

01/06/2014

Appuis à la gestion des boues de vidanges sur les sites de Déplacés de Bangui



Grégory TALON

Table des matières

1. Cadre de l'étude	2
11. Le contexte	2
12. L'assainissement à Bangui	2
2. Méthode de travail	3
21. Axes de réflexion	3
22. Collecte de l'information	4
3. Enjeux	4
31. Court terme	4
32. Moyens termes.....	5
4. Solutions proposées	5
41. Collecte des boues.....	5
411. Contraintes identifiées et solutions proposées.....	5
412. Trois zones d'intervention proposées	6
413. Les unités de la filière	8
42. Le traitement des boues.....	11
421. Principes de l'épuration.....	11
422. Procédé en cours : l'enfouissement	12
423. Justification de la phase test : « pilotage »	13
424. Les procédés à tester « pilotes »	14
5. Conclusion	22
Références bibliographiques.....	23
Annexes	24
A1 Estimation des volumes	25
A2 Dimensionnement.....	26
A3 Estimation des besoins totaux	28
A4 SOP vidange.....	29
A5 Aménagement de Sakai	31
A6 Normes du compost NFU 44095.....	34
A7 Calendrier des visites et rencontres réalisées.....	35
A8 Illustration des unités de la filière proposée.....	36

1. Cadre de l'étude

L'étude a été réalisée à la demande du cluster WASH afin de faciliter la coordination entre les acteurs impliqués dans la gestion des boues de vidanges sur les sites de déplacés de BANGUI. Les solutions techniques évoquées sont autant de **propositions** que les acteurs devront adapter.

Les propositions se font en deux parties distinctes : **l'organisation du transit durant la période d'urgence** est traitée au paragraphe 4.1, le **traitement des boues** qui nécessite l'intégration du **court et moyen** terme et traité au paragraphe 4.2.

11. Le contexte

La RCA connaît une situation d'urgence depuis les 5-6 décembre 2013. La crise humanitaire s'est fortement aggravée au cours des deux mois qui ont suivi ces événements. Les violences ont ainsi continué à Bangui où plus de 1 200 personnes ont été tuées et 3 000 blessées à ce jour, avant d'enflammer le reste du pays, frappant en priorité l'Ouest et le Nord-Ouest de la RCA.

Sur Bangui, le retour des déplacés depuis les sites actuels vers leur quartier d'origine ou bien de nouveaux sites est au cœur de la stratégie d'intervention.

Les données disponibles sont limitées, l'intervention d'urgence des mois passés n'a pas permis de mettre en place un monitoring suffisant. Conscient de ce manque, les partenaires du cluster WASH ont démarré une enquête le 27 mai dernier. Malheureusement, les récents événements survenus à Bangui n'ont pas permis de terminer ce travail à ce jour. **Les chiffres relatés dans ce rapport sont des valeurs indicatives.**

Il y a aujourd'hui approximativement 150 000 déplacés répartis sur 40 sites, le taux de « latrinisation » atteint les standards d'urgence soit : 1 latrine pour 50 personnes. La construction de latrines sur les sites a commencé en janvier. La filière en place permet de vidanger les fosses prioritaires (hauteur utile inférieure à 20 cm). Le site de Sakai à proximité de l'aéroport de M'poko est disponible pour recevoir les boues de vidange.

12. L'assainissement à Bangui

L'étude porte sur la gestion des boues issues des sites de déplacés. Or les déplacements de populations sont imprévisibles. Aussi, la recherche de solutions adaptées et durables, impose de considérer l'assainissement à Bangui dans son ensemble.

Il n'existe **pas de gestion collective** des boues sur BANGUI, la majorité des latrines familiales sont des fosses simples qui une fois pleines sont recouvertes ; une autre fosse est alors creusée. Certaines concessions sont équipées de fosses étanches. Les vidanges sont réalisées à la demande, par une hydro cureuse gérée par la mairie. Selon les discussions, il semblerait que l'épandage des boues se fasse de manière anarchique sur des « terrains nus » en périphérie de la ville.

Il n'existe pas jusqu'à aujourd'hui, de site fonctionnel dédié au **traitement** des boues. Le site de Sakai évoqué précédemment est ré ouvert depuis peu. Il s'agit d'une ancienne décharge réhabilitée. Aujourd'hui, ce site accueille les déchets ménagers collectés ainsi que les boues des sites vidangés en

urgence. Il s'agit d'un site de **dépôt**, mais ne peut pas être considéré comme un site de traitement durable en l'état. Les aménagements prévus et recommandés sont présentés au paragraphe 4.2.

Les principaux partenaires du cluster WASH impliqués dans la gestion des boues sur les sites de déplacés sont l'ANEA, la Mairie de Bangui, OXFAM, l'IRAD et ACTED.

La filière de gestion des boues existante fonctionne à la demande : lorsqu'une fosse est pleine, les acteurs font une demande de vidange auprès du cluster WASH. Celui-ci fait alors appel aux vidangeurs de l'IRAD qui interviennent manuellement « vidange aux seaux ». **Cette méthode d'intervention n'est pas hygiénique.**

Les intervenants impliqués prévoient que les zones d'interventions soient divisées en deux, M'poko et le reste des sites.

Sur le site de M'poko les acteurs Wash se sont organisés afin d'utiliser l'hydro cureuse de la Mairie. Sur les autres sites, la méthode d'intervention doit être précisée. Les différents acteurs impliqués sont conscients du besoin de se coordonner pour améliorer la qualité des interventions mais n'ont pour le moment ni les moyens ni le plan d'action correspondant.

<p>Il est nécessaire de renforcer les moyens des projets prévus et en cours pour que les acteurs impliqués puissent couvrir les risques d'épidémie à court et moyens termes.</p>

2. Méthode de travail

Le cluster WASH ne souhaite pas obtenir de ce travail un document technique mais un **support de réflexion** permettant d'accompagner les partenaires dans leur intervention. Suite aux discussions avec les différents partenaires, il a été choisi de dimensionner un système fonctionnel selon les moyens matériels et humains supposés disponibles rapidement. La justification du dimensionnement fera transparaître les outils et méthodes utilisés.

2.1. Axes de réflexion

Ce travail a pour objectif de proposer des solutions techniques adaptées à la situation. Pour cela il est nécessaire d'**identifier** les facteurs limitant du système, d'**évaluer** les moyens disponibles dans les délais, éventuellement les **tester** en vue d'**optimiser** leur mise à disposition.

22. Collecte de l'information

Les **entretiens** avec chacun des partenaires ont précisé les interventions en cours et prévues ainsi que le matériel disponible localement.

L'**observation** du travail en cours a rendu compte des contraintes et limites de l'intervention.

Les **visites** de sites ont mis en évidence l'état des infrastructures, le niveau de gestion et permis d'appréhender les conditions de travail durant la saison des pluies.

Le détail de rencontres est présenté en *Annexe 7*.

3. Enjeux

Il s'agit de trouver des solutions techniques répondant aux besoins à **court et moyens termes**. Il n'existe pas aujourd'hui de stratégie globale d'intervention. Chaque acteur prévoit de s'engager sur une zone et un temps donnés. Or la qualité des interventions nécessite une **coordination** quotidienne entre les intervenants.

La structuration du mécanisme de coordination assurant le lien entre les acteurs dans le temps est un enjeu essentiel. L'accompagnement d'une entité locale dédiée au suivi de cette activité semblerait une solution pertinente.

31. Court terme

Il s'agit de trouver des solutions techniques pouvant couvrir les besoins : vidange, transport, stockage et traitement des boues durant les **2 prochains mois**. Les facteurs limitant sont :

- **Les accès** : la majorité des accès sont impraticables durant la saison des pluies.
- **L'insécurité** impacte directement sur le transport des boues. Les camions sont sujets au racket par des groupes armés. En cas d'épidémie de choléra, les risques d'agression sur le personnel sont accrus.
- **Les fonds disponibles** : il y a peu ou pas de fonds publics, l'aide internationale n'est pas centrée sur ce problème.
- **La disponibilité des matériaux** : la filière d'approvisionnement local est très limitée du fait du départ des grands commerçants.

32. Moyens termes

Il s'agit de poser les bases de travail pour favoriser la qualité des interventions futures.

- **Tests pilotes** de différents procédés épuratoires : les tests pilotes porteront sur des systèmes adaptables au contexte en vigueur.
- **Monitoring et capitalisation** de données : le suivi précis et régulier des activités doit permettre la réactivité des acteurs en cas d'imprévus. Ces données éclaireront aussi la prise de décisions portant sur les choix futurs.

4. Solutions proposées

La filière présentée ci-après est un **exemple**. La constitution de cette filière repose sur la comparaison entre les besoins globaux de vidanges sur l'ensemble des sites et les moyens supposés disponibles. La répartition des tâches entre les acteurs n'est pas prise en compte.

