, les services urbains essentiels. C'est notamment le cas de l'assainissement, qui est souvent perçu comme une priorité faible par les différents acteurs locaux et internationaux, par rapport à d'autres services essentiels tels que l'eau et l'électricité.

Du fait de la complexité des contextes urbains, il est particulièrement important de créer des partenariats pour rétablir des systèmes plus résilients, sachant que le contexte rend aussi ces partenariats plus délicats. La capacité à s'engager dans les nombreux réseaux horizontaux de gouvernance informelle qui se superposent aux hiérarchies verticales s'acquiert mieux par l'expérience. À titre d'exemple, l'approche visant à soutenir les entreprises privées prestataires techniques de services publics peut constituer un tournant dans la méthode d'intervention dans un contexte de crise prolongée. Comme il n'existe pas de modèle de référence pour ce type de partenariat, les relations établies avec les autorités, les bénéficiaires, le secteur privé et d'autres acteurs non-étatiques seront en fin de compte déterminées par l'analyse des vulnérabilités et des opportunités les plus importantes dans

le contexte. La meilleure façon de répondre à toutes les questions fondamentales précitées est de prendre la mesure de l'ampleur et de la durée du défi, de l'interconnectivité multidimensionnelle des services essentiels, des effets cumulatifs et indirects ainsi que des effets directs, de la nécessité de repenser l'éventail des activités d'intervention d'urgence, de réhabilitation et de développement, et des financements qui ne correspondent pas à la durée ou à l'ampleur des besoins. La clé du succès pour relever un tel défi consiste à parvenir à un consensus sur la nécessité de changer de paradigme dans la manière dont on intervient en urgence en milieu urbain.

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sont en page 207**

X.8 Gestion des déchets

La gestion des déchets est un domaine très important pour protéger la santé publique. Cela est particulièrement vrai dans les situations d'urgence et de crise humanitaire, car les services existants de collecte, de traitement et de mise en décharge sont souvent perturbés. De plus, la crise peut également avoir généré des déchets supplémentaires qui peuvent à leur tour impacter la santé publique. D'une part, les catastrophes et les conflits peuvent produire de grandes quantités de déchets dus à la démolition des bâtiments, des véhicules et d'équipements divers. D'autre part, les déplacements de personnes et la construction de nouveaux lieux de vie temporaires (comme les camps) nécessitent de mettre en place de nouveaux systèmes. Les déchets qui ne sont pas gérés attirent les insectes et les animaux vecteurs de maladies, comme les mouches, les rats ou d'autres animaux qui fouillent les ordures. Lorsqu'ils sont rejetés dans les canaux de drainage, les déchets entraînent des blocages, des inondations et des mares d'eau stagnante. Celles-ci sont source de reproduction des moustiques qui transmettent la malaria, la dengue et la fièvre jaune. On observe également souvent que les tas de déchets sont brûlés, ce qui peut également être nocif pour la santé si ceux-ci contiennent du plastique ou des produits chimiques. L'exposition des populations aux déchets dangereux comme les excréta (en raison de l'absence d'installations sanitaires), les déchets médicaux infectieux, les objets tranchants (aiguilles, verre) ou les produits chimiques toxiques constituent une autre menace directe pour la santé des populations. Le sol et l'eau, en contact avec les déchets sont très vite contaminés, entraînant la pollution des sols et nuisant ainsi à la sécurité alimentaire, aux ressources en eaux de surface et souterraines. Enfin, et c'est important, le fait de déverser sans discernement des déchets dans une zone habitée est peu attrayant et diminue la fierté des communautés.

Le « système » de gestion des déchets

Les déchets peuvent être définis au sens large comme tout produit ou matériau solide indésirable généré par des personnes ou des processus industriels et qui n'a aucune valeur pour celui qui s'en débarrasse. Les déchets sont également appelés « ordures » et « détritrus ». Avec la densification de l'habitat, les problèmes liés aux déchets deviennent de plus en plus importants. Les déchets municipaux ou les ordures ménagères désignent les déchets provenant des habitats et des activités économiques urbaines (maisons, magasins, bureaux, rues et lieux publics) et relèvent généralement de la responsabilité des autorités locales. L'ensemble des déchets produits en zone urbaine, comme les excréta lorsqu'il n'y a pas assez d'installations sanitaires ainsi que les déchets industriels ou de chantier, ne font pas partie des « ordures ménagères », mais il est important de s'en occuper car ils finissent également dans le flux des déchets municipaux. La gestion intégrée et durable des déchets (**voir figure 6**) prend en compte tous les éléments physiques du système de gestion des déchets, depuis leur production jusqu'au stockage en passant par la collecte, le transport, le recyclage, le traitement et la mise en décharge ultime. Elle comprend également la gouvernance et la stratégie, notamment la pérennité économique et financière, les aspects politiques, juridiques et institutionnels, et la participation de tous les acteurs (producteurs de déchets et consommateurs, prestataires de services de gestion des déchets et personnes ou organisations formelles ou informelles qui récupèrent les déchets, agences internationales, gouvernements locaux, régionaux et nationaux, société civile, organisations non-gouvernementales, etc.).

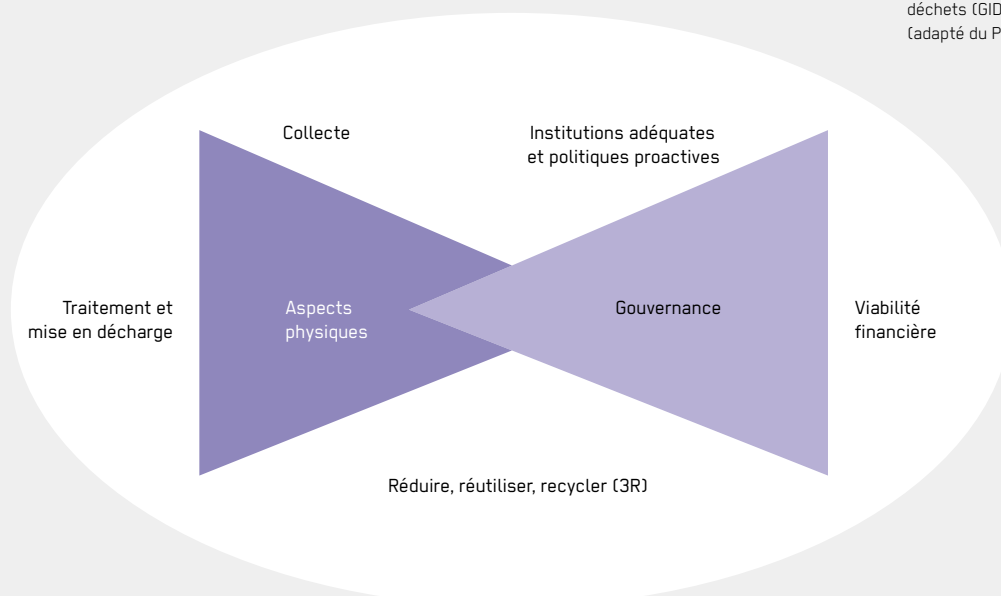
Planification et mise en œuvre des services de gestion des déchets

Pour mettre en place un service de collecte et de gestion des déchets efficace et pérenne, il est recommandé de considérer les tâches suivantes.

Planification/mise en œuvre de façon coordonnée et avec la participation de tous les acteurs concernés : La coordination entre les utilisateurs des services, les agences et autorités compétentes ainsi que les fournisseurs de services potentiels ou existants est essentielle au niveau de la planification et de la mise en œuvre qui doivent être effectuées avant que la gestion soit problématique et que les déchets deviennent un risque sanitaire majeur pour la population concernée.

Prise en compte des liens avec d'autres branches de l'assainissement : La mauvaise gestion des ordures peut entraîner toute une série de problèmes dans d'autres branches de l'assainissement. Les déchets peuvent boucher les canaux de drainage des eaux pluviales, créant ainsi des eaux stagnantes et des débordements qui entraînent l'inondation des rues et des maisons. Lorsqu'ils sont jetés dans les fosses des toilettes, les déchets rendent très difficile la vidange et créent des difficultés au niveau du traitement et de la valorisation ou du rejet des boues. L'impact de la gestion des déchets doit donc être pris en compte, en particulier lors des campagnes de sensibilisation.

Figure 6 :
Le cadre de la gestion intégrée et durable des déchets (GIDD)
(adapté du PNUE 2015)



Évaluation et caractérisation des déchets produits et analyse des pratiques : Tout programme de planification et de gestion des déchets doit démarrer en mesurant la quantité (en kg) de déchets produits et en identifiant leur type (organique, plastique, etc.). Cette évaluation concerne les déchets ménagers mais aussi les déchets dangereux (par exemple les déchets médicaux).

Prise en compte des produits d'hygiène menstruelle : Ceux-ci deviennent problématiques dès lors qu'ils ne sont pas gérés correctement. Ils peuvent par exemple boucher les toilettes, mais aussi être dangereux en raison de leur nature infectieuse. Étant donné qu'ils sont le plus souvent générés dans les toilettes, il faut absolument installer des poubelles avec un couvercle et en prévoir la gestion dans toutes les toilettes publiques. Il est également indispensable de diffuser une information claire sur la marche à suivre pour se débarrasser des produits d'hygiène menstruelle en toute sécurité.

Promotion d'un environnement dans lequel on réduit ou on évite la production de déchets : Ceci peut se faire en évitant d'utiliser des matériaux non-essentiels, dangereux ou difficiles à manipuler (par exemple des sachets d'eau en plastique jetable, des matériaux à composants multiples, des solvants ou des bombes aérosols) pour éviter la production structurelle des déchets. Il faut également mettre en place des mesures pour inciter les utilisateurs de services à un changement de comportement afin de réduire la production de déchets.

Amélioration de la récupération, du recyclage et mise en œuvre du traitement : Les déchets doivent être considérés comme une ressource. L'amélioration du recyclage sur place (au niveau des ménages) ou hors site (au niveau du quartier ou du centre urbain) permet non seulement de réduire la nécessité (et les coûts) de la gestion des déchets résiduels, mais peut également offrir des possibilités d'emploi à la population locale et réduire la dépendance vis-à-vis des ressources extérieures. Pour stimuler le recyclage, la mise en œuvre du tri des déchets (le plus en amont possible) est une activité clé. Elle permet d'accroître la valeur des différents types de déchets et facilite le traitement ultérieur. On peut citer en exemple le compostage des déchets organiques pour obtenir des engrais, la digestion anaérobie pour produire de l'énergie, le recyclage des déchets de papier pour fabriquer des briquettes et du combustible ou encore le recyclage d'autres catégories de déchets (caoutchouc, plastique, métal) pour fabriquer de nouveaux produits à faible coût. Néanmoins, les technologies et les méthodes choisies doivent tenir compte de la demande du marché, pour les produits finis utilisant des déchets recyclés, et de la protection de la santé et de l'environnement. L'incinération

de déchets mélangés n'est pas une bonne solution en raison de leur forte teneur en humidité. Par ailleurs, cette solution est coûteuse au niveau de l'investissement et de l'exploitation, car elle nécessite les compétences de personnel qualifié et entraîne de graves risques pour la santé des voies respiratoires et la contamination de l'environnement.

Mise en place d'un système de collecte et de transport : L'enlèvement des déchets dans les zones résidentielles évite leur accumulation, les risques de contact et d'exposition des habitants, l'attraction et la prolifération d'animaux vecteurs de maladies et l'incinération sauvage. Cette pratique est courante, mais entraîne de graves dangers pour la santé respiratoire. Il est conseillé de prendre en compte le potentiel de développement des petites entreprises et le secteur informel parfois très actif et pouvant être professionnalisé.

Instauration d'une gestion ultime sûre : Cette tâche comprend la sélection d'un site de valorisation et/ou de mise en décharge. Le site doit être choisi ou aménagé pour éviter toute contamination des eaux de surface et souterraines par les lixiviats. De plus, il doit être clôturé pour empêcher l'accès aux populations et aux animaux. Un système de drainage doit également être mis en place autour du site pour éviter que les eaux de ruissellement s'y introduisent. La zone de déchargement des déchets doit être recouverte quotidiennement ou au moins une fois par semaine d'une fine couche de terre pour éviter d'attirer des vecteurs de maladie comme les mouches et les rongeurs.

Organisation de campagnes de nettoyage : En consultation avec la population et les autorités locales responsables, il y a lieu d'organiser le nettoyage périodique des espaces publics pour garantir un environnement hygiénique, mais aussi pour rappeler et relancer la notion de participation du public à la propreté des quartiers, en tant que devoir civil et responsabilité citoyenne.

Mise en place d'une gestion sans risque des déchets médicaux : Les déchets médicaux peuvent exposer la population, le personnel soignant et les opérateurs à des risques d'infections, de toxicité et de blessures. Dans une situation d'urgence, certains déchets sont particulièrement dangereux comme les produits chimiques et les déchets infectieux (pansements, tissus tachés de sang, seringues et autres objets tranchants, etc.). Ceux-ci doivent être séparés à la source, c'est-à-dire qu'ils ne doivent pas être mélangés avec d'autres déchets comme le papier, les emballages plastiques ou les déchets alimentaires, en vue d'un traitement spécial (incinération ou confinement contrôlé).

Protection du personnel : Tous les travailleurs impliqués dans la gestion des déchets doivent être dotés de vêtements et d'équipements de protection individuelle. Si besoin est, il faut prévoir une vaccination contre le tétanos et l'hépatite B.

Mise en place d'une structure d'exploitation et de maintenance : Pour être pérenne, un plan d'exploitation des services de gestion des déchets doit tenir compte de l'acceptation sociale, de la viabilité financière, des compétences et des capacités des travailleurs ainsi que du cadre juridique et institutionnel. Les questions essentielles qui doivent être traitées sont notamment : qu'est-ce qui est demandé aux usagers du service et comment assurer leur implication ? Qui assure quel type de service ? Comment les services en question sont-ils contrôlés et évalués ? Comment couvrir les coûts de ce service à long terme ?

Réponse rapide en situation d'urgence

Dans les jours qui suivent une situation d'urgence ou une catastrophe, les conditions d'hygiène et d'élimination des déchets sont généralement mauvaises, ce qui peut mener à une propagation rapide de la vermine et d'autres nuisibles comme les rongeurs. La norme minimale du Manuel Sphère pour la gestion des déchets stipule que l'environnement doit être exempt de déchets (y compris les déchets médicaux) et qu'il doit y avoir des moyens d'éliminer les déchets domestiques en toute sécurité. Tous les ménages doivent avoir accès à des conteneurs à ordures situés à moins de 100 m de fosses collectives, qui doivent être vidés deux fois par semaine. La capacité minimale de ces conteneurs doit être de 100 litres pour 10 ménages. Les déchets médicaux doivent être isolés et éliminés séparément et en toute sécurité. Une autre priorité consiste à enlever les débris et les déchets générés par la catastrophe, pour faciliter l'accès des services d'intervention d'urgence, le sauvetage des survivants, la récupération des cadavres et la résolution des problèmes urgents de santé publique et d'environnement. La gestion des déchets de catastrophes dépendra des types de déchets et de débris produits.

De l'urgence au développement

Il convient de rapidement élaborer et mettre en œuvre des procédures de routine pour le stockage, la collecte et la mise en décharge. Cela est particulièrement important dans les sites densément peuplés, comme les camps de réfugiés. En dehors des camps et en zone urbaine, on essaiera d'utiliser les dispositifs nationaux et de les renforcer. À chaque fois que cela est possible, il est recommandé d'adopter une vision de développement à long

terme, améliorant les solutions de recyclage et de valorisation, les compétences et les capacités techniques, l'autonomie financière et d'autres facteurs d'un système de gestion des déchets pérenne. La gestion d'un camp peut être abordée comme une zone urbaine, mais la gestion des déchets est une responsabilité conjointe entre les deux entités en charge de la gestion et de la coordination avec les secteurs de l'eau, de l'assainissement et de la santé.

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sont en page 207**

X.9 Prévention du choléra et gestion des épidémies

Le choléra est une maladie féco-orale qui provoque une infection de l'intestin grêle entraînant une diarrhée aqueuse grave, une déshydratation rapide et, en l'absence de traitement, la mort. Il existe de nombreuses façons de prévenir et de contrôler la propagation du choléra, qui requièrent des interventions non seulement dans le système de santé, mais aussi au-delà, notamment l'accès à l'eau et l'assainissement ainsi que de bonnes pratiques d'hygiène. Le choléra peut se déclarer dans des situations d'urgence humanitaire et de façon endémique lorsque les épidémies ont lieu régulièrement au sein de mêmes populations, le plus souvent pendant la saison des pluies. Toutefois, dans la plupart des cas, les épidémies de choléra éclatent dans des pays ou des régions qui sont déjà fragiles et notamment ceux où règnent de mauvaises conditions d'hygiène et où l'accès à l'eau potable aux installations d'assainissement est limité. Bien que l'accent soit mis ici principalement sur le choléra dans les situations d'urgence, il faut être conscient que les efforts de lutte contre le choléra doivent, dans la mesure du possible, tendre à mettre en place des systèmes durables axés sur la prévention et la résilience (X.5).

Il est essentiel de connaître les points suivants lorsque l'on est confronté à une épidémie de choléra :

- Le choléra est causé par la bactérie *Vibrio cholera* qui pénètre dans l'organisme par la voie féco-orale via la consommation d'eau ou d'aliments contaminés par des installations d'eau et d'assainissement inappropriées et par de mauvaises pratiques d'hygiène comme l'absence de lavage des mains au savon après défécation ;
- La plupart des personnes infectées ne développent aucun symptôme. Elles sont appelées « porteurs sains » et peuvent facilement propager la bactérie si les ressources en eau ne sont pas protégées de tout contact avec les matières fécales, lorsque

les conditions d'hygiène sont mauvaises et que la défécation à l'air libre est courante ;

- Les patients atteints de choléra doivent être traités dans des unités spéciales appelées « centres de traitement du choléra » (CTC) afin d'éviter la propagation de la maladie dans la communauté ;
- Chaque cas de choléra doit faire l'objet d'une enquête afin d'identifier et de rompre la voie de transmission ;
- Les fèces et les vomissures des patients atteints de choléra sont très infectieuses et doivent être manipulées et éliminées de manière appropriée et sûre (par exemple en désinfectant avec une solution de chlore ou de la chaux) ;
- Bien que le choléra puisse se propager rapidement dans l'environnement, il existe plusieurs moyens connus et efficaces pour enrayer la transmission. Les pratiques qui isolent les matières fécales des aliments et de l'eau, comme un traitement et un stockage appropriés de l'eau ainsi que l'utilisation d'installations sanitaires améliorées sont essentielles pour contrôler une épidémie.

Interventions en EAH

La mise en place de services d'EAH est un élément clé de la prévention et de la réponse aux épidémies de choléra. Dans les zones endémiques où le risque est élevé, des mesures importantes doivent être prises pour garantir l'approvisionnement en eau potable et la désinfection, la surveillance de la qualité de l'eau, la promotion de l'hygiène, l'assainissement et l'évacuation des excréta en toute sécurité au niveau des ménages et des communautés, ainsi que dans les CTC et les centres de santé. En termes d'assainissement, on considère que les points suivants sont prioritaires :

Amélioration de l'accès et accroissement de l'utilisation de systèmes sûrs de gestion des excréta : Les matières fécales doivent être tenues à l'écart de l'eau et des aliments (confinement) et il faut éliminer les bactéries du choléra qui pourraient potentiellement contaminer les aliments et l'eau avant leur consommation (désinfection). Les personnes suspectées d'être atteintes de choléra et les cas avérés doivent disposer de toilettes séparées qui ne sont pas utilisées par d'autres personnes. Il faut assurer au personnel, aux patients et aux soignants (voir encadré page suivante) un nombre suffisant de toilettes fonctionnelles, accessibles, adaptées et sûres (ce qui comprend au minimum un nettoyage quotidien) pour ne pas contaminer les centres de santé ou les réserves d'eau.

