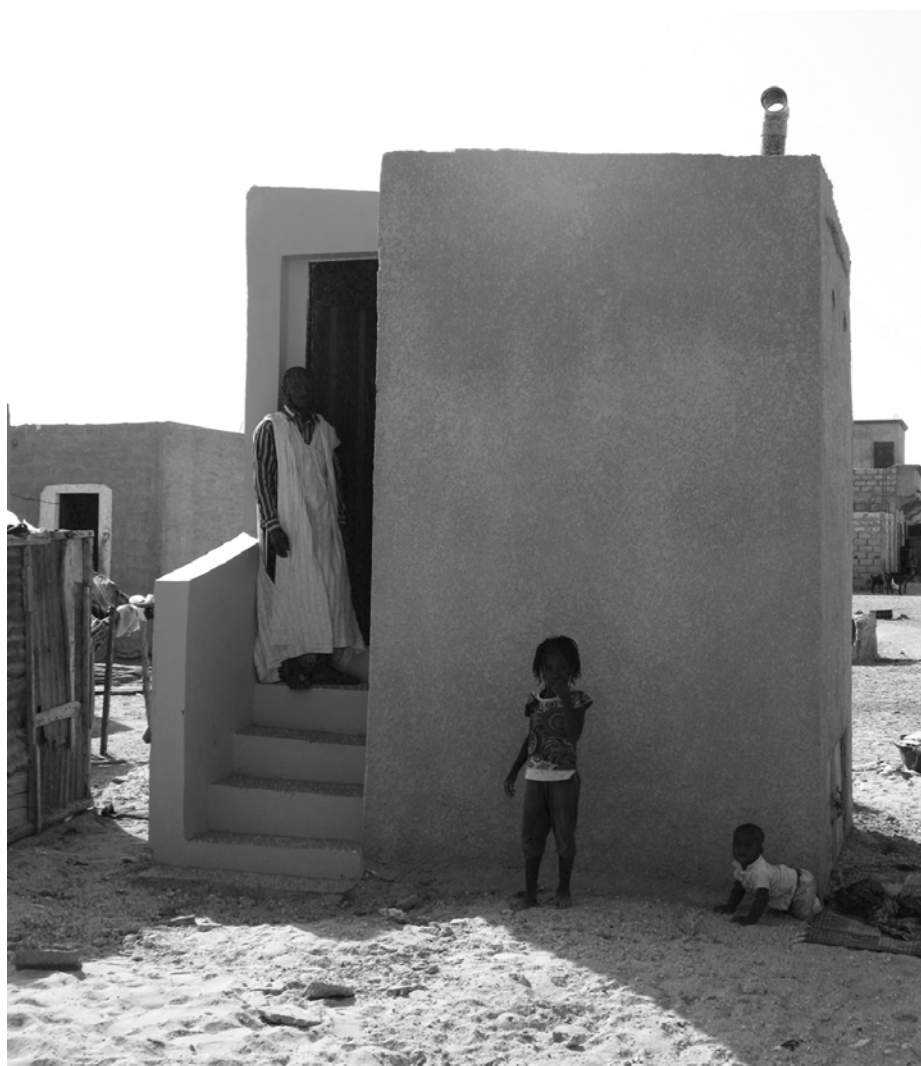


SOLUTIONS TECHNIQUES ET BONNES PRATIQUES D'ASSAINISSEMENT

UN GUIDE POUR LES QUARTIERS PÉRIPHÉRIQUES DE NOUAKCHOTT, MAURITANIE

BASÉ SUR UNE ÉTUDE MENÉE DANS LES QUARTIERS DE NEZAHA ET TARHIL



eawag
aquatic research 000



solidarit'eau suisse

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Direction für Entwicklung und Zusammenarbeit DEZA
Direction du développement et de la coopération DDC
Direzione dello sviluppo e della cooperazione DSC
Dirección de trabajo e de cooperación DSC

Préface

Ce guide de solutions techniques et bonnes pratiques pour l'assainissement individuel à Nouakchott est né de la coopération entre la Communauté Urbaine de Nouakchott, **eauservice** Lausanne et la Région Île-de-France, qui ont allié leurs forces pour répondre aux Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) en matière d'accès à l'eau potable et à l'assainissement.

Concrètement, les partenaires ont mis sur pieds le Projet Communautaire pour l'Accès à l'Eau (PCAE) dans le but de développer le réseau d'adduction d'eau potable dans un quartier défavorisé de la ville (quartier de Tarhil à Riyadh), de sensibiliser les populations et les acteurs de la filière de l'eau aux problèmes pouvant surgir d'une mauvaise gestion de cette ressource et d'améliorer les conditions sanitaires dans deux quartiers (Nezaha, commune d'El Mina et Tarhil, commune de Riyadh) par une réflexion sur l'assainissement et la promotion de nouvelles technologies d'assainissement individuel. Le PCAE s'étend sur une période de trois ans (2011-2014) et a l'ambition de toucher par ses activités plus de 190'000 personnes.

La composante assainissement du PCAE s'est axée autour d'une enquête auprès des ménages, pour avoir un aperçu de la situation actuelle de l'assainissement individuel, et de la construction de solutions prototypes dans les deux quartiers.

Les technologies retenues dans le cadre de cette étude menée dans les quartiers de Nezaha et Tarhil sont également applicables dans les autres quartiers périphériques présentant des conditions similaires. Le présent document résume et regroupe les résultats obtenus durant les différentes phases et s'efforce de donner des pistes pour une amélioration peu onéreuse des conditions sanitaires au sein des quartiers défavorisés de Nouakchott.

Première Edition 2014

Auteurs :

Pierre Bourqui
Vincent Reymond
Lukas Ulrich
Isakha Diagana

Partenaires du projet :

Communauté Urbaine de Nouakchott
eauservice Lausanne
Région Île-de-France
Eawag: L'Institut de Recherche de l'Eau du Domaine des EPF
solidarit'eau suisse
Confédération suisse, Direction du Développement et de la Coopération (DDC)

Table des matières

1	CONTEXTE.....	6
1.1	L'ASSAINISSEMENT, UNE PRÉOCCUPATION UNIVERSELLE	6
1.2	L'ASSAINISSEMENT, UN ENJEU LOCAL	6
1.3	LA SITUATION EN CHIFFRES	8
1.4	PROJET PCAE	10
1.5	LE MARKETING, UN POINT CRUCIAL	10
2	EXIGENCES POUR DES TECHNOLOGIES D'ASSAINISSEMENT INDIVIDUEL ADAPTÉES	11
2.1	EXIGENCES PRINCIPALES.....	11
2.2	EXIGENCES SECONDAIRES	11
3	LES TECHNOLOGIES POUR NEZAHA	12
3.1	CONDITIONS LOCALES ET ADÉQUATION.....	12
3.2	DESCRIPTIONS TECHNIQUES DES TECHNOLOGIES RETENUES.....	15
3.2.1	<i>Toilette à chambres de déshydratation.....</i>	<i>15</i>
	Variante 1: séparation des produits dans la fosse.....	17
	Variante 2 : séparation directe des produits	18
	Nettoyage et hygiène	19
	Vidange et gestion des produits	20
	Coûts.....	20
3.2.2	<i>Toilette VIP à fosse unique étanche.....</i>	<i>20</i>
	Nettoyage et hygiène	21
	Vidange et gestion des produits	21
	Coûts.....	22
4	LES TECHNOLOGIES POUR TARHIL.....	22
4.1	CONDITIONS LOCALES ET ADÉQUATION.....	22
4.2	DESCRIPTION TECHNIQUE DES TECHNOLOGIES RETENUES.....	25
4.2.1	<i>Toilette améliorée à double fosses ventilées (VIP)</i>	<i>25</i>
	Nettoyage et hygiène	28
	Vidange et gestion des produits	28
	Coûts.....	28
4.2.2	<i>Toilette à chasse manuelle à double fosses (TCM double fosses)</i>	<i>29</i>
	Nettoyage et hygiène	32
	Vidange et gestion des produits	32

Coûts.....	32
4.2.3 Toilette à chambres de déshydratation.....	32
5 GESTION DES PRODUITS SORTANTS	33
6 GESTION DES EAUX GRISES	34
6.1 PUIITS PERDU.....	35
6.2 PUIITS D'INFILTRATION AVEC CLÔTURE EN TÔLE (ZINC)	36
6.3 PUIITS D'INFILTRATION AVEC FÛT SEMI-ENTERRÉ.....	37
6.4 PUIITS D'INFILTRATION AVEC SILO DE PNEUS USAGÉS	37
6.5 ESTIMATION DES COÛTS.....	38
7 L'AMÉLIORATION DES INFRASTRUCTURES EXISTANTES D'ASSAINISSEMENT.....	38
8 GLOSSAIRE	39
9 BIBLIOGRAPHIE	40
ANNEXES.....	41
ANNEXE A : LE PRINCIPE DE VENTILATION DES TOILETTES SÈCHES	41
ANNEXE B : DÉTAILS DES COÛTS DES DIFFÉRENTS DISPOSITIFS D'ASSAINISSEMENT.....	42
Séparation des produits dans la fosse :	42
Séparation directe des produits :	42
Toilette améliorée à double fosses (VIP) :	43
Toilette à chasse manuelle à double fosses (TCM double fosses) :	43
Toilette VIP à fosse unique étanche :	43
Eaux grises :	43
ANNEXE C : RÉSUMÉ DES COÛTS DE CONSTRUCTION ET D'ENTRETIEN DES DIFFÉRENTS DISPOSITIFS D'ASSAINISSEMENT .	45
ANNEXE D : MANUEL D'EXÉCUTION POUR LES NOUVEAUX SYSTÈMES D'ASSAINISSEMENT INDIVIDUEL TESTÉS À NEZAHA ET TARHIL.....	47

1 Contexte

1.1 L'assainissement, une préoccupation universelle

Le secteur de l'eau potable et de l'assainissement est souvent un bon indicateur du niveau de développement d'un pays. Les pays développés ont depuis longtemps mesuré les gains économiques et sociaux résultant de bonnes conditions sanitaires. De ce fait, des sommes colossales sont investies dans les réseaux d'eau potable, d'évacuation des eaux usées et autres stations d'épuration. Le manque de moyens ou la mauvaise distribution des richesses caractérisant les pays en voie de développement permet beaucoup plus difficilement de mettre en place des systèmes généralisés de transport et de traitement des eaux usées. Cette relation de cause à effet entre l'argent et la santé souligne l'importance de rompre le cercle vicieux qui inhibe les perspectives de développement de ces pays.

En adoptant les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), l'Organisation des Nations Unies (ONU), ainsi que de nombreuses autres organisations internationales, ont affirmé leur détermination à améliorer les conditions de vie précaires des populations des pays en voie de développement. Ainsi, il a été prévu de réduire de moitié, d'ici à 2015, le pourcentage de la population n'ayant pas accès à un approvisionnement en eau potable ni à des services d'assainissement de base (objectif 7, cible 10). Beaucoup d'efforts ont été entrepris pour l'accès à l'eau potable, beaucoup moins pour l'assainissement, parent pauvre de la gestion de l'eau. Les chiffres de l'OMS l'illustrent bien puisque la proportion de la population mondiale ayant accès à des sources sûres d'eau potable est passée de 77% à 87% (comparatif 1990-2008), une amélioration suffisante pour atteindre la cible de l'objectif 7 du Millénaire pour le développement si le rythme actuel d'amélioration est maintenu. Dans le même temps, la progression de l'accès à l'assainissement amélioré ne passait que de 30 à 34%. Ce retard est particulièrement flagrant en Afrique sub-saharienne.

1.2 L'assainissement, un enjeu local

Nouakchott, capitale de la République Islamique de Mauritanie, fait partie des villes africaines qui rencontrent d'énormes difficultés face à la problématique de l'assainissement. L'important exode rural de ces dernières décennies a engendré la création de bidonvilles («kébbés», ou «ordures» en hassanya). Ces quartiers sont principalement composés d'habitats informels (tentes, baraques, hangars) et comme la plupart des quartiers d'habitation de Nouakchott, ne sont pas connectés au réseau d'assainissement du centre-ville (voir Figure 1). Les conditions sanitaires déplorables, parfois accompagnées d'inondations, constituent une menace chronique pour les habitants, particulièrement pour les personnes à risque (personnes âgées, enfants, femmes enceintes). Une proportion importante de la population est dépourvue de toilettes. Finalement, les latrines présentes dans ces quartiers ne sont généralement pas appropriées (odeurs, vidanges non hygiéniques, manque d'installations de lavage de mains, etc.).