Le niveau d'information ne permet pas d'anticiper le remplissage des fosses ni de planifier les vidanges. Une enquête en cours doit permettre de prioriser les interventions. Les risques de contamination encourus durant la saison des pluies sont importants.

Il est donc recommandé de procéder à la vidange régulière et systématique de l'ensemble des fosses.
--

41. Collecte des boues

Ce paragraphe décrit la **filière proposée**, en fonction du découpage des zones d'intervention proposées et des unités du système recommandées. Une illustration des étapes du fonctionnement est présentée en *Annexe 8*

411. Contraintes identifiées et solutions proposées

Les estimations (cf. *Annexe 1*) montrent qu'il faut vidanger les fosses tous les 2 mois soit $100\text{m}^3/\text{J}$. Pour obtenir ce rendement, il est nécessaire d'optimiser les moyens disponibles. C'est-à-dire **limiter** les temps d'attente des différentes unités de la filière. Les conditions d'accès au sein des sites durant la saison des pluies limitent le passage des véhicules. Il est donc préférable d'avoir recours à la **vidange et au transport manuel** sur l'ensemble des sites. Cette solution permet d'augmenter le nombre de travailleurs et donc **l'entrée de devises** dans la communauté. Ce qui implique aussi un temps de recrutement, de formation et de gestion des équipes mais favorise le **transfert de compétences**.

Augmenter les rendements : utiliser des fosses tampons

Faciliter les accès : vidanger toutes les latrines manuellement (pompe manuelle et pousse-pousse)

412. Trois zones d'intervention proposées

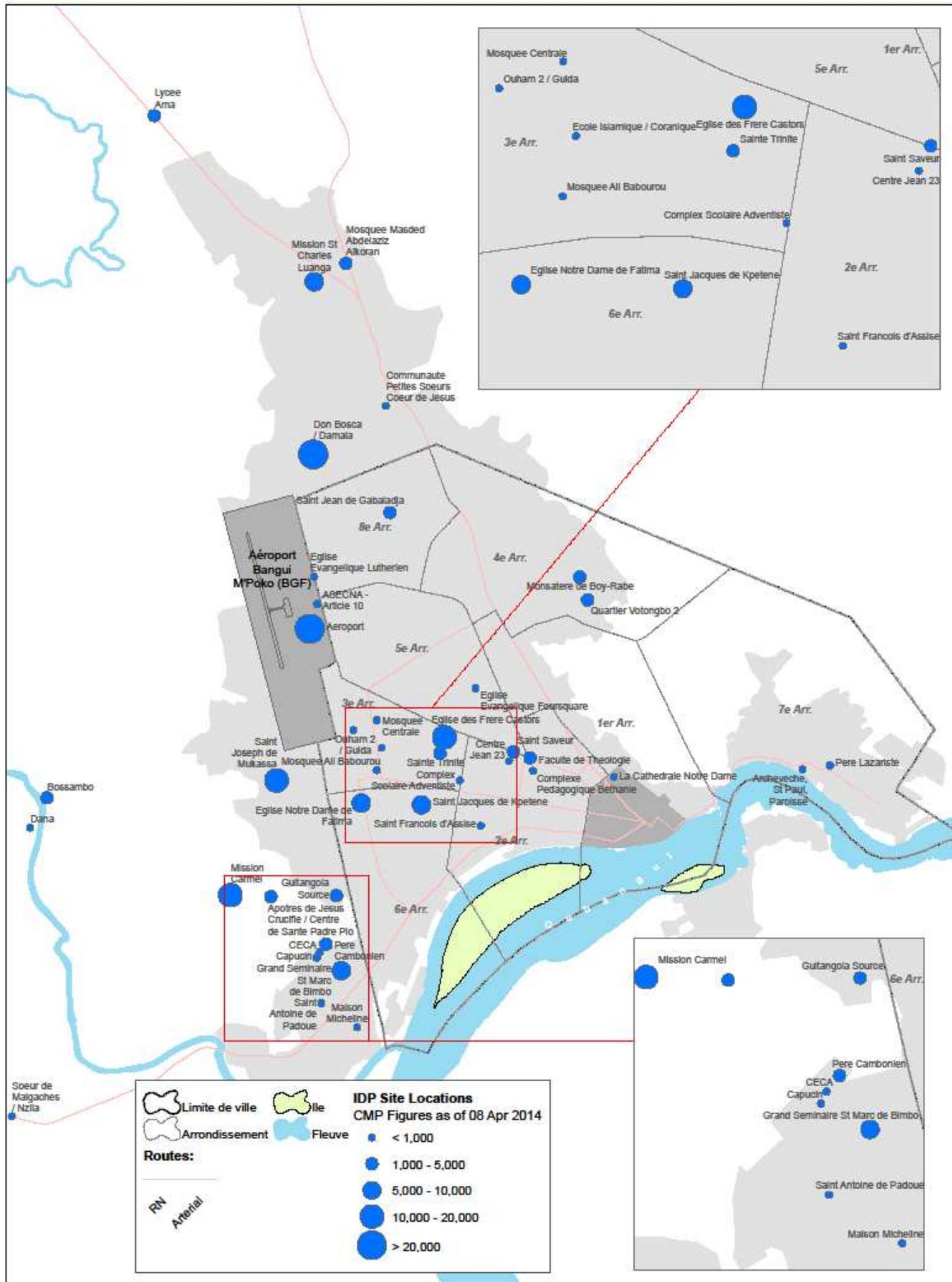
Trois zones d'interventions ont été définies, le but est de pouvoir répartir raisonnablement la charge de travail et d'équipement sur les différentes zones. L'idée est aussi d'éviter de concentrer les moyens en un seul point et de répartir les risques.

La **zone 1** couvre les sites de l'encadré SUD comprenant le site de Carmel,

La **zone 2** couvre les sites de l'encadré au centre comprenant Frères Castors et Fatima,

La **zone de m'POKO** couvre l'aéroport et les sites les plus au Nord.

CENTRAL AFRICAN REPUBLIC: Bangui Town with IDP sites



Les délimitations, noms et dénominations utilisés sur cette carte ne reflètent pas la position officielle des Nations Unies.
 | Bangui, République centrafricaine | 11 April 2014 | For more information please contact ocha.in.ora@gmail.com
 Sources: OCHA, GSM, Université de Bangui, CMP

413. Les unités de la filière

Ce paragraphe décrit le fonctionnement des unités et présente les besoins matériels et humains nécessaires à sa mise en place. La justification des besoins est présentée en *Annexe 2*, l'estimation des besoins en *Annexe 3* et la synthèse des procédures en *Annexe 4*.

Les données utilisées sont des approximations, ex : temps de parcours, volume de boues. Les marges d'erreurs considérées permettent de pallier à ce manque. **Les résultats devront être réajustés au fur et à mesure de la collecte de nouvelles données.**

4131 Excavation des fosses de latrines

Le test réalisé sur la pompe **diesel** OXFAM a montré clairement que son utilisation devra être réservée pour le transit de gros volume ex: remorque/fosse tampon. L'utilisation de ce type de pompe sur les fosses, à **l'intérieur des sites** est à **exclure**. La promiscuité est telle que les risques d'éclaboussures, de souillures et de contamination des zones de vie sont trop importants. De plus leur usage nécessiterait des moyens logistiques (transport, maniabilité, gasoil) inadaptés.

Recommandation : Prévoir que l'ensemble des fosses soient vidangées à l'aide de pompes manuelles.

Les équipes de vidangeurs évacuent les boues à l'aide de pompes manuelles depuis les fosses vers des fûts de 100 l. Ces fûts sont transportés en pousse-pousse jusqu'à l'accès carrossable le plus proche.

Besoins par équipe							
Vidangeurs	Pompe à main	Pousse Pousse	Sprayers	Fûts de rincage	Bâches 20m ²	Fûts de 100l	Camion de transport des équipes et matériel
12	3	8	3	2	2	8	1

Remarque :

Il n'y a pas de pompe à main disponible sur le marché local, les pompes à main OXFAM, ont été retenues pour leur maniabilité et leur disponibilité.



Fig. 16: Guzzler pump (Source: Oxfam)

Nous considérons que 3 pompes à main par équipe sont nécessaires : 2 pour réaliser le travail sur le terrain et une en réserve.

4132. Collecte des boues à proximité des sites

Les remorques équipées de citernes seront disposées au jour le jour, sur les accès carrossables, à proximité des fosses en cours de vidange. Dans un souci d'homogénéisation des volumes transportés on retiendra qu'il faut équiper les différents véhicules de citerne pouvant contenir 10m^3 . Le choix du contenant importe, plus il sera important plus la maintenance sera facilitée. Il semblerait que le plus simple soit d'utiliser de tanks en plastique armaturés disponible localement. Exemple : $10*1\text{m}^3$ ou $4*3\text{m}^3$.