Un environnement exempt d'excreta humains : Il faut s'assurer qu'il existe des toilettes avec des dispositifs de lavage des mains fonctionnels, que celles-ci soient toujours propres, que personne - y compris les enfants - ne pratique la défécation à l'air libre et que toutes les matières fécales soient rejetées dans des toilettes ou enterrées. Il est également nécessaire d'installer des toilettes sur les marchés, dans les lieux publics et dans les institutions, et que celles-ci soient toujours équipées d'un dispositif de lavage des mains fonctionnel et bien géré (U.7). Les installations publiques et communales doivent être culturellement appropriées et il est indispensable de mettre en place un système de nettoyage et de gestion pérenne.

Lavage des mains : Les dispositifs de lavage des mains (U.7) doivent être accessibles et utilisés ; il convient d'encourager le lavage des mains, en particulier aux moments critiques (après l'utilisation des toilettes, après avoir nettoyé les fesses d'un enfant, avant de cuisiner et de se nourrir, après avoir soigné un patient atteint du choléra). Les équipements de protection individuelle (par exemple des bottes, des masques, des gants, des combinaisons, etc.) doivent être prévus pour les personnes impliquées dans le fonctionnement et l'entretien de chaque maillon de la chaîne des services d'assainissement.

Hygiène alimentaire : les activités de promotion de l'hygiène doivent inclure l'hygiène alimentaire (préparation, réchauffage et conservation des aliments, nettoyage des ustensiles de cuisine).

Désinfection par solution de chlore : Les solutions de chlore (avec différents pourcentages de chlore résiduel libre) sont utilisées à plusieurs fins : (1) 0,05 % pour le lavage des mains au savon (ou bien un désinfectant pour les mains à base d'alcool), la désinfection de la peau, la lessive (des patients et du personnel), le nettoyage des toilettes, de la cuisine, de la morgue et des zones de stockage des déchets, (2) 0,2 % pour la désinfection des sols, des objets, des lits, des vêtements, des assiettes et des services utilisés par les patients et (3) 2 % à ajouter aux excréta/vomis pour la désinfection et pour le lavage des cadavres (ou bien un traitement à la chaux). On distingue trois grandes catégories d'interventions en matière d'EAH pour lutter contre le choléra, destinées aux ménages, aux institutions et aux centres de santé (voir page suivante).

Ménages

- Le risque de contamination est particulièrement élevé dans les foyers et les membres de la famille de patients atteints de choléra ont 100 fois plus de risques de contracter la maladie que les autres membres de la communauté.
- Les excréta (qui peuvent contenir le choléra) doivent être correctement gérés et séparés du milieu de vie humain et des ressources en eau.
- Un système de gestion des excréta doit être mis en place, même dans les premières phases d'une urgence.
- Il est nécessaire d'identifier des solutions d'assainissement qui ne contaminent pas les eaux souterraines.
- Promotion du lavage des mains au savon, en particulier avant de manger, de cuisiner, après avoir nettoyé les fesses d'un bébé, d'un enfant ou d'un adulte, après avoir utilisé les latrines et lorsque l'on s'occupe d'une personne malade.
- Promotion de l'hygiène alimentaire (préparation, réchauffage et conservation adéquats des aliments, nettoyage des ustensiles de cuisine).
- Promotion du traitement et du stockage de l'eau (les récipients d'eau doivent être couverts et régulièrement nettoyés, et l'eau doit être retirée à l'aide d'un robinet ou d'une tasse munie d'une poignée afin que les mains n'entrent pas en contact avec l'eau).
- Les latrines doivent être régulièrement nettoyées et entretenues, et l'intimité et la sécurité doivent être garanties pour encourager leur utilisation.
- Si quelqu'un meurt du choléra (ou d'une maladie suspectée d'être cholérique), le corps doit être touché le moins possible, puis on doit se laver les mains avec du savon. Il faut demander au personnel formé d'apporter leur appui pour l'enterrement. Des instructions spéciales pour les funérailles doivent être suivies tout en respectant les traditions locales.

Lieux publics

- Les lieux publics doivent être équipés d'installations sanitaires séparées pour les hommes et les femmes.
- Toutes les installations sanitaires doivent être équipées de dispositifs de lavage des mains et, si besoin est, de douches.
- Des stations de lavage des mains au savon (U.7) devraient être installées dans tous les lieux publics, en particulier près des toilettes et des établissements alimentaires.

- Des panneaux ou des affiches contribuent à encourager les gens à se laver les mains au savon après être allés aux toilettes et avant de cuisiner ou de manger.
- La sécurité alimentaire doit être abordée dans les institutions et les lieux publics (par exemple dans les écoles, les bâtiments publics et les marchés).

Centres de santé

- Dans les CTC, généralement établis lorsqu'une épidémie est suspectée ou confirmée, de nombreux patients sont trop faibles pour utiliser des toilettes. Des seaux (de 10 à 15 L) sont placés sous un trou spécialement aménagé dans les lits pour les malades du choléra. Les seaux peuvent être surélevés pour éviter les éclaboussures. Il faut verser environ 1 cm de solution de chlore à 2 % dans le seau avant de le placer sous le lit. Les seaux doivent être vidés dans les toilettes les plus proches utilisées par les patients atteints de choléra. Ils doivent ensuite être rincés avec une solution de chlore à 0,5 %, et l'eau de rinçage éliminée de manière sûre.
- Le nombre de latrines recommandé est de 1 pour 20 patients en observation, 1 pour 50 patients en hospitalisation, plus 1 à 2 pour le personnel.
- Les patients suspectés de choléra et les cas avérés doivent être isolés des autres patients.
- Des installations séparées doivent être aménagées pour les patients atteints de choléra afin de prévenir la propagation de l'infection.
- Tous les excréta liquides doivent être rejetés dans des toilettes ou enterrés.
- Il est préférable que les toilettes soient dotées de dalles en plastique faciles à nettoyer.
- Le confinement sûr des excréta et des boues de vidange doit être assuré sur place ; les toilettes ne doivent pas être raccordées à un réseau d'égouts pour éviter la propagation de la maladie.
- Les patients et les prestataires de soins de santé doivent disposer d'une quantité suffisante d'eau propre pour le nettoyage et la désinfection au sein de l'établissement.
- En cas d'épidémie de choléra, des équipements de protection individuelle appropriés doivent être fournis et utilisés.
- Les cadavres doivent être préparés et enterrés de manière à éviter la transmission de maladies.

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sont en page 207**

Considération sociales et de conception inclusive

X.10 Conception inclusive et équitable

L'accès à l'assainissement fait partie des droits de l'homme et s'applique à tous. Les services et les installations d'assainissement, et en particulier les installations décentralisées à la parcelle et les interfaces utilisateurs, sont bien trop souvent conçues de manière standard, sans tenir compte de la diversité des besoins des différents groupes d'utilisateurs. En particulier dans la phase de réaction rapide, où le temps et l'argent sont des facteurs limitants, on privilégie souvent des modèles simples, standards et faciles à mettre en œuvre. Pourtant, il existe un large éventail de capacités et de besoins au sein d'une communauté affectée. Si la diversité des usagers n'est pas prise en compte lors de l'évaluation et de la conception, certains d'entre eux seront alors exclus des installations et des services sanitaires par ailleurs bien intentionnés.

La conception inclusive, équitable ou universelle considère que la diversité des personnes fait partie intégrante de toute société et que les besoins et les droits des différents groupes et individus ont la même valeur et sont correctement équilibrés. La conception inclusive vise à identifier puis à supprimer les obstacles potentiels et à concevoir des installations et des cadres de vie qui peuvent être utilisés par tous, indépendamment de l'âge, du sexe, de la maladie ou du handicap. Elle permet d'améliorer le sentiment de dignité et d'autonomie, la santé et le bien-être, de faciliter la tâche des aidants et de combattre l'incompréhension et l'ignorance. La plupart du temps, les adaptations nécessaires pour améliorer les installations sanitaires sont mineures et si celles-ci sont prises en compte dès la conception, les coûts additionnels sont estimés entre 3 et 7 %.

Pour que les installations sanitaires soient inclusives, il faut prendre en compte tous les groupes d'utilisateurs potentiels. Il s'agit notamment des personnes souffrant de handicaps physiques, mentaux, intellectuels ou sensoriels de façon prolongée, des personnes à mobilité réduite, des personnes d'âges différents, des personnes malades ou blessées, des enfants, des femmes enceintes, ainsi que des femmes et des filles ayant des exigences spécifiques en matière de sécurité et d'hygiène menstruelle.

Certaines personnes peuvent appartenir à différents groupes d'utilisateurs en même temps (intersectionnalité) et certains des groupes d'utilisateurs potentiels peuvent être cachés ou peu visibles. Il est donc crucial d'identifier les groupes d'utilisateurs et leurs contraintes potentielles dès la phase d'évaluation initiale (X.1). Il est essentiel que les installations soient construites du point de vue des personnes concernées en les consultant et en les impliquant activement dans le processus de conception et de mise en œuvre du programme. Pour mener à bien des interventions, des adaptations et des améliorations dans la conception des sanitaires, il est conseillé conduire les étapes suivantes.

Suivre et évaluer

- Recueillir des données auprès de chaque groupe d'utilisateurs et veiller à ce qu'elles soient ventilées par sexe, âge et, le cas échéant, type de déficience.
- Organiser des groupes de discussion et d'autres consultations directes impliquant différents types d'utilisateurs dans des groupes d'hommes et de femmes, animés par une personne du même genre que les membres du groupe.
- Consulter les différents groupes d'utilisateurs sur leurs besoins, afin d'obtenir des informations sur l'emplacement, l'accessibilité, la conception et l'utilisation de tous les services et toutes les installations sanitaires.
- Impliquer les organisations de personnes handicapées et de personnes âgées dans les interventions et demander conseil aux organisations spécialisées sur la manière d'assurer l'accessibilité de tous.
- Veiller à ce que tous les groupes d'utilisateurs concernés soient représentés dans les comités communautaires d'EAH et les évaluations.
- Former le personnel, les travailleurs de proximité et les partenaires à la conception inclusive, à la sensibilisation aux handicaps, à l'âge et à la reconnaissance des besoins spécifiques des différents groupes d'utilisateurs.
- Suivre la mise en œuvre des interventions pour assurer l'inclusion de tous les groupes d'utilisateurs.

Prévoir un certain nombre de sanitaires et de douches accessibles

- Au minimum 15 % de toutes les toilettes publiques doivent être inclusives et les autres toilettes doivent être construites en minimisant les contraintes d'accessibilité.
- Intégrer des toilettes individuelles inclusives dans les blocs sanitaires.
- Veiller à ce que toutes les installations accessibles soient identifiées par des symboles de grande taille.

Accéder aux installations

- Réduire au minimum la distance entre les installations publiques ou partagées et les habitations ou les shelters, pour faciliter l'accès des personnes ayant des difficultés physiques, une mobilité réduite ou des problèmes de sécurité.
- Améliorer l'accès aux équipements publics par des voies d'accès plus larges, une pente adaptée ou des marches avec une main courante, des chemins guidés par des cordes ou des marqueurs de surface au sol, ainsi que des points de repère supplémentaires pour les personnes souffrant de déficience visuelle.
- Prévoir des rampes d'accès à faible pente (pas plus de 1 unité de hauteur par 12 unités de longueur) d'une largeur minimale d'environ 1,5 m et des mains courantes de chaque côté (de préférence) et des bordures latérales.
- Identifier les installations publiques ou partagées accessibles par des signes visuels de couleurs vives.
- Distribuer des équipements adaptés comme des bassins de lit, des pots, des seaux, des sacs ou des couches pour les personnes à mobilité réduite, les personnes souffrant d'incontinence ou les personnes alitées.
- Veiller à ce que toutes les zones dangereuses soient identifiées et clôturées.

Pénétrer et circuler dans les installations d'assainissement

- La surface de base recommandée de latrines temporaires ou mobiles pendant la phase initiale de l'intervention d'urgence est d'au moins 120 × 120 cm et idéalement de 180 × 180 cm.
- Pour les utilisateurs en fauteuil, l'entrée du bloc et l'espace intérieur doivent être suffisamment grands pour permettre de manœuvrer le fauteuil, ainsi que d'ouvrir et de fermer la porte. Le sol à l'extérieur et à l'intérieur doit être au même niveau ou quasiment.

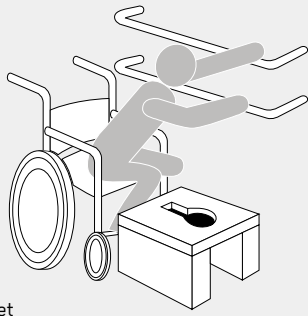
- La porte doit faire au moins 90 cm de largeur et s'ouvrir vers l'extérieur à l'aide d'une grande poignée béquille (pas de poignée ronde) et disposer d'une corde ou d'un rail pour tirer la porte et bien la fermer lorsque l'on est à l'intérieur.
- Les serrures doivent être faciles à manipuler pour les personnes ayant des difficultés de préhension. On peut par exemple utiliser un boulon coulissant ou tournant, en métal ou en bois.
- L'espace à l'intérieur des toilettes doit être spacieux pour manœuvrer un fauteuil roulant avec un rayon d'environ 1,5 m (selon les modèles de fauteuils, à vérifier dans le contexte de l'urgence). Il faut aussi prévoir un espace de 1 m pour le transfert du fauteuil vers le siège des toilettes et de la place pour qu'un aidant puisse se tenir debout.
- Les surfaces doivent être antidérapantes.

Utiliser les installations

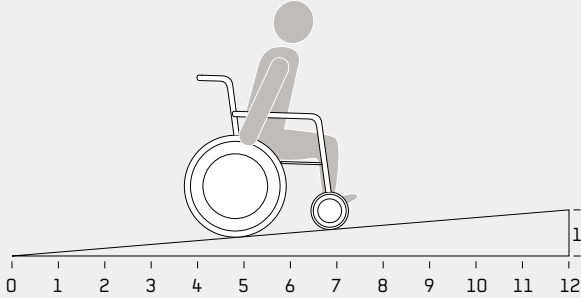
- Installer une barre d'appui ou une corde afin de faciliter les mouvements pour s'asseoir, s'accroupir et se lever. La barre ou la corde doit être installée à une hauteur d'environ 80 cm au-dessus du sol et être suffisamment solide pour supporter le poids du corps.
- Les dispositifs de lavage des mains doivent être accessibles (hauteur adaptée, robinets faciles à utiliser pour les personnes ayant des difficultés de préhension ou peu de force) et placés à proximité des toilettes.
- Installer des sièges fixes ou mobiles et des aides à l'assise (chaise percée, fauteuil/tabouret avec trou, siège nettoyable, fixe ou amovible et de différentes dimensions pour les enfants/adultes).
- Le siège des toilettes ou les toilettes elles-mêmes sont de formes variées en fonction des us et coutumes des usagers et il faut consulter la population concernée, y compris les personnes handicapées, dans le choix des modèles d'installations.

Communiquer

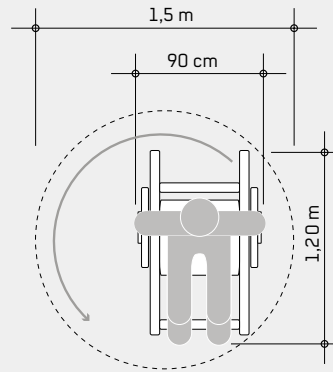
- Veiller à ce que tous les messages d'information et de promotion de l'hygiène en matière d'EAH soient diffusés en utilisant des moyens de communication variés (par exemple en utilisant des gros caractères, des haut-parleurs, un langage simple et des illustrations).



Barre d'appui et aide à l'assise



Rampe d'accès avec une pente maximum de 1:12



Espace de manœuvre

Figure 7 :
Exemples de conception
d'accessibilité (adapté
de Jones & Reed, 2005)

Concevoir en respectant les besoins des femmes

Plusieurs détails de conception ou des adaptations ultérieures peuvent faciliter la gestion de l'hygiène menstruelle et tendre à plus d'égalité entre les hommes et les femmes.

- Les installations publiques ou partagées sont accessibles, bien entretenues et sexo-spécifiques.
- L'intimité et la sécurité sont préservées par le biais de murs solides, de portes verrouillables, de couverture du toit dans les zones en terrasse, d'éclairage la nuit, de blocs protégés par un grillage, etc.
- Les produits d'hygiène menstruelle sont fournis sur le long terme, localement acceptables, et accompagnés d'instructions ou de conseils sur leur utilisation. Ils doivent être adaptés aux besoins, financièrement abordables et si possible produits localement. S'ils ne sont pas réutilisables, il faut prévoir des solutions d'élimination et en informer les utilisatrices.
- Des poubelles sont installées dans les toilettes pour pouvoir jeter discrètement les produits d'hygiène menstruelle.
- Il existe des dispositifs de lavage à l'eau et au savon à l'intérieur de la cabine des toilettes et il est possible de laver et de sécher discrètement les produits réutilisables y compris en faisant en sorte que l'eau mélangée au sang puisse s'évacuer discrètement.

Concevoir en respectant la culture locale

Lors de la conception et de l'installation des infrastructures d'assainissement, il convient d'accorder une attention particulière à la culture des utilisateurs et en particulier lorsque ceux-ci appartiennent à des groupes culturels, ethniques ou religieux différents. Les utilisateurs auxquels les toilettes sont destinées peuvent faire le choix de ne pas s'en servir s'ils les jugent inappropriées ou peu pratiques, ou si celles-ci ne correspondent pas à ce à quoi ils sont habitués. Il faut notamment tenir compte de l'interface utilisateur (pour la position assise ou accroupie), des habitudes de nettoyage anal (par exemple papier toilette, eau, bâtons ou cailloux), du genre et de l'intimité (par exemple des installations séparées pour les femmes et les hommes). Certains groupes culturels ne sont pas disposés à utiliser les mêmes toilettes que d'autres et il existe des tabous liés à l'utilisation des toilettes, à la manipulation des déchets et aux possibilités de valorisation. Les croyances et les normes culturelles peuvent également influencer sur le choix du site (les gens peuvent ne pas vouloir être vus lorsqu'ils vont aux toilettes) et l'orientation des installations. Par exemple une règle essentielle lors de l'utilisation des toilettes par des usagers musulmans est que ces derniers ne doivent être ni face ni dos au point de prière (qibla). Dans certains cas, ceci peut limiter l'éventail des technologies (par exemple la valorisation n'est pas une solution dans les sociétés où la manipulation et la réutilisation des excreta

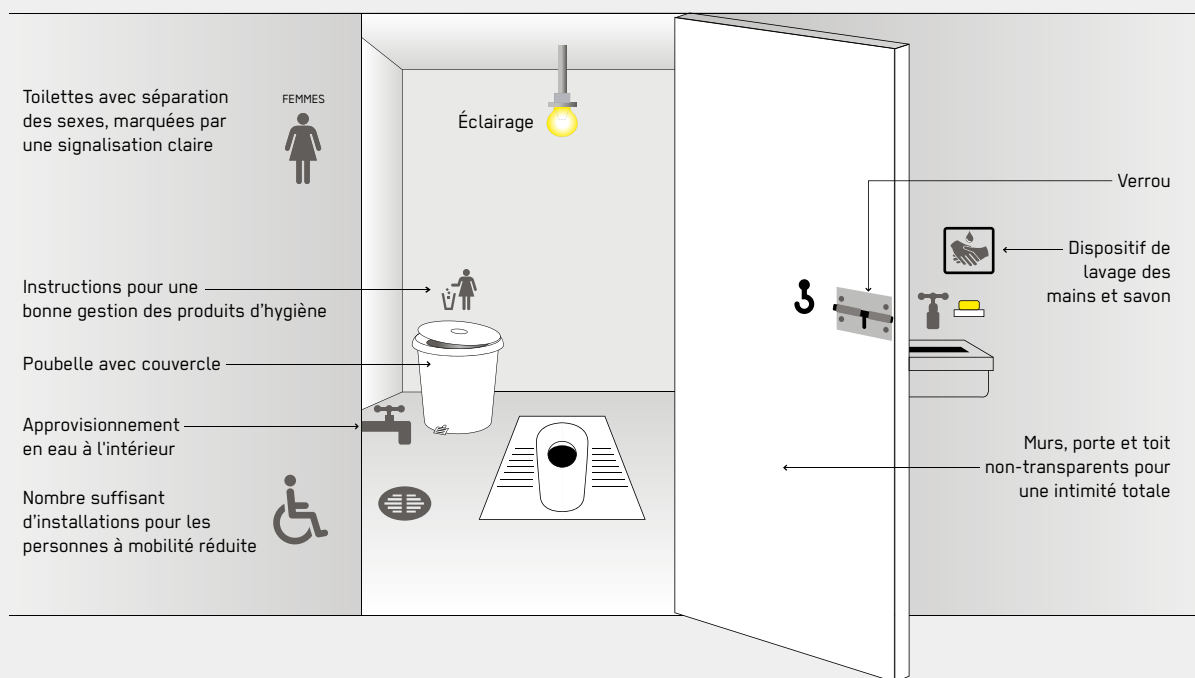


Figure 8 :
Toilettes bien adaptées aux
besoins des femmes (adapté
de l'université de Columbia
et de l'IRC, 2017)

est culturellement inacceptable et l'utilisation d'urinoirs n'est pas toujours acceptée chez les utilisateurs musulmans). Les questions culturelles peuvent être multiples et doivent être abordées au cours de la phase d'évaluation (X.1) afin de comprendre les besoins, les habitudes et les pratiques des populations et d'y répondre de manière appropriée.

