ASSAINISSEMENT DE LA VILLE DE TOAMASINA

Station de traitement des boues de vidange par lits d'humification plantés

Rapport de suivi année 2016

5 mai 2017

SOMMAIRE

1 INTRODUCTION 4

2 METHODOLOGIE 5

2.1 Dispositif 5
2.1.1 Station de Tamatave 5
2.1.2 Déversement des boues 6

2.2 Typologie des boues reçues 6

2.3 Charges reçues 10
2.3.1 Charges prévues 10
2.3.2 Charges reçues 10

2.4 Paramètres suivis 12

3 RESULTATS 13

3.1 Développement global des plantes 13

3.2 Facteurs de sensibilité 15
3.2.1 Stress hydrique 15
3.2.2 Effet bénéfique des boues 16

3.3 Bio-solides accumulés 17
3.3.1 Quantitatif 17
3.3.2 Qualitatif 17

3.4 Autres lits 17

3.5 Lagune 17

4 CONCLUSION 19

4.1 Leçons apprises 19

4.2 Points techniques en suspens 20

4.3 Recommandations pour 2017 21

ANNEXE 1 : DETAIL DES CHARGES RECUES 22

ANNEXE 2 : CAHIER D'EXPLOITATION REVU 25

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : SCHEMA DE LA STATION D'HUMIFICATION PLANTEE DE TAMATAVE 5
FIGURE 2 : DISPOSITION DES CARRES UTILISES POUR LE DEVERSEMENT DES BOUES 6
FIGURE 3 : MODE DE DEPOTAGE MANUEL 6
FIGURE 4 : MODE DE DEPOTAGE PAR POMPAGE 6
FIGURE 5 : CHARGES ET PLUVIOMETRIE EFFECTIVEMENT APPLIQUEES SUR LES LITS 11
FIGURE 6 : CHARGES MOYENNES MENSUELLES RESPECTIVES REÇUES PAR LES LITS A ET B 11
FIGURE 7 : INDICATEURS DE DEVELOPPEMENT DE LA PLANTE AU COURS DE LA PERIODE DE DEMARRAGE 14
FIGURE 8 : REPRISE DU VERDISSEMENT DE LA PLANTE EN 10 JOURS, SUITE A L'EPISODE DE SECHERESSE 15
FIGURE 9 : FORT DEVELOPPEMENT DES PLANTES SUITE A MISE EN EAU DES BASSINS 16
FIGURE 10 : FORT DEVELOPPEMENT DE LA PLANTE EN 2 SEMAINES, SUITE A L'AUGMENTATION DES DOSES DE BOUES DEVERSEES 16
FIGURE 11 : EPAISSEUR DE LA COUCHE DE BOUE POUR CHAQUE CARRE DE DEVERSEMENT, SELON LA DISTANCE AU POINT DE DEVERSEMENT 17
FIGURE 12: CAROTTES DE BOUES PRELEVEES LE 20 DECEMBRE 2016 EN DIFFERENTS CARRES 18

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : TYPOLOGIES DES BOUES REÇUES A LA STATION 9
TABLEAU 2 : MONTEE EN CHARGE PREVUE POUR LA PERIODE DE DEMARRAGE 10

GLOSSAIRE & DEFINITION

Boue : matière fécale plus ou moins digérée arrivant à la station

Bio-solide : boues après traitement

Charge massique : charge en masse de boue par unité de surface de lit de séchage

Charge nominale : charge correspondant à la capacité de traitement théorique de la station

Charge volumique : charge en volume de boue par unité de surface de lit de séchage

MS : matière sèche

MV : matière volatile

« L'utilisation des éléments de cette publication est autorisée avec mention claire de l'auteur"

INTRODUCTION

La ville de Tamatave s'est équipée, via le support de PROTOS et de PRACTICA, d'une station de traitement des boues de vidange (STBV) par lits d'humification plantés, mise en exploitation à partir de juillet 2016. Le présent rapport présente les données techniques d'exploitation pour la période de démarrage, ie de mi-juillet à fin décembre 2016, en particulier les charges reçues et l'évolution des indicateurs suivis.

Le rapport met en outre en évidence les premiers résultats atteints en termes de bio-solides traités et fournit les premiers repères quantifiés pour l'exploitation, à partir d'indicateurs simples, peu couteux, mais suffisamment précis comme outils de pilotage. Ce cadre de fonctionnement propre au contexte de Tamatave est désormais bien maitrisé par l'exploitant, en particulier pour la phase de démarrage et de redémarrage après curage qui concernera 2 lits tous les ans. Un manuel d'exploitation mis à jour pour tenir compte de ces apports contextuels est présenté en annexe.

Des points de progression sont également mis en évidence, pour faciliter les tâches d'exploitation, pour encore optimiser le traitement aux différentes boues produites par la ville, et pour baliser la phase à venir de traitement à pleine charge en saison des pluies.