4134. Le Remorquage

Les tracteurs $4*4$ assureront le transit des remorques depuis les sites vidangés jusqu'aux plates-formes de transit. Les roues motrices sont indispensables pour éviter l'enlèvement durant la saison des pluies.

4135. Les Plates-formes de transit

Les plates-formes sont des aires clôturées où l'on peut parquer les remorques et manœuvrer avec un tracteur attelé. Il faut prévoir une surface non inondable de 500 m^2 minimum.

Ces stations doivent être équipées de fosses tampons étanches afin de couvrir les impondérables. Des buses (dalles + couvercles étanches) de 2 m de diamètre conviendraient, elles peuvent être fabriquées en série. Une aire de lavage du matériel + vestiaires et douches pour les vidangeurs ainsi qu'un stock pour le matériel devront être aménagés.

Les visites effectuées avec le responsable des services techniques de la Mairie ont permis d'identifier deux sites potentiels pour servir de plate-forme:

- La mairie centrale de Bangui où est déjà parquée l'hydro cureuse et les véhicules de collecte des déchets.
- La mairie du 4^{ème} arrondissement.

Ces deux sites offrent un espace suffisant mais nécessitent les aménagements adaptés afin d'éviter tous risques de pollution. Les partenaires devront s'adresser au service technique de la Mairie pour officialiser la demande.

4136. Le transport des boues des plates-formes de transit jusqu'aux stations de traitement

Les remorques pleines seront parquées sur les plates-formes au fur et à mesure de leur remplissage. Le principe est de réduire au maximum le temps d'attente des Camions Citernes.

	Chauffeurs	Assistants	Camion vidange
M'poko	0,7	1,4	0,7
Zone 1	0,7	1,4	0,7
Zone 2	0,7	1,4	0,7
Total	2	6	2

Le tableau ci-dessus présente les besoins moyens par zone. (L'utilisation des véhicules sur plusieurs zones explique les décimales.)

4137. Les Stations de traitement

Cette unité du système est traitée en détail dans le chapitre suivant.

42. Le traitement des boues

Le chapitre précédent montre que les volumes à transporter sont importants (100 m³/j) pour l'ensemble des sites de déplacés.

Les acteurs impliqués dans la gestion du enfouissent déjà les boues sur le site. Cette réponse d'urgence est cohérente. Aussi il est prévu d'aménager le site afin d'en améliorer les rendements de Malgré tout, ce procédé simple à mettre en place demande beaucoup d'espace, le site de Sakai d'une surface d'un hectare risque de ne pas suffire.

La réduction des boues dans les fosses, grâce à l'utilisation de chaux ou d'enzymes doit continuer. Il n'existe malheureusement pas de solution miracle, c'est pourquoi il est important de diversifier de manière rationnelle et raisonnable les solutions apportées.

Le **risque d'inaccessibilité** au site de traitement situé à l'extérieur de la ville du fait de présence de groupe armé est considérable.

Le contexte sécuritaire, le manque d'investissement et de compétences pour la construction et la gestion d'un site de traitement font qu'il est nécessaire de trouver des **solutions alternatives**.

La stratégie est de diversifier le **savoir-faire local** pour que les acteurs impliqués soient capables d'adapter les solutions techniques aux différents contextes.

Après avoir rappelé les principes de l'épuration, ce paragraphe met en évidence les activités en cours. Enfin, les recommandations proposent des axes **d'améliorations** et le **test** de nouveaux procédés.

421. Principes de l'épuration

L'épuration est assurée par une activité bactériologique : on distingue les processus « aérobie » et « anaérobie ».

Exemple :

Dans une **fosse septique** traditionnelle, le milieu est liquide, l'oxygène de l'air n'est donc pas disponible, on dit que les bactéries travaillent en **anaérobie** (fermentation). On remarque que les odeurs sont importantes.

Dans un processus de **compostage ou de filtration plantée**, les bactéries utilisent l'oxygène de l'air, on dit qu'elles sont en **aérobie**. La dégradation se fait plus rapidement et sans odeur mais nécessite plus de surface au sol qu'une fosse septique.

Remarque :

L'urine brut est riche en azote, cause d'odeur, mais ne comporte pas de gros risque sanitaire. Les fèces sont riches en bactéries et éléments pathogènes. Malgré ce que beaucoup pense, ils ne sont pas responsables des odeurs.

On retiendra que les boues sont constituées à 90% d'urine et à 10% de fèces donc moins le temps de contact est important entre les liquides et les solides plus le traitement est facile.

422. Procédé en cours : l'enfouissement

Le site de SAKAI est utilisé pour enfouir les boues de vidange et déchets ménagers. Voici une photo du site prise le 17/05/2014.



Le site de SAKAI est déjà utilisé, il est prévu d'améliorer son aménagement afin de séparer les boues et d'optimiser l'enfouissement.

Recommandation : améliorer l'enfouissement et tester d'autres procédés sur le site de SAKAI.

423. Justification de la phase test : « pilotage »

Les contraintes sécuritaires récurrentes impactent directement sur le fonctionnement entier de la filière. En effet, lorsque l'accès à l'unique site de traitement disponible n'est pas possible, l'ensemble de la filière est bloquée. Lorsque l'on connaît les risques inhérents au manque ou à l'absence de gestion des boues, il ne semble pas raisonnable de n'avoir qu'un seul site de traitement. Les acteurs WASH auront donc à déterminer le nombre de sites de traitement adéquat et les systèmes adaptés.

Selon cette logique, il faut commencer à chercher d'autres sites de traitement, mais aussi réfléchir à développer des systèmes de traitement collectif, semi collectif ou individuel. Par exemple, on peut concevoir que les boues soient traitées en partie à l'intérieur de la ville collectivement ou non.

Les systèmes de traitement possible sont nombreux. Il faut donc procéder à une sélection raisonnée.

Le choix des procédés à tester est issu de la comparaison entre différents systèmes. Les critères de comparaison sont les suivants : investissement, coût de gestion, niveau de compétence nécessaire pour la conception et la gestion, risques inhérents, surface demandée et disponibilité locale en matériaux.

Hypothèse : Les procédés théoriquement les mieux adaptés aux contextes sont : **le séchage, l'enfouissement, la filtration horizontale et verticale, le compostage.**

Afin de valider cette hypothèse, il est préconisé de tester chacun de ces procédés à différentes échelles : dans et à l'extérieur de la ville (sur les sites de déplacés et sur les sites de traitement).

Le pilotage comporte un double objectif :

- Augmenter la capacité de traitement durant la phase de test.
- Rechercher des solutions durables.

Les résultats attendus sont :

- Maitriser les paramètres de conduite et dimensionnement des procédés testés.
- Le retour d'expériences permet aux acteurs de choisir le nombre et le type de systèmes à mettre en place.

424. Les procédés à tester « pilotes »

4241. Dégrillage

Principe

Les boues passent à travers un système de tamis de différents diamètres.

Intérêt

Le dégrillage permet de retenir les déchets les plus grossiers : tissus, branches, cailloux. Cet élément facilite le pompage des boues liquides et évite l'usure des pompes.

Le dégrillage secondaire permet de retenir les plastiques et autres éléments indésirables en vue de produire un compost.

Paramètres à déterminer

- Diamètres de grilles
- Nombre de dégrillage nécessaire
- Placements des grilles dans le système, sous les latrines, à l'entrée du filtre... ?

Mise en place

Un treillis (maille de 5-7cm) en fer à béton installé au niveau des fosses des latrines retient les plus gros éléments, un grillage à poule (3-4cm) installé à l'entrée du filtre vertical assure une seconde filtration. Les éléments retirés seront chlorés et mis en décharge.

4242. Séchage

Principe

Étaler les boues sur une surface plane afin d'accélérer la déshydratation de la matière par évaporation.

Intérêt

Le séchage des boues permet leur réduction jusqu'à 50 % ainsi que la diminution des pathogènes.

Paramètres à déterminer

- Lieux de séchage souhaitable.
- Contraintes (odeurs, insectes) associées.
- Temps de séchages en fonction des hauteurs de boues.

Mise en place

Une surface légèrement décaissée (-30cm) par rapport au terrain naturel permet d'y disposer les boues liquides. Plus la lame de boue est fine, plus l'évaporation se fera rapidement. Ces unités devront être protégées des pluies, des serres devront les recouvrir durant la saison de pluies.

Remarque

Les odeurs et insectes risquent de causer des nuisances aux populations avoisinantes.

4243. Enfouissement

Principe

Les boues sont disposées dans une ou plusieurs cellules (fosse), et recouvertes au fur et à mesure de chaux et de terre.

Intérêt

Simple et rapide à mettre en œuvre, ce procédé est intéressant si l'on n'est pas limité par l'espace.