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sont en page 207**

X.11 Gestion des excréta des enfants

Lors de la mise en place de technologies d'assainissement dans les situations d'urgence, une attention particulière doit être accordée à la gestion des fèces des enfants. Celles-ci sont, en règle générale, plus dangereuses que celles des adultes, car les enfants sont plus souvent victimes de maladies liées aux excréta, comme la diarrhée, et de parasites, comme les helminthes, qui sont transmis via le contact avec le sol. Leur système immunitaire met plusieurs années à se développer et ils n'ont pas toujours les anticorps nécessaires. En outre, les tout-petits et les jeunes enfants sont souvent incapables de contrôler totalement leur défécation et peuvent faire leurs besoins dans des endroits où d'autres enfants peuvent être contaminés (par exemple sur le sol où les enfants jouent et peuvent porter leurs doigts ou des objets contaminés

à la bouche). Les enfants sont donc plus sensibles à la transmission des maladies féco-orales qui peuvent contribuer à la malnutrition, au retard de croissance (rachitisme) et à une réduction des capacités cognitives. Malheureusement, les fèces des enfants sont souvent considérées comme moins nocives et sont donc souvent ni ramassées ni éliminées de façon sûre. En outre, il arrive fréquemment que les enfants n'utilisent pas les toilettes en raison de leur âge, de leur stade de développement physique ou des préoccupations de sécurité de leurs parents. Ils peuvent avoir peur d'utiliser les toilettes par crainte de tomber dedans ou parce qu'elles sont trop sombres ou malodorantes. Par conséquent, pour améliorer la gestion des fèces d'enfants, il est conseillé de faire attention aux points suivants :

Les infrastructures doivent tenir compte des besoins spécifiques des enfants. Il faut notamment que les toilettes publiques ou partagées soient proches des habitations, qu'elles soient correctement éclairées et équipées d'interfaces confortables pour les enfants comme des sièges de toilettes, des cuvettes ou des trous de défécation plus petits. La superstructure doit être suffisamment grande pour être occupée par un parent ou une personne s'occupant de l'enfant et l'enfant en même temps. Les toilettes pour enfants peuvent être encore améliorées avec des dessins colorés et des images transmettant des messages d'hygiène.

Produits non-alimentaires : Pour les tout-petits et les enfants en bas âge, il faut distribuer des produits adaptés à leur âge, permettant de récupérer les matières fécales, comme des couches, des langes et des pots. Si les couches sont jetables, il est impératif de mettre en place un système de collecte et de gestion adapté (y compris la promotion de l'hygiène) qui inclut le traitement et l'enfouissement. Les couches lavables peuvent être une alternative. Si des pots sont utilisés, les fèces de l'enfant peuvent être jetées dans les toilettes et le pot nettoyé avec du savon ou un désinfectant.

Promotion de l'hygiène : Les mesures de promotion de l'hygiène (X.12) pour les matières fécales des enfants sont notamment d'informer les parents et les autres personnes impliquées de l'existence de solutions sûres de gestion des couches et des fèces, des bonnes méthodes de lavage des langes et d'apprendre aux enfants à utiliser les toilettes. Il convient également de lutter activement contre la défécation à l'air libre des enfants et les autres voies de contamination domestique par les matières fécales des enfants. La promotion de l'hygiène consiste entre autres à communiquer sur l'importance de se laver les mains avec du savon après un contact avec les matières fécales des enfants et de laver celui-ci après défécation. Il peut également s'agir d'encourager le nettoyage des lieux déjà contaminés en utilisant des pelles ou d'autres outils pour éviter tout contact direct avec les excréta des enfants.

→ **Les références et bibliographiques et suggestions de lectures sont en page 208**

X.12 Promotion de l'hygiène et travail avec les communautés affectées

La promotion de l'hygiène est une approche planifiée et systématique dont l'objectif est de permettre aux populations de prendre des mesures pour prévenir ou réduire l'impact des maladies liées à l'eau, à l'assainissement et à l'hygiène. Il s'agit de faire en sorte que les services d'assainissement fonctionnent, voire fonctionnent plus efficacement. Elle doit être appuyée par tous les acteurs d'urgence comme le gouvernement, les agences locales ou internationales et les ONG. Aucune intervention d'assainissement ne peut être conduite sans y inclure des mesures de promotions de l'hygiène. L'approche doit prendre en compte les différences au sein d'une population et s'efforcer de répondre de diverses manières aux besoins différenciés des personnes en termes d'EAH. Ces besoins diffèrent entre les femmes et les hommes, les filles et les garçons d'âges différents, de milieux différents, avec des

normes culturelles et sociales, des croyances, des religions, des capacités, des identités de genre, des niveaux de confiance en soi et d'efficacité personnelle, etc.

Composantes clés de la promotion de l'hygiène dans les situations d'urgence

- Action communautaire et individuelle.
- Utilisation et entretien des installations.
- Accès et utilisation des produits d'hygiène.
- Coordination et collaboration avec les autres parties prenantes du secteur de l'EAH.
- Diagnostic, suivi et évaluation.
- Responsabilisation et participation des populations touchées.
- Identification des facteurs comportementaux et sélection ciblée des techniques de changement de comportement.

Dans une situation d'urgence, les structures et la cohésion de la communauté peuvent avoir été perturbées et les personnes sont souvent en situation de traumatisme et de deuil due à la perte d'un être cher. Les promoteurs d'hygiène qui travaillent avec les membres de la communauté doivent être sensibles à cette situation et il est parfois nécessaire, dans un premier temps, de se consacrer à l'écoute des personnes pour établir un lien de confiance. Néanmoins, on trouve toujours des membres de la communauté qui souhaitent s'impliquer immédiatement et peuvent appuyer le processus de rétablissement des pratiques d'hygiène. Les interventions dans le domaine de l'assainissement contribuent à restaurer la dignité des personnes par l'accès aux infrastructures et aux services d'assainissement, mais aussi en donnant aux communautés et aux groupes la possibilité de soutenir les activités, de s'y impliquer et de prendre des décisions. Le niveau de participation (information, consultation, collaboration ou délégation de pouvoir) varie en fonction de la phase de l'urgence, mais il y a toujours de la place pour un certain niveau de consultation.

Il existe plusieurs stratégies et de nombreux outils pour faire face aux risques de maladies liées à l'eau, à l'assainissement et à l'hygiène. Il peut s'agir notamment d'actions de plaidoyer, de mobilisation de la communauté, d'éducation et d'apprentissage interactifs, de communication pour le changement de comportement, de recherche participative, d'approches axées sur le marché et de conception centrée sur l'utilisateur (human centered design).

Principes de promotion de l'hygiène liées à l'assainissement

Pour promouvoir l'EAH ou accroître la demande de services lorsque ceux-ci n'existent pas, la pierre angulaire d'une stratégie d'assainissement consiste à comprendre le point de vue de la communauté affectée et d'impliquer ses membres dans les décisions.

1. Écouter et demander : Il est indispensable de s'informer sur les pratiques et les normes existantes en matière d'assainissement. Par exemple : de quoi les personnes ont-elles besoin et que veulent-elles pour faire en sorte que les installations sanitaires soient efficaces et améliorent la santé ? Quels sont les risques prioritaires en matière d'assainissement ? Qui sont les personnes les plus vulnérables et de quel soutien ont-elles besoin pour accéder aux services et aux installations sanitaires ? Qui peut aider les populations touchées (qui ont également des compétences et des capacités) : les agences locales ou les services gouvernementaux ? Il est important de ne pas traiter tout le monde de façon indifférenciée, mais d'identifier divers groupes avec lesquels travailler, par exemple les jeunes, les mères et les pères de jeunes enfants, les chefs religieux, les enfants des écoles primaires, les employés des cantines, les coiffeurs, etc. Voir également les chapitres transversaux sur la conception inclusive et équitable (X.10) et l'évaluation de la situation initiale (X.1).

2. Impliquer et faciliter l'action : Il est possible de mener des discussions interactives pour aider les différents groupes d'utilisateurs à identifier ce qu'ils peuvent faire immédiatement pour améliorer les conditions d'assainissement et d'hygiène. Il est important de découvrir ce qui les empêche potentiellement d'agir (les freins et les obstacles) et de savoir de quelle aide ils ont besoin le cas échéant. En réalisant des enquêtes et en différenciant les personnes qui passent à l'action de celles dont le comportement ne change pas, on peut identifier les déterminants ou les facteurs qui motivent les utilisateurs des infrastructures (ou les personnes qui ont changé de comportement) et les déterminants de ceux qui ne les utilisent pas. Il est également utile d'appuyer les organisations communautaires et de veiller à ce qu'il y ait une émulation entre les personnes. On peut répondre aux risques immédiats de plusieurs façons en fonction du contexte, par la mise en œuvre de solutions sanitaires provisoires, la distribution d'outils pour creuser des fosses, de savon ou d'autres produits pour se laver les mains, de pots et de couches pour les enfants, etc. Il faut organiser l'entretien des installations dès le départ et définir l'implication attendue de la communauté, par exemple en formant des comités de gestion ou d'usagers.

3. Se concentrer sur les vulnérabilités : Il est essentiel d'identifier les personnes ayant des besoins spécifiques (par exemple les femmes et les filles, les personnes âgées et les personnes handicapées) et de découvrir ce qu'elles ressentent et ce qu'il leur faut pour gérer leurs besoins en matière d'assainissement et d'hygiène (par exemple la gestion de l'hygiène menstruelle). En veillant à ce que des femmes fassent partie d'une équipe, on leur permet de parler plus facilement avec d'autres femmes. Il est également essentiel de découvrir comment les fèces des bébés et des jeunes enfants sont gérées et de demander aux mères et aux personnes impliquées dans les soins des enfants ce dont elles ont besoin. Il est conseillé de travailler avec les organisations locales qui représentent les groupes vulnérables, comme les organisations de personnes handicapées. On pourra aussi se référer aux chapitres transversaux sur la conception inclusive et équitable (X.10), la gestion des excréta des enfants (X.11) et l'évaluation de la situation initiale (X.1).

4. Planifier ensemble : Fixer des objectifs et des indicateurs concrets et élaborer une stratégie d'EAH avec d'autres acteurs impliqués dans le secteur fait aussi partie des processus clés de la promotion de l'hygiène. Pour ce faire, il convient d'identifier les actions « réalisables » et de déterminer comment en suivre les performances. La communauté affectée doit contribuer à cette stratégie. La réalisation des objectifs sera facilitée par le recrutement, la formation et l'appui des membres anciens et nouveaux de l'équipe.

5. Collaborer et coordonner la mise en œuvre : Toute une série de méthodes et d'outils peuvent être utilisés pour travailler avec différents groupes afin de motiver les actions visant à améliorer, à utiliser et à entretenir efficacement les installations et les services sanitaires. Il est également important de travailler en étroite collaboration avec les autres acteurs impliqués dans les interventions d'urgence, notamment le gouvernement, les autorités locales et d'autres secteurs. La coordination implique de partager les projets et les idées, ce qui permet d'éviter les doublons et d'améliorer l'efficacité de l'utilisation des ressources. Il est possible de mener des activités de façon conjointe comme des évaluations et de faire en sorte que les agents de terrain interviennent sur des questions de santé urgentes, tout en assurant la promotion de l'hygiène.

6. Suivre et évaluer : L'efficacité des actions de promotion de l'hygiène et de changement des comportements peut être vérifiée par l'observation (les individus utilisent-ils les installations ?) et par des enquêtes (les individus ont-ils modifié leur comportement ?). La recherche constante de retours d'information de la part de la population est utile pour adapter les programmes et améliorer leur efficacité.

Il faut aussi être attentif aux rumeurs qui pourraient être préjudiciables et y répondre le plus rapidement possible, par exemple en les intégrant dans les discussions avec les groupes communautaires ou en diffusant des informations sur les réseaux sociaux.

Méthodes de promotion de l'hygiène

Méthodes interactives : Les méthodes qui encouragent les échanges et les discussions de groupe - comme la « cartographie communautaire » et le « classement en trois piles » - et les méthodes qui utilisent des images et des représentations visuelles requièrent une participation active des membres de la communauté. En règle générale, elles sont plus efficaces que la simple diffusion de messages, car cette dernière suppose, à tort, que les individus intérioriseront passivement les informations et agiront en conséquence.

Accès aux produits d'hygiène et d'assainissement : Il est important de prendre en compte les différents besoins des hommes, des femmes, des garçons et des filles. Par exemple, les femmes et les adolescentes auront souvent besoin d'aide pour gérer leurs menstruations, c'est pourquoi tout programme d'assainissement doit prévoir de les consulter pour discuter de ce sujet.

Réflexions sur les comportements en matière d'EAH

Ces dernières années, de nombreux travaux ont été entrepris pour essayer de comprendre comment les comportements liés à l'eau, à l'assainissement et à l'hygiène sont influencés. Il apparaît clairement que le fait d'avoir des connaissances sur les microbes et la transmission des maladies n'est pas un facteur suffisant pour que les individus modifient leurs comportements. Les conseils ci-dessous peuvent contribuer à améliorer l'efficacité des programmes.

1. Rendre les comportements pratiques, faciles et attrayants : Les équipements et les produits doivent être facilement accessibles et disponibles là où l'on espère obtenir le comportement souhaité (par exemple il faut qu'il y ait de l'eau et du savon au niveau du dispositif de lavage des mains). Le fait de souligner la simplicité et la facilité d'adoption du comportement souhaité (de petites actions immédiates réalisables) est souvent plus efficace pour promouvoir le changement de comportement que de se focaliser sur le comportement « idéal ». Il faut aussi prévoir de donner des récompenses et des mesures incitatives sous forme de compétitions ou de petits concours. Il est utile de chercher à attirer l'attention des usagers potentiels, par exemple en peignant les portes des latrines

en couleur ou en installant des miroirs au-dessus des dispositifs de lavage des mains.

2. Réfléchir au moment où les gens sont les plus réceptifs : Les bouleversements liés au contexte (comme ceux qui se produisent dans la plupart des situations d'urgence) ou les changements importants dans la vie, comme un accouchement, peuvent être l'occasion de modifier certaines habitudes, car il s'agit d'un moment où les individus deviennent plus attentifs à ce qu'ils font. Le fait de lier le comportement souhaité à une habitude existante accroît les chances de réussite. On peut par exemple encourager les personnes à se laver les mains à chaque fois qu'elles prennent soin d'un nourrisson, notamment en le nourrissant ou en changeant sa couche.

3. S'inspirer des normes et des motivations sociales : Les approches psychosociales du changement de comportement ont montré l'importance des déterminants ou des facteurs moteurs sur lesquels les méthodes visant à modifier les comportements doivent s'appuyer. Pour modifier la perception des risques sanitaires, il faut en discuter sur la base d'informations personnelles. Pour changer les opinions, il convient de discuter des croyances sur les coûts et les bénéfices d'un comportement. Faire appel aux sentiments de dégoût, aux comportements maternels et au sentiment d'appartenance à un groupe peut modifier les composantes émotionnelles des attitudes et motiver l'action. Pour faire évoluer la perception de ce qui est « normal », on pourra faire passer l'idée que la plupart des gens adoptent tel type de comportement. Une autre approche consiste à discuter de ce que les gens imaginent que les autres penseront d'eux s'ils ont tel ou tel comportement et essayer de changer cette perception si nécessaire. Les gens peuvent être encouragés à s'engager publiquement à utiliser des toilettes, à se laver les mains ou à aider les autres à construire des latrines, c'est-à-dire à utiliser la dynamique de groupe ou communautaire et pas seulement individuelle. Pour modifier la perception de la difficulté à adopter un comportement, on peut en faire la démonstration et encourager sa pratique. Pour favoriser la mise en œuvre d'un comportement (autorégulation), il est essentiel d'anticiper ce que seront les actions et les freins. Il est également utile d'avoir recours à des aide-mémoires pour faciliter la mémorisation du comportement dans des situations clés (par exemple se laver les mains avant de toucher de la nourriture). Les approches communautaires (comme l'assainissement total piloté par la communauté et les clubs de santé communautaires) pour la promotion de l'assainissement et de l'hygiène se sont avérées efficaces et d'autres stratégies comme la conception centrée sur l'utilisateur (human centered design) et l'évaluation approfondie de la motivation méritent d'être étudiées.

4. Encourager les habitudes : On peut aussi utiliser des techniques de promotion de comportements routiniers en utilisant des indices comme des pas qui mènent aux toilettes, puis au dispositif de lavage des mains. Il peut également être utile de faire des expériences comportementales, par exemple en demandant aux gens d'utiliser du savon ou un dispositif de lavage des mains pendant deux semaines et en les interrogeant sur leurs expériences. Certains jeux peuvent aider les enfants à intérioriser le lien entre le lavage des mains et les microbes.

Pièges fréquents

Plusieurs rapports, études et recommandations relèvent un certain nombre de pièges à éviter en matière de promotion de l'hygiène :

- Mettre trop d'accent sur des messages à sens unique sans offrir d'opportunité d'écoute, de discussion ou de dialogue pour que les gens puissent clarifier les problèmes et comprendre comment adapter les changements à leur situation spécifique ;
- Trop se concentrer sur la conception de matériel promotionnel comme les affiches et les brochures avant de bien comprendre le problème ;
- Trop insister sur l'hygiène personnelle et pas assez sur l'utilisation, le fonctionnement et l'entretien des installations ;
- Donner trop peu d'attention aux actions concrètes que les gens peuvent adopter et à la manière de les expliquer ;
- Cibler trop de comportements et trop de publics à la fois ;
- Avoir la conviction que les gens seront toujours motivés par la promesse d'une meilleure santé à l'avenir et l'incapacité à explorer d'autres motivations telles que le sentiment maternel, la motivation à prendre soin des autres et le dégoût.