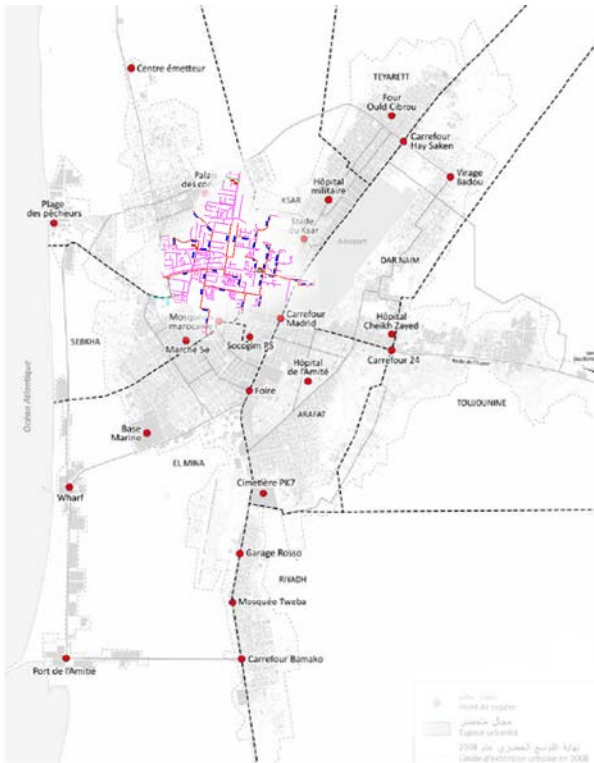


Figure 1 : Réseau actuel (rose). Couvre uniquement le quartier de Tevragh Zeina.

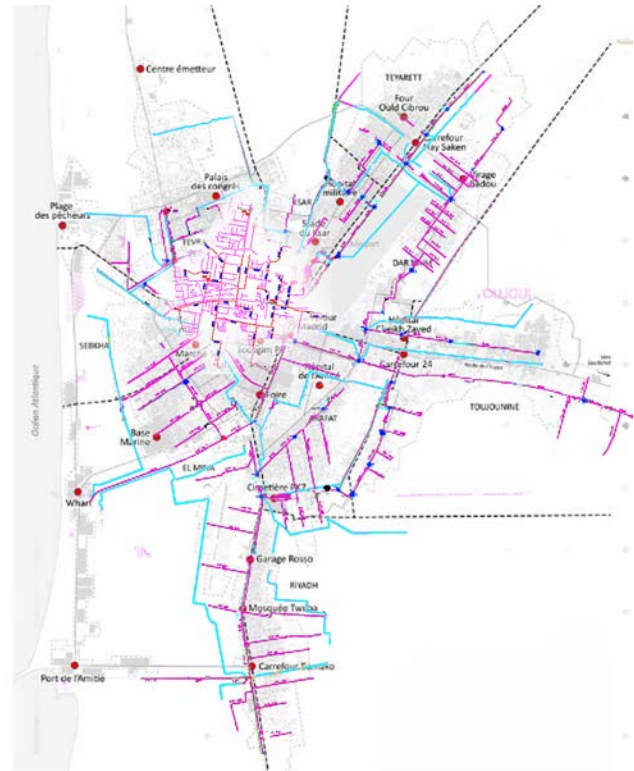


Figure 2 : Planification du futur réseau. En bleu le périmètre d'influence du réseau, en rose le réseau de collecte.

Les deux quartiers ont été avant tout choisis pour leurs différences : Nezaha (commune d'El Mina), met en lumière une zone de recasement « ancienne » (début des années 2000), aux franges du noyau urbain. Tarhil (commune de Riyadh) est quant à lui beaucoup plus récent (depuis 2010), et en conséquence plus éloigné du centre-ville.

L'enquête menée dans ces deux quartiers fait état des conditions de vie des populations à tous niveaux (économique, social, environnemental). Les principales observations qui en ressortent sont :

- lavage non systématique des mains, surtout après la défécation et avant de manger
- pratique de la défécation à l'air libre toujours existante
- forte proportion de ménages sans latrines, par manque de moyens
- manque d'eau comme handicap à tous les niveaux (hygiène, assainissement)
- odeurs et mouches comme principales gênes relatives aux latrines

1.3 La situation en chiffres

Dans le cadre du PCAE, une étude a été menée en mai 2012 dans les quartiers de Nezaha et de Tarhil par les étudiants de l'université de Nouakchott, afin de définir les besoins et les attentes des populations de ces deux quartiers (SY *et al*, 2012). Les statistiques présentées ici sont les résultats de ces sondages.

Table 1 : Mode d'évacuation des *eaux grises* – situation en 2012

	Nezaha	Tarhil
Fosse étanche	2%	<1%
Fosse « à fond perdu »	4%	2%
Dans la latrine	4%	2%
Voie publique ou terrains vagues	90%	96%

Table 2 : Situation de l'assainissement dans les quartiers de Nezaha et de Tarhil

	Nezaha	Tarhil
Pourcentage des ménages qui possèdent une latrine/WC	65%	37%
Types de latrine		
Toilettes sèches/latrine traditionnelle	94%	29%
Toilettes à chasse manuelle	6%	71%
Type de fosse		
Fosse septique	13%	6%
Fosse « à fond perdu »	49%	39%
Fosse étanche	38%	54%
Mode de vidange		
Vidange mécanique	22%	11%
Vidange manuelle par un tâcheron	70%	89%
Vidange manuelle par le ménage	8%	0%
Usages chez les sans latrine		
Défécation en plein air	44%	42%
Chez le voisin	46%	50%
Autres	10%	9%

1.4 Projet PCAE

C'est dans ce contexte qu'est né le Projet Communautaire pour l'Accès à l'Eau (PCAE). La Communauté Urbaine de Nouakchott (CUN), avec l'appui technique et financier de plusieurs partenaires (Région Île-de-France (RIF), **eauservice** Lausanne, **solidarit'eau suisse**, Eawag) tente d'apporter une réponse aux problèmes d'accès à l'eau potable, de son transport, de l'hygiène personnelle, ainsi qu'au déficit des infrastructures d'assainissement.

Ce projet, planifié au niveau de la ville, est par ailleurs cohérent avec la politique d'assainissement national, puisque la Direction de l'Hydraulique et de l'Assainissement (DHA) a mis en œuvre une nouvelle réforme du secteur de l'eau et de l'assainissement pour la ville de Nouakchott (voir Stratégie Nationale d'Assainissement liquide).

Concrètement, la composante assainissement du PCAE prévoit:

- la construction de systèmes d'assainissement pilotes au sein des quartiers cibles (technologies appropriées)
- la formation de maçons à ces technologies
- la réalisation d'un guide de solutions techniques et de pratiques d'entretien pour l'assainissement des eaux usées et des eaux grises (ce présent document)

1.5 Le marketing, un point crucial

L'enquête donne de nombreuses indications sur les difficultés rencontrées par les populations des deux quartiers et sur leurs besoins. Les visites de terrain ont fait naître des attentes chez les populations, qui ne manquent pas de rappeler que rien n'a encore été fait à chaque nouvelle intervention. C'est précisément autour de ces attentes que va s'articuler la « stratégie marketing », tant sur la nature même du produit présenté, que sur sa promotion. Le challenge est de proposer une technologie qui réponde aux attentes et besoins des familles, tout en satisfaisant les critères fixés par le projet. A côté de ça, il semble légitime de réserver une place à l'innovation et à la nouveauté. La partie expérimentale, avec les toilettes pilotes, a justement pour objectif de tester les réactions des gens face à des technologies nouvelles. C'est en tenant compte de toutes ces données qu'ont été sélectionnées les technologies proposées par ce guide.

2 Exigences pour des technologies d'assainissement individuel adaptées

2.1 Exigences principales

- Bas coût du complexe construction/entretien/rénovation
- Faible consommation en eau
- Confort d'utilisation de la toilette et acceptation des utilisateurs
- Vidange mécanique ou hygiénique si manuelle
- Transport facile des produits vidangés
- Construction avec des matériaux locaux
- Empêcher la transmission féco-orale, par traitement ou par une évacuation adéquate des *fèces*, ainsi que par le lavage des mains

2.2 Exigences secondaires

- Coin douche séparé de la toilette
- Gestion des eaux grises

3 Les technologies pour Nezaha



Figure 3 : Localisation géographique du quartier de Nezaha

3.1 Conditions locales et adéquation

Le bon choix d'un système de latrine pour une famille se base sur l'évaluation de différents critères physico-climatiques, urbains et socio-économiques.

Les caractéristiques du sol permettront de définir la stabilité des fondations ainsi que la capacité d'infiltration des liquides. La densité de population et de l'environnement construit nous guidera dans l'optimisation de l'espace à utiliser pour la latrine. Enfin, la capacité financière de la famille ainsi que ses souhaits finiront de nous guider vers la meilleure solution possible pour la construction d'une nouvelle toilette.

Le sol argileux que l'on trouve dans le quartier de Nezaha empêche une infiltration idéale des eaux, sans toutefois la rendre impossible. De plus, la nappe affleurante rend difficile toute percolation en profondeur. Ceci est également valable pour le lixiviat des *eaux vanes* ou des *excréta*, chargés en agents pathogènes, qui se retrouvent de fait proches de la surface. Par la présence de la nappe très près de la surface, le risque de remontées fécales est important dans les fosses enterrées. Il est donc indispensable que la technologie choisie présente une **séparation** physique sûre et imperméable entre les *féces* et la nappe. En outre, il est important d'**hygiéniser** au maximum la matière fécale. La pratique courante dans ces quartiers qui consiste à transvaser les *boues de vidange* dans un trou creusé à proximité de la fosse ne fait que déplacer le problème et est réalisée dans des conditions d'hygiène déplorable (augmentation du risque de contact entre les boues de vidanges et la population). Finalement, la difficulté de l'accès à l'eau (pas de réseau d'adduction) laisse penser qu'une **toilette sèche** est davantage appropriée qu'une toilette à chasse.

Table 3 : Tableau multi-critères pour Nezaha

Résumé des caractéristiques du site			
Critères	Description	Conséquences	
Physico-climatiques	Type de sol	Argileux	Infiltration difficile, inondations
	Profondeur de la nappe phréatique	Très faible < 1 m	Infiltration difficile, inondations
	Climat	Aride	Évaporation facilitée
Urbains	Densité d'habitation	Peu dense	Place disponible pour la latrine
Socio-économiques	Consommation d'eau	Faible 26 L/j/hab ¹	Toilettes sèches mieux adaptées
	Capacité d'investissement	Faible ~ 5 000 UM/mois/ménage ²	Plutôt une technologie peu coûteuse
	Niveau de compétences	Faible Maçons locaux	Plutôt une technologie simple

En fonction de l'analyse des critères résumée dans le tableau 3, les technologies d'assainissement individuel retenues sont les suivantes:

- Toilettes à chambres de déshydratation (2 variantes)
- Toilette *VIP* à fosse unique étanche

¹ SY et al. (2012)

² SY et al. (2012) avance un chiffre de 4000 UM/mois. Beït el Mal a confirmé ceci en arguant que les remboursements de prêts se montaient en général à 5000 UM/mois, parfois moins, rarement plus

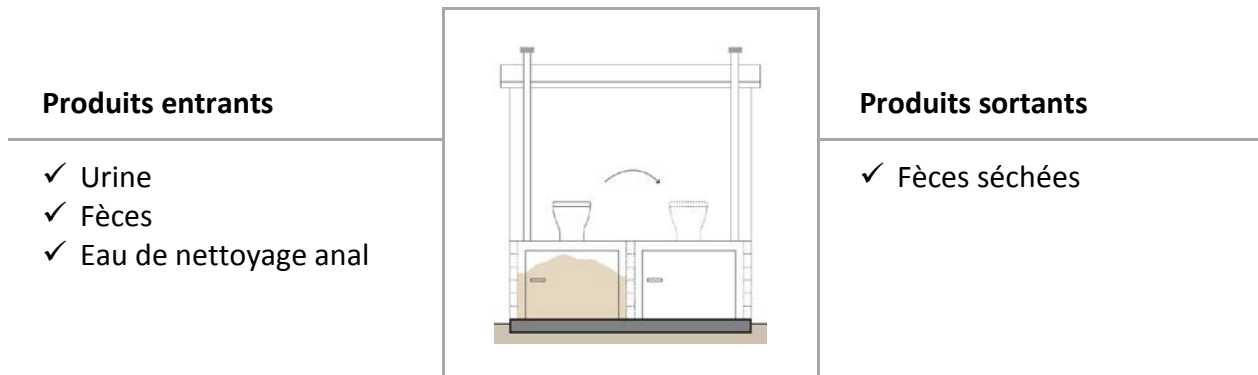
Table 4 : Résumé des technologies retenues pour le quartier de Nezaha

Nezaha		
Technologie	Latrine à chambres de déshydratation	
	Séparation des produits dans la fosse	Séparation directe des produits
Produits entrants	Urine, fèces, eau de nettoyage anal	Fèces
Produits sortants	Fèces séchées	Fèces séchées
Description	<p>Système de toilettes sèches</p> <p>Séparation des liquides (urine et eau de nettoyage anal) et des fèces par filtration gravitaire</p> <p>Infiltration de l'urine et de l'eau de nettoyage anal</p> <p>Hygiénisation des fèces et réduction du volume par déshydratation</p> <p>Deux fosses étanches utilisées en alternance</p> <p>Ventilation pour augmenter la capacité de déshydratation et réduire les problèmes d'odeurs et de mouches</p> <p>Vidange manuelle</p>	<p>Système de toilettes sèches</p> <p>Séparation de l'urine et des fèces à l'interface utilisateur</p> <p>Infiltration de l'urine et de l'eau de nettoyage anal</p> <p>Hygiénisation des fèces et réduction du volume par déshydratation</p> <p>Deux fosses étanches utilisées en alternance</p> <p>Ventilation pour augmenter la capacité de déshydratation et réduire les problèmes d'odeurs et de mouches</p> <p>Vidange manuelle</p>
	Latrine VIP à fosse unique étanche	
		Urine, fèces, eau de nettoyage anal
		Boues de vidange
		<p>Système de toilettes sèches</p> <p>Perfectionnement de la latrine traditionnelle par l'ajout d'une ventilation</p> <p>Permet la réduction des problèmes d'odeurs et de mouches</p> <p>Réduction du volume par transformation anaérobie des solides</p> <p>Vidange mécanique des boues par camion-citerne</p>

3.2 Descriptions techniques des technologies retenues

Ci-après les solutions retenues pour Nezaha sont décrites et leur fonctionnement est expliqué. Voir Annexe D pour leur description technique plus détaillée, ainsi que leurs étapes de construction.