Paramètres à déterminer

- La vitesse de réduction des matières avec ou sans séchage préalable, avec ou sans chaux.
- Temps d'épuration moyen

Mise en place

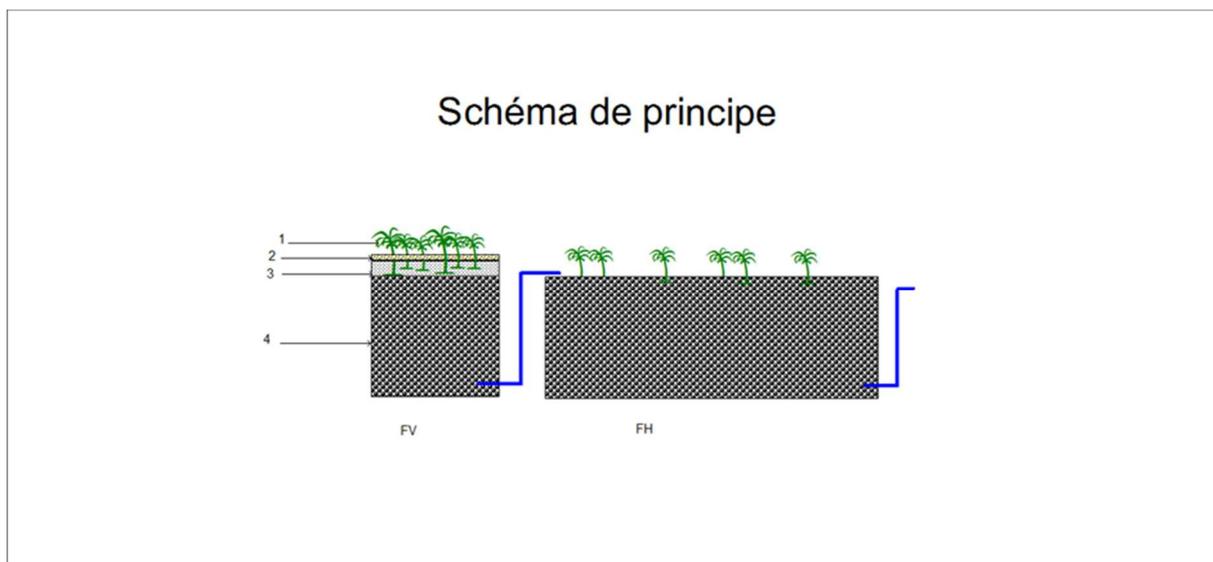
La construction d'une deuxième fosse de volume identique à celle existante permettrait de **séparer** les déchets. Les boues seraient alors stabilisées sur le site : recouvertes de chaux et de terre au fur et à mesure des vidanges.

Un exemple d'aménagement du site est proposé en *Annexe 5*

Remarque

Cette solution facile et rapide à mettre en œuvre risque de demander beaucoup d'espace. Le temps d'épuration est relativement long et le produit n'est pas toujours équilibré pour un usage agricole du fait de l'utilisation importante de chaux. C'est aussi pourquoi il est nécessaire de tester parallèlement d'autres procédés de traitement permettant l'export de produits traités et donc l'optimisation de l'espace dédié.

4244. Filtration plantée¹



1=plantes ; 2=sable ; 3= graviers fins ; 4=graviers grossiers. Ces filtres doivent être étanches.

Les camions citernes déposent les boues sur le filtre vertical. Un « dégrilleur » retient les éléments grossiers, cailloux, tissus. La filtration verticale sépare mécaniquement les phases solides et liquides. Le drain situé au fond du filtre vertical collecte les effluents pour les disperser sur le filtre horizontal. L'épuration est assurée par l'activité bactérienne. L'écoulement entre les filtres se fait par gravité.

Certains contextes permettent de ne pas étanchéifier les parois, pour cela il faut que le substrat soit étanche naturellement. Par mesure de précaution, ce type de filtre doit être disposé à distance réglementaire de tout point d'eaux utilisées par l'homme (minimum 100m).

Dans le cas présent, il importe que durant la phase de test, les **parois de ces filtres soient étanches** pour éviter tous risques sanitaires mais aussi pour obtenir des valeurs de références fiables.

4245. Filtre vertical planté

Principe

Le filtre vertical est constitué de couches de granulats plus ou moins perméable au sein d'un ouvrage étanche.

Exemple (de haut en bas) : 5cm de sable, 20cm de gravier, 60cm de cailloux.

Les plantes assurent l'aération de la croute de surface et permet donc d'éviter un colmatage trop rapide. La densité de plantation ne doit pas être trop importante.

Intérêt

Le filtre vertical retient la matière solide en surface il permet de séparer les phases liquides et solides.

Le dépôt et séchage des boues permet d'éliminer une partie des pathogènes. Les boues peuvent alors être collectées pour être déposées dans le composteur.

Paramètres à déterminer

- Granulométrie du substrat
- Surface du filtre/équivalent hab.
- Nombre de filtre verticaux /filtre horizontaux

Mise en place

Le filtre est couvert d'une serre afin de limiter la pénétration des eaux de pluies.

Plusieurs filtres verticaux sont utilisés afin de pouvoir alterner le temps de la maintenance : Les boues solides seront collectées et évacuées dans le composteur.

Dans le cas où l'on souhaite traiter $100 \text{ m}^3/\text{j}$, on peut débiter le test par la mise en service de 2 filtres verticaux étanches de 50 m^2 .

Remarque

En fonction de la rotation possible, le filtre vertical peut servir de lit de séchage. A cet effet, il faut laisser un temps nécessaire et couvrir le filtre (serre) durant la saison de pluies.

4246. Le filtre horizontal planté

Principe

Le filtre horizontal planté collecte les eaux à la sortie du filtre vertical. Les racines des plantes assurent le drainage des eaux à travers le filtre, pompent une partie des eaux et servent de support aux bactéries « aérobies » essentielles à l'épuration.

Intérêt

Le filtre horizontal diminue les volumes d'effluents et leurs charges polluantes.

Paramètres à déterminer

Il convient de déterminer

- Les **espèces locales** épuratrices.
- La **densité** de plantation : nombre de pied à planter/m².
- Le **temps de séjour** minimum de l'effluent dans le filtre et donc la surface de filtre par équivalent habitant.

Les performances du filtre seront validées grâce à des analyses régulières pouvant être réalisées à **l'Institut Pasteur**.

Mise en place

On considère une profondeur maximale de 100 cm afin d'éviter le fonctionnement « anaérobie » dans le filtre : plus le filtre est profond moins l'oxygène de l'air est disponible. On considère que 90 % des boues sont liquides. Pour commencer, on fera l'hypothèse qu'un temps de séjour de **72 h** permet l'épuration des effluents. Dans ce cas, le filtre doit être en capacité d'accueillir 3 jours de vidange.

Des mesures d'appuis, aux communautés avoisinantes devront être mises en œuvre : protection de leur eau de boisson, de leur culture, veille sanitaire. Il est important de surveiller les zones de contamination potentielle à proximité du site de traitement.

Une bande enherbée de 10 m de large sera maintenue en périphérie du site afin de constituer une barrière naturelle aux éventuels écoulements. En cas de résurgences constatées, des haies pourront aussi être plantées sur les pentes en aval du site.

Exemple

Si l'on cherche à traiter l'intégralité des boues vidangées sur les sites :

On a 100 m³/j de boues vidangées dont 90% de liquide. On considère 90 m³/j d'effluents à stocker pendant 3 jours donc $90 \times 3 = \mathbf{270 \text{ m}^3}$.

La hauteur du filtre est de 1 m maximum. Dans ces conditions, il faudrait une surface au sol de $270 \text{ m}^3 / 1 \text{ m} = \mathbf{270 \text{ m}^2}$.

L'installation de l'ensemble des filtres (vertical et horizontal) requièrent donc une surface au sol aménageable de $300 + 50 + 50 = \mathbf{400 \text{ m}^2}$.

Remarque :

Il est important de tester ce système à différentes échelles. L'exemple précédent décrit un pilote de grande capacité, il serait intéressant de tester un modèle plus petit. Pour que les résultats du test soient utilisables, il est préférable de ne pas réaliser le test pour moins de 10 m³/j de boues. Ce qui nécessiterait une surface au sol de 50 m².

4247. Le compostage

Principe

Le compostage permet la dégradation de matière organique fraîche en éléments assimilable par les plantes, on parle aussi d'humus.

Intérêt

Le compostage permet d'éliminer les pathogènes issus de la matière fécale. De plus, le compost apporte une source de fertilisation des terres agricoles.

*«Ainsi le saint a-t-il dit:
Accepter toutes les immondices du royaume,
C'est être le seigneur du sol et des céréales.»*

Lao-Tseu, Tao-Tö king 78e chapitre.