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sont en page 208**

X.13 Programmation axée sur le marché

La programmation axée sur le marché désigne un ensemble de méthodes d'intervention reposant sur la compréhension et le soutien du marché local de l'assainissement. Elle se distingue de l'approche qui consiste à distribuer des biens ou des services comme des dalles, du savon et des seaux ainsi qu'à construire des infrastructures d'assainissement directement par les organisations d'aide. La frontière entre les deux approches est parfois mince. Le choix des modalités de mise en œuvre dépend du contexte humanitaire, de la phase de l'urgence, des risques potentiels pour la santé publique, des besoins et des faiblesses en matière d'EAH, du niveau de mise en œuvre et du groupe cible (individus, ménages, communautés et institutions), des connaissances, des opinions et des pratiques de la population affectée ainsi que des résultats escomptés du programme. Tout programme d'assainissement doit reposer sur une étude du marché à un niveau pertinent, une évaluation des besoins et des scénarios d'intervention. Ceci permet de s'assurer que l'approche choisie est bien adaptée aux réalités du terrain et non pas prédéterminée par des méthodes et des hypothèses standards.

Études de marché

Les études de marché comprennent l'analyse des marchés locaux (par exemple capacité et élasticité de l'offre, accès, qualité des biens et des services disponibles), de l'environnement favorable (par exemple accès aux marchés et aux services financiers, infrastructures, politiques, cadres réglementaires, stabilité monétaire) et des caractéristiques des ménages (par exemple éducation financière, volonté de payer, dynamique du pouvoir d'achat des ménages, niveaux d'endettement, priorités de dépenses). Les études de marché peuvent être des analyses approfondies, comme celles qui sont détaillées dans la boîte à outils EMMA (Emergency Market Mapping Analysis) ou se limiter à quelques questions complémentaires aux études existantes, en fonction du contexte, du temps et des ressources disponibles. Certains outils existent comme l'analyse des marchés avant la crise (Pre-Crisis Market Analysis, PCMA) et peuvent être utilisés d'une part pour mieux connaître les marchés critiques et leur fonctionnement en temps normal, et d'autre part pour identifier leur capacité à s'adapter à de futurs chocs, en particulier lors de crises cycliques ou prolongées. Cette connaissance peut être utilisée pour affiner les réponses futures ou concevoir des programmes de préparation permettant de renforcer les marchés et de développer leur résilience en prévision d'une crise et pour accélérer la réponse aux situations d'urgence. La mise en

œuvre d'approches fondées sur le marché n'est pas une nouveauté dans le secteur de l'EAH. Les programmes intègrent depuis longtemps l'approche dite « argent contre travail » pour la reconstruction des latrines, la distribution de coupons pour la vidange des boues ou l'achat de kits d'hygiène, l'organisation de foires commerciales pour présenter différents modèles de latrines et de fosses, la mise en œuvre de formations pour les artisans et les commerçants, l'appui technique aux opérateurs de vidange et le soutien aux systèmes financiers (par exemple des prêts de microfinancement pour la construction de latrines). Nombre de ces approches ont bien fonctionné et ont pu être généralisées, y compris dans des contextes où des normes techniques et de qualité sont requises.

1. Demande (accès au marché)

La demande peut être renforcée de plusieurs façons : (a) en s'appuyant sur le marché par le biais de programmes de transferts monétaires, (b) en soutenant les marchés pour créer un accès au marché et (c) en favorisant le changement du système de marché par le marketing social de l'assainissement, qui inclut également des actions de communication en vue d'obtenir des évolutions de comportement.

S'appuyer sur le marché par le biais de transferts monétaires : Pour générer la demande de produits et de services d'assainissement, on peut recourir à des subventions ou à des dons monétaires dont l'utilisation est influencée ou contrôlée par le montage financier. Il existe de nombreuses formes de subventions ou de dons - pour les individus, les ménages ou les communautés - versées régulièrement ou par tranches, ou encore en une seule fois. Elles peuvent être conditionnelles, si les bénéficiaires doivent remplir des conditions d'obtention (argent contre travail) ou d'utilisation des fonds (pour construire des latrines), ou inconditionnelles, si la subvention ou le don est accordée pour permettre aux bénéficiaires de subvenir à leurs besoins de base. Ce dernier exemple est communément appelé « transfert monétaire à usages multiples » et il est généralement basé sur un panier de dépenses minimum, qui définit les besoins d'un ménage - sur une base régulière ou saisonnière - et leur coût moyen dans le temps. Les subventions ou les dons accordés sous forme de coupons peuvent être limités à des produits ou des services spécifiques (par exemple des articles d'hygiène) et avoir une valeur non-déterminée (avec un montant plafond en espèces ou en produits) échangeable auprès de fournisseurs sélectionnés. Le transfert monétaire a pour objet unique de réduire les barrières financières rencontrées par les bénéficiaires, sans aborder les autres obstacles.

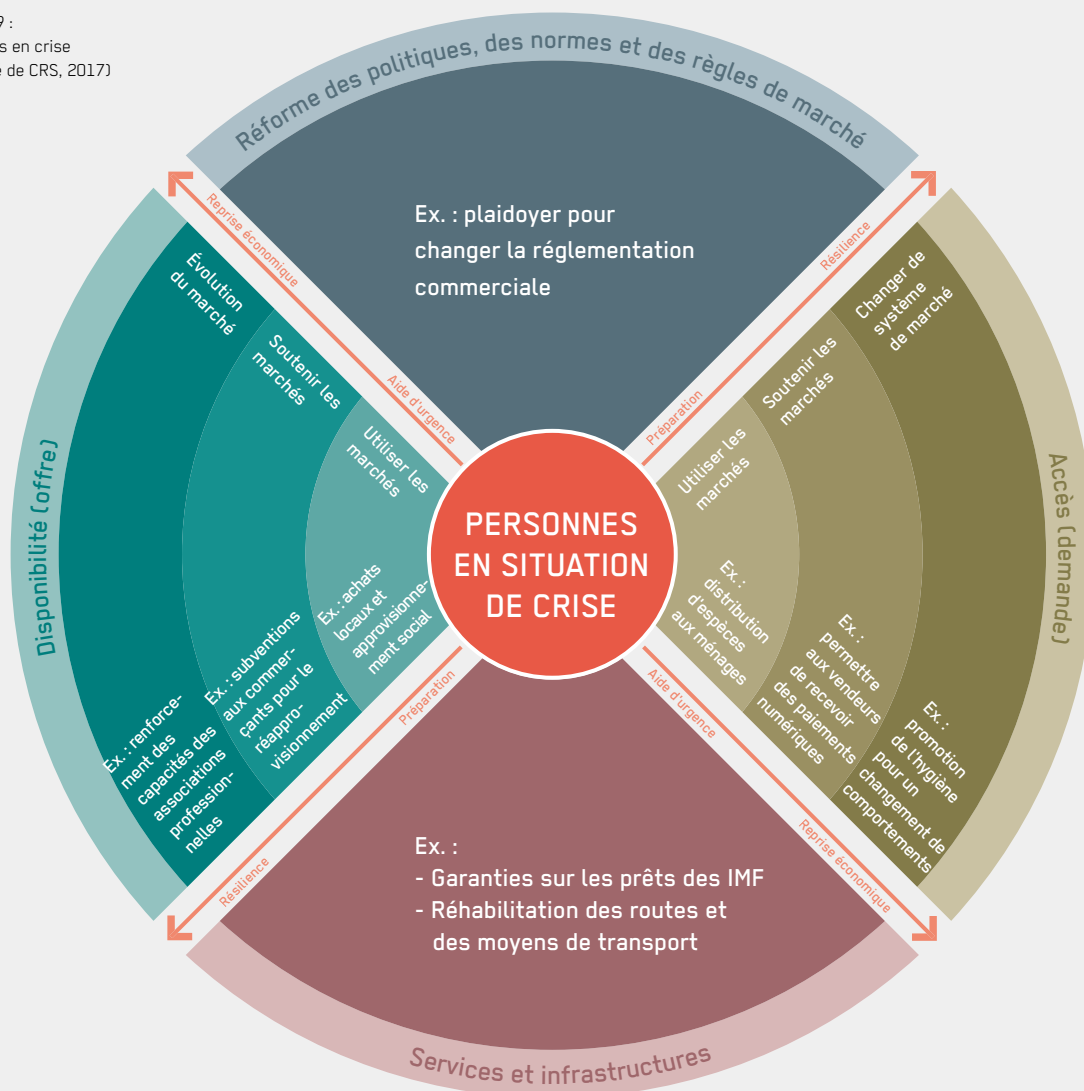
Soutenir les marchés pour créer un accès au marché :

Les acteurs du marché ou d'autres entités faisant partie du système de marché peuvent avoir besoin d'un soutien temporaire pour faciliter l'accès des clients potentiels aux biens, aux services ou aux revenus nécessaires leur permettant de subvenir à leurs besoins en cas de crise. Par exemple l'organisation d'une foire commerciale pour les produits d'assainissement peut encourager l'innovation et susciter la création d'une demande de biens et de services. Les vendeurs ou les prestataires de services peuvent avoir besoin d'être (pré-)qualifiés pour répondre aux critères de sélection (par exemple en leur permettant de recevoir des paiements numériques) ou se conformer aux normes requises par le programme de transfert monétaire (par exemple la qualité et le format de leur comptabilité).

Le changement du système de marché grâce au marketing de l'assainissement, inclut notamment la communication en vue de l'évolution des comportements.

C'est un domaine émergent de l'assistance humanitaire en matière d'EAH. Le marketing de l'assainissement a pour objectif de développer des produits et des services qui répondent aux besoins des individus et emploient des outils de commercialisation et des campagnes de promotion pour encourager l'utilisation des latrines. La modification ou l'adoption de comportements dépend de la mise en œuvre de ce que l'on appelle le « marketing mix », qui comprend le produit, la politique de distribution, le prix et la promotion (4 P en anglais). Bien que l'influence finale sur chacun des 4 P puisse être limitée, une intervention de marketing de l'assainissement tente d'orienter la population cible vers certains objectifs. Les stratégies de marketing de l'assainissement comprennent également la communication en vue de l'évolution des comportements, qui motive les individus ou les ménages à adopter un comportement particulier (par exemple l'utilisation de latrines) ou un comportement complémentaire (par exemple le lavage des mains au savon). Ces approches ont été développées pour travailler avec des groupes qui ne sont pas habitués à utiliser des toilettes : l'approche participative de transformation de l'hygiène et de l'assainissement (PHAST) ou l'assainissement total piloté par la communauté (ATPC ou CLTS en anglais), toutes deux axées sur le changement des pratiques communautaires et en particulier sur la défécation en plein air.

Figure 9 :
Marchés en crise
(adapté de CRS, 2017)



2. Offre (disponibilité sur le marché)

Recourir, soutenir et développer les marchés sont des actions qui peuvent augmenter la capacité d'un système de marché à proposer des biens et des services essentiels. Cette approche consiste à intégrer le marché local dans la stratégie de réponse humanitaire immédiate, qui repose généralement sur la distribution de produits et la construction directe des infrastructures d'assainissement. Il est donc important de bien connaître le marché pour pouvoir y acheter des biens et des services au niveau local ou régional. Un soutien direct temporaire des fournisseurs ou des commerçants est parfois nécessaire pour garantir un approvisionnement suffisant. Les interventions de soutien aux marchés ciblent les acteurs du marché et ont pour but de rétablir les systèmes de marché après un choc. Cela peut se faire en accordant des aides financières aux commerçants pour reconstituer leurs stocks, en améliorant l'accès aux informations techniques, aux coûts et aux coordonnées des équipementiers ou des prestataires de services liés à l'assainissement, en accordant des coupons ou des aides financières pour le carburant, des pièces de rechange

aux entreprises de transport (par exemple pour les opérateurs de camions de vidange), en aidant les commerçants du marché à augmenter la capacité d'entreposage (par exemple pour les articles d'hygiène) ou les services de gestion des eaux à accroître la capacité existante de traitement des eaux usées (par exemple dans les communautés d'accueil après un afflux de réfugiés). Les interventions de développement des marchés ciblent les acteurs du marché dans le but de parvenir à une reprise économique à long terme. Cela peut se faire par le développement de modèles commerciaux (par exemple en soutenant une organisation communautaire pour établir la fabrication et la commercialisation locales de savon ou de serviettes hygiéniques), le développement de la chaîne de valeur (par exemple en regardant s'il existe un marché pour la vente de compost), le développement de la chaîne d'approvisionnement (par exemple en créant un accès à des produits sanitaires emballés et en facilitant leur transport), la conception de produits (par exemple en concevant des modèles de latrines abordables pour différents groupes socioéconomiques) et en facilitant l'accès aux services financiers (par exemple en proposant des microcrédits pour la construction de latrines).

3. Réforme du cadre réglementaire du marché

Afin d'aider les marchés à se redresser, les interventions humanitaires peuvent également inclure une série d'activités visant à en réformer les cadres réglementaires (règles, normes, standards nationaux). Cela peut se faire par le biais d'un plaidoyer en faveur d'une amélioration des réglementations (par exemple l'approbation d'une infrastructure permanente pour le traitement des eaux usées dans un camp de réfugiés), d'un engagement direct dans les processus d'élaboration des politiques ou par le renforcement des capacités des acteurs concernés (par exemple les gouvernements, les régulateurs, les services publics, etc.)

4. Renforcement des services et des infrastructures du marché

Pour permettre le fonctionnement des systèmes de marché critiques, il peut être nécessaire de soutenir, de restaurer ou de développer les services et les infrastructures du marché au sens large. Cela peut inclure des garanties de prêts pour les institutions de microfinance (IMF), la possibilité d'utiliser des technologies de transfert d'argent digitales (par exemple via un téléphone ou un terminal de paiement) ainsi que l'appui à la circulation d'informations, la réhabilitation des routes, des transports et des réseaux de télécommunication.

Opportunités offertes par la programmation axée sur le marché

Cette approche est de mieux en mieux reconnue et l'on estime qu'elle occupera une place essentielle dans les futurs programmes humanitaires. Travailler avec les marchés existants comporte des avantages comme une plus grande efficacité, un moindre coût (efficacité) et la possibilité de programmer sur une plus large échelle. En outre, elle améliore la dignité et le choix pour les bénéficiaires (par exemple les aides financières pour la construction de latrines permettent aux bénéficiaires de choisir le modèle et le style qu'ils préfèrent). Cette approche est également susceptible de favoriser une reprise économique plus rapide et un renforcement de la résilience grâce à des effets multiplicateurs économiques, une meilleure transition vers les programmes de développement ainsi que des niveaux plus élevés d'acceptation et de durabilité. Par exemple la construction de latrines augmente le sentiment d'appartenance et donc la probabilité que l'exploitation et l'entretien soient correctement effectués par les bénéficiaires.

Risques et difficultés

Les infrastructures d'assainissement sont techniquement complexes, soumises aux réglementations en vigueur, coûteuses (dépenses d'investissement élevées) et dangereuses si elles sont mal réalisées. La programmation axée sur le marché déplace en partie la gestion des risques de qualité et de sécurité des acteurs humanitaires vers les acteurs du marché local et vers les bénéficiaires. Par exemple il y a moins de contrôle de qualité des latrines construites dans le cadre d'un programme de transfert monétaire, car les bénéficiaires ont tendance à employer une main-d'œuvre moins qualifiée et plus de matériaux de récupération. Le fait de laisser le choix aux bénéficiaires ne signifie pas que les acteurs humanitaires n'ont plus de responsabilités. Ils doivent continuer à veiller à ce que les installations et les services sanitaires soient gérés en toute sécurité, qu'ils soient accessibles à tous et qu'ils répondent aux normes humanitaires minimales. La conception de programmes axés sur le marché doit donc inclure des stratégies d'atténuation des risques (par exemple le recours à la conditionnalité ou des conditions restrictives pour les transferts monétaires) ainsi que des activités de soutien comme l'appui technique, le renforcement des capacités et le suivi régulier. Lorsque les programmes d'assainissement identifient des facteurs de risque en termes de connaissances, d'opinions et de pratiques, il est nécessaire d'y faire face par des activités complémentaires ad hoc, comme l'engagement communautaire et le marketing de l'assainissement, qui cherchent à comprendre les questions socio-culturelles, à renforcer la responsabilité et à promouvoir des comportements sains.

→ **Les références bibliographiques et suggestions de lectures sont en page 208**

ANNEXES

Glossaire

A

Aérobic : Décrit les processus biologiques qui se produisent en présence d'oxygène.

Agent pathogène : Agent ou micro-organisme qui provoque une maladie.

Amendement de sol : Produit qui renforce les propriétés de rétention de l'eau et la teneur en nutriments du sol.

Anaérobie : Décrit les processus biologiques qui se produisent en l'absence d'oxygène.

Anoxique : Milieu pauvre en oxygène, qui présente des conditions partiellement aérobies et anaérobies, qui varient dans le temps et dans l'espace.

Application d'humus de fosse et de compost : Voir D.3.

Application d'urine stockée : Voir D.1.

Application de fèces déshydratées : Voir D.2.

Aquaculture : Culture ou élevage contrôlé de plantes et d'animaux aquatiques. Voir D.13.

Aquifère : Couche souterraine de roches ou de sédiments (généralement du gravier ou du sable) perméables qui stocke les eaux souterraines ou leur permet de s'écouler. Voir X.3.

Arborloo : Voir D.5.

Assainissement : Ensemble d'interventions dont l'objectif est d'assurer la collecte et la gestion des excreta ainsi que des eaux usées en toute sécurité, et ce, afin de protéger la santé publique, les milieux aquatiques et plus généralement l'environnement.

Assainissement amélioré : Ensemble de dispositifs d'assainissement hygiéniques qui empêchent tout contact entre les personnes et les excreta humains.

Assainissement décentralisé/semi-centralisé/à petite échelle : Système d'assainissement caractérisé par le traitement des excreta, des eaux usées ou des boues de vidange près de leur source, au niveau d'un bâtiment, d'une rue ou d'un quartier, et qui permet une approche modulaire plus flexible que les stations d'épuration centralisées.

Assainissement écologique (Ecosan) : Approche de l'assainissement qui vise à recycler en toute sécurité les nutriments, l'eau et/ou l'énergie contenus dans les excreta et les eaux usées, de manière à ce que l'utilisation des ressources non-renouvelables soit minimisée.

Assainissement environnemental : Ensemble d'interventions visant à améliorer la situation sanitaire (en brisant le cycle de transmission de maladies) et la salubrité de l'environnement dans lequel les personnes vivent. Les interventions comprennent aussi la gestion hygiénique des excreta des humains et des animaux, des déchets, des eaux usées et des eaux pluviales, la lutte contre les vecteurs de maladies et le développement d'installations pour l'hygiène personnelle et domestique. Les interventions visent à la fois à construire des infrastructures et à modifier les comportements.

Assainissement hors site : Système d'assainissement dans lequel les excreta et les eaux usées sont collectés et transportés hors du lieu où ils sont générés en utilisant un réseau d'égoûts (voir C.3 et C.4) pour leur transport.

Assainissement sur site/sur place/à la parcelle/individuel : Système d'assainissement dans lequel les excreta et les eaux usées sont collectés et stockés ou traités là où ils sont générés.

B

Bac à graisse : Voir PRÉ.

Bactéries : Organismes simples, unicellulaires, qui sont répandus sur toute la Terre. Ils jouent un rôle essentiel dans le maintien de la vie et l'accomplissement de « services » essentiels, comme le compostage, la dégradation aérobie des déchets et la digestion des aliments dans nos intestins. Certains types de bactéries sont toutefois pathogènes et entraînent des maladies modérées à graves. Les bactéries consomment les nutriments provenant de leur environnement en excréant des enzymes qui dissolvent les molécules complexes en molécules simplifiées, qui peuvent alors traverser les membranes cellulaires.

Bassin aérobie : Bassin dans lequel se produit la troisième étape de traitement (maturation en présence d'oxygène) dans un système de bassins de lagunage. Voir T.5 (syn. : bassin de maturation, de polissage ou de finition).