3.2.1 Toilette à chambres de déshydratation



Deux chambres surélevées sont utilisées en alternance pour collecter, stocker et sécher (déshydrater) les fèces. Les liquides (urine, eaux de nettoyage anal) sont déviés, pour finalement être infiltrés dans le sol. Les chambres doivent être imperméables afin d'empêcher tout liquide d'entrer. En l'absence d'humidité, les organismes ne peuvent pas se développer, les odeurs sont réduites et les microbes pathogènes sont tués. Une ventilation performante (voir Annexe A), ainsi que l'ajout de sable (et/ou de cendres) servent à accélérer le processus de séchage et aussi à diminuer les nuisances olfactives, ainsi que les mouches (TILLEY *et al.*, 2008). En plus, le volume des fèces est fortement réduit grâce à la déshydratation.

Lorsqu'une chambre est pleine, elle est scellée et les fèces reposent entre une année et deux ans afin d'atteindre un degré d'hygiénisation suffisant. Durant ce temps, la seconde chambre est utilisée. Lorsque cette seconde chambre est pleine, la matière dans la 1^{ère} fosse est vidangée et mise en décharge ou réutilisée. Les fèces en sortie ressemblent à une poudre sèche (si du sable ou des cendres ont été ajoutés) et peuvent être extraites au moyen d'une pelle, sans danger et sans odeurs.

Un urinoir peut venir compléter ce système à séparation d'urine. Il permet d'uriner sans devoir s'accroupir et est tout à fait cohérent avec le système à séparation directe des produits. L'urinoir ne fait cependant pas partie de la culture en Mauritanie et risque de ne pas être accepté par les utilisateurs.

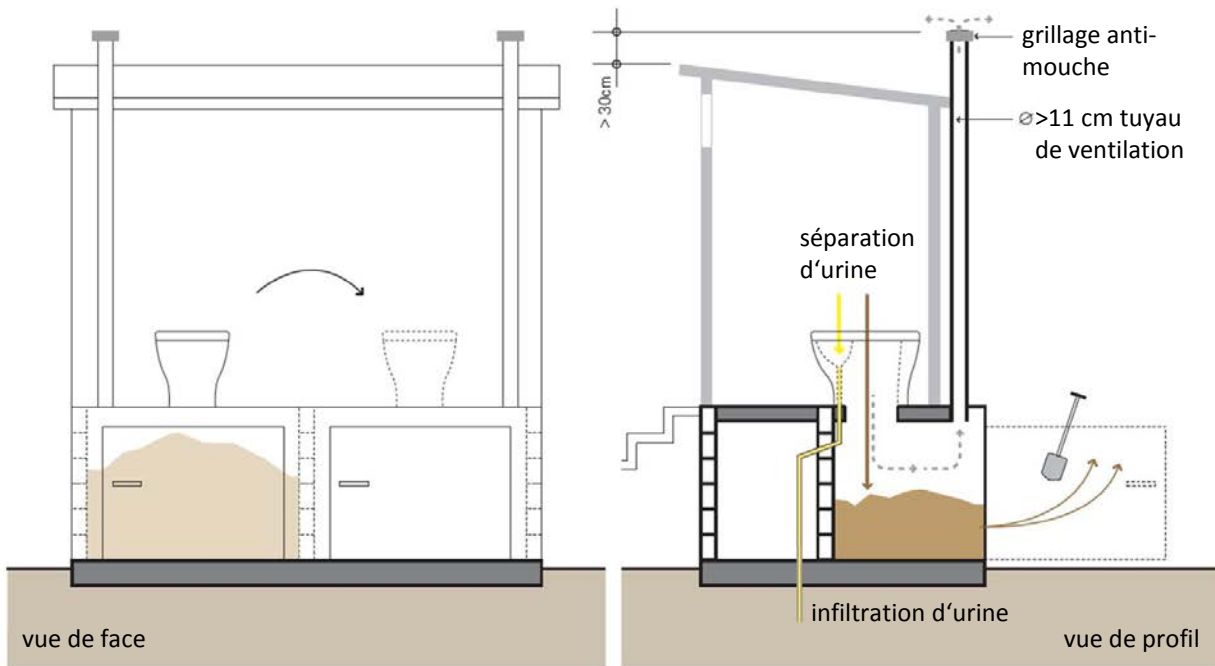


Figure 4 : Schéma de fonctionnement de la toilette à chambres de déshydratation. Source: Tilley et al. (2008).

Les portes de vidange peuvent être droites ou obliques. Les trappes verticales sont moins sujettes à l'intrusion d'eau et sont un peu plus pratiques pour la vidange. Il est recommandé d'orienter les trappes côté sud pour bénéficier d'une évaporation maximale.

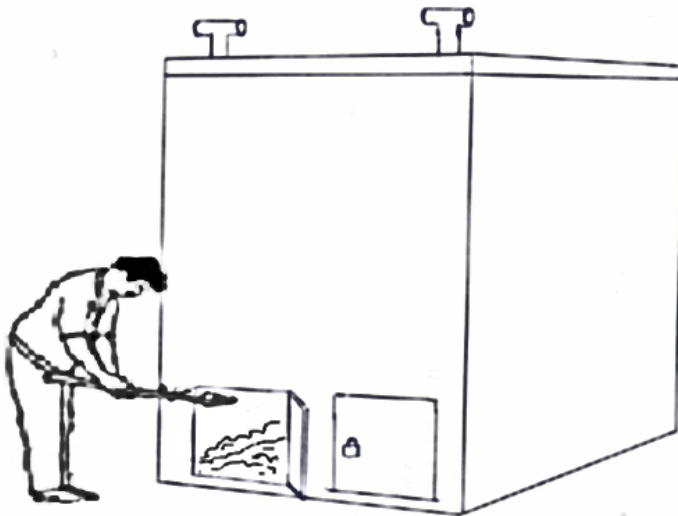


Figure 5 : Vidange du produit séché au moyen d'une pelle.



Figure 6 : Exemple d'une toilette à chambres de déshydratation à Nouakchott.

La présence d'un dispositif de barrière sur l'une des chaises « turques » (cf. Figure 10) permet de distinguer la fosse en utilisation de celle "au repos". Ôter le couvercle (de la toilette en usage) permet de créer une circulation d'air entre le trou d'aération de la superstructure et le tuyau de ventilation connecté à la fosse.

Cependant, si la superstructure n'est pas assez sombre, il reste alors préférable de laisser le couvercle afin d'éviter un afflux de mouches. Finalement, jeter de temps en temps un peu de sable (ou de cendres) dans la fosse permet de faciliter le séchage.

Table 5 : Pro et contra de la toilette à chambres de déshydratation

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">○ Organismes pathogènes partiellement inactivés○ Faible volume (seulement les fèces séchées à vidanger)○ Fosses étanches○ Pas d'utilisation d'eau○ Vidange a priori facile○ Réutilisation « infinie » des fosses○ Sable disponible en grande quantité○ Soleil et chaleur facilitent la déshydratation	<ul style="list-style-type: none">○ Coût initial élevé○ Entretien nécessaire de la part du ménage○ Douche prohibée dans la latrine○ Escaliers peuvent représenter un problème○ Problèmes d'odeurs encore possibles○ Liquides infiltrés contaminés par des éléments pathogènes (dans le cas de la variante 1)

Variante 1: séparation des produits dans la fosse

Cette variante propose une séparation mécanique des liquides et des fèces. Une couche de pierres, de fragments de briques et de sable joue le rôle de filtre grossier, laissant percoler les liquides vers un tuyau de drainage tout en retenant les solides. La fosse est construite en surface, de façon à empêcher son inondation lorsque les eaux montent. Une légère déclivité au fond de la fosse est à prévoir pour que les liquides s'écoulent d'abord vers le drain, puis vers le puits d'infiltration. L'air peut également circuler dans le tuyau de drainage, créant une zone aérobie propice au traitement microbien des eaux de percolation au bas du filtre.

La séparation des produits dans la fosse n'entraîne aucun changement dans les habitudes de l'utilisateur. Par contre, comme du liquide se mélange aux fèces dans cette variante, le temps de séchage sera plus long que pour la variante 2 (séparation directe). Cependant, la durée de

stockage minimale d'une année dans la fosse fermée et ventilée est suffisante pour obtenir un produit solide et déshydraté.

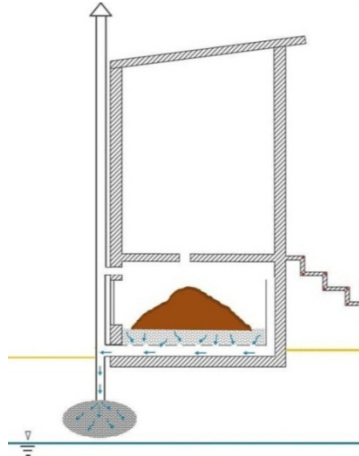


Figure 7 : Principe de séparation des produits dans la fosse.



Figure 8 : Tuyau de drainage branché au puits d'infiltration.



Figure 9 : Les deux fosses sont utilisées en alternance. Le siège à gauche reste fermé jusqu'à ce que la fosse à droite soit pleine.

Variante 2 : séparation directe des produits

Dans cette variante, l'urine et les eaux de nettoyage anal sont récoltées séparément des fèces pour être directement infiltrées, sans passer par la fosse. Le but est de minimiser la fraction liquide qui arrive dans la fosse, de manière à optimiser la déshydratation et à éviter la contamination des liquides par les éléments pathogènes fécaux. Un siège de toilette à triple séparation (voir images en bas) et une adaptation du comportement de l'utilisateur sont dans ce cas nécessaire.

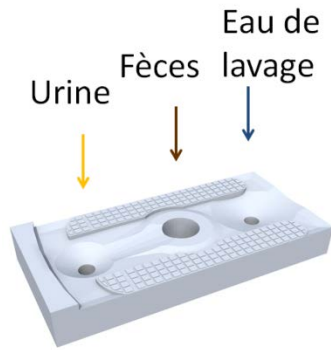


Figure 10 : Principe de la séparation directe des produits avec un siège à triple séparation.



Figure 11 : Siège artisanal à triple séparation (Nouakchott).



Figure 12 : Déversement des liquides dans le puits d'infiltration. Seules les fèces sont collectées dans la chambre.



Figure 13 : Sièges à triple séparation préfabriqués, installés au Maroc (un par chambre de déshydratation). Le trou de défécation est fermé par un couvercle en plastique.

Nettoyage et hygiène

Le nettoyage de ce type de latrine est légèrement plus compliqué, car on ne veut pas d'intrusion d'eau dans les fosses. Un chiffon humide peut constituer une bonne solution pour le nettoyage de la cuvette et des surfaces intérieur du trou. L'utilisation d'un désinfectant (type eau de Javel ou vinaigre) semble également indispensable pour assurer une élimination efficace des bactéries et des mauvaises odeurs. L'urinoir (s'il existe) peut être nettoyé avec un peu de vinaigre. En ce qui concerne l'hygiène personnelle, il est indispensable de prévoir un peu d'eau et de savon pour se laver les mains après chaque utilisation.

Vidange et gestion des produits

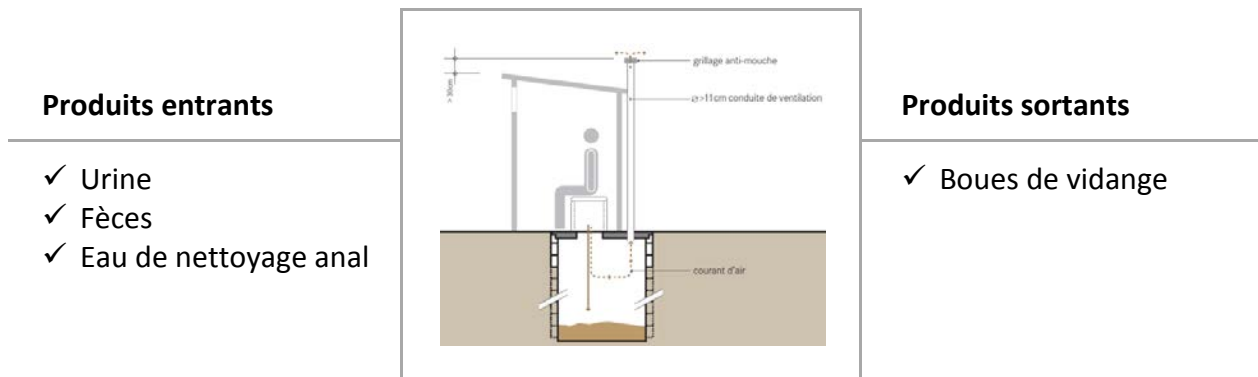
La vidange est réalisée après une période de stockage permettant une déshydratation suffisante de la matière dans la fosse. Le produit en sortie est solide et peut être extrait au moyen d'une pelle, sans danger et sans odeurs. Néanmoins, il est recommandé d'utiliser des gants en manipulant le produit.