Voici le tableau récapitulatif des nutriments présents dans le compost :

Nutriments	g/kg	Pourcentage de nutriments par rapport au poids total du compost	Pourcentage relatif du compost
N	7,8	0,8%	13%
P2O5	16,5	1,6%	27%
K2O	37,3	3,7%	61%

Tableau 13.IX (EAH pour les populations à risques, ACF, HERMANN p452)

Il est recommandé de ne pas utiliser le compost issu de déchets humains, pour la culture de tubercules. Exemple : pommes de terre, carottes, oignons, manioc. Il est préférable d'éviter le contact direct entre le compost et l'aliment.

Paramètres à déterminer

Différents essais de mélanges permettront de trouver le bon équilibre et la vitesse de réduction optimale.

- Comparer la vitesse de réduction de différents mélanges toutes les semaines, exemple :
 - 1 volume de MO/1 volume de boue
 - 1 volume de MO/ 2 volumes de boue
 - 2 volumes de MO/ 1 volume de boue

La Matière Organique est un mélange de copeaux et de déchets verts. Les résidus des scieries de Bangui pourront être récupérés. Attention à ne pas utiliser de résidus de bois traités. Le faucardage (coupe) des plantes sur les filtres, permettra d'obtenir de la matière verte (sucre), il sera nécessaire de trouver d'autres sources de déchets verts, exemple : le tri des déchets ménager.

Mise en place

L'aire de compostage sera couverte sans être hermétique, la ventilation est importante. Au sol, un collecteur permet de diriger les jus vers le filtre horizontal.

On cherchera à composter sur des périodes courtes, le climat environnant devrait permettre des phases de compostage de 4 à 6 mois. Les analyses de contrôles devront être effectuées avant tout épandage. Les normes en vigueur en France sont présentées en *Annexe 6*.

Pour commencer le pilotage, une surface couverte de 200 m² est suffisante. Les boues mélangées seront stockées sous forme d'andain. Un exemple d'aménagement est présenté en *Annexe 5*.

L'utilisation du compost devra être accompagnée afin de former les agriculteurs à son usage. L'ONG local IRAD semble intéressée par cette option. L'ONG Welt Hunger Hilfe souhaite développer un projet maraîcher de grande envergure ; il pourrait être intéressant d'intégrer l'utilisation du compost dans ce projet.

Exemple de mélange :

- Un andain de copeaux de 1 m de large sur 20 cm de hauteur est étalé sur le sol.
- Les boues séchées préalablement mélangées à la matière organique fraîche, herbe verte, épluchures... recouvrent cet andain.
- Une autre couche de copeaux recouvre l'ensemble.

L'andain doit être retourné régulièrement 1 à 2 fois par mois afin d'assurer le mélange et l'oxygénation du tas.

Remarque

Le compostage ne peut se faire correctement que si les conditions hygrométriques sont réunies. La matière doit être humide sans être noyée.

Le processus est d'autant plus efficace et le produit fini de qualité si le rapport entre N, C et le sucre est équilibré.

Globalement, l'urine apporte l'azote (N), la MO fraîche : les sucres, les fèces : les bactéries, et les copeaux de bois : le carbone (C).

Au point de vue scientifique, il faut que le rapport carbone/azote (C/N) au départ du compostage soit d'environ 60. Au cours du compostage, ce rapport descend et se stabilise à 14.

Le site de Sakai doit être aménagé le plus rapidement possible de sorte que les boues existantes puissent être enfouies correctement, le temps de mettre en place d'autres systèmes fonctionnels.

Récapitulatif des recommandations pour la gestion des sites de traitement : SAKAI et autres.

- **L'enfouissement des boues sur Sakai nécessite la réalisation d'au moins une fosse supplémentaire de 150 m³ (L=10, l=5, P=3).**
- **Le séchage en ville diminuerait beaucoup la contrainte de transport et de gestion des effluents.**
- **Si cela n'est pas possible il faut le mettre en place sur Sakai.**
- **L'idéal serait de pouvoir piloter 2 systèmes de filtration 1 en ville et 1 sur Sakai.**
- **Idem pour le compostage.**
- **L'analyse des produits (rejets) de traitement, liquides ou solides doit être systématique.**
- **La protection de la ressource sur les terrains avoisinants nécessite une enquête afin d'identifier les usages actuelles. C'est un élément clé pour éviter de créer de nouvelles sources de tensions.**

5. Conclusion

La situation récurrente de crise dans laquelle est plongé le pays oblige à fournir **une vision durable intégrant des réponses d'urgence**. Voici une synthèse des éléments à retenir de cette étude :

- **Augmenter les moyens** matériels, humains et financiers **des partenaires** impliqués dans la filière de gestion des boues est nécessaire pour améliorer la qualité de l'intervention à court terme.
- **Favoriser le partenariat** entre les structures locales et internationales doit permettre un échange productif de connaissance à court et moyens termes. Schématiquement, on remarque que la plupart des ONG internationales aujourd'hui à BANGUI détiennent un fort potentiel technique mais n'ont pas le réseau local pour le développer. A l'inverse les ONG locales manquent de moyens et de compétences mais sont intégrées dans le réseau local.
- **Structurer un organe de coordination** des vidanges. Cette entité aura, entre autre la charge de prioriser et planifier les interventions en lien avec le système de monitoring en place. L'amélioration du système de monitoring, capitalisation doit permettre une approche **multisectorielle**, participative et durable des différents acteurs.
- **Il n'est pas possible d'estimer** précisément aujourd'hui les volumes de boues qui seront vidangés. Par mesure de précaution, mais aussi dans une logique de décentralisation des moyens, il est nécessaire de rapidement :
 - Identifier des **parcelles disponibles** pour l'aménagement des plates-formes de transit et nouveaux sites de traitement.
 - Mettre en place une filière capable de vidanger l'intégralité des fosses tous les 2 mois.
 - Déterminer le nombre et la disposition des fosses tampons fixes ou mobiles (remorque).
 - Recruter, équiper et former des équipes de vidangeurs capables de vidanger l'ensemble des fosses manuellement (pompe à main et pousse-pousse).
- La **pérennité** de la filière d'assainissement dépend de la capacité des acteurs à **adapter** les systèmes en fonction du contexte.
 - Pour répondre aux **besoins urgents**, il est nécessaire d'augmenter la capacité d'enfouissement à SAKAI.
 - Les filtres plantés + compostage offre une solution technico-économique **cohérente**. Il faudra tester ces procédés à plusieurs échelles et différents endroits.
 - Son développement doit se faire avec **des professionnels** du secteur agricole.
 - En fonction des résultats obtenus, la réflexion sur le « **design** » **des latrines** permettra d'optimiser la filière.
 - Le suivi et la **protection de la ressource** devront accompagner systématiquement l'installation de nouveaux filtres.

Références bibliographiques

- Action contre la faim, édition Hermann 2006, *Eau et Assainissement pour les populations à risques*
- Normes sphères, chapitre 2 : Normes minimales dans les secteurs de l'approvisionnement en eau, de l'assainissement et de la promotion à l'hygiène.
- Edwige le Douarin, Martin Werkmann, Eyrolles 2008, *L'assainissement écologique*
- William F. Brinton, Decembre 2000, *Compost quality Standard & guidelines : an international view.*
- Acted 2013, *Rapport d'étude d'impact environnemental et social pour le nettoyage et l'enfouissement des déchets sur le site de traitement de M'Poko à Bangui*
- EAWAG, *compendium des systèmes et technologies d'Assainissement*
- <http://www.eautarcie.org>

Annexes

A1 Estimation des volumes

Estimation du volume de vidange						
Bénéficiaires (pers)	Taux d'accumulation estimé(m ³ /pers/an)	Volume total annuel (m ³ /an)	Volume total fosses latrines (m ³)	Fréquence de vidange fosses (mois)	Volume de vidange mensuelle (m ³)	Volume de vidange journalier (m ³)
150 000	0,2	30 000	6000	2,4	2500	104

Le taux d'accumulation de 0.2 m³/pers/an est issu d'une micro enquête sur les sites de Déplacés ainsi que chez des particuliers de la ville. L'enquête en cours de réalisation permettra de préciser ce chiffre.

Le chiffre de 150 000 bénéficiaires est supérieur à celui annoncé par le Cluster, autours de 142000 personnes. Les variations de déplacés et l'impossibilité d'estimer la vitesse de remplissage des fosses durant la saison des pluies font qu'il est préférable de prendre des marges de sécurité.

A2 Dimensionnement

Hypothèse pour le dimensionnement de l'excavation : 1 équipe de 12 vidangeurs, formés et équipés peut évacuer 10 m³ de boue par jour.

	Rendement max /équipes (Excavation+ transit pousse pousse)							
	Tps de transport moyen (A/R)	Volume transporté par A/R	Rdt max /binome	Rdt max /équipe	Tps de travail journalier	Rdt max / équipe	Rdt attendus	Gap
Unité	h	l	l/h	m ³ /h	h	m ³ /j	m ³ /j	m ³ /j
Total	0,25	100	400	1,6	7	11,2	10	-1,2

Selon les temps de parcours estimés, une moyenne de 15 min par A/R entre les latrines et les remorques, on peut considérer que l'hypothèse est validée.