Bassin de maturation, de polissage ou de finition : Voir T.5 (syn. : bassin aérobie).

Bassin anaérobie : Bassin dans lequel se produit la première étape de traitement, en l'absence d'oxygène, dans un système de bassins de lagunage. Voir T.5.

Bassin de décantation : Voir T.1 (syn. : clarificateur, décanteur).

Bassin d'épaississement : Voir T.8.

Bassin facultatif : Bassin dans lequel se produit la deuxième étape de traitement dans un système de bassins de lagunage, et caractérisé par des conditions anoxiques (le terme « facultatif » se référant à la présence d'oxygène). Voir T.5.

Bassin piscicole : Voir D.13.

Bassin de lagunage : Voir T.5.

Bassin de sédimentation et d'épaississement : Voir T.8.

Biodégradation : Transformation biologique des matières organiques en composés et en éléments plus basiques (par exemple dioxyde de carbone, eau) par des bactéries, des champignons et d'autres micro-organismes.

Biodigesteur : Voir S.16 et T.4 (syn. : réacteur à biogaz).

Biogaz : Voir produits d'assainissement, page 10.

Biomasse : Voir produits d'assainissement, page 10.

Bioréacteur à membrane immergée (IMBR) : Modèle de réacteur à boues activées. Voir T.13.

Boues activées : Voir T.13.

Boues de vidange : Voir produits d'assainissement, page 10 (syn. : boues).

C

Centre de traitement du choléra (CTC) : Unité médicale réservée au traitement du choléra. Voir X.9.

Chambre de déshydratation : Voir S.9 (Syn. : toilettes à séparation d'urine avec chambre double).

Chaux : Nom commun de l'oxyde de calcium (chaux vive, CaO) ou de l'hydroxyde de calcium (chaux éteinte ou hydratée, Ca(OH)₂). Il s'agit d'une poudre blanche, caustique et alcaline produite en chauffant du calcaire. La chaux éteinte est moins caustique que la chaux vive et est largement utilisée dans le traitement des eaux et des eaux usées ainsi que dans la construction (pour les mortiers et les plâtres). Elle peut également être utilisée pour le traitement sur site des boues de vidange. Voir S.17.

Clarificateur : Voir T.1 (syn. : bassin de décantation, décanteur).

Coagulation-floculation : Destabilisation des particules dans l'eau par l'ajout de substances chimiques (par exemple sulfate d'aluminium ou chlorure ferrique) pour leur permettre de se rencontrer et de former des particules plus grosses, à même de se décanter.

Cocompostage : Voir T.11.

Collecte et stockage/traitement : Voir groupe fonctionnel S, page 46.

Combustion de biogaz : Voir D.7.

Compost : Voir produits d'assainissement, page 11.

Compostage : Processus de décomposition biologique des composants biodégradables par des micro-organismes (principalement des bactéries et des champignons) dans des conditions aérobies contrôlées.

Coût d'investissement : Fonds dépensés pour l'acquisition d'immobilisations, comme des infrastructures d'assainissement.

D

DBO : Voir demande biochimique en oxygène.

DCO : Voir demande chimique en oxygène.

Décantation : Voir sédimentation.

Décanteur : Voir T.1 (syn. : clarificateur).

Défécation à l'air libre : Pratique de la défécation en plein air, dans l'environnement. Voir U.5.

Dégrilleur : Voir PRÉ (syn. : grille).

Demande biochimique en oxygène (DBO) : Mesure de la quantité d'oxygène utilisée par les micro-organismes pour dégrader progressivement les matières organiques (exprimée en mg/L et habituellement mesurée sur une période de cinq jours - DBO_5). C'est une mesure indirecte de la quantité de matières organiques biodégradables qui sont présentes dans l'eau ou dans les eaux usées : plus la teneur en matières organiques est importante, plus il faut d'oxygène pour la dégrader (DBO élevée).

Demande chimique en oxygène (DCO) : Mesure de la quantité d'oxygène requise pour l'oxydation chimique de matières organiques dans l'eau par un oxydant chimique puissant (exprimée en mg/L). La DCO est toujours supérieure ou égale à la DBO, car c'est la quantité totale d'oxygène requise pour accomplir l'oxydation. C'est une mesure indirecte de la quantité de matières organiques qui sont présentes dans l'eau ou dans les eaux usées : plus la teneur en matières organiques est importante, plus il faut d'oxygène pour les oxyder chimiquement (DCO élevée).

Déshydratation : Processus de réduction de la teneur en eau des boues. Les boues déshydratées peuvent encore contenir beaucoup d'humidité, mais en général elles sont suffisamment sèches pour être transportées sous forme de matières solides (on parle de boues « pellettées »).

Désinfection : Élimination des micro-organismes (pathogènes) par des processus d'inactivation (à l'aide d'agents chimiques, par rayonnement ou par la chaleur) ou de séparation (par exemple des membranes). Voir POST.

Dessableur : Voir PRÉ.

DEWATS (Système décentralisé de traitement des eaux usées) : Système à petite échelle utilisé pour collecter, traiter, rejeter et/ou valoriser les eaux usées d'une petite communauté ou d'une zone de desserte.

Digestat : Matière résiduelle solide et/ou liquide générée par la digestion anaérobie.

Digestion anaérobie : Dégradation et stabilisation des matières organiques par des micro-organismes en l'absence d'oxygène, ce qui conduit à la production de biogaz.

Double fosse : Pour toilettes sèches - voir S.5 ; pour toilettes à chasse manuelle - voir S.6.

E

E. coli : Escherichia coli est une bactérie qui réside dans les intestins des personnes et des animaux à sang chaud. Elle sert d'indicateur de contamination de l'eau par les matières fécales.

Eau de chasse : Voir produits d'assainissement, page 11.

Eau de nettoyage anal : Voir produits d'assainissement, page 11.

Eaux de surface : Plan ou cours d'eau naturel ou artificiel non-souterrain (ruisseau, rivière, lac, étang ou réservoir).

Eaux grises : Voir produits d'assainissement, page 11.

Eaux noires : Voir produits d'assainissement, page 11.

Eaux pluviales : Voir produits d'assainissement, page 11 et C.5.

Eaux souterraines : Eaux situées sous la surface du sol. Voir X.3. (syn. : nappe phréatique).

Eaux usées : Eaux qui ont été utilisées pour des activités domestiques, industrielles, commerciales ou agricoles, ainsi que les eaux de ruissellement, les eaux pluviales et toute entrée d'eau ou infiltration dans les égouts.

Écume : Couche formée par une fraction solide des eaux usées qui flotte à la surface des fosses, des réservoirs ou des réacteurs (par exemple les huiles et les graisses).

Effluent(s) : Voir produits d'assainissement, page 11.

Égout : Canal (ouvert) ou conduite (fermée) utilisé pour transporter les eaux usées. Voir C.3 et C.4.

Égout condominial : Voir C.3 (syn. : égout simplifié).

Égout gravitaire conventionnel : Voir C.4.

Égout simplifié : Voir C.3 (syn. : mini-égout, égout à faible diamètre, égout condominial).

Épandage des boues : Voir D.4.

Épandage souterrain : Voir D.9 (syn. : lit d'infiltration).

Équipement de protection individuelle : vêtements de protection comme les bottes, les masques, les gants, les tabliers, etc. ou d'autres vêtements ou équipements conçus pour protéger le corps de l'utilisateur des blessures ou des maladies lors de la manipulation de produits sanitaires.

Eutrophisation : Processus d'enrichissement des eaux douces ou salées en nutriments (en particulier azote et phosphore), qui engendre la croissance d'algues et autres formes supérieures de vie végétale et conduit à l'appauvrissement des eaux en oxygène.

Évaporation : Passage de la phase liquide à la phase gazeuse qui se produit en dessous de la température d'ébullition à la surface d'un liquide.

Évapotranspiration : Phénomène de déperdition d'eau d'une surface grâce la respiration des plantes et à l'évaporation.

Excreta : Voir produits d'assainissement, page 11.

F

Fèces : Voir produits d'assainissement, page 11.

Fèces déshydratées : Voir produits d'assainissement, page 11 (syn. : fèces séchées).

Fermentation lactique : Voir S.19.

Filtration : Procédé de séparation mécanique utilisant un milieu poreux (par exemple du tissu, du papier, un lit de sable ou un lit mixte) qui retient les matières particulières et permet le passage de la fraction liquide ou gazeuse. La taille des pores du milieu détermine ce qui est retenu et ce qui passe à travers.

Filtration tertiaire : Application des procédés de filtration pour le traitement tertiaire des effluents. Voir POST.

Filtre anaérobie : Voir S.15 et T.3.

Filtre planté : Technologie de traitement des eaux usées qui vise à reproduire les processus qui ont lieu dans les zones marécageuses. Voir T.6.

Filtre planté à écoulement horizontal : Modèle de filtre planté. Voir T.6.

Filtre planté à écoulement vertical : Modèle de filtre planté. Voir T.6.

Floculation : Processus par lequel la taille des particules augmente à la suite d'une collision entre elles. Des agrégats ou floccs se forment à partir de particules finement divisées et de particules déstabilisées chimiquement, par exemple via la coagulation. Elles peuvent ensuite être éliminées par décantation ou filtration.

Flottation : Processus par lequel les fractions plus légères des eaux usées, comme les huiles et les graisses ainsi que les savons et d'autres résidus, remontent en surface d'un bassin ou d'une fosse et peuvent ainsi être séparées.

Fonctionnement et entretien : Interventions de routine ou régulières qui permettent de garantir le bon fonctionnement d'un processus ou d'un système conformément aux exigences de performances attendues, et ce, afin d'éviter les retards, les réparations et les périodes de mise à l'arrêt.

Fossa alterna : voir S.5.

Fosse d'aisance : Terme un peu vieilli qui désigne une fosse complètement étanche sans dispositif d'infiltration.

Fosse septique : Voir S.13.

Fosse simple : Voir S.3.

G

Gestion des déchets : Voir X.8.

Groupe fonctionnel : Voir la section terminologie du Compendium, page 12.

H

Helminthe : Ver parasite, c'est-à-dire ver qui vit dans ou sur son hôte, et qui cause des dommages. Les humains peuvent être infectés par plusieurs types d'helminthes comme les nématodes ou vers ronds (par exemple les ascariides et les ankylostomes) et les cestodes (par exemple le ténia ou ver solitaire). Les œufs infectieux des helminthes se trouvent dans les excréta, les eaux usées et les boues. Ils sont très résistants et peuvent rester viables dans les fèces et les boues pendant plusieurs années.

Humus : Matières organiques décomposées et stabilisées. L'humus permet d'améliorer la structure et la capacité de rétention d'eau des sols.

Humus de fosse : Voir produits d'assainissement, page 11.

I

Influent : Nom générique du liquide qui entre dans un système ou un processus (par exemple les eaux usées).

Interface utilisateur : Voir groupe fonctionnel U, page 30.

Irrigation : Voir D.11.

L

Latrines ventilées améliorées (VIP) à fosse unique : Voir S.4.

Latrines ventilées améliorées (VIP) à double fosse : Voir S.5.

Latrines à fosse : Voir S.2, S.3, S.4, S.5, S.6, S.7.

Latrines à tranchée peu profonde : Voir U.6.

Latrines à tranchée profonde : Voir S.1.

Latrines surélevées : Voir S.7.

Lavage des mains : Voir U.7.

Lit bactérien : Voir T.7.

Lit d'infiltration : Voir D.9 (syn. : épandage souterrain).

Lit de séchage non-planté : Voir T.9.

Lit de séchage planté : Voir T.10.

Lixiviat : Fraction liquide issue de la séparation solide/liquide des boues par filtration gravitaire à travers un milieu filtrant ; par exemple le liquide qui s'écoule des lits de séchage (syn. : percolat).

Log : Unité permettant de mesurer l'efficacité d'élimination des organismes. 1 unité logarithmique = 90 %, 2 unités logarithmiques = 99 %, 3 unités logarithmiques = 99,9 %, et ainsi de suite.

Lombricompostage : Voir T.12.

Lombrifiltration : Voir T.12.

M

Macrophyte : Plante aquatique assez grande pour être visible à l'œil nu. Ses racines et des tissus différenciés peuvent être émergents (roseaux, massettes, joncs, riz sauvage), submergés (myriophylles, utriculaires) ou flottantes (lentilles d'eau, nénuphars).

Matériaux de nettoyage sec : Voir produits d'assainissement, page 12.

Matières organiques : Voir produits d'assainissement, page 12.

Matières sèches (MS) : Résidu de la filtration et du séchage à 105 °C d'un échantillon d'eau ou de boues (exprimé en mg/L). Il s'agit de la somme de matières dissoutes et des matières en suspension (MES).

Méthane : Hydrocarbure gazeux incolore, inodore, inflammable, ayant la formule chimique CH₄. Le méthane est présent dans le gaz naturel et est le principal composant (50 à 75 %) du biogaz qui est formé par la décomposition anaérobie de la matière organique.

Micro-organisme : Entité microbiologique cellulaire ou non-cellulaire capable de se répliquer ou de transférer du matériel génétique (bactéries, virus, protozoaires, algues ou champignons).

Micropolluant : Polluant présent au sein des eaux dans des concentrations extrêmement faibles (par exemple des traces de composés organiques).

Modèle de système d'assainissement : Voir page 13.

N

Niveau de la nappe phréatique : Niveau en dessous duquel le sol est saturé en eau. Il correspond à la profondeur à laquelle on trouve de l'eau lors d'un forage. Le niveau de la nappe varie en fonction de la saison, de l'année ou de l'exploitation (syn. : niveau piézométrique).

Nutriment : Toute substance qui est utilisée pour la croissance des végétaux. Les principaux nutriments contenus dans les engrais sont l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K). L'azote et le phosphore sont les principaux responsables de l'eutrophisation des eaux.

P

Parasite : Organisme qui vit sur ou dans un autre et nuit à son hôte.

Percolat : Liquide s'écoulant sous l'effet de la gravité à travers un milieu filtrant ; par exemple à travers un lit de séchage (syn. : lixiviat).

Percolation : Mouvement gravitaire d'un liquide à travers un milieu filtrant. Voir X.3.

pH : Mesure de l'acidité ou de l'alcalinité d'une substance. Un pH inférieur à 7 indique qu'il est acide, un pH supérieur à 7 indique qu'il est basique (alcalin).

Post-traitement : Voir POST (syn. : traitement tertiaire).

Prétraitement : Voir PRÉ. À ne pas confondre avec le traitement primaire.

Produit : Voir la section terminologie du Compendium, page 10.

Produits de prétraitement : Voir produits d'assainissement, page 12.

Programmation axée sur le marché : Approche consistant à appuyer le marché de l'assainissement au niveau local. Voir X.13.

Protozoaires : Groupe diversifié d'organismes eucaryotes unicellulaires, comprenant les amibes, les ciliés et les flagellés. Certains sont pathogènes et entraînent des maladies qui peuvent être graves.

Puisard : Terme un peu désuet pour désigner un puits d'infiltration. Voir D.10.

Puits d'infiltration : Voir D.10 (syn. : puisard).

R

Rapport C:N : Rapport entre la masse de carbone et la masse d'azote dans un substrat.

Réacteur à biogaz : Voir S.16 et T.4 (syn. : biodigesteur).

Réacteur anaérobie à chicanes (RAC) : Voir S.14 et T.2.

Recharge de la nappe phréatique : Voir D.12.

Rejet : Voir groupe fonctionnel D, page 134.

Rejet des eaux : Voir D.12.

Remblayage : Voir D.5.

Ruissellement de surface : Part des précipitations qui ne s'infiltrer pas dans le sol et s'écoule en surface.

S

Sédimentation : Décantation gravitaire des particules présentes dans un liquide et leur accumulation dans le fond du réceptacle dans lequel il est contenu (syn. : décantation).

Septique : Décrit les conditions dans lesquelles la putréfaction et la digestion anaérobie ont lieu.

Soude caustique : Voir S.20.

Stabilisation : Dégradation de la matière organique dans le but de réduire les composés facilement biodégradables pour diminuer leurs impacts environnementaux (comme l'épuisement de l'oxygène et le lessivage des nutriments).

Station de dépotage intermédiaire raccordée au réseau d'égouts : Modèle de station de transfert et de stockage. Voir C.6.

Station de transfert : Voir C.6.

Stockage et mise en décharge contrôlés : Voir D.6.

Superstructure : Terme désignant les murs et le toit des toilettes ou des douches permettant d'assurer l'intimité et la protection des utilisateurs.

Surface spécifique : Rapport entre la superficie et le volume d'un matériau solide (par exemple d'un milieu filtrant).

Système d'assainissement : Voir la section terminologie du Compendium, page 9.

T

Technologie d'assainissement : Voir la section terminologie du Compendium, page 9.

Technologie émergente : Technologie qui a dépassé le stade des essais en laboratoire et du programme pilote et qui est mise en œuvre à plus grande échelle, ce qui indique qu'une réplification est possible.

Temps de rétention hydraulique (TRH) : Durée moyenne de séjour des matières liquides et solubles dans un réacteur ou un réservoir.

Toilettes : Interface utilisateur pour la miction et la défécation.

Toilettes à chasse manuelle : Modèle de toilettes à chasse d'eau. Voir U.4.

Toilettes à chasse mécanique : Modèle de toilettes à chasse d'eau. Voir U.4.

Toilettes à lombricompostage : Voir S.12.

Toilettes à réservoir(s) amovible(s) : Modèle de toilettes dans lesquelles les excréta sont collectés dans des réservoirs qui peuvent être fermés de façon étanche. Ceux-ci sont ensuite transportés vers des installations de traitement. Voir S.10.

Toilettes à séparation d'urine et à chambre double : Voir S.9.

Toilettes chimiques : Voir S.11.

Toilettes sèches : Voir U.1.

Toilettes sèches à séparation d'urine (UDDT) : Voir U.2.

Traitement (semi-)centralisé : Voir groupe fonctionnel T, page 102.

Traitement centralisé : Voir groupe fonctionnel T, page 102.

Traitement primaire : Première étape du traitement des eaux usées qui sépare et retient une partie des matières solides et des matières organiques, principalement par les processus de sédimentation et de flottation.

Traitement secondaire : Deuxième étape du traitement des eaux usées dont l'objectif est d'éliminer les matières organiques biodégradables et les matières en suspension des effluents. L'abattement des nutriments (comme le phosphore) et d'une partie des agents pathogènes peuvent faire partie du traitement secondaire.

Traitement tertiaire : Étape du traitement ayant lieu après le traitement secondaire et dont l'objectif est de parvenir à une élimination accrue des polluants des effluents. L'abattement des nutriments (comme le phosphore), des micropolluants (médicaments, hormones, etc.) et la désinfection des effluents peuvent faire partie du traitement tertiaire. Voir POST (syn. : post-traitement).

Transfert monétaire : Une des méthodes utilisées dans la programmation axée sur le marché. Voir X.13.

Transport : Voir groupe fonctionnel C, page 88.

U

UDDT : Urine Diversion Dry Toilet. Voir U.2, S.8 et S.9 (syn. : toilettes sèches à séparation d'urine ou toilettes Ecosan).

Urée : Molécule organique, de formule $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, excrétée dans l'urine et qui contient de l'azote. L'urée se décompose en dioxyde de carbone et en ammonium, qui est directement absorbable par les organismes présents dans le sol. Elle peut également être utilisée pour le traitement décentralisé des boues de vidange. Voir. S.18.

Urine : Voir produits d'assainissement, page 12.

Urine stockée : Voir produits d'assainissement, page 12.

Urinoir : Voir U.3.

V

Valorisation : Utilisation finale des eaux usées traitées ou d'autres produits d'assainissement (syn. : recyclage, utilisation).

Valorisation et/ou rejet : Voir groupe fonctionnel D, page 134.