Les fèces sèches peuvent être mises dans des sacs ou des fûts fermables et transportées vers une décharge. Si aucune (meilleure) gestion est prévue, le matériau vidangé peut être enterré dans la parcelle si la nappe est profonde et s'il n'y a aucun risque d'inondation, mais il est recommandé de définir des sites de décharge au dehors de la zone d'habitation.

Coûts

A partir de la réalisation des toilettes pilotes (2013), il a été possible de définir une liste précise des coûts de construction de ce type de latrines. Ceux-ci sont détaillés à l'Annexe B et C.

3.2.2 Toilette VIP à fosse unique étanche



La toilette *VIP* à fosse unique étanche est une amélioration de la *latrine traditionnelle* par l'imperméabilisation de la fosse et l'ajout d'un système de ventilation performant (voir Annexe A). Le confort d'utilisation s'en trouve augmenté, car la ventilation permet de réduire les odeurs et les nuisances dues aux insectes dans la latrine. La fosse récolte les liquides (urine et eaux de nettoyage anal) et les solides (fèces). L'étanchéité permet d'éviter que la fosse se remplisse avec l'eau de nappe ou que les liquides de la fosse s'infiltrent dans le sol. La fosse devra être vidangée mécaniquement par un camion-citerne, ce qui induit des coûts élevés de maintenance. Dans les zones fréquemment inondées, il est indispensable de surélever la fosse afin d'éviter que l'eau de pluie entre dans la fosse et la remplisse.

Se laver ou se doucher dans la toilette est à éviter, car cela contribue à remplir rapidement la fosse d'eau, rendant la vidange plus fréquente. Un puits d'infiltration pour les eaux grises, en marge de la fosse, représente une bonne solution pour éviter un remplissage trop rapide.

Cette solution n'a pas été retenue pour faire partie des prototypes construits dans le cadre de ce projet car elle n'apportait pas beaucoup d'éléments nouveaux, étant déjà largement utilisée à Nezaha. Elle reste néanmoins une bonne piste à suivre pour améliorer une latrine à fosse étanche déjà existante.

Table 6 : Pro et contra de la toilette VIP à fosse étanche

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">○ Réduction du volume par la transformation anaérobie des solides○ Pas d'utilisation d'eau nécessaire○ Réutilisation « infinie » de la fosse○ Construction et système simples○ Aucun changement pour l'utilisateur○ Excavation complète de la fosse possible	<ul style="list-style-type: none">○ Vidange mécanique plus chère○ Vidange manuelle pose des risques de santé○ Fréquence de vidange potentiellement élevée○ Douche prohibée dans la latrine○ Problèmes d'odeurs

Nettoyage et hygiène

Le nettoyage de la toilette à fosse unique étanche peut se faire avec de l'eau et un peu de produit désinfectant (eau de Javel, vinaigre).

Vidange et gestion des produits

Le produit sortant de la fosse unique étanche est la *boue de vidange*. La teneur en germes pathogènes et la consistance liquide de ce produit le rendent difficile à gérer. La vidange manuelle est dangereuse et désagréable, et ne permet pas de transporter la boue vers un site de traitement éloigné. Enterrer la boue dans la parcelle n'est pas une solution à cause du risque sanitaire.

La vidange mécanique est recommandée, mais chère. De plus, les camions vidangeurs rencontrent des problèmes à vidanger des fosses contenant un produit trop sec (solide) et/ou contenant des déchets. Il est important que la boue soit traitée et correctement mise en décharge pour protéger la santé publique et l'environnement. Une (ou plusieurs) station de traitement des boues de vidange accessible par les camions vidangeurs est donc nécessaire au cas où cette solution est utilisée.

Coûts

Pour ce type de latrine, il faut considérer les frais de *vidange mécanique* par camion, estimés en moyenne à 10'000 UM par vidange.

Dans la mesure où cette solution n'a pas été construite dans le projet pilote, le coût présenté à l'Annexe B et C est une estimation grossière basée sur une comparaison avec les prix des autres systèmes.

4 Les technologies pour Tarhil

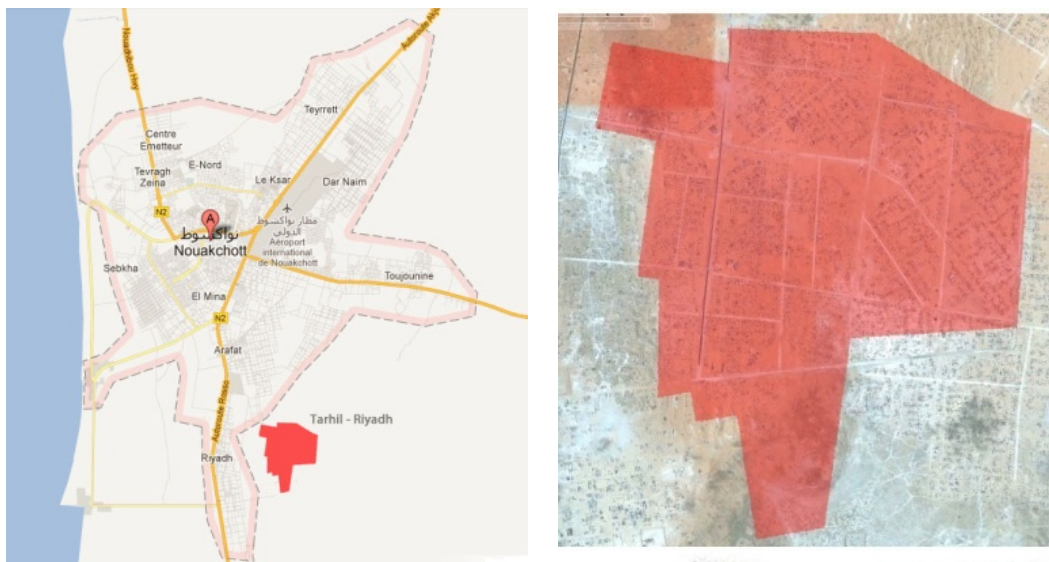


Figure 14 : Localisation du quartier de Tarhil

4.1 Conditions locales et adéquation

Le sol est de nature sableuse et la nappe phréatique est sensiblement plus profonde que dans le quartier de Nezaha. Avec une bonne capacité d'infiltration et un niveau moyen au-dessus de l'influence de l'océan, il n'y a aucun problème d'inondation dans le quartier de Tarhil.

Table 7 : Tableau multi-critères pour Tarhil

Résumé des caractéristiques du site			
	Critères	Description	Conséquences
Physico-climatiques	Type de sol	Sableux	Infiltration facile
	Profondeur de la nappe phréatique	Moyenne > 1.5 m	Infiltration facile
	Climat	Aride	Évaporation facilitée
Urbains	Densité d'habitation	Peu dense	Place disponible pour la latrine
Socio-économiques	Consommation d'eau	Faible 33 L/j/hab ³	Toilettes sèches mieux adaptées
	Capacité d'investissement	Faible ~ 5 000 ⁴ UM/mois/ménage	Plutôt une technologie peu coûteuse
	Niveau de compétences	Faible Maçons locaux	Plutôt une technologie simple

En fonction de l'analyse des critères résumés dans le tableau 9, les technologies d'assainissement individuel retenues sont les suivantes:

- Toilette améliorée à double fosses ventilées (VIP)
- Toilette à chasse manuelle à double fosses (TCM double fosses)
- Toilette à chambres de déshydratation (2 variantes)

³ Avec le PCAE et l'Aftout Essaheli un futur réseau de distribution permettra d'augmenter la disponibilité en eau de manière significative et en baissera le prix (SY *et al.*, 2012).

⁴ SY *et al.* (2012) avance un chiffre de 4600 UM/mois. Beït el Mal a confirmé ceci en arguant que les remboursements de prêts se montaient en général à 5000 UM/mois, parfois moins, rarement plus.

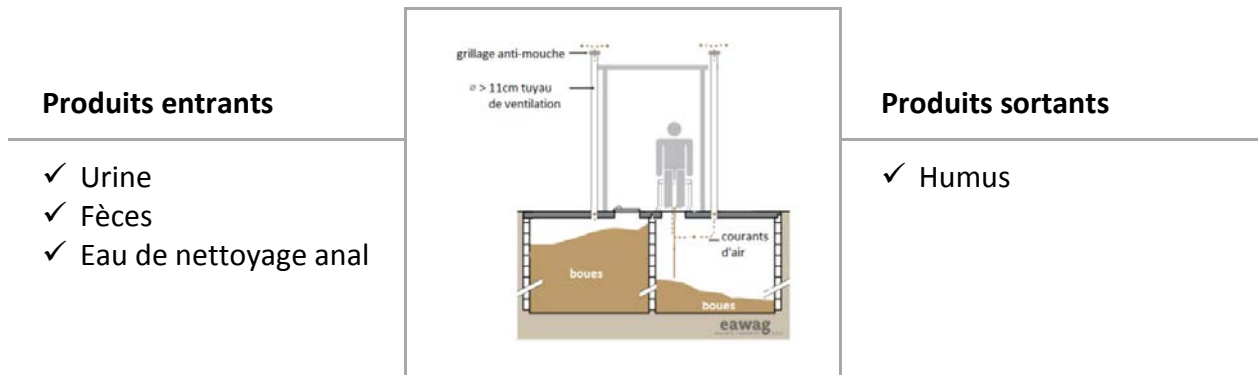
Table 8 : Résumé des technologies retenues pour le quartier de Tarhil

Tarhil			
Technologie	Latrine améliorée à double fosses ventilées (VIP)	Latrine à chasse manuelle à double fosses (TCM double fosses)	Latrine à chambres de déshydratation
Produits entrants	Urine, fèces, eau de nettoyage anal	Urine, fèces, eau de nettoyage anal, eau de chasse	Urine, fèces, eau de nettoyage anal (selon variante)
Produits sortants	Compost/humus	Compost/humus	Fèces séchées
Description	<p>Système de toilettes sèches</p> <p>Hygiénisation de la matière par compostage</p> <p>Infiltration des liquides par le fond des fosses</p> <p>Deux fosses utilisées en alternance</p> <p>Ventilation pour réduire les problèmes d'odeurs et de mouches</p> <p>Vidange manuelle</p>	<p>Système de toilettes à chasse d'eau</p> <p>Hygiénisation de la matière par compostage</p> <p>Infiltration des liquides par le fond des fosses</p> <p>Deux fosses utilisées en alternance</p> <p>Ventilation et distance entre la fosse et la superstructure pour réduire les problèmes d'insectes et d'odeurs</p> <p>Vidange manuelle</p>	<p>Système de toilettes sèches</p> <p>Séparation des liquides (urine et eau de nettoyage anal) et des fèces (selon variante)</p> <p>Infiltration de l'urine et de l'eau de nettoyage anal</p> <p>Hygiénisation des fèces et réduction du volume par déshydratation</p> <p>Deux fosses utilisées en alternance</p> <p>Ventilation pour augmenter la capacité de déshydratation et réduire les problèmes d'odeurs et de mouches</p> <p>Vidange manuelle</p>

4.2 Description technique des technologies retenues

Ci-après les solutions retenues pour Tarhil sont décrites et leur fonctionnement est expliqué. Voir Annexe D pour leur description technique plus détaillée, ainsi que leurs étapes de construction.

4.2.1 Toilette améliorée à double fosses ventilées (VIP)



Dans ce système, les liquides (urine et eaux de nettoyage anal) et les solides (fèces) tombent dans la même fosse, sans séparation. Le fond de fosse est perméable (non bétonné) pour permettre aux liquides de s'infiltrer dans le sol et ainsi de quitter la fosse. C'est pourquoi il est important que la nappe phréatique soit basse pour éviter l'intrusion d'eau dans la fosse.



Figure 15 : Toilette à double fosses ventilée à Tarhil, Nouakchott. A gauche de l'entrée se trouve le puits d'infiltration pour l'eau de douche et les eaux grises.



Figure 16 : Les deux fosses sont utilisées en alternance. Le siège à gauche reste fermé jusqu'à ce que la fosse à droite soit pleine. En bas au milieu le drain de la douche qui est relié au puits d'infiltration.

La capacité d'infiltration du sol est également décisive pour le bon fonctionnement de la technologie.

Construire deux fosses permet une utilisation alternée (comme pour la toilette à chambres de déshydratation) et donc offre un temps de stockage suffisant à une bonne dégradation et un bon séchage des excréta.