Hypothèse pour le dimensionnement du remorquage:

Deux équipes dotées de 2 remorques peuvent évacuer 25 m³/j de boue

	Rendement remorque: Site/Plateforme						
	Tps de remplissage (2 équipes de vidange)	Temps de travail journalier	A/R	Volume transité/ A&R	Rdt journalier	Rdt attendu	Gap
Unité	h	h	nb/j	m ³	m ³ /j	m ³ /j	m ³ /j
Total	3,125	7	2	10	22,4	25	2,6

Cette simulation montre que l'hypothèse n'est pas validée.

On sait que 2 équipes travaillant simultanément sur une même remorque peuvent vidanger 20 m³ de boue dans la journée. On sait qu'il faut vidanger au total 100m³/j dont 50 m³ sur M'Poko sans remorque. Il reste donc à couvrir 50 m³/j sur 2 zones.

La solution est donc d'avoir une équipe et une remorque supplémentaire travaillant en alternance sur les zones 1 et 2.

Hypothèse pour l'évacuation des boues jusqu'aux sites finaux :

Il faut 1 camion-citerne par zone pour assurer l'évacuation des boues jusqu'aux sites finaux.

Rendement camion citerne plateforme/traitement							
Tps de transport moyen A/R		Tps de travail journalier	Nb A/R	Volume transité par A&R	Rdt max	Rdt attendu	Gaps
h		h	camion/j	m ³ /j	m ³ /j	m ³ /j	U
M'Poko	0,75	7	9	10	93	50	-43
Z1	1,5		5	10	47	25	-22
Z2	1,5		5	10	47	25	-22

On remarque que le rendement total de 3 camions est de 200 m³/j. Ce qui est largement excédentaire. On peut donc estimer que 2 camions suffiront pour couvrir les besoins.

Remarque

Un système de communication reliant les plates-formes aux camions citernes est indispensable pour plus de réactivité au cours de la journée.

A3 Estimation des besoins totaux

	M'poko	Zone 1	Zone2	Renfort	Total
Excavation					
Vidangeurs	60	24	24	12	120
Pompe à main	15	6	6	3	30
Pousse-pousse	40	16	16	8	80
Sprayers	15	6	6	3	30
Fûts de rinçage	10	4	4	2	22
Bâches 20m2	10	4	4	2	22
Fut de 100l	40	16	16	8	80
kit piquets et rubalises	2	2	5	1	10
Camion de transport des équipes et du matériel		1	1		2
Transit remorque					
Chauffeurs	1	1	1		3
Assistants	1	1	1		3
Tracteurs	1	1	1		3
Tank 1m3	20	20	20		60
Remorques		2	2	1	5
Transit camion citerne					
Chauffeurs	0,7	0,7	0,7		2
Assistants	1,4	1,4	1,4		6
Camions vidange	0,7	0,7	0,7		2
Système de communication (Hand-Set)	0,7	0,7	0,7		2
Gestion des plateformes de transit					
Centrale de communication	1	1	1		3
Gardiens	2	2	2		6
Hygiénistes	2	2	2		6
Laveuses	6	3	3		12
Fosses Tampons (10m3)	5	3	3		11

A4 SOP vidange

Objectif :

Définir les procédures d'intervention pour chacune des unités du système afin d'assurer une cohérence logistique et **sanitaire**.

Les procédures intègrent le risque choléra dans les pratiques courantes. En cas d'épidémie il convient de s'assurer de l'isolement des malades et de leur prise en charge par les structures de santé compétentes. Les fèces de malade doivent être traitées à part. Les acteurs WASH devront quant à eux renforcer la sensibilisation auprès des bénéficiaires.

A- Procédure à suivre par les vidangeurs :

1. Avant l'intervention

- Les équipes se retrouvent chaque matin sur les plates-formes de transit.
- Un vestiaire leur permet de déposer leurs effets et de se vêtir d'un équipement propre.
- Chaque vidangeur dispose de 3 « combinaisons-capuche », 1 paire de gants, 2 élastiques « serre-poignet », 1 masque.
- Une équipe de lavage assure le nettoyage quotidien des vêtements souillés.
- Un camion plateau assure le transport des équipes et de leur matériel depuis la plate-forme jusqu'au site, puis d'un site à l'autre au cours de la journée.
- Les équipes seront réparties de manière à ce que 2 équipes remplissent simultanément les tanks d'une même remorque.

2. Sur le site

- Un **périmètre d'intervention** doit être délimité afin d'interdire l'accès à la zone de travail durant l'opération.
- Des **latrines** doivent autant que possible restées **disponibles** pour les usagers.
- Les fosses en cours de vidange ne doivent jamais être accessibles.
- 1 binôme assure le pompage manuel depuis la fosse des latrines jusqu'aux fûts installés dans les pousse-pousse (PP).
- Des outils : griffes, crochets, permettent d'extraire les déchets solides présents dans les fosses. Un fût est prévu pour collecter ces déchets.
- L'aire de stationnement des PP durant leur remplissage sera bâchée au sol.
- Un **sens de circulation** doit être identifié sur le point de pompage.
- Quatre binômes assurent le transport des fûts avec un pousse-pousse.
- Chaque binôme assurant le transport est doté de 2 PP : 1 en cours de vidange, l'autre en transport.
- Chaque fût devra être fermé hermétiquement pour le transport.
- 1 vidangeur assure le pompage manuel depuis les fûts jusque dans les tanks disposés sur les remorques.
- Chaque équipe sera dotée de 3 **sprayers (solutions A, B, C) et de 2 pelles**.

- En cas de fuite ou d'éclaboussure, les vidangeurs doivent immédiatement aseptiser les souillures :
 - Sur le sol, les bâches, les outils et véhicules « sprayer » avec une solution à 2 % puis les recouvrir de terre (pour le sol).
 - Sur les vêtements, rincer abondamment puis rincer avec une solution à 0.2 %.

Les vêtements et outils ne doivent jamais restés souillés.

3. Après l'intervention

- Le retour des équipes et de leur matériel est assuré par le camion plateau.
- Les vidangeurs se changent et se douchent dans les vestiaires.
- Les vêtements souillés sont collectés pour être nettoyés.

B-Procédures à suivre lors des étapes de transport

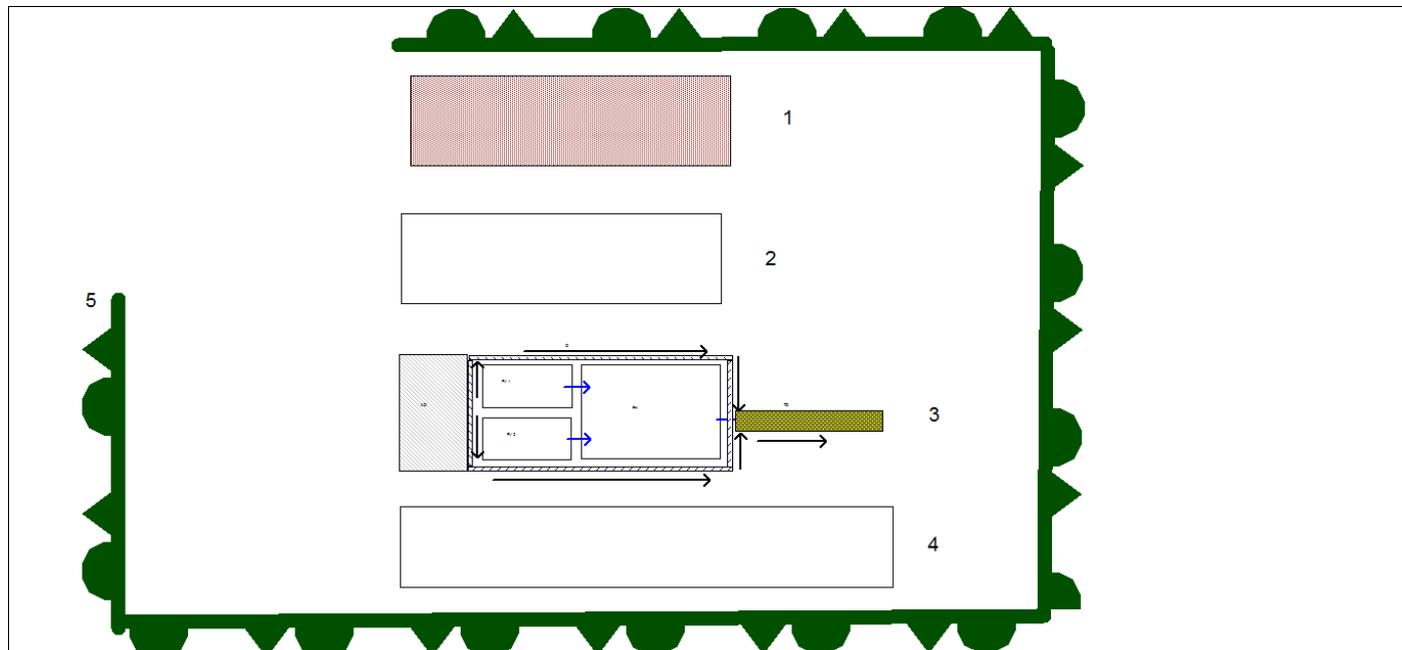
- Le but est qu'il n'y ait **pas de temps mort** pour les équipes de vidange, c'est-à-dire qu'ils puissent tout au long de la journée remplir des remorques citerne.
- Il en est de même pour les camions citernes, la planification des rotations doit permettre qu'il y ait **toujours une remorque pleine** au niveau de la plate-forme de transit.
- Il en est de même pour les camions citernes, la planification des rotations doit permettre qu'il y ait **toujours une remorque pleine** au niveau de la plate-forme de transit.
- Ils doivent s'assurer que leur chargement ne comporte pas de risque : vérification de la stabilité du chargement (répartir les charges), chloration des souillures éventuelles.
- Tous les éléments en contact direct avec les boues : crépines, pelles, autres doivent être systématiquement chlorés.
- En cas de souillure accidentelle, le binôme doit intervenir immédiatement. A cet effet, il dispose en permanence d'un sprayeur rempli d'une solution à 2% de chlore, d'eau claire, d'une pelle et de vêtements de protection.
- S'ils ne sont pas en mesure de résoudre le problème, ils doivent immédiatement appeler le véhicule de transport afin d'acheminer l'équipe la plus proche sur les lieux.