Vecteur : Organisme (le plus souvent un insecte) qui transmet une maladie à un hôte. Par exemple, les mouches sont des vecteurs, car elles peuvent transporter des agents pathogènes provenant des matières fécales et les transmettre aux humains.

Vidange : Processus de retrait des boues accumulées dans un dispositif de confinement à la parcelle ou une installation de traitement.

Vidange et transport manuels : Voir C.1.

Vidange et transport motorisés : Voir C.2.

Virus : Agent infectieux constitué d'une substance nucléique (ADN ou ARN) et d'une couche de protéines. Les virus ne peuvent se répliquer que dans les cellules d'un hôte vivant. Certains virus pathogènes sont connus pour être d'origine hydrique (par exemple le rotavirus qui peut provoquer des maladies diarrhéiques).

Références bibliographiques

La vaste majorité des références citées ci-dessous peuvent être téléchargées à partir de la version en ligne du Compendium des systèmes et des technologies d'assainissement et de la bibliothèque en ligne de l'Alliance pour l'assainissement durable (SuSanA).

Références générales en français

- Eawag (2014). Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. Édition française 2016 : www.sandec.ch/compendium_fr
- Eawag, UNESCO-IHE (2014). Gestion des boues de vidange - Approche intégrée pour la mise en œuvre et l'exploitation. Édition française 2018 : www.sandec.ch/guide_gbv, IWA, Royaume-Uni.
- GRET (2018). Mémento de l'assainissement - Mettre en œuvre un service d'assainissement complet, durable et adapté. GRET, Quae : <http://memento-assainissement.gret.org>
- Programme Solidarité Eau (pS-Eau) - Publications de référence en français : www.pseau.org/fr/nos-publications-referance
- OMS (2019). Lignes directrices relatives à l'assainissement et à la santé. www.who.int/water_sanitation_health/fr/
- Sphère (2018). Le Manuel Sphère - La Charte humanitaire et les standards minimum de l'intervention humanitaire. Practical Action, Royaume-Uni.
- Directives du HCR sur l'EAH : <https://wash.unhcr.org/fr/lignes-directrices-eah/>
- Malteser International (2014 ; édition française 2018). Lignes directrices sur l'EHA pour les acteurs de terrain. Manuel 1 : L'eau.
- Malteser International (2014 ; édition française 2018). Lignes directrices sur l'EHA pour les acteurs de terrain. Manuel 2 : L'assainissement.
- Malteser International (2014 ; édition française 2018). Lignes directrices sur l'EHA pour les acteurs de terrain. Manuel 3 : L'hygiène.

U.1 Toilettes sèches

Manuel de construction pour différents types de dalles

- Brandberg B. (1997). Latrine Building. A Handbook for Implementation of the Sanplat System. Intermediate Technology Publications, London, UK.

Manuels de construction détaillés pour les dalles et le renforcement des fosses

- CAWST (2011). Introduction to Low Cost Sanitation. Latrine Construction. A CAWST Construction Manual. CAWST, Calgary, Canada.
- Morgan P. R. (2007). Toilets That Make Compost. SEI, Stockholm, Sweden.
- Morgan P. R. (2009). Ecological Toilets. Start Simple and Upgrade from Arborloo to VIP. SEI, Stockholm, Sweden.

Conseils et checklists pour la conception, la construction et l'entretien

- Reed B. (2014). Guide de l'ingénieur : dalles de latrine. WEDC, Université de Loughborough, Leicestershire, Royaume-Uni.

U.2 Toilettes sèches à séparation d'urine (UDDT)

Guides pratiques sur la construction de toilettes à séparation d'urine (UDDT)

- Morgan P. R. (2007). Toilets That Make Compost. SEI, Stockholm, Sweden.
- Gensch R., Miso A., Itchon G., Sayre E. (2010). Low-cost Sustainable Sanitation Solutions for Mindanao and the Philippines. Xavier University Press, Cagayan de Oro City, Philippines.

Différentes de toilettes sèches à séparation (UDDT)

- Morgan P. R. (2009). Ecological Toilets. Start Simple and Upgrade from Arborloo to VIP. SEI, Stockholm, Sweden.
- Münch E., Winker M. (2011). Technology Review of Urine Diversion Components. GIZ, Eschborn, Germany.
- Rieck C., Von Münch E., Hoffmann H. (2012). Technology Review of Urine-diverting Dry Toilets (UDDTs). GIZ, Eschborn, Germany.

Ouvrage sur l'assainissement écologique

- Winblad U., Simpson-H. M. (2004). Ecological Sanitation. SEI, Stockholm, Sweden.

U.3 Urinoirs

Instructions pour la fabrication d'urinoirs simples

- Austin A., Duncker L. (2002). Urine-diversion. Ecological Sanitation Systems in South Africa. CSIR, Pretoria, South Africa.

Différentes modèles de conception d'urinoirs

- Von Münch E., Dahm P. (2009). Waterless Urinals: A Proposal to Save Water and Recover Urine Nutrients in Africa. Addis Ababa, Ethiopia.

Différentes technologies de séparation d'urine

- Von Münch E., Winker M. (2011). Technology Review of Urine Diversion Components. GIZ, Eschborn, Germany.

Technologies d'assainissement à faible coût

- NWP (2006). Smart Sanitation Solutions. Examples of Innovative, Low-cost Technologies for Toilets, Collection, Transportation, Treatment and Use of Sanitation Products. Netherlands Water Partnership, The Hague, Netherlands.

U.4 Toilettes à chasse d'eau

Conception de toilettes à chasse d'eau, dimensions et critères de conception essentiels

- Mara D. D. (1985). The Design of Pour-flush Latrines. UNDP Interregional Project INT/81/047. The World Bank, Washington D.C., US.
- Mara D. D. (1996). Low-cost Urban Sanitation. Wiley, Chichester, UK.
- Maki B. (2005). Assembling and Installing a New Toilet.
- Vandervort D. (2007). Toilets: Installation and Repair.

U.5 Défécation à l'air libre contrôlée

Informations sur la défécation à l'air libre contrôlée

- Harvey P. A. (2013). Options techniques pour l'élimination des excréments en situation d'urgence. WEDC, Université de Loughborough, Royaume-Uni.
- WEDC (2013). Open Defecation Fields in Emergencies - Poster 24. WEDC, Loughborough University, UK.

U.6 Latrines à tranchée peu profonde

Informations sur les latrines à tranchée peu profonde

- Harvey P. A. (2013). Options techniques pour l'élimination des excréments en situation d'urgence. WEDC, Université de Loughborough, Royaume-Uni.
- WEDC (2013). Shallow Trench Latrines in Emergencies - Poster 25. WEDC, Loughborough University, UK.

U.7 Dispositifs de lavage des mains

Problèmes et solutions pour le lavage des mains dans les situations d'urgence

- Ramos M., Benelli P., Irvine E., Watson J. (2016). WASH in Emergencies: Problem Exploration Report – Handwashing. Humanitarian Innovation Fund, London, UK.

Promotion de l'hygiène et changement de comportement

- WEDC (2013). Managing Hygiene Promotion in WASH Programmes. WEDC, Loughborough University, UK.
- Mosler H.-J., Contzen N. (2016). Systematic Behaviour Change in Water, Sanitation and Hygiene. Eawag, Dübendorf, Switzerland.

S.1 Latrines à tranchée profonde

Caractéristiques essentielles de la conception des latrines à fosse profonde

- WEDC (2013). Deep Trench Latrines in Emergencies – Poster 26. WEDC, Loughborough University, UK.

Aperçu général, conception, construction et dimensionnement des tranchées

- Harvey P. A. (2013). Options techniques pour l'élimination des excréments en situation d'urgence. WEDC, Université de Loughborough, Royaume-Uni.
- Harvey P., Baghri S., Reed B. (2002). Emergency Sanitation. Assessment and Programme Design. WEDC, Loughborough University, UK.
- Reed B., Torr D., Scott R. (2016). Emergency Sanitation: Developing Criteria for Pit Latrine Lining. WEDC, Loughborough University, UK.

S.2 Latrines à puits foré

Aperçu général, profondeur et diamètre du trou, avantages et inconvénients

- Harvey P. A. (2013). Options techniques pour l'élimination des excréments en situation d'urgence. WEDC, Université de Loughborough, Royaume-Uni.
- WEDC (2013). Borehole Latrine – Poster 18. WEDC, Loughborough University, UK.

S.3 Fosse simple

Latrines à fosse et leur impact sur la qualité des eaux souterraines

- ARGOSS (2001). Guidelines for Assessing the Risk to Groundwater from On-site Sanitation. NERC, British Geological Survey Commissioned Report, UK.
- Graham J. P., Polizzotto M. L. (2013). Pit Latrines and Their Impacts on Groundwater Quality: A Systematic Review. Environmental Health Perspectives, Washington D.C., US.

Conception des latrines à fosse, dimensionnement et durée de vie

- Pickford J. (1995). Low Cost Sanitation. A Survey of Practical Experience. Intermediate Technology Publications, London, UK.
- Robens Institute (1996). Simple Pit Latrine. University of Surrey, Guildford, UK.
- Reed B. (2014). Latrine Pit Design. WEDC, Loughborough University, UK.
- Reed B., Torr D., Scott R. (2016). Emergency Sanitation: Developing Criteria for Pit Latrine Lining. WEDC, Loughborough University, UK.

S.4 Fosse ventilée améliorée (VIP)

Principes de fonctionnement des VIP; informations sur la conception et la construction

- Morgan P. (2011). The Upgradable Blair VIP (uBVIP) Explained. Aquamor, Zimbabwe.
- Mara D. D. (1984). The Design of Ventilated Improved Pit Latrines. UNDP Interregional Project. The World Bank/UNDP, US.
- WEDC (2012). Ventilated Improved Pit (VIP) – Guide 27. WEDC, Loughborough, UK.
- WEDC (2014). Latrine Pit Design – WEDC Guide 23. WEDC, Loughborough, UK.

Excavation et renforcement des fosses, superstructure des toilettes

- WEDC (2014). Latrine Superstructure – WEDC Guide 28. WEDC, Loughborough, UK.
- WEDC (2014). Latrine Pit Excavation and Pit Lining – WEDC Guide 24. WEDC, Loughborough, UK.

S.5 Double fosse (sans eau)

Directives de construction pour les fossa alterna

- Morgan P., EcoSanRes (2007). Toilets That Make Compost. SEI, Stockholm, Sweden.
- Monvois J., Ganert J., Freneux C., Guillaume M. (2010). Choisir des solutions techniques adaptées pour l'assainissement liquide. Programme Solidarité Eau (pS-Eau), Paris, France.

Les effets de l'humus de fosse sur la croissance des plantes

- Morgan P. (2004). Plant Trials Using Fossa Alterna Humus. EcoSanRes/ SEI, Stockholm, Sweden.

S.6 Double fosse (chasse manuelle)

Revue de plusieurs technologies d'assainissement décentralisé

- Franceys R., Pickford J., Reed R. (1992). A Guide to the Development of On-site Sanitation. WHO, Geneva, Switzerland.

Lignes directrices pour la conception de toilettes à chasse manuelle

- Mara D. D. (1985). The Design of Pour-flush Latrines. WHO, Washington D.C., US.

S.7 Latrines surélevées

Aperçu de différents modèles de latrines surélevées

- WEDC (2014). Pit Latrines for Special Circumstances – Guide 29. WEDC, Loughborough, UK.
- WEDC (2017). Mobile Note 59 - Raised and Elevated Latrines. WEDC, Loughborough, UK.

Dimensionner les latrines surélevées

- UNHCR (2018). UNHCR WASH Manual – Raised Pit Latrines, UNHCR. Geneva, Switzerland.

S.8 Chambre unique avec séparation d'urine (UDDT)

Aperçu des principes, de la construction, du fonctionnement et des composantes technologiques des toilettes à séparation

- Rieck C., von Münch E., Hoffmann H. (2012). Technology Review of Urine Diverting Dry Toilets (UDDTs). GIZ, Eschborn, Germany.
- Deegener S., Samwel M. (2015). Urine Diverting Dry Toilets – Principles, Operation and Construction. Women in Europe for a Common Future (WECF).

Études de cas en Haïti et aux Philippines

- Kramer S., Preneta N., Kilbride A. (2013). Piloting Ecological Sanitation in the Emergency Context of Port-au-Prince, Haiti, after the 2010 Earthquake. SOIL Haiti, Nakuru, Kenya.
- Gensch R., Miso A., Itchon G., Sayre E. (2010). Low-cost Sustainable Sanitation Solutions for Mindanao and the Philippines. Xavier University Press, Cagayan de Oro, Philippines.

S.9 Chambre double avec séparation d'urine (UDDT)

Aperçu des principes, de la construction, du fonctionnement et des composantes technologiques des toilettes à séparation

- Rieck C., von Münch E., Hoffmann H. (2012). Technology Review of Urine Diverting Dry Toilets (UDDTs). GIZ, Eschborn, Germany.
- Deegener S., Samwel M. (2015). Urine Diverting Dry Toilets – Principles, Operation and Construction. Women in Europe for a Common Future (WECF).
- Harvey P. A. (2013). Options techniques pour l'élimination des excréments en situation d'urgence. WEDC, Université de Loughborough, Royaume-Uni.

Manuel pratique de construction de toilettes UDDT aux Philippines

- Gensch R., Miso A., Itchon G., Sayre E. (2010). Low-cost Sustainable Sanitation Solutions for Mindanao and the Philippines. Xavier University Press, Cagayan de Oro, Philippines.

S.10 Toilettes à réservoir(s) amovible(s)

L'utilisation de toilettes à réservoir(s) amovible(s) en situation d'urgence

- Reade A. (2016). What Potential Is There of Container Based Sanitation and the Social Enterprise in Urban Emergencies? ELHRA.

Retour d'expérience sur l'utilisation de toilettes à séparation d'urine et à réservoir(s) amovible(s)

- Kramer S., Preneta N., Kilbride A. (2013). Piloting Ecological Sanitation in the Emergency Context of Port-au-Prince, Haiti, after the 2010 Earthquake. SOIL Haiti, Nakuru, Kenya.
- Mijthab M. (2011). moSan – Mobile Sanitation: Toilet for the Urban Poor in Bangladesh. Hochschule Magdeburg-Stendal (FH), Institut für Industrial Design, Germany.
- Tilmans S., Russel K., Sklar R., Page L., Kramer S., Davis J. (2015). Container-based Sanitation: Assessing Costs and Effectiveness of Excreta Management in Cap Haitien, Haiti. Environment and Urbanization Journal.

S.11 Toilettes chimiques

Guide de sélection de toilettes portatives ou chimiques dans les situations d'urgence

- Harvey P. A. (2013). Options techniques pour l'élimination des excréments en situation d'urgence. WEDC, Université de Loughborough, Royaume-Uni.

Retour d'expérience sur l'usage de toilettes portatives dans des situations d'urgence

- Eyrard J. (2011). Is the "Portaloo" Solution Replicable? – Emergency WASH Response after Earthquake in Port-au-Prince, Haiti 2010. ACF, France.

S.12 Toilettes à lombricompostage (E)

Développement général et tests expérimentaux

- Furlong C. et al. (2015). The Development of an Onsite Sanitation System Based on Vermifiltration: The 'Tiger Toilet'. Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development. Loughborough, UK.
- Furlong C., Gibson W. T., Oak A., Thakar G., Kodgire M. (2016). Technical and User Evaluation of a Novel Worm-based, On-site Sanitation System in Rural India. Practical Action Publishing, UK.

- Furlong C., Rajapaksha N. S., Butt K. R., Gibson W. T. (2017). Is Composting Worm Availability the Main Barrier to Large-scale Adoption of Worm-based Organic Waste Processing Technologies? Journal of Cleaner Production, US.
- Furlong C., Lamb J., Bastable A. (2017). Learning from Oxfam's Tiger Worm Toilets Projects. 40th WEDC International Conference, Loughborough, UK.

S.13 Fosse septique

Manuels de conception

- Oxfam (2008). Septic Tank Guidelines. Technical Brief. Oxford, UK.
- Mara D. D. (1996). Low-cost Urban Sanitation. Wiley, Chichester, UK.
- Polprasert C., Rajput V. S. (1982). Environmental Sanitation Reviews: Septic Tank and Septic Systems. Environmental Sanitation Information Center, Bangkok, Thailand.

Revue détaillée des systèmes décentralisés de traitement des eaux usées

- Ulrich A., Reuter S., Gutterer B., Sasse L., Panzerbieter T., Reckerzügel T. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. WEDC, Loughborough, UK.

S.14 Réacteur anaérobie à chicanes (RAC)

Revue détaillée des systèmes et des technologies d'assainissement (dont les RAC)

- Tilley E., Ulrich L., Lüthi C., Reymond Ph., Zurbrügg C. (2014 ; édition française 2016). Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. Eawag, Dübendorf, Suisse.
- Ulrich A., Reuter S., Gutterer B., Sasse L., Panzerbieter T., Reckerzügel T. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. WEDC, Loughborough, UK.

Analyse de l'applicabilité des RAC pour l'assainissement décentralisé et primaire de communautés à faible revenus

- Foxon K. M., Pillay S., Lalbahadur T., Rodda N., Holder F., Buckley C. A. (2004). The Anaerobic Baffled Reactor (ABR): An Appropriate Technology for On-site Sanitation. Water SA, South Africa.

S.15 Filtre anaérobie

Revue détaillée des systèmes et des technologies d'assainissement (dont les filtres anaérobies)

- Tilley E., Ulrich L., Lüthi C., Reymond Ph., Zurbrügg C. (2014 ; édition française 2016).

Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. Eawag, Dübendorf, Suisse.

- Ulrich A., Reuter S., Gutterer B., Sasse L., Panzerbieter T., Reckerzügel T. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. WEDC, Loughborough, UK.
- Morel A., Diener S. (2006). Greywater Management in Low and Middle-income Countries, Review of Different Treatment Systems for Households or Neighborhoods. Eawag, Dübendorf, Switzerland.

Gestion des eaux usées décentralisée et à faible coût et valorisation des ressources

- Rose D. G. (1999). Community-based Technologies for Domestic Wastewater Treatment and Reuse-options for Urban Agriculture. International Development Research Center Canada (IDRC), Ottawa, Canada.

S.16 Biodigesteur (réacteur à biogaz)

Revue des technologies et des aspects sociaux relatifs à l'utilisation des biodigesteurs

- Mang H.-P., Li Z. (2010). Technology Review of Biogas Sanitation. GIZ, Eschborn, Germany.
- Cheng S., Zifu L., Mang H. P., Huba E. M., Gao R., Wang X., (2014). Development and Application of Prefabricated Biogas Digesters in Developing Countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews Journal.
- Ulrich A., Reuter S., Gutterer B., Sasse L., Panzerbieter T., Reckerzügel T. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. WEDC, Loughborough, UK.
- Khatavkar A., Matthews S. (2013). Bio-latrines. Practical Action East Africa, Nairobi, Kenya.

Digestion anaérobie et biodéchets

- Vögeli Y., Lohri C. R., Gallardo A., Diener S., Zurbrügg C. (2014). Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries. Practical Information and Case Studies. Eawag, Dübendorf, Switzerland.

S.17 Traitement à la chaux hydratée (E)

Le traitement à la chaux hydratée dans les situations d'urgence

- Anderson C., Malambo D. H., Perez M. E., Nobela H. N., de Pooter L., Spit J., Hooijmans C. M., de Vossen J. V., Greya W., Thole B., van Lier J. B., Brdjanovic D. (2015). Lactic Acid Fermentation, Urea and Lime Addition: Promising Faecal Sludge Sanitizing Methods for Emergency Sanitation. Env. Research and Public Health Journal.