Une ventilation (voir Annexe A) sera installée pour éviter les odeurs et diminuer les problèmes de mouches, ainsi que pour favoriser la déshydratation de la matière collectée.

Le produit sortant des fosses lors de la vidange se présente sous la forme d'un *humus* au lieu d'une boue de vidange. Le processus de séchage et de dégradation naturelle qui a lieu pendant le stockage, permet d'hygiéniser la matière fécale dans la fosse fermée.

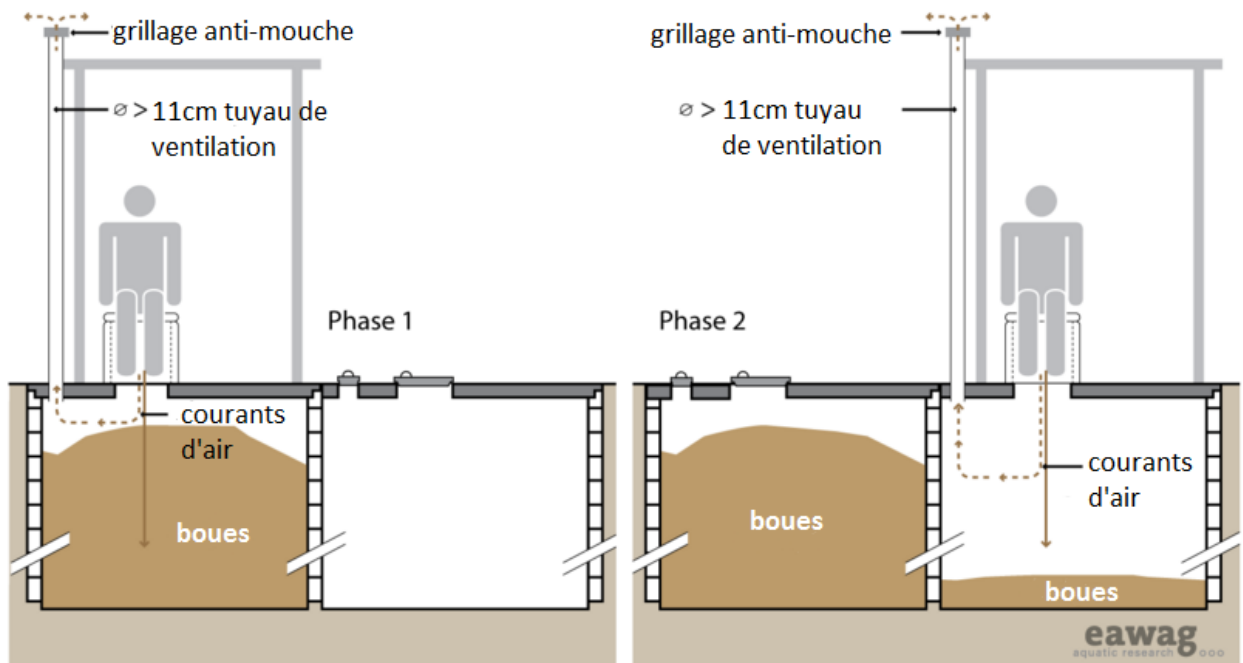


Figure 17 : Double fosses VIP utilisées en alternance, avec superstructure mobile. Source: Tilley et al. (2008)

Afin de réduire les coûts, il est possible de concevoir une superstructure amovible, comme l'illustre la Figure 18 (au lieu de 2 petites ou d'une plus grande). Aussi, il est possible de prévoir les trous à proximité du mur de séparation entre les deux fosses et de construire ainsi une seule superstructure fixe comprenant les 2 sièges (Figure 19).

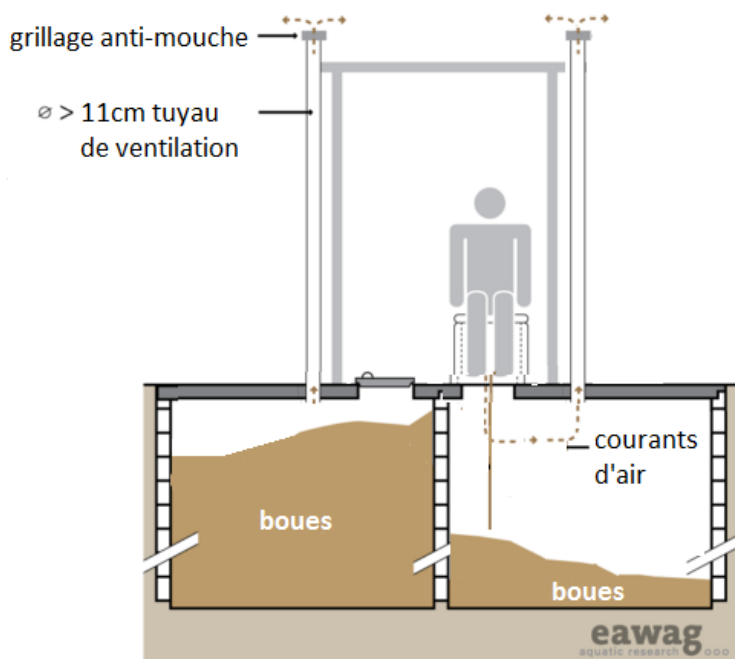


Figure 18 : Double fosses VIP, avec superstructure fixe. Source: variante à partir de Tilley et al. (2008)

Table 9 : Pro et contra de la toilette améliorée à double fosses ventilées

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ○ Éléments pathogènes en partie inactivés ○ Faible volume (infiltration de la partie liquide) et donc faible profondeur ○ Pas d'utilisation d'eau ○ Vidange assez facile (c'est sous forme solide) ○ Réutilisation « infinie » des fosses ○ Peu de problèmes de mouches et d'odeurs ○ Soleil et chaleur facilitent la déshydratation 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Douche prohibée dans la latrine ○ Éléments pathogènes pas totalement éliminés ○ Les fèces peuvent être noyées si la nappe est trop haute (l'hygiénisation compromise)

Nettoyage et hygiène

Pour cette technologie, l'utilisation d'eau pour le nettoyage de la latrine est nettement mieux tolérée. En effet, de petites quantités d'eau sont acceptées dans la fosse, contrairement aux chambres de déshydratation. L'application régulière de désinfectant (eau de Javel, vinaigre) sur les surfaces des toilettes est conseillée, tout comme le lavage des mains au savon après chaque utilisation.

Vidange et gestion des produits

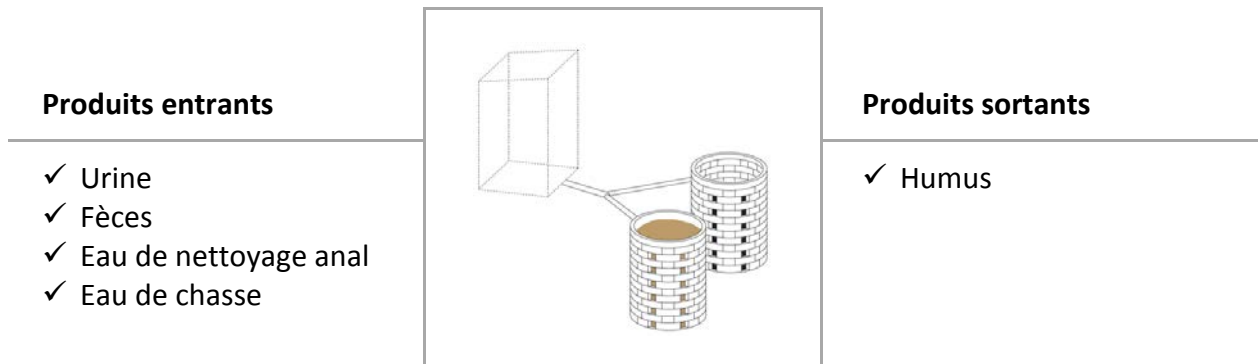
La vidange est réalisée après une période de stockage permettant une déshydratation suffisante de la matière dans la fosse. Le produit en sortie ressemble à de l'humus, est de nature solide et peut être extrait au moyen d'une pelle, sans danger et sans odeurs. Néanmoins, il est recommandé d'utiliser des gants en manipulant le produit.

L'humus peut être mis dans des sacs ou des fûts fermables et transporté vers une décharge. Si aucune (meilleure) gestion est prévue, le matériau vidangé peut être enterré dans la parcelle si la nappe est profonde et s'il n'y a aucun risque d'inondation, mais il est recommandé de définir des sites de décharge au dehors de la zone d'habitation.

Coûts

A partir de l'expérience faite durant le printemps 2013, il a été possible de définir une liste précise des coûts de construction de ce type de latrines. Ceux-ci sont détaillés à l'Annexe B et C.

4.2.2 Toilette à chasse manuelle à double fosses (TCM double fosses)



Ce système fonctionne sur le même principe que la toilette améliorée à double fosses ventilées (section 6.3.1). Par contre, la *TCM* double fosses utilise de l'eau de chasse et n'est donc pas un système de toilettes sèches. Par conséquent, cette solution est appropriée où l'approvisionnement en eau est abordable et proche.

La présence d'un siphon entre la "chaise turque" et les fosses permet de largement diminuer les remontées d'odeurs et les insectes dans la superstructure. Grâce à l'utilisation d'eau de chasse, les fosses peuvent être construites à distance de la superstructure. La toilette à chasse manuelle peut facilement être intégrée dans un bâtiment existant (s'il y a un espace dans la maison), avec les fosses installées à l'extérieur.

Construire deux fosses permet une utilisation en alternance de chacune d'elles et de laisser les excréta se dégrader. La matière présente dans les fosses sèche grâce à l'infiltration dans le sol de la fraction liquide. Les fosses doivent donc être dimensionnées de façon à laisser un temps de repos assez long pour que l'infiltration des liquides et le processus de dégradation naturelle (aérobie et anaérobie) puissent se faire, soit 1 ou 2 ans.

Exposer le couvercle de la fosse au soleil permet d'accélérer les processus de dégradation en augmentant la température à l'intérieur des fosses. On peut même imaginer avoir des fosses semi-enterrées pour profiter au maximum de l'effet de la chaleur. Une ventilation des fosses n'est pas nécessaire, mais un tuyau de ventilation pourrait accélérer le processus d'évaporation.

Les eaux grises peuvent également être traitées par ce système. Il faut néanmoins s'assurer que les fosses ne seront jamais saturées en eau. La quantité d'eau pouvant transiter par les fosses dépend ainsi de la capacité d'infiltration du sol. Les terrains sableux avec une nappe d'eau souterraine profonde sont idéaux.

Ce système n'a pas été testé lors du projet pilote à Nouakchott car les bénéficiaires avaient un accès à l'eau trop limité pour une toilette à chasse. Néanmoins, des plans détaillés et une estimation des coûts pour la construction ont été faits.

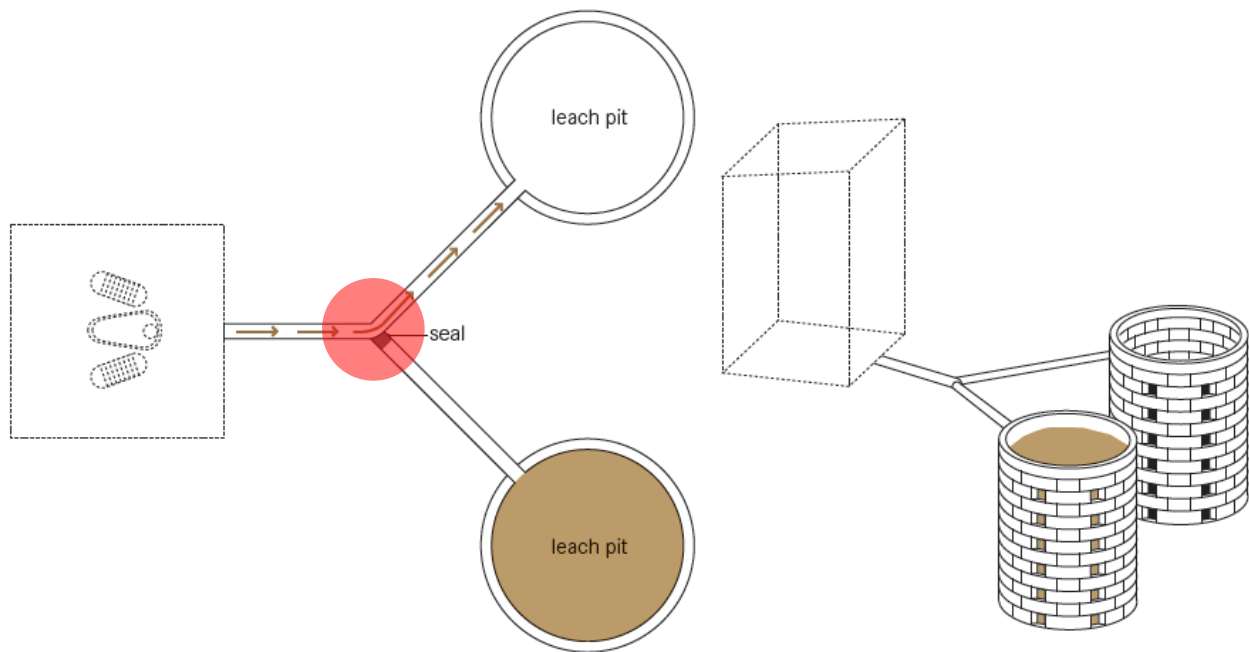


Figure 19 : Schéma descriptif de la TCM double fosses (Tilley et al., 2008)



Figure 20 : A gauche l'interface utilisateur (dalle avec siège à la turque), reliée par un tuyau à la fosse décalée. Source: <http://www.cbc.ca/news/health/story/2010/06/30/mb-easy-latrine-winnipeg.html>



Figure 21 : Pose simple et rapide par empilement des buses préfabriquées en béton. Source: <http://mishosoup.wordpress.com/>

La fraction liquide, conséquente dans ce système, contient des organismes pathogènes. Il faut donc assurer une distance de sécurité entre les fosses (environ 1 m d'après TILLEY et al., 2008) et entre les fosses et la nappe phréatique si elle est utilisée comme source d'eau potable.