C-Procédures à suivre sur le site de traitement

- Le site doit disposer en permanence d'une réserve d'eau claire de 500 l.
- D'une aire de lavage drainé : 50m²
- D'un vestiaire avec une douche.
- D'un stock- point de chloration ventilé.
- De trois sprayeurs :
 - Solution à 2 % pour le sol, les semelles et les outils.
 - Solution à 0.2% pour les vêtements souillés.
 - Solution à 0.05% pour les mains.
- Avant chaque départ, les camions doivent être contrôlés afin de chlorer les souillures éventuelles.

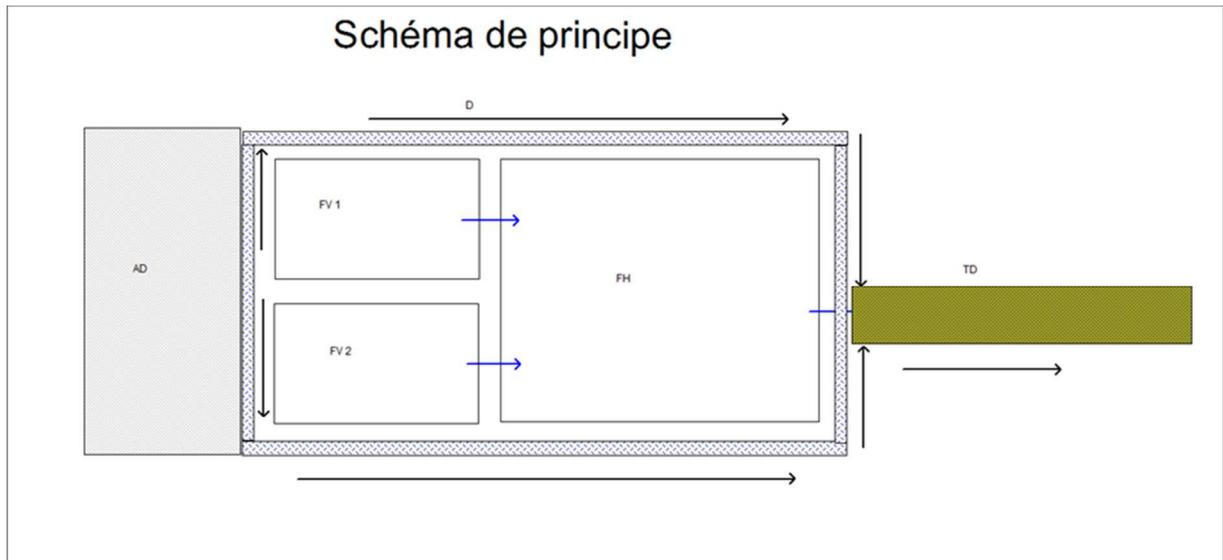
A5 Aménagement de Sakai

Vue d'ensemble



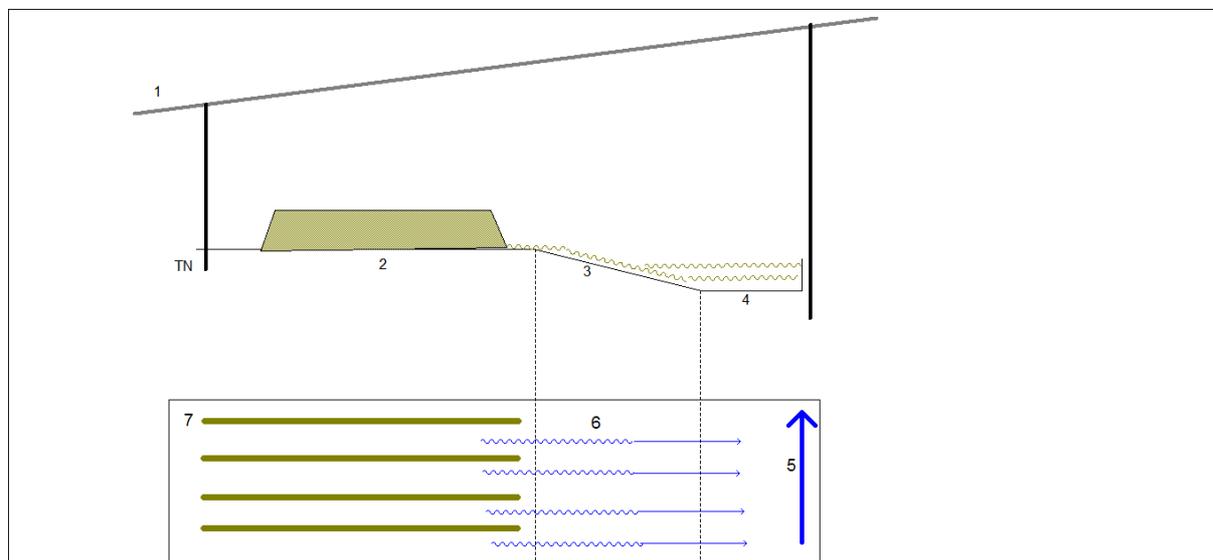
- 1 Fosse existante
- 2 Fosse à creuser pour l'enfouissement des boues
- 3 Filière « pilote »
- 4 Aire de compostage
- 5 Bande enherbée

Vue en plan des filtres



- AD= Aire de dépotage
- FV= Filtre vertical
- FH= Filtre Horizontal
- D= Drainage
- TD= Tranchée Drainante.

Schéma de principe du composteur (coupe et plan)