Études de cas d'Haïti, du Cambodge et des Philippines

- Strande L., Ronteltap M., Brdjanovic D. (2014 ; édition française 2018). Gestion des boues de vidange – Approche intégrée pour la mise en œuvre et l'exploitation. IWA, Royaume-Uni.
- Chakraborty I., Capito M., Jacks C., Pringle R. (2014). Household-level Application of Hydrated Lime for On-site Treatment and Agricultural Use of Latrine Sludge. WEDC, Hanoi, Vietnam.
- Sozzi E., Fesselet J. F., Taylor H. (2011). Standard Operating Procedure for the Physicochemical Treatment of CTC Wastewaters. Médecins Sans Frontières (MSF), France.
- USAID (2015). Implementer's Guide to Lime Stabilisation for Septage Management in the Philippines. Philippines.

S.18 Traitement à l'urée (E)

L'ajout d'urée comme méthode d'hygiénisation des boues en situation d'urgence

- Anderson C., Malambo D. H., Perez M. E., Nobela H. N., de Pooter L., Spit J., Hooijmans C. M., de Vossenbergh J. V., Greya W., Thole B., van Lier J. B., Brdjanovic D. (2015). Lactic Acid Fermentation, Urea and Lime Addition: Promising Faecal Sludge Sanitizing Methods for Emergency Sanitation. *Env. Research and Public Health Journal*.

Études sur l'efficacité du traitement à l'urée

- Nordin A., Nyberg K., Vinnerås B. (2009). Inactivation of Ascaris Eggs in Source-Separated Urine and Feces by Ammonia at Ambient Temperatures. *Applied and Environmental Microbiology Journal*.
- Vinnerås B. (2007). Comparison of Composting, Storage and Urea Treatment for Sanitising of Faecal Matter and Manure. *Bioresource Technology Journal*.
- González Pérez. M. E. (2014). Sanitising Faecal Sludge with Ammonia (from Urea) in the Context of Emergency Situations. UNESCO/IHE, Delft, Netherlands.

S.19 Traitement par fermentation lactique (E)

Étude sur l'efficacité du traitement par fermentation lactique

- Anderson C., Malambo D. H., Perez M. E., Nobela H. N., de Pooter L., Spit J., Hooijmans C. M., de Vossenbergh J. V., Greya W., Thole B., van Lier J. B., Brdjanovic D. (2015). Lactic Acid Fermentation, Urea and Lime Addition: Promising Faecal Sludge Sanitizing Methods for Emergency Sanitation. *Env. Research and Public Health Journal*.
- Ligocka A., Paluszak Z. (2004). Capability of Lactic Acid Bacteria to Inhibit Pathogens in Sewage Sludge Subject to Biotechnological Processes. University of Technology and Agriculture, Bydgoszcz, Poland.

- Malambo D. (2014). Sanitizing Faecal Sludge Using Lactic Acid Bacteria in Emergencies. Unesco-IHE, Delft, Netherlands.

S.20 Traitement à la soude caustique (E)

Rapport sur l'application de soude caustique avec différents dosages

- Mamani G., Spit J., Kemboi E. (2016). Sanitation Innovations for Humanitarian Disasters in Urban Areas. Speedy Sanitization and Stabilization. ELRHA.

C.1 Vidange et transport manuels

Informations sur la collecte et le transport des boues de vidange

- Strande L., Ronteltap M., Brdjanovic D. (2014 ; édition française 2018). Gestion des boues de vidange – Approche intégrée pour la mise en œuvre et l'exploitation. IWA, Royaume-Uni.

Comparaison de méthodes de vidange des fosses en Afrique du Sud et au Kenya

- Eales K. (2005). Bringing Pit Emptying Out of the Darkness. A Comparison of Approaches in Durban, South Africa, and Kibera, Kenya. Building Partnerships for Development in Water and Sanitation, UK.

C.2 Vidange et transport motorisés

Description et comparaison des méthodes et des véhicules utilisés pour la vidange et le transport des boues

- Strande L., Ronteltap M., Brdjanovic D. (2014 ; édition française 2018). Gestion des boues de vidange – Approche intégrée pour la mise en œuvre et l'exploitation. IWA, Royaume-Uni.

Information sur la vidange et le transport des boues

- Chowdhry S., Koné D. (2012). Business Analysis of Faecal Sludge Management: Emptying and Transportation Services in Africa and Asia. Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, US.
- O'Riordan M. (2009). Investigation into Methods of Pit Latrine Emptying. Management of Sludge Accumulation in VIP Latrines. Water Research Commission, Pretoria, South Africa.
- Boesch A., Schertenleib R. (1985). Emptying On-site Excreta Disposal Systems. Field Tests with Mechanized Equipment in Gaborone (Botswana). IRCWD, Dübendorf, Switzerland.

C.3 Égout simplifié

Conseils pour la conception et les calculs « à la main »

- Bakalian A., Wright A., Otis R., Azevedo N. J. (1994). Simplified Sewerage: Design Guidelines. UNDP-World Bank Water and Sanitation Program, Washington D.C., US.

Revue complète, exemples de conception et études de cas

- Mara D. D. (1996a). Low-cost Sewerage. Wiley, Chichester, UK.
- Mara D. D. (1996b). Low-cost Urban Sanitation. Wiley, Chichester, UK.
- Mara D. D., Sleigh A., Taylor K. (2001). PC-Based Simplified Sewer Design. University of Leeds, UK.
- Reed R. A. (1995). Sustainable Sewerage, Guidelines for Community Schemes. Intermediate Technology Pub, UK.

C.4 Égout gravitaire conventionnel

Aspects techniques et standards de conception

- Bizier P. (2007). Gravity Sanitary Sewer Design and Construction. American Society of Civil Engineers (ASCE), New York, US.
- Tchobanoglous G. (1981). Wastewater Engineering: Collection and Pumping of Wastewater. McGraw-Hill, New York, US.
- EPA (sans date). Collection Systems Technology Fact Sheet – Sewers, Conventional Gravity. United States Environmental Protection Agency (EPA).

C.5 Drainage des eaux pluviales

Outils de planification et de conception

- Cotton A., Taylor K. (2000). Services for the Urban Poor: 4. Technical Guidelines for Planners and Engineers. WEDC, Loughborough, UK.

Technologies de drainage des eaux de surface et des eaux pluviales à faible coût

- Bjerregaard M., Meekings H. (2008). Low Cost Drainage for Emergencies. Oxfam, UK.
- WHO (1991). Surface Water Drainage for Low Income Communities. Geneva, Switzerland
- EPA (2009). Managing Stormwater with Low Impact Development Practices: Addressing Barriers to LID. EPA, UK.

C.6 Station de transfert et de traitement

Informations sur la gestion des boues de vidange et sur les technologies de stockage intermédiaire

- Strande L., Ronteltap M., Brdjanovic D. (2014 ; édition française 2018). Gestion des boues de vidange – Approche intégrée pour la mise en œuvre et l'exploitation. IWA, Royaume-Uni.

- Chowdhry S., Koné D. (2012). Business Analysis of Fecal Sludge Management: Emptying and Transportation Services in Africa and Asia. Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, US.

PRÉ Technologies de prétraitement

Considération sur la conception en fonction du contexte

- Robbins D. M., Ligon G. C. (2014). How to Design Wastewater Systems for Local Conditions in Developing Countries. IWA Publishing, London, UK.
- Tchobanoglous G., Burton F. L., Stensel H. D. (2004). Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. Metcalf & Eddy, New York, US.
- Ulrich A., Reuter S., Gutterer B., Sasse L., Panzerbieter T., Reckerzügel T. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. WEDC, Loughborough, UK.

T.1 Décanteur

Revue détaillée des systèmes et des technologies d'assainissement

- Tilley E., Ulrich L., Lüthi C., Reymond Ph., Zurbrügg C. (2014 ; édition française 2016). Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. Eawag, Dübendorf, Suisse.
- Ulrich A., Reuter S., Gutterer B., Sasse L., Panzerbieter T., Reckerzügel T. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. WEDC, Loughborough, UK.

Manuel sur le traitement primaire, secondaire et tertiaire, y compris les principes généraux et les pratiques courantes

- EPA Ireland (1997). Waste Water Treatment Manuals – Primary, Secondary and Tertiary Treatment. Wexford, Ireland.

T.2 Réacteur anaérobie à chicanes (RAC)

Revue détaillée des systèmes et des technologies d'assainissement (dont les RAC)

- Tilley E., Ulrich L., Lüthi C., Reymond Ph., Zurbrügg C. (2014 ; édition française 2016). Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. Eawag, Dübendorf, Suisse.
- Ulrich A., Reuter S., Gutterer B., Sasse L., Panzerbieter T., Reckerzügel T. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. WEDC, Loughborough, UK.

Analyse de l'applicabilité des RAC pour le traitement décentralisé primaire des communautés à faible revenu

- Foxon K. M., Pillay S., Labbahadur T., Rodda N., Holder F., Buckley C. A. (2004). The Anaerobic Baffled Reactor (ABR): An Appropriate Technology for On-site Sanitation. Water SA, South Africa.

T.3 Filtre anaérobie

Revue détaillée des systèmes et des technologies d'assainissement (dont les filtres anaérobies)

- Tilley E., Ulrich L., Lüthi C., Reymond Ph., Zurbrügg C. (2014 ; édition française 2016). Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. Eawag, Dübendorf, Suisse.
- Ulrich A., Reuter S., Gutterer B., Sasse L., Panzerbieter T., Reckerzügel T. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. WEDC, Loughborough, UK.
- Morel A., Diener S. (2006). Greywater Management in Low and Middle-income Countries, Review of Different Treatment Systems for Households or Neighborhoods. Eawag, Dübendorf, Switzerland.

Gestion des eaux usées décentralisée et à faible coût et valorisation des ressources

- Rose D. G. (1999). Community-based Technologies for Domestic Wastewater Treatment and Reuse-options for Urban Agriculture. International Development Research Center Canada (IDRC), Ottawa, Canada.

T.4 Biodigesteur (réacteur à biogaz)

Revue des technologies et des aspects sociaux relatifs à l'utilisation des biodigesteurs

- Mang H.-P., Li Z. (2010). Technology Review of Biogas Sanitation. GIZ, Eschborn, Germany.
- Cheng S., Zifu L., Mang H.P., Huba E.M., Gao R., Wang X. (2014). Development and Application of Prefabricated Biogas Digesters in Developing Countries, Renewable and Sustainable Energy Reviews.
- Ulrich A., Reuter S., Gutterer B., Sasse L., Panzerbieter T., Reckerzügel T. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. WEDC, Loughborough, UK.
- Khatavkar A., Matthews S. (2013). Bi-latrines. Practical Action East Africa, Nairobi, Kenya.

Digestion anaérobie et biodéchets

- Vögeli Y., Lohr, C. R., Gallardo A., Diener S., Zurbrügg C. (2014). Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries. Practical Information and Case Studies. Eawag, Dübendorf, Switzerland.

T.5 Bassins de lagunage

Conception des bassins de lagunage

- Shilton A. (2005). Pond Treatment Technology. Integrated Environmental Technology Series. IWA Publishing, London, UK.
- Von Sperling M. (2007). Waste Stabilisation Ponds. Biological Wastewater Treatment Series. IWA Publishing, London, UK.
- Von Sperling M., De Lemos Chernicharo C. A. (2005). Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions. IWA Publishing, London, UK.
- Kayombo S., Mbwette T. S. A., Katima J. H. Y., Ladegaard N., Jorgensen S. E. (2004). Waste Stabilization Ponds and Constructed Wetlands Design Manual. UNEP-IETC/Danida, Dar es Salaam, Tanzania.

T.6 Filtres plantés

Problématiques pratiques et études de cas

- Dotro G., Langergraber G., Nivala J., Puigagut J., Stein O.R., Von Sperling M. (2017). Biological Wastewater Treatment Series. IWA Publishing, London, UK.
- Muellegger E., Langergraber G., Lechner M. (2012). Treatment Wetlands. EcoSan Club, Austria.

Revue sur le traitement par les filtres plantés et les plantes adaptées

- Hoffmann H., Platzer C., Winker M., Von Muench E. (2011). Technology Review of Constructed Wetlands. Subsurface Flow Constructed Wetlands for Greywater and Domestic Wastewater Treatment. GIZ, Eschborn, Germany.
- Groupe Macrophytes (2005). Épuration des eaux usées domestiques par filtres plantés de macrophytes. Recommandations techniques pour la conception et la réalisation. Cemagref - Agence de l'Eau RM & C, France.

T.7 Lit bactérien

Informations sur la conception et exemples de calculs

- Tchobanoglous G., Burton F. L., Stensel H. D. (2004). Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. Metcalf & Eddy, New York, US.
- Ulrich A., Reuter S., Gutterer B., Sasse L., Panzerbieter T., Reckerzügel T. (2009). Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries – A Practical Guide. WEDC, Loughborough, UK.
- US EPA (2000). Wastewater Technology Fact Sheet. Trickling Filters. Environmental Protection Agency, Washington D.C., US.

T.8 Bassins de sédimentation et d'épaississement

Informations générales sur la conception

- Strande L., Ronteltap M., Brdjanovic D. (2014 ; édition française 2018). Gestion des boues de vidange – Approche intégrée pour la mise en œuvre et l'exploitation. IWA, Royaume-Uni.
- Heins U., Larmie S. A., Strauss M. (1999). Characteristics of Faecal Sludges and Their Solids-liquid Separation. Eawag, Dübendorf, Switzerland.

T.9 Lits de séchage non-plantés

Informations générales sur la conception

- Strande L., Ronteltap M., Brdjanovic D. (2014 ; édition française 2018). Gestion des boues de vidange – Approche intégrée pour la mise en œuvre et l'exploitation. IWA, Royaume-Uni.
- Tchobanoglous G., Burton F. L., Stensel H. D. (2004). Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. Metcalf & Eddy, New York, US.

T.10 Lits de séchage plantés

Informations générales sur la conception

- Strande L., Ronteltap M., Brdjanovic D. (2014 ; édition française 2018). Gestion des boues de vidange – Approche intégrée pour la mise en œuvre et l'exploitation. IWA, Royaume-Uni.
- Tchobanoglous G., Burton F. L., Stensel H. D. (2004). Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. Metcalf & Eddy, New York, US.

T.11 Cocompostage

Informations sur le cocompostage et le compostage thermophile

- Strauss M., Drescher S., Zurbrugg C., Montangero A., Olufunke C., Drechsel P. (2003). Co-composting of Faecal Sludge and Municipal Organic Waste. Eawag, Dübendorf, Switzerland.
- Kramer S., Preneta N., Kilbride A. (2013). Thermophilic Composting of Human Wastes in Uncertain Urban Environments: A Case Study from Haiti. Sustainable Organic Integrated Livelihoods (SOIL), Oakland, Haiti.
- Rothenberger S., Zurbrugg C., Enayetullah I., Sinha A.H.M. (2006). Decentralised Composting for Cities of Low and Middle-income Countries – A Users' Manual. Waste Concern, Dhaka, Bangladesh.

Lignes directrices sur la valorisation sans risque du cocompost

- OMS (2012). Directives sur l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères. Volume 4 : Utilisation des excreta et des eaux ménagères en agriculture. Genève, Suisse.

T.12 Lombricompostage et lombrifiltration (E)

Développement et essais expérimentaux sur le lombricompostage et la lombrifiltration

- Furlong C. et al. (2015). The Development of an Onsite Sanitation System Based on Vermifiltration: The 'Tiger Toilet'. Journal of WASH for Development, Loughborough, UK.
- Furlong C., Gibson W. T., Oak A., Patankar R. (2015b). Faecal Sludge Treatment by Vermifiltration: Proof of Concept. Loughborough, UK.
- Eastman B. R., Kane P. N., Edwards C. A., Trytek L., Gunadi B., Stermer A. L., Mobley J. R. (2001). The Effectiveness of Vermiculture in Human Pathogen Reduction for US EPA Biosolids Stabilization. Compost Science & Utilization.
- Furlong C., Templeton M. R., Gibson W. T. (2014). Processing of Human Faeces by Wet Vermifiltration for Improved On-site Sanitation. Journal of WASH for Development, Loughborough, UK.

T.13 Boues activées

Recommandations sur la conception des réacteurs à boues activées

- Heins U., Larmie S. A., Strauss M. (1998). Solids Separation and Pond Systems for the Treatment of Faecal Sludges in the Tropics. Eawag, Dübendorf, Switzerland.
- Heins U., Larmie S. A., Strauss M. (1999). Characteristics of Faecal Sludges and Their Solids-liquid Separation. Eawag, Dübendorf, Switzerland.
- Strande L., Ronteltap M., Brdjanovic D. (2014 ; édition française 2018). Gestion des boues de vidange – Approche intégrée pour la mise en œuvre et l'exploitation. IWA, Royaume-Uni.

POST Filtration tertiaire et désinfection

Considération sur la conception en fonction du contexte

- Tchobanoglous G., Burton F. L., Stensel H. D. (2004). Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. Metcalf & Eddy, New York, US.
- Robbins D. M., Ligon G.C. (2014). How to Design Wastewater Systems for Local Conditions in Developing Countries. IWA Publishing, London, UK.
- NWRI (2012). Ultraviolet Disinfection. Guidelines for Drinking Water and Water Reuse. California, US.

Recommandations sur la valorisation sans risque des produits d'assainissement

- OMS (2012). Directives sur l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères. Volume 4 : Utilisation des excreta et des eaux ménagères en agriculture. Genève, Suisse.

D.1 Application de l'urine stockée

Lignes directrices sur la réutilisation de l'urine en agriculture

- Richert A., Gensch R., Jönsson H., Stenström T.-A., Dagerskog L. (2011). Practical Guidance on the Use of Urine in Crop Production. SEI, Stockholm, Sweden.
- Gensch R., Miso A., Itchon G. (2011). Urine as a Liquid Fertilizer in Agricultural Production in the Philippines. Xavier University Press, Cagayan de Oro, Philippines.
- OMS (2012). Directives sur l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères. Volume 4 : Utilisation des excreta et des eaux ménagères en agriculture. Genève, Suisse.

D.2 Application de fèces séchées

Directives sur la réutilisation sans risque de l'urine et des fèces

- OMS (2012). Directives sur l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères. Volume 4 : Utilisation des excreta et des eaux ménagères en agriculture. Genève, Suisse.
- Schönning C., Stenström T. A. (2004). Guidelines for the Safe Use of Urine and Faeces in Ecological Sanitation Systems. SEI, Stockholm, Sweden.

Informations sur l'assainissement écologique

- Austin A., Duncker L. (2002). Urine-diversion. Ecological Sanitation Systems in South Africa. CSIR, Pretoria, South Africa.
- Rieck C., Von Münch E., Hoffmann H. (2012). Technology Review of Urine-diverting Dry Toilets (UDDTs). Overview of Design, Operation, Management and Costs. GIZ, Eschborn, Germany.
- Winblad U., Simpson-H. M. (2004). Ecological Sanitation. SEI, Stockholm, Sweden.

D.3 Application d'humus de fosse et de compost

Information sur la production de compost et la culture maraîchère dans les camps de réfugiés

- SOIL (2016). Guide illustré pour la culture de légumes dans des micro-jardins dans les camps de réfugiés.

- Adam-Bradford A., Tomkins M., Perkins C., van Veenhuizen R., Biniego L., Hunt S., Belton J. (2016). Transforming Land, Transforming Lives: Greening Innovation and Urban Agriculture in the Context of Forced Displacement. Lemon Tree Trust, Dallas, US.
- Jenkins J. (2005). A Guide to Composting Human Manure. Jenkins Publishing, PA, US.
- Morgan P. R. (2007). Toilets That Make Compost. SEI, Stockholm, Sweden.

D.4 Épandage des boues

Lignes directrices pour la valorisation sans risque des boues

- OMS (2012). Directives sur l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères. Volume 4 : Utilisation des excréta et des eaux ménagères en agriculture. Genève, Suisse.