Table 10 : Pro et contra de la TCM double fosses

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">○ Pouvoir pathogène réduit○ Pas plus compliquée à installer que TCM normale○ Utilisation identique à ce qui existe○ Réutilisation « infinie » des fosses○ Peu de problèmes de mouches et d'odeurs	<ul style="list-style-type: none">○ Pathogènes toujours présents○ Besoin d'eau○ Plus cher qu'une toilette sèche ou TCM normale○ Douche prohibée dans la latrine○ Les fèces peuvent être noyées si la nappe est trop haute (l'hygiénisation compromise)

Le raccordement entre les tuyaux (marqué en rouge sur la Figure 22) peut se faire au moyen d'un raccord souple en caoutchouc. On le déconnecte d'un des tuyaux pour le brancher sur l'autre. Ainsi on est certain que la fosse pleine n'est plus alimentée.

A grande échelle, on peut imaginer l'importation (ou la production) d'éléments préfabriqués pour la construction des fosses. Les avantages seraient:

- coûts a priori plus faibles
- simplicité et rapidité de la pose
- contrôle de la qualité des fosses soumises au risque d'effondrement

En suivant cette idée, il serait imaginable de proposer ou d'acheter en "kit" toute la partie de traitement, c'est-à-dire les tuyaux avec le raccordement et les éléments préfabriqués des fosses (idéalement en béton). Figures 20 et 21 montrent un exemple de fosse construite à partir d'éléments préfabriqués.

Le diamètre des fosses peut être variables, mais privilégier un diamètre large permet de :

- augmenter la surface d'infiltration
- faciliter la vidange
- diminuer la profondeur (utile quand la nappe phréatique est haute)

Nettoyage et hygiène

Pour cette technologie, l'utilisation d'une toilette à chasse permet de maintenir la toilette propre. L'utilisation régulière de désinfectant (eau de Javel, vinaigre) est conseillée pour éliminer les germes pathogènes, tout comme le lavage des mains au savon après chaque utilisation des toilettes.

Vidange et gestion des produits

La vidange est réalisée après une période de stockage permettant une déshydratation suffisante de la matière dans la fosse. Le produit en sortie ressemble à de l'humus, est de nature solide et peut être extrait au moyen d'une pelle, sans danger et sans odeurs. Néanmoins, il est recommandé d'utiliser des gants en manipulant le produit.

L'humus peut être mis dans des sacs ou des fûts fermables et transporté vers une décharge. Si aucune (meilleure) gestion est prévue, le matériau vidangé peut être enterré dans la parcelle si la nappe est profonde et s'il n'y a aucun risque d'inondation, mais il est recommandé de définir des sites de décharge au dehors de la zone d'habitation.

Coûts

Dans la mesure où cette solution n'a pas été construite dans le projet pilote, le coût présenté à l'Annexe B et C est une estimation grossière basée sur une comparaison avec les prix des autres systèmes. Des plans détaillés pour la construction ont été faits (voir Annexe D).

4.2.3 Toilette à chambres de déshydratation

Cette technologie a déjà été présentée comme solution pour Nezaha (voir 5.2.1). Elle est également appropriée pour le contexte de Tarhil et les avantages et les inconvénients sont les mêmes.

Comme il n'y a, à Tarhil, pas de risques d'inondation et que le sol sableux permet une bonne infiltration des liquides, l'imperméabilisation du fond de la fosse n'est pas nécessaire. Cela pourra même améliorer la déshydratation.

Les coûts sont plus ou moins identiques que dans le cas de Nezaha.

5 Gestion des produits sortants

L'urine et les fèces humaines, à même titre que les excréments des animaux, sont très riches en nutriments (azote, phosphore, potassium). Les produits sortants des différents types de toilettes peuvent ainsi être valorisés comme engrais naturels dans l'agriculture ou la culture maraîchère. La qualité de ces engrais est aussi bonne que celle des engrais industriels, avec les principaux avantages qu'ils sont locaux, très peu chers et parfaitement biodégradables.

Dans le cas de Nouakchott, où la terre végétale est inexistante, la réutilisation de ces produits, mélangés au sable, permettrait de donner aux plantes ou aux légumes cultivés une matrice propice à leur développement.

Pour une utilisation sûre, il faut respecter quelques règles (CREPA, 2008) :

- L'urine, les fèces et l'eau de nettoyage anal doivent être récoltées séparément.
- L'urine doit être stockée dans des bidons fermés au minimum 1 mois avant d'être réutilisée. Ce stockage permet l'hygiénisation de l'urine.
- L'urine doit être infiltrée directement dans le sol, près des pieds des plantes. Il ne faut pas arroser les plantes avec de l'urine. Il faut diluer l'urine à l'eau (1:3 à 1:10) pour diminuer sa concentration.
- Pour les plantes, entre 0.1 et 1 litres d'urine peuvent être appliqués à chaque plante pendant la période de croissance, selon besoin en azote et concentration de l'urine. Pour les arbres, on peut appliquer entre 1 et 6 litres d'urine par mois, selon la concentration de l'urine et la taille de l'arbre.
- L'hygiénisation des fèces requiert une durée de stockage ou de déshydratation d'au moins 1 an. L'ajout de cendres dans la fosse permet d'améliorer le processus d'hygiénisation.
- Pour les plantes de maraîchage, une demi-poignée de matériau hygiénisé par plante suffit. Il faut l'appliquer avant le semi.

La culture de légumes nécessite de l'eau douce. La culture maraîchère dans des zones arides ne doit en aucun cas priver les ménages de leur apport en eau potable. Il faut toujours réfléchir au gain réel qu'apporterait une culture en fonction de la consommation en eau et des impacts potentiels sur l'environnement social et naturel qui en découlent.

6 Gestion des eaux grises

Les eaux grises sont les eaux générées par la cuisine, la vaisselle, la lessive ainsi que les douches (TILLEY *et al.*, 2008). Elles peuvent contenir des traces d'excréta et donc des pathogènes. Moins dangereuses pour la santé (à court terme) que les boues de vidange, elles représentent toutefois un risque. Il est préférable de filtrer ces eaux et/ou de les déverser dans des endroits hors de portée des enfants. De manière générale, il s'agit d'éviter le ruissellement et la stagnation de ces eaux sur des surfaces accessibles. Les eaux grises représentent la plus grande partie des eaux usées produites par les ménages.

Dans la quasi-totalité des cas, les ménages déversent leurs eaux usées ménagères dans la rue. Les raisons qui expliquent cette pratique se retrouvent dans :

- la méconnaissance des risques encourus
- le manque de moyens et d'infrastructures (y compris dispositifs d'évacuation)
- la facilité et les habitudes

Comme la latrine représente souvent le seul endroit intime dans les petites maisons des quartiers défavorisés, elle sert de lieu pour la douche. Il est utile de rappeler ici que la récolte des eaux de douches dans les fosses est déconseillée pour la quasi-totalité des systèmes proposés dans ce guide.

La gestion des eaux grises nécessite une infrastructure de collecte, de traitement et d'infiltration simple et bon marché.

Le principe de base reste toujours le même. Les eaux grises traversent un filtre à sable, puis sont infiltrées dans le sol. Pour réduire au maximum les coûts de l'installation, il faut utiliser des matériaux "locaux" de seconde main. Plusieurs solutions sont possibles :

- Puits perdu
- Puits d'infiltration avec clôture en tôle (zinc)
- Puits d'infiltration avec fût semi-enterré
- Puits d'infiltration avec silo de pneus usagés

6.1 Puits perdu

Cette technique est très simple et peu coûteuse à mettre en place. Il s'agit de contrôler le lieu d'infiltration et d'augmenter la capacité de filtration et d'infiltration par la mise en place d'un puits directement relié à la maison. Avec l'augmentation des quantités d'eau qu'amènera le branchement au réseau, les vidanges sur la voie publique ou même le transport des eaux grises ne seront plus envisageables.

Le puits d'infiltration, ou puits perdu, ne devrait pas être creusé directement sous les fondations de la maison, pour éviter que l'eau déstabilise la construction.

Le puits consiste en un trou rempli de gravats grossiers dans lequel les eaux grises sont déversées. Les gravats grossiers augmentent la capacité d'infiltration des eaux usées.

Des murs peuvent être construits autour du puits perdu pour forcer l'eau à s'infiltrer à une certaine profondeur. Cela augmentera la distance de filtration et diminuera le risque sanitaire.

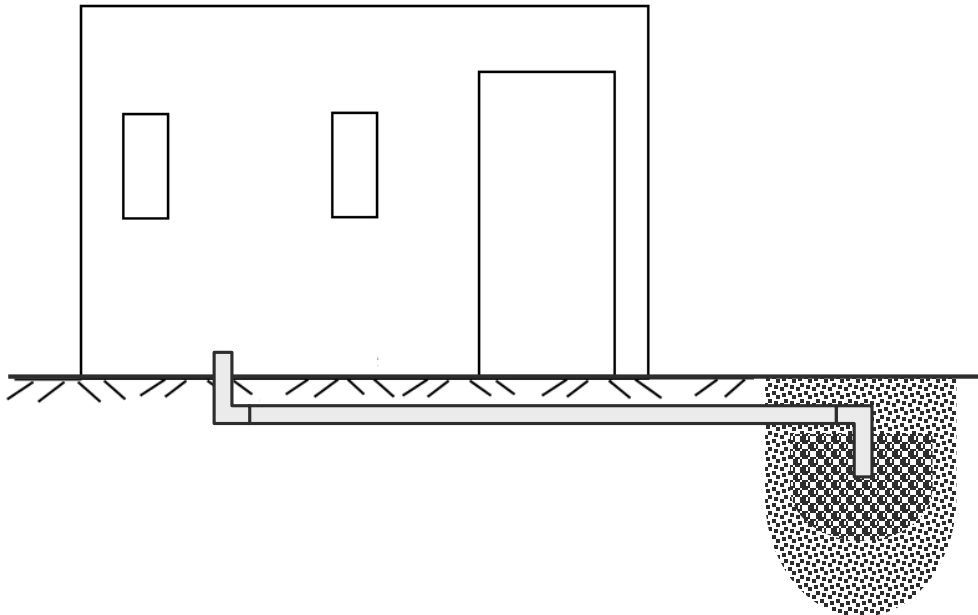


Figure 22 : Schéma descriptif du puits perdu

6.2 Puits d'infiltration avec clôture en tôle (zinc)

La clôture en zinc délimite la zone de déversement des eaux grises et fait office de barrière physique entre les eaux infiltrés et les gens. Il est conseillé d'y constituer un tas de gravats et de sable "semi-enterrés" à l'intérieur pour éviter les odeurs et le ruissellement de l'eau hors de la clôture.

Il faut que l'entrée des eaux usées ne se fasse pas en surface pour éviter les odeurs et s'assurer de l'étanchéité et de la stabilité de la clôture en zinc. La tôle est sensible à la rouille et se perce rapidement. Cette solution nécessite donc un entretien régulier.

La clôture doit être enfoncée dans le sol pour éviter que les eaux passées dans le filtre à sable ressortent en surface.

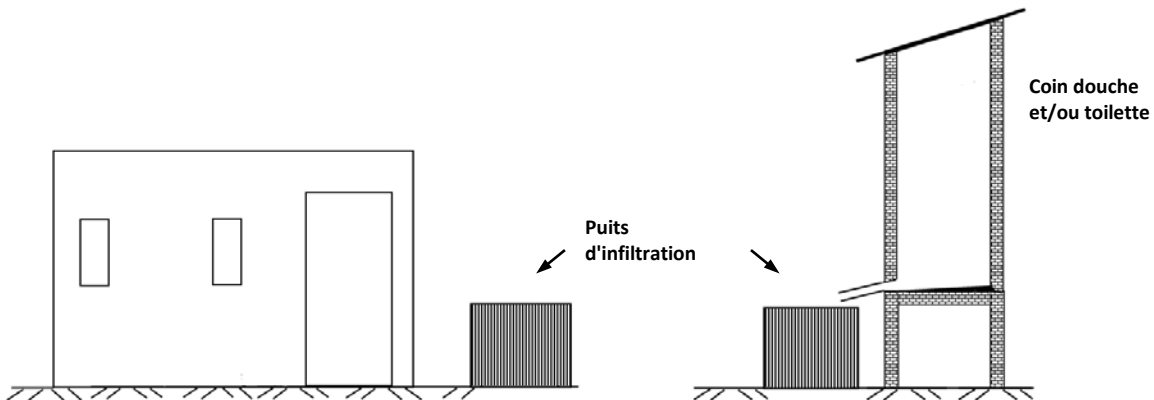


Figure 23 : Schéma descriptif du puits perdu avec clôture en zinc

6.3 Puits d'infiltration avec fût semi-enterré

Comparable à la clôture en zinc. Le fût peut être rempli de gravats et de sable pour une première filtration. Le fond du fût est perméable pour laisser s'exfiltrer les eaux semi-traitées.