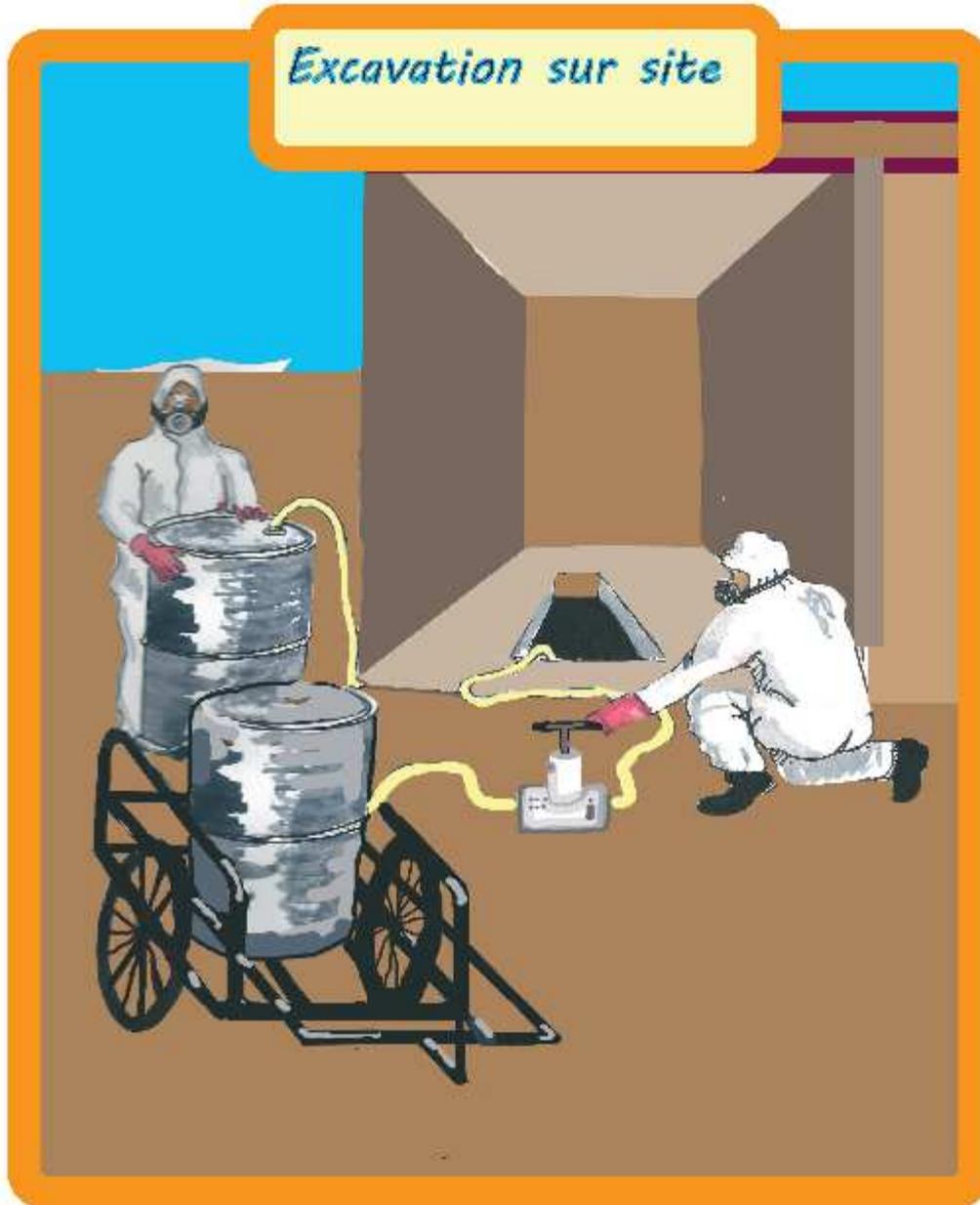
- 1 Toiture
- 2 Andains
- 3 Pente
- 4 Collecteur
- 5 Ecoulement du collecteur vers un filtre horizontal
- 6 Percolation des jus
- 7 Andains

A6 Normes du compost NFU 44095

Concentrations maximales en Éléments Traces Métalliques (ETM) en mg/kg MS		Concentrations maximales en Composés Traces Organiques en mg/kg MS	
		Élément	Concentration limite compost
cd	3	Total des 7 PCB	0,8
cr	120	HAP	
cu	300	Fluoranthène	4
Hg	2	Benzo (b)	2,5
Ni	60	Fluoranthène	
Pb	180	Benzo(a) pyrène	1,5
Zn	600		

Concentration maximale en micro-organismes dans les Matières Brutes		
Agents indicateurs de traitement	Toutes cultures sauf maraîchères	Cultures maraîchères
E coli	10^4 /g MB	10^3 /g MB
Clostridium perfringens	10^3 /g MB	10^2 /g MB
Entérocoques	10^5 /g MB	10^5 /g MB
Agents pathogènes		
Œufs d'Helminthes viables	Absence dans 1g de MB	Absence dans 25g de MB
Listeria monocytogènes		
Salmonelles		

A8 Illustration des unités de la filière proposée



***Binôme n°1:
Les blocs latrine***



*Binôme n°2:
Acheminement des
boues en posse-pousse
à travers le site de
déplacés jusqu'à la
remorque*

Remplissage des remorques

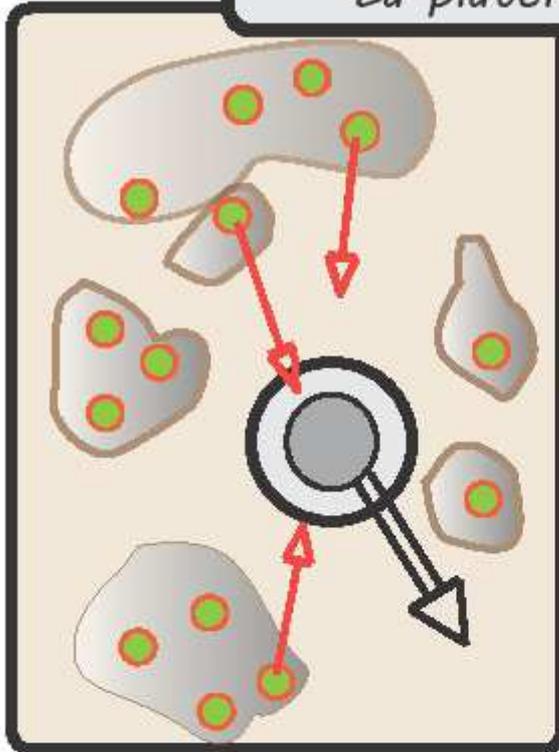


Binôme n°3:

A l'extérieur du site, les futs sont vidés dans les tanks.

La remorque sera ensuite conduite avec le tracteur 4/4 jusqu'au site de traitement.

La plateforme



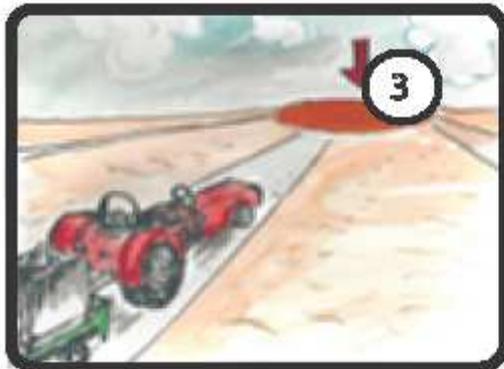
 : bloc latrine

 : plateforme

 : acheminement des boues depuis les blocs sanitaires

 : vers le site de traitement...

 : site de déplacés



Que faire si le camion
citerne n'est pas arrivé?



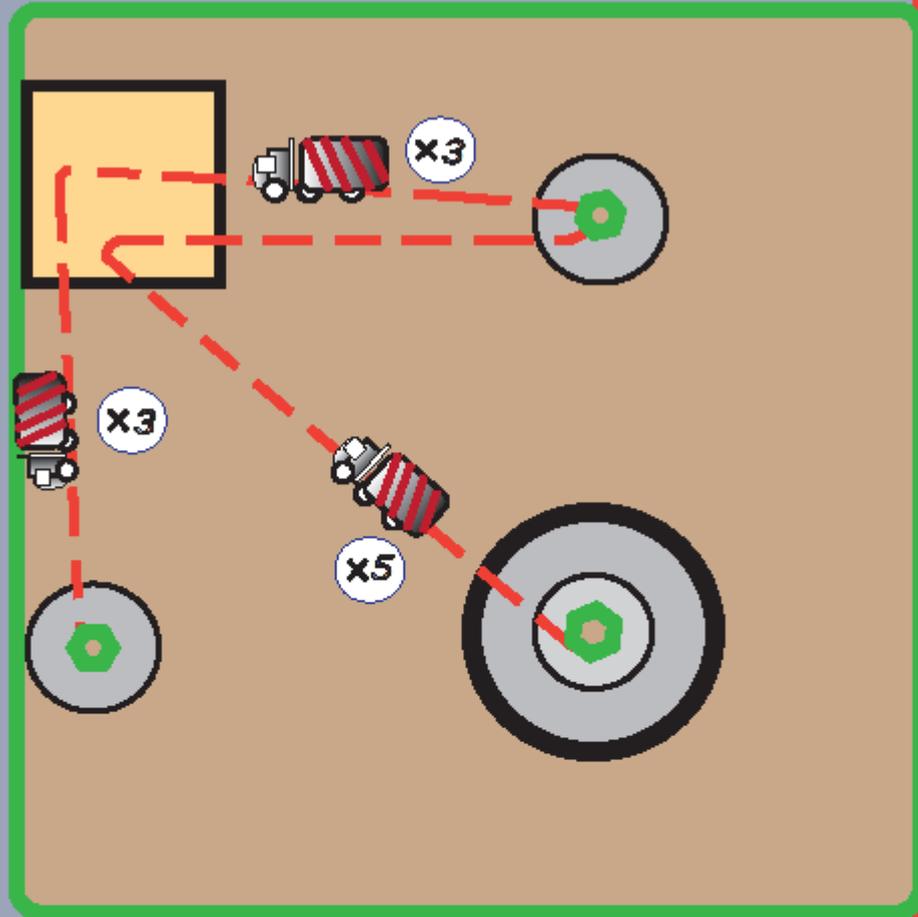
Pas d'attente...
Pas de temps
mort...



une vidange est
possible dans la
fosse prévue a cet
effet sur la
plateforme



Transit : Plateforme/site de traitement



: plateforme



: camion citerne



: site de traitement



: trajet du camion