Utilisation des boues d'épuration

- European Commission (2016). Sewage Sludge. EU
- EPA (1999). Biosolids Generation, Use, and Disposal in the United States. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., US.
- EPA (1994). A Plain English Guide to the EPA Part 503 Biosolids Rule. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., US.
- Strande L., Ronteltap M., Brdjanovic D. (2014 ; édition française 2018). Gestion des boues de vidange – Approche intégrée pour la mise en œuvre et l'exploitation. IWA, Royaume-Uni.

D.5 Remblayage des fosses : Arborloo et enfouissement en tranchées profondes

Informations sur les Arborloos

- Hebert P. (2010). Rapid Assessment of CRS Experience with Arborloos in East Africa. Catholic Relief Service (CRS), Baltimore, US.
- Morgan P. R. (2007). Toilets That Make Compost. Low-cost, Sanitary Toilets that Produce Valuable Compost for Crops in an African Context. SEI, Stockholm, Sweden.
- Morgan P. R. (2009). Ecological Toilets. Start Simple and Upgrade from Arborloo to VIP. SEI, Stockholm, Sweden.

Informations sur l'enfouissage en tranchée profonde

- Still D., Louton B., Bakare B., Taylor C., Foxon K., Lorentz S. (2012). Investigating the Potential of Deep Row Entrenchment of Pit Latrine and Waste Water Sludges for Forestry and Land Rehabilitation Purposes. WRC, South Africa.
- Strande L., Ronteltap M., Brdjanovic D. (2014 ; édition française 2018). Gestion des boues de vidange – Approche intégrée pour la mise en œuvre et l'exploitation. IWA, Royaume-Uni.

D.6 Stockage et décharge contrôlés

Informations sur la gestion et le traitement des boues de vidange et des biosolides

- Strande L., Ronteltap M., Brdjanovic D. (2014 ; édition française 2018). Gestion des boues de vidange – Approche intégrée pour la mise en œuvre et l'exploitation. IWA, Royaume-Uni.
- EPA (1999). Biosolids Generation, Use, and Disposal in the United States. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., US.

Lignes directrices sur la conception des décharges et sur leur localisation

- Cointreau S. (2004). Sanitary Landfill Design and Siting Criteria. Washington, DC, USA.

D.7 Utilisation du biogaz

Conseils sur l'utilisation du biogaz et introduction sur la cuisine au biogaz

- Fulford D. (1996). Biogas Stove Design. A Short Course. Kingdom Bioenergy Ltd., University of Reading, UK.
- Deublein D., Steinhäuser A. (2011). Biogas from Waste and Renewable Resources. Wiley-VCH, Weinheim, Germany.
- GIZ (sans date). GIZ HERA Cooking Energy Compendium – A Practical Guidebook for Implementers of Cooking Energy Interventions. Eschborn, Germany.

D.8 Cocombustion des boues (E)

Informations générales sur la cocombustion

- Kengne I., Diaz-A. B. M., Strande L. (sans date). Faecal Sludge Management: Systems Approach for Implementation and Operation (Chapter 10.6.4.). Eawag, Dübendorf, Switzerland.

D.9 Lit d'infiltration

Information sur les lits d'infiltration pour le traitement des eaux usées et des eaux grises

- Crites R., Tchobanoglous G. (1998). Small and Decentralized Wastewater Management Systems. WCB/McGraw-Hill, New York, US.
- Morel A., Diener S. (2006). Greywater Management in Low and Middle-income Countries. Eawag, Dübendorf, Switzerland.
- Polprasert C., Rajput V. S. (1982). Environmental Sanitation Reviews: Septic Tank and Septic Systems. Environmental Sanitation Information Center, AIT, Bangkok, Thailand.
- EPA (1980). Onsite Wastewater Treatment and Disposal Systems. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, US.

- EPA (1980). Onsite Wastewater Treatment and Disposal Systems. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, US.

D.10 Puits d'infiltration

Dimensionnement et instructions détaillées pour la construction

- Ahrens B. (2005). A Comparison of Wash Area and Soak Pit Construction: The Changing Nature of Urban, Rural, and Periurban Linkages in Sikasso, Mali. Peace Corps, US.
- Mara D. D. (1996). Low-cost Urban Sanitation. Wiley, Chichester, UK.
- Oxfam (2008). Septic Tank Guidelines. Technical Brief. Oxfam, Oxford, UK.
- Polprasert C., Rajput V. S. (1982). Environmental Sanitation Reviews. Septic Tank and Septic Systems. Environmental Sanitation Information Center, AIT, Bangkok, Thailand.

D.11 Irrigation

Lignes directrices pour la valorisation des eaux usées pour l'irrigation

- OMS (2012). Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères. Volume 2 : Utilisation des eaux usées en agriculture. Genève, Suisse.
- Palada M., Bhattarai S., Wu D., Roberts M., Bhattarai M., Kimsan R., Midmore D. (2011). More Crop Per Drop. Using Simple Drip Irrigation Systems for Small-scale Vegetable Production. World Vegetable Center, Shanhua, Taiwan.

Informations sur différentes techniques d'irrigation

- Pescod M. B. (1992). Wastewater Treatment and Use in Agriculture. FAO Irrigation and Drainage. FAO, Rome, Italy.

D.12 Rejet dans un cours d'eau et recharge de la nappe phréatique

Informations détaillées sur la recharge des nappes phréatiques et le rejet des eaux

- Seiler K. P., Gat J. R. (2007). Groundwater Recharge from Run-off, Infiltration and Percolation. Springer, Dordrecht, Netherlands.
- Tchobanoglous G., Burton F. L., Stensel H. D. (2004). Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, Metcalf & Eddy, McGraw-Hill, New York, US.

Lignes directrices sur la valorisation sans risque des eaux usées

- OMS (2012). Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères. Volume 3 : Utilisation des eaux usées et des excréta en aquaculture. Genève, Suisse.

- ARGOSS (2001). Guidelines for Assessing the Risk to Groundwater from On-site Sanitation. British Geological Survey Commissioned, Keyworth, UK.

D.13 Bassins piscicoles

Informations générales sur l'aquaculture

- Cross P., Strauss M. (1985). Health Aspects of Nightsoil and Sludge Use in Agriculture and Aquaculture. International Reference Centre for Waste Disposal, Dübendorf, Switzerland.
- Iqbal S. (1999). Duckweed Aquaculture. Potentials, Possibilities and Limitations for Combined Wastewater Treatment and Animal Feed Production in Developing Countries. Eawag-Sandec, Dübendorf, Switzerland.
- Mara D. D. (2003). Domestic Wastewater-Treatment in Developing Countries. Earthscan, London, UK.

Lignes directrices sur la valorisation sans risque des eaux usées et des excréta dans l'agriculture

- OMS (2012). Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères. Volume 3 : Utilisation des eaux usées et des excréta en aquaculture. Genève, Suisse.

X.1 Évaluation de la situation initiale

- IASC (2003). Initial Rapid Assessment (IRA) Guidance Notes for Country Level. Geneva, CH.
- Harvey P. A. (2007). Excreta Disposal in Emergencies – A Field Manual. WEDC, Loughborough, UK.
- Strande L., Ronteltap M., Brdjanovic D. (2014 ; édition française 2018). Gestion des boues de vidange – Approche intégrée pour la mise en œuvre et l'exploitation. Chapitres 14 à 17. IWA, Royaume-Uni.
- UNHCR (2015). WASH Manual: WASH Needs Assessment. Geneva, Switzerland.
- Sphère (2018). Le Manuel Sphère - La Charte humanitaire et les standards minimum de l'intervention humanitaire. Practical Action, Royaume-Uni.

X.3 Analyse des sols et des eaux souterraines

- ARGOSS (2001). Guidelines for Assessing the Risk to Groundwater from On-site Sanitation. DFID & British Geological Survey, UK.
- Wolf L., Nick A., Cronin A. (2015). How to Keep your Groundwater Drinkable: Safer Siting of Sanitation Systems – Working Group 11 Publication. Sustainable Sanitation Alliance (SuSanA).
- Reed R., Dean P.T. (1994). Recommended Methods for the Disposal of Sanitary Wastes from Temporary Field Medical Facilities. Disasters 18:4.

- DGALN, Cerema (2014). Études de sols pour les ouvrages d'infiltration ou de rétention d'eaux pluviales. Lyon, France.
- Gilly E., Mangan C., Mudry J. (2016). Hydrogéologie – Objets, méthodes, applications. Dunod, France.

X.4 Cadre institutionnel et réglementaire

- Luethi C., Morel A., Tilley E., Ulrich L. (2011). Community-led Urban Environmental Sanitation Planning: CLUES – Complete Guidelines for Decision-makers with 30 Tools. Eawag, Dübendorf, Switzerland.
- Global WASH Cluster (2009). WASH Cluster Coordination Handbook. New York, US.
- Gensch R., Hansen R., Ihme M. (2014). Linking Relief, Rehabilitation and Development in the WASH Sector. German WASH Network, Berlin, Germany.
- The Sphere Project (2015). The Core Humanitarian Standard and the Sphere Core Standards. Analysis and Comparison. Geneva, Switzerland.
- Sphère (2018). Le Manuel Sphère - La Charte humanitaire et les standards minimum de l'intervention humanitaire. Practical Action, Royaume-Uni.

X.5 Résilience et préparation

- Gensch R., Hansen R., Ihme M. (2014). Linking Relief, Rehabilitation and Development in the WASH Sector. German WASH Network, Berlin, Germany.
- Steets J. (2011). Donor Strategies for Addressing the Transition Gap and Linking Humanitarian and Development Assistance. Global Public Policy Institute, Berlin, Germany.
- IFRC (2012). The Road to Resilience – Bridging Relief and Development for a More Sustainable Future. IFRC, Geneva, Switzerland.
- UNDP (2010). Disaster Risk Reduction and Recovery. UNDP Bureau for Crisis Prevention and Recovery, New York, US.
- GFDRR, World Bank, European Union, UNDP (2013). Réduction des risques de catastrophe - directives PDNA, volume B.

X.6 Stratégie de sortie, de passation et de mise hors service des infrastructures

- German Federal Foreign Office (2016). German Humanitarian WASH Strategy. Berlin, Germany.
- SuSanA (2008). Towards More Sustainable Sanitation Solutions – SuSanA Vision Document. Eschborn, Germany.
- Harvey P. A. (2007). Excreta Disposal in Emergencies. WEDC, Loughborough, UK.

X.7 Zones urbaines et crises prolongées

- ICRC (2015). Urban Services During Protracted Armed Conflict – A Call for a Better Approach to Assisting Affected People. IRFC, Geneva, Switzerland.
- CICR (2015). Services urbains lors de conflits armés prolongés - Pour une redéfinition de l'aide apportée aux populations touchées.
- UNHCR (2018). Planification de programmes WASH en milieu urbain - Note d'orientation.

X.8 Gestion des déchets

- UNEP (2015). Global Waste Management Outlook. Nairobi, Kenya.
- Sphère (2018). Le Manuel Sphère - La Charte humanitaire et les standards minimum de l'intervention humanitaire. Practical Action, Royaume-Uni.
- UNEP/OCHA Environment Unit (2011). Disaster Waste Management Guidelines. Geneva, CH.
- Hoornweg, D., Bhada-Tata, P. (2012). What a Waste. A Global Review of Solid Waste Management. World Bank, Washington D.C., US.

X.9 Prévention du choléra et gestion des épidémies

- UNICEF (2017). Cholera Toolkit. New York, US.
- UNICEF (2017). Guidelines for Water, Sanitation and Hygiene in Cholera Treatment Centres. UNICEF Somalia.
- WHO (1993). Guidelines for Cholera Control. Geneva, Switzerland.
- WHO (2006). Five Keys to Safer Food Manual, Geneva, Switzerland.
- Global Task Force on Cholera Control (2017). Ending Cholera - A Global Roadmap to 2030.
- OMS - publications sur le choléra en français: <https://www.who.int/topics/cholera/publications/fr/>

X.10 Conception inclusive et équitable

- Jones H., Wilbur J. (2014). Compendium of Accessible WASH Technologies. WEDC, WaterAid, Share, UK.
- Jones H., Reed B. (2005). Water and Sanitation for Disabled People and Other Vulnerable Groups: Designing Services to Improve Accessibility. WEDC, Loughborough, UK.
- House S., Mahon T., Cavill S. (2012). Menstrual Hygiene Matters: A Resource for Improving Menstrual Hygiene Around the World. WaterAid, UK.
- ADCAP Consortium (2016). Minimum Standards for Age and Disability Inclusion in Humanitarian Action. London, UK.
- CBM (2017). Humanitarian Hands-on Tools – Step-by-step Practical Guidance on Inclusive Humanitarian Field Work. CBM, Germany.

- Centre for Universal Design (1997). The Principles of Universal Design. NC University, US.
- DIAUD/CBM (2016). The Inclusion Imperative: Towards Disability-inclusive and Accessible Urban Development. Key Recommendations for an Inclusive Urban Agenda.
- Handicap International (2010). Accessibilité : Comment concevoir et promouvoir un environnement accessible pour tous ?
- UNICEF (2017). Inclure les enfants handicapés dans l'action humanitaire. Guide EAH.
- Columbia University, IRC (2017). Toolkit for Integrating Menstrual Hygiene Management into Humanitarian Response. Columbia University and International Rescue Committee

X.11 Gestion des excréta des enfants

- WASHplus Weekly (2015). Management of Child Faeces: Current Disposal Practices. USAID.
- WSP, UNICEF (2015). Management of Child Faeces: Current Disposal Practices. Research Brief.
- Miller-P. M., Voigt L., McLennan L., Cairncross S., Jenkin M (2015). Infant and Young Children Faeces Management. WaterSHED/London School of Hygiene and Tropical Medicine, UK.

X.12 Promotion de l'hygiène et travail avec les communautés affectées

- HELVETAS Swiss Intercooperation (2017). Manuel de changement de comportement.
- Mosler H.-J., Contzen N. (2016). Systematic Behavior Change in Water, Sanitation and Hygiene. A Practical Guide Using the RANAS Approach. Eawag, Dübendorf, Switzerland.
- Clatworthy D., Sommer M., Schmitt M. (2017). A Toolkit for Integrating MHM into Humanitarian Response: The Full Guide. IRC/Columbia University, US.
- Davis Jr., Thomas P. (2010). Barrier Analysis Facilitator's Guide: A Tool for Improving Behaviour Change Communication in Child Survival and Community Development Programmes. Food for the Hungry/Core Group Washington D.C., US.
- Ferron S., Morgan J., O'Reilly M. (2007). Hygiene Promotion: A Practical Manual for Relief and Development. ITDG Publishing, Rugby, UK.
- Neal D., Vujcic J., Hernandez O., Wood W. (2015). The Science of Habit: Creating Disruptive and Sticky Behaviour Change in Handwashing Behaviour. USAID/WASHplus Project, Washington D.C., US.
- UNHCR (2017). Hygiene Promotion Guidelines. Geneva, Switzerland.

X.13 Programmation axée sur le marché

- GTO (2017). La Programmation axée sur le marché dans les interventions humanitaires en eau, assainissement et hygiène (EAH). German Toilet Organization, Berlin, Allemagne.
- EMMA (2017). Emergency Market Mapping and Analysis-toolkit. Interagency Publication.
- CaLP (sans date). Comparative Table of Humanitarian Market Analysis Tools. The Cash Learning Partnership, Oxford, UK.
- Jaillard H., Sloane E. (2016). Revised Pre-crisis Market Analysis (PCMA). IRC/ USAID/Oxfam.
- Devine J., Kullmann C. (2011). WSP Scaling Up Rural Sanitation. Introductory Guide to Sanitation Marketing. The World Bank/WSP.
- SEEP (2010). Minimum Economic Recovery Standards. The SEEP Network, Washington D.C., US.
- Global WASH Cluster (2016). Cash and Markets In The WASH Sector – A Global Wash Cluster Position Paper. Geneva, Switzerland.
- Ahmed M., Hrybyk A. (2016). Pintakasi Study – A Review of Shelter/WASH Delivery Methods in Post-Disaster Recovery Interventions. Catholic Relief Services, Philippines.
- CRS (2017). Updated Market-based Programming Framework. Catholic Relief Service.

Références de cet ouvrage

Gensch R., Jennings A., Renggli S., Reymond P. (2020). Compendium des technologies d'assainissement dans les situations d'urgence. German WASH Network (GWN), Institut fédéral suisse des sciences et technologies de l'eau (Eawag), Global WASH Cluster (GWC) et l'Alliance pour l'assainissement durable (SuSanA). Berlin, Allemagne. ISBN: 978-3-906484-73-0

Édition en français du Compendium of Sanitation Technologies in Emergencies (publié en 2018), enrichie de références en français.

© German WASH Network (www.washnet.de) et Eawag, Département assainissement, eau et déchets pour le développement (www.sandec.ch)

La reproduction de tout ou partie de ce document est autorisée à des fins éducatives, scientifiques ou liées au développement, excepté celles qui impliquent une vente commerciale, à condition de citer la source complète.

La version anglaise du Compendium des technologies d'assainissement dans les situations d'urgence est également disponible en ligne dans une version interactive. La version en ligne fait partie des outils de renforcement des capacités du Global WASH Cluster (GWC). Elle se trouve sur le site de l'Alliance pour l'assainissement durable (SuSanA).

 www.washcluster.net/emersan-compendium

Conception graphique et mise en page :

Buntesamt (mise en page), Monacografico (conception graphique) et Cornelia Wiekort (couverture)

Première édition : 1 000 exemplaires

Traduction : Cécile Laborderie

Révision orthographique et stylistique : Lucie Patient

Relecture : Philippe Reymond

Imprimé par : Buch- und Offsetdruckerei H. Heenemann, Berlin, Allemagne

Cet ouvrage a été conçu pour appuyer ceux qui travaillent dans l'aide humanitaire et dont les ressources et le temps sont parfois limités en raison de l'urgence de la situation. Il a pour but de faciliter la prise de décision et constitue un complément, et non un substitut, à un jugement professionnel solide. Les auteurs et les éditeurs ne peuvent assumer aucune responsabilité légale de quelque nature que ce soit découlant du contenu de la présente publication ou liée à celle-ci.

German WASH Network
c/o German Toilet Organization
Paulsenstr. 23
12163 Berlin, Allemagne
info@washnet.de
www.washnet.de

Eawag
Department Sandec
Überlandstr. 133
8600 Dübendorf, Suisse
info@sandec.ch
www.eawag.ch & www.sandec.ch

Il est essentiel de disposer de solutions appropriées en matière d'assainissement pour protéger la santé publique dans les situations d'urgence. Ces dernières années ont vu le développement d'un nombre croissant d'innovations en matière d'assainissement, adaptées à une variété de contextes humanitaires et une plus grande attention portée à l'ensemble de la chaîne des services d'assainissement (des toilettes au traitement final et à la mise en décharge ou la valorisation finale en toute sécurité), en passant par la collecte et le transport. En s'appuyant sur ces avancées, le Compendium des technologies d'assainissement dans les situations d'urgence constitue un manuel et un guide de planification complet, structuré et facile à utiliser pour élaborer des solutions d'assainissement dans les situations d'urgence. Il présente un inventaire systématique des technologies d'assainissement existantes et émergentes. Le Compendium est en premier lieu un outil de renforcement des capacités et un ouvrage de référence. Par ailleurs, il permet d'appuyer les acteurs de l'humanitaire et de faciliter la prise de décision en proposant un cadre de réflexion pour la conception de systèmes d'assainissement. Il contient des informations concises sur les critères de décision clés pour chaque technologie, en facilitant leur articulation pour obtenir des systèmes d'assainissement complets. En outre, il établit des liens entre le choix des technologies d'assainissement et les questions transversales, ce qui contribue à établir des solutions d'assainissement sûres pour tous.

 www.washcluster.net/emersan-compendium

Avec le soutien de :



ISBN: 978-3-906484-73-0