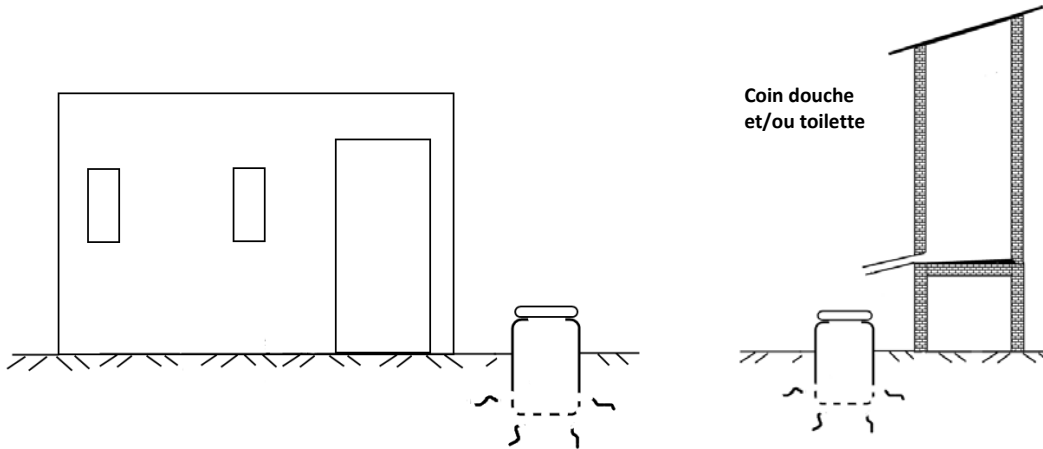


Figure 24 : Schéma descriptif du puits d'infiltration avec un fût semi-enterré

6.4 Puits d'infiltration avec silo de pneus usagés

Les eaux usées sont versées dans le bidon et percolent dans le silo enterré par gravité. Les gravats et le sable présents dans les pneus jouent un rôle filtrant, réduisant ainsi la charge de pollution et de pathogènes.

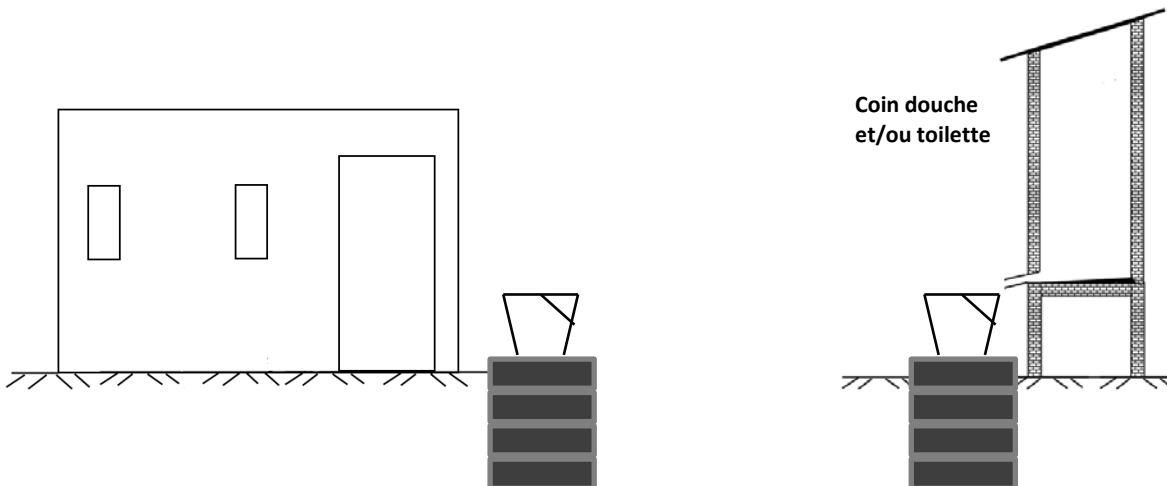


Figure 25 : Schéma descriptif du puits d'infiltration avec un silo de pneus usagés

6.5 Estimation des coûts

Les coûts pour la construction de ces systèmes de puits perdus sont faibles. Les matériaux utilisés pour la structure peuvent être récupérés et les matériaux du filtre (sable, coquillages, graviers, béton concassé,...) sont largement disponibles à Nouakchott. Une estimation des coûts pour la mise en place de tels puits perdus est détaillée à l'Annexe B et C.

Les toilettes prototypes construites lors du projet pilote étaient toutes équipées d'un puits d'infiltration. Cet élément du système est particulièrement important dans le quartier de Nezaha, où l'infiltration est difficile en raison de la densité de population plus grande. Le coût de ces prototypes est également documenté à l'Annexe.

7 L'amélioration des infrastructures existantes d'assainissement

L'amélioration par étape d'un système de latrine est une approche importante dans les cas où la somme d'argent totale pour la construction d'un système d'assainissement complet ne peut pas être réunie en une fois.

Pour les technologies proposées dans ce guide, on peut imaginer les étapes suivantes :

1. Construction du système de base (fosse(s), dalle, ventilation et tuyauterie). La superstructure peut être provisoire, en tôle ou en bois par exemple.
2. Construction définitive de la superstructure
3. Construction d'une douche séparée
4. Collecte séparée des eaux de nettoyage anal
5. Installations de lavage des mains
6. Installation d'un évier relié au puits d'infiltration
7. Urinoir (peu adapté à la culture mauritanienne, mais en principe c'est possible)

Pour les latrines déjà existantes, certaines améliorations peuvent être apportées :

- Réhabilitation des structures délabrées ou inadéquates
- Ventilation performante (voir Annexe A)
- Construction d'une 2^{ème} fosse
- Installations pour le lavage des mains
- Construction d'un puits d'infiltration
- Installation d'un évier relié au puits d'infiltration
- Urinoir (peu adapté à la culture mauritanienne, mais en principe c'est possible)

8 Glossaire

Boues de vidange : boues fraîches (ou partiellement digérées) ou solides résultant du stockage des eaux vannes ou excréta.

Eau de nettoyage anal : eau collectée après son utilisation pour se nettoyer après défécation ou après avoir uriné.

Eaux grises : ce sont les eaux partiellement souillées. Les eaux de douche, de lessive, de vaisselle, de cuisine et de nettoyage sont généralement appelées eaux grises.

Eaux vannes : mélange d'urine, de fèces et d'eau de chasse jusqu'à l'eau de nettoyage anal (si le lavage anal est pratiqué) et/ou les matériaux de nettoyage (c.-à-d. papier de toilette). Elles contiennent tous les germes pathogènes des fèces et tous les nutriments des urines mais dilués dans l'eau de chasse.

Excréta : urines et fèces non mélangées avec de l'eau de chasse.

Fèces : excréments (semi-solide) sans urine ni eau.

Fosse « à fond perdu » : fosse (maçonnée ou non) dont le fond est perméable.

Fosse étanche : fosse avec fond et parois étanches. Aucun liquide ne s'échappe et la fosse doit en conséquence être fréquemment vidangée.

Fosse septique : ici, il s'agit d'une fosse étanche (un seul compartiment), comprenant une sortie vers un milieu perméable (puisard ou simplement le sol). Il y a une décantation grossière.

Humus : Une matière brune ou noire, semblable à de la terre, résultant de la décomposition de la matière organique. Généralement, l'humus est suffisamment hygiénisé pour être vidangé sans risques.

Latrine traditionnelle : toilette sèche constituée d'une fosse (maçonnée ou non).

Toilette à chasse manuelle (TCM) : toilette dont l'évacuation des excréta s'effectue au moyen d'une chasse d'eau (non mécanique).

Vidange mécanique : s'effectue mécaniquement, au moyen d'une hydro-cureuse (camion vidangeur).

VIP : « Ventilated Improved Pit ». Terme anglais pour décrire la toilette améliorée à fosse ventilée.

9 Bibliographie

CREPA (2008). *L'approche d'assainissement durable – ECOSAN dans la gestion des déchets*. Présentation PowerPoint.

GABERT, J., DESILLE, D., LE JALLE, C. et MONVOIS, J. (2012). *Choisir des solutions techniques adaptées pour l'assainissement liquide*, Programme de solidarité-Eau (PS-Eau), 136p.

Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement, *Programme National d'Assainissement Rural (PNAR)*, 2005.

SY, I., DIAGANA, I., REYMOND, V., ULRICH, L. et BOURQUI, P. (2012). *Systèmes d'Assainissement pour les quartiers précaires de Nouakchott: Cas de Nezaha (El Mina) et Tarhil (Riyadh)*, 84 pages.

TILLEY, E., LÜTHI, C., MOREL, A., ZURBRÜGG, C. et SCHERTENLEIB, R. (2008). *Compendium des Systèmes et Technologies d'Assainissement*. Eawag, Dübendorf, Suisse, 157 pages.

WEDC (2014). Ventilated, improved pit latrines (VIP latrines). Poster 15. WEDC, Loughborough University, Leicestershire, UK.

<http://www.sswm.info/category/implementation-tools/water-use/hardware/toilet-systems/uddt> (dernier accès juin 2014)

<http://waste-dev.akvo.org/dst/sanitation/> (dernier accès juin 2014)

Annexes

Annexe A : Le principe de ventilation des toilettes sèches

L'installation d'une bonne ventilation est un des éléments principaux pour augmenter le confort d'utilisation d'une toilette sèche. En effet, la ventilation permet de diminuer les odeurs à l'intérieur de la superstructure et de réduire les problèmes de mouches, tout en augmentant l'évaporation des liquides des fosses.

Une bonne ventilation doit créer une circulation d'air de l'intérieur de la superstructure vers le sommet du conduit d'aération, dont le diamètre devrait être choisi entre 110 et 150 mm. Pour profiter de l'effet du vent, le conduit de ventilation doit dépasser d'au moins 40 cm le point le plus haut du bâtiment. Un tuyau de couleur noire accentue l'effet de convection par la différence de température et optimise la circulation de l'air. Au sommet du tuyau d'aération, on installe un grillage avec des mailles de 1.5 mm pour retenir les insectes. Ce grillage permet d'éviter que les insectes rentrent dans la fosse, mais aussi qu'ils en sortent. La superstructure doit être sombre, de sorte à ce que les mouches, attirées par la lumière, choisissent de remonter dans le conduit. Le grillage empêche leur sortie et les mouches finissent par mourir. Il faut régulièrement contrôler que le grillage ne soit pas obstrué pour conserver l'efficacité de la ventilation.

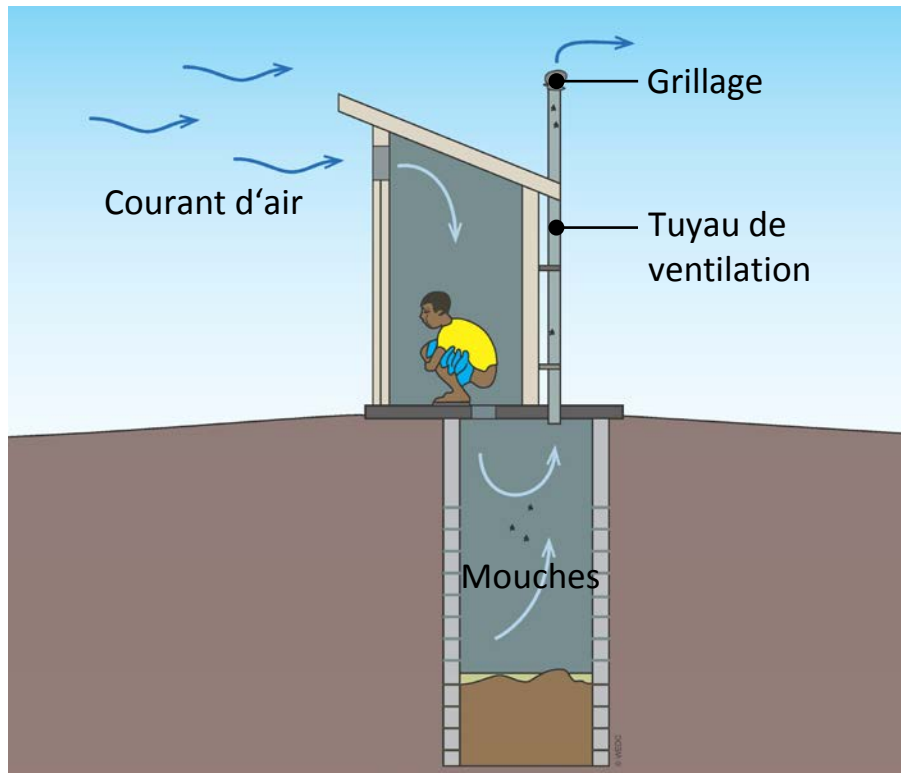


Figure 26 : Principe de ventilation. Source : WEDC (2013)

Annexe B : Détails des coûts des différents dispositifs d'assainissement

Une analyse détaillée des coûts de construction (matériaux, main d'œuvre, matériel de chantier) et de l'entretien a été faite pour les différentes technologies d'assainissement individuel présentés dans ce guide. À partir des prix des matériaux et de la main d'œuvre de 2013 et le coût effectif des prototypes construits à Nouakchott, une estimation du coût de différentes variantes a été faite :

Séparation des produits dans la fosse :

- **Installation sanitaire complète « Premium »** : Latrine, douche, puits perdu pour eaux grises ; avec matériaux et construction de qualité et durabilité supérieure. Ce modèle a été construit à Nouakchott et les coûts correspondent aux coûts effectifs des prototypes. Une description de la construction de cette installation se trouve dans le manuel d'exécution (voir Annexe D).
- **Installation sanitaire complète « Economy »** : Latrine, douche, puits perdu pour eaux grises ; modèle simplifié à coût réduit – sans peinture, porte de qualité inférieure, optimisation du processus de construction, participation de la famille (aide-maçon). Estimation à partir des expériences faites avec les prototypes du modèle « Premium ».
- **Latrine seule « Economy »** : Sans douche et puits perdu pour eaux grises ; Estimation à partir d'un devis quantitatif estimatif (DQE) basé sur les prix des matériaux de 2013.

Séparation directe des produits :

- **Installation sanitaire complète « Premium »** : Latrine, douche, puits perdu pour eaux grises ; avec matériaux et construction de qualité et durabilité supérieure. Ce modèle a été construit à Nouakchott et les coûts correspondent aux coûts effectifs des prototypes. Une description de la construction de cette installation se trouve dans le manuel d'exécution (voir Annexe D).
- **Installation sanitaire complète « Economy »** : Latrine, douche, puits perdu pour eaux grises ; modèle simplifié à coût réduit – sans peinture, porte de qualité inférieure, optimisation du processus de construction, participation de la famille (aide-maçon). Estimation à partir des expériences faites avec les prototypes du modèle « Premium ».
- **Latrine seule « Economy »** : Sans douche et puits perdu pour eaux grises ; Estimation à partir d'un devis quantitatif estimatif (DQE) basé sur les prix des matériaux de 2013.

Toilette améliorée à double fosses (VIP) :

- **Installation sanitaire complète « Premium »** : Latrine, douche, puits perdu pour eaux grises ; avec matériaux et construction de qualité et durabilité supérieure. Ce modèle a été construit à Nouakchott et les coûts correspondent aux coûts effectifs des prototypes. Une description de la construction de cette installation se trouve dans le manuel d'exécution (voir Annexe D).
- **Installation sanitaire complète « Economy »** : Latrine, douche, puits perdu pour eaux grises ; modèle simplifié à coût réduit – sans peinture, porte de qualité inférieure, optimisation du processus de construction, participation de la famille (aide-maçon). Estimation à partir des expériences faites avec les prototypes du modèle « Premium ».
- **Latrine seule « Economy »** : Sans douche et puits perdu pour eaux grises ; Estimation à partir d'un devis quantitatif estimatif (DQE) basé sur les prix des matériaux de 2013.

Toilette à chasse manuelle à double fosses (TCM double fosses) :

- **Latrine seule « Economy »** : Sans douche et puits perdu pour eaux grises ; Estimation à partir d'un devis quantitatif estimatif (DQE) basé sur les prix des matériaux de 2013. Une description de la construction de cette installation se trouve dans le manuel d'exécution (voir Annexe D).

Toilette VIP à fosse unique étanche :

- **Latrine seule « Economy »** : Sans douche et puits perdu pour eaux grises ; estimation à partir d'un devis quantitatif estimatif (DQE) basé sur les prix des matériaux de 2013.

Eaux grises :

- **Puits perdu** : Coût effectif d'un modèle construit et estimation pour le branchement directe d'une maison à partir d'un devis quantitatif estimatif (DQE) basé sur les prix des matériaux de 2013.
- **Puits d'infiltration avec clôture en tôle (zinc)** : Estimation à partir d'un devis quantitatif estimatif (DQE) basé sur les prix des matériaux de 2013.
- **Puits d'infiltration avec fût semi-enterré** : Estimation à partir d'un devis quantitatif estimatif (DQE) basé sur les prix des matériaux de 2013.
- **Puits d'infiltration avec silo de pneus usagés** : Estimation à partir d'un devis quantitatif estimatif (DQE) basé sur les prix des matériaux de 2013.

Un résumé des coûts estimés des différentes technologies est présenté dans Table 11 (technologies de latrines) et Table 12 (technologies pour la gestion des eaux grises), Annexe C.

Le fichier Excel® avec tous les calculs détaillés est accessible sur le site OSPUN (voir encadré ci-dessous). Ce fichier peut servir comme outil pour l'estimation du coût de variantes modifiées, par exemple avec des prix ou matériaux adaptés.



analyse_couts_assainissement.xlsx (Fichier Excel®)

Disponible en ligne : <http://ospun.cun.mr>

-> Documentation -> Assainissement projet eau (2012-2014)

Lien direct : <http://ospun.cun.mr/index.php/fr/documentation/pcae>

Annexe C : Résumé des coûts de construction et d'entretien des différents dispositifs d'assainissement

Table 11 : Tableau sommaire des coûts de différentes options de toilettes

[montants en UM, valeurs de 2013]

	Séparation dans la fosse (Nezaha)				Séparation directe (Nezaha/Tarhil)				Double fosses VIP (Tarhil)				Double fosses TCM (Tarhil)		Fosse étanche VIP (Nezaha)	
	Installation sanitaire complète PREMIUM	Installation sanitaire complète ECONOMY	Latrine seule ECONOMY	Latrine seule PREMIUM	Installation sanitaire complète PREMIUM	Installation sanitaire complète ECONOMY	Latrine seule ECONOMY	Latrine seule PREMIUM	Installation sanitaire complète PREMIUM	Installation sanitaire complète ECONOMY	Latrine seule ECONOMY	Latrine seule PREMIUM	Installation sanitaire complète PREMIUM	Installation sanitaire complète ECONOMY	Latrine seule ECONOMY	Latrine seule PREMIUM
Matériaux	383,000	318,000	234,000	369,000	369,000	305,000	227,000	259,000	223,000	193,000	125,000	259,000	223,000	125,000	144,000	33,000
Main d'œuvre	91,000	45,000	39,000	96,000	96,000	45,000	39,000	82,000	39,000	36,000	33,000	82,000	39,000	33,000	33,000	33,000
Total construction	474,000	363,000	273,000	465,000	465,000	350,000	266,000	341,000	262,000	229,000	158,000	341,000	262,000	158,000	177,000	177,000
Durée de vie estimée [a]	15	10	10	15	15	10	10	15	10	10	10	15	10	10	10	10
Coût entretien estimé pour durée de vie*	94,000	50,000	54,000	60,000	60,000	24,000	22,000	38,000	10,000	14,000	14,000	38,000	10,000	14,000	50,000	50,000
Coût total par an de service	569,000	413,000	327,000	525,000	525,000	374,000	288,000	380,000	272,000	243,000	172,000	380,000	272,000	172,000	227,000	227,000
Coût total par an de service	38,000	41,000	33,000	35,000	35,000	37,000	29,000	25,000	27,000	24,000	17,000	25,000	27,000	17,000	23,000	23,000

Installation sanitaire complète : Latrine, douche, puits perdu pour eaux grises


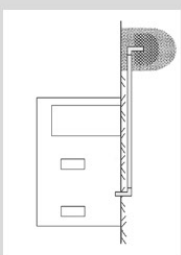
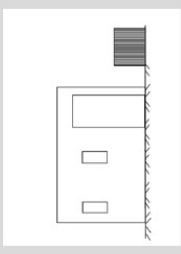
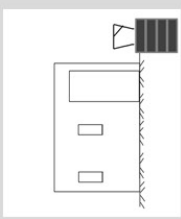
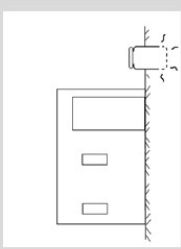
PREMIUM : Matériaux et construction de qualité et durabilité supérieure

ECONOMY : Modèle simplifié à coût réduit – sans peinture, porte de qualité inférieure, optimisation du processus de construction, participation de la famille (aide-maçon)

* vidange, remplacement filtres & puits d'infiltration (gravats, coquillage), renouvellement peinture

Table 12 : Tableau sommaire des coûts de différentes options pour la gestion des eaux grises

Estimation des coûts de construction et d'entretien pour les différents dispositifs d'assainissement [montants en UM, valeurs de 2013]

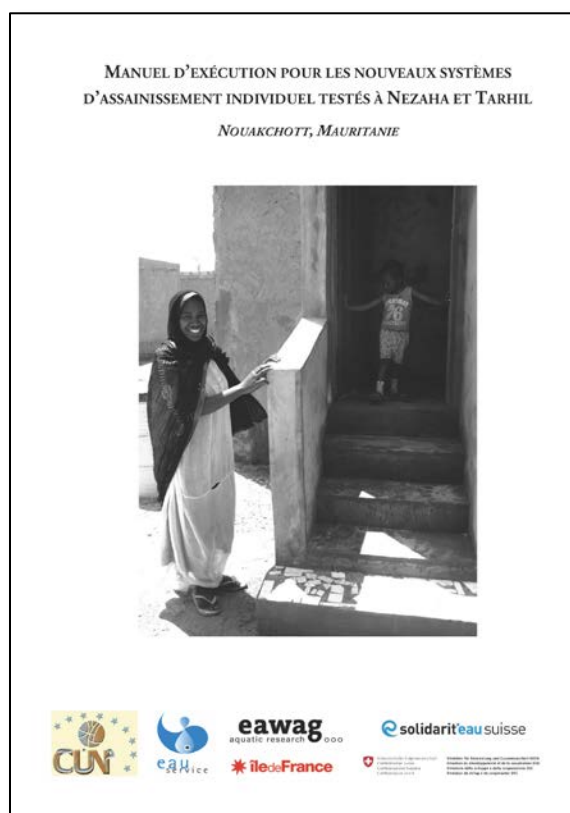
					
	Puits perdu briques "devant maison"	Puits perdu "branchement maison"	Clôture tôle (zinc)	Pneus usagés	Fût semi-enterré
Matériaux	15,700	45,400	9,800	6,500	3,000
Main d'œuvre	1,500	6,000	0	0	0
Total construction	17,200	51,400	9,800	6,500	3,000
Durée de vie estimée [a]	10	15	5	5	10
Coût entretien estimé pour durée de vie*	0	8,000	0	0	0
Coût total durée de vie	17,200	59,400	9,800	6,500	3,000
Coût total par an de service	1,700	4,000	2'000	1,300	300

* remplacement puits d'infiltration (gravats, coquillage), renouvellement peinture

Annexe D : Manuel d'exécution pour les nouveaux systèmes d'assainissement individuel testés à Nezaha et Tarhil

Un manuel d'exécution pour la construction des nouveaux systèmes a été créé lors de l'étude menée à Nezaha et Tarhil, pour appuyer la construction de prototypes. Son but est de donner une marche à suivre afin d'assurer la qualité de la construction des systèmes et leur bon fonctionnement. Il s'adresse en particulier aux acteurs locaux de la construction et aux établissements de formation, mais peut servir de base pratique pour une planification à plus grande échelle de l'assainissement individuel.

Ce manuel détaillé est disponible comme volume indépendant du présent guide.



manuel_exeution_2014_fr.pdf (Fichier PDF)

Disponible en ligne : <http://ospun.cun.mr>

-> Documentation -> Assainissement projet eau (2012-2014)

Lien direct : <http://ospun.cun.mr/index.php/fr/documentation/pcae>

Ce guide de solutions techniques et bonnes pratiques d'assainissement s'inscrit dans le cadre du Projet Communautaire pour l'Accès à l'Eau (PCEA), fruit d'un partenariat public-public entre la Communauté Urbaine de Nouakchott (CUN) et deux de ses partenaires, **eauservice**, le service des eaux de la ville de Lausanne en Suisse et la Région Île-de-France (RIF).

Un des volets de ce projet avait pour but d'identifier les technologies appropriées pour l'assainissement individuel dans les quartiers périphériques de la ville de Nouakchott, et de piloter des prototypes dans les quartiers caractéristiques de Nezaha (commune d'El Mina) et Tarhil (commune de Riyadh).

Le guide présente les exigences pour des solutions d'assainissement adaptées aux deux quartiers choisis et regroupe les technologies retenues, notamment pour la gestion des excréta et des eaux grises. Il décrit leur fonctionnement, leur utilisation, leurs avantages et inconvénients, ainsi que leur coût de construction et d'exploitation.