METHODOLOGIE

1.1 Dispositif

1.1.1 Station de Tamatave

La station à lits d'humification plantés de Tamatave est constituée de 6 lits de 280 m^2 chacun (1 650 m^2 au total), conçue pour traiter 115 T de MS par an. Le fonctionnement prévoit chaque année l'utilisation de 4 lits pour le dépotage et de 2 lits pour curage et reprise des plantes, ce qui correspond à une charge massique applicable globale de 70 kg MS/m^2/an.

Ce fonctionnement correspond à un déversement de 5 m^3 de boue par semaine dans chacun des 4 lits utilisables pour le dépotage (hypothèse de boues de Tamatave à 110 g MS/L).

La première année de mise en fonctionnement, afin d'entretenir une continuité du traitement à charge nominale, 2 lits seulement sont alimentés en boues : il s'agit des lits A et B selon le schéma suivant. L'objectif est d'atteindre la capacité de traitement nominale après la période de démarrage Les autres lits sont plantés et maintenu en eau (ponding).

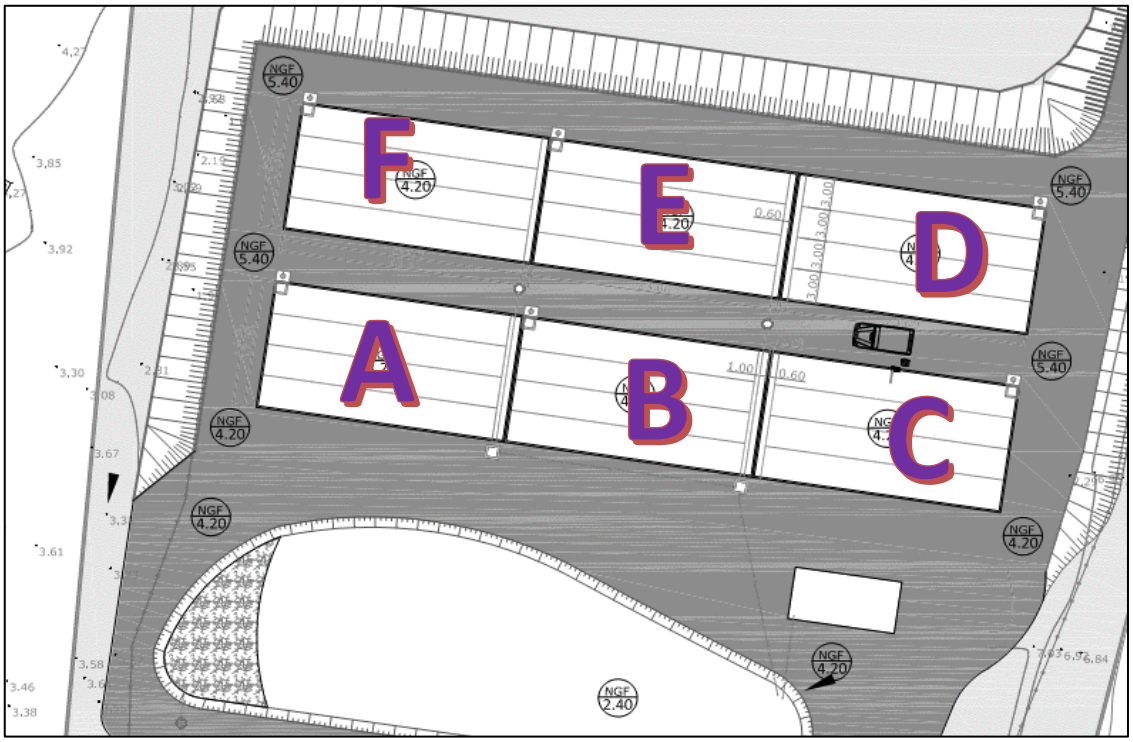


Figure 1 : schéma de la station d'humification plantée de Tamatave

1.1.2 Déversement des boues

Chaque lit est divisé à l'aide de repères visuels en 8 carrés de 6 m de côté (36 m^2 par carré) et l'alimentation en boue est réalisée préférentiellement au centre du carré.

A5	A6	A7	A8	B5	B6	B7	B8
A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1

Lit A **Lit B**

Figure 2 : disposition des carrés utilisés pour le déversement des boues

Le dépotage des boues a lieu manuellement depuis le bord du lit à travers une goulotte de répartition dirigée vers le centre du carré. Un autre mode de répartition par pompage dans un réservoir est également testé.

Figure 3 : mode de dépotage manuel

Figure 4: mode de dépotage par pompage

1.2 Typologie des boues reçues

On distingue les types de boues reçues à la station selon leur impact possible sur le traitement, à partir de 2 paramètres majeurs : le degré de concentration et le degré de digestion. Cette catégorisation amène à distinguer les 5 grands types de boues suivants curées par les prestataires de Tamatave (détails dans le tableau suivant) :

- Liquides
- Concentrées, mais toujours liquides (« onctueuses »)
- Pâteuses mais digérées
- Pâteuses et fraiches
- Croûte

Cette catégorisation des boues est intéressante car elle constitue un premier outil simple de répartition des déversements sur les lits.

Pour les 6 premiers mois de démarrage, il a été décidé de privilégier :

- Les boues digérées pour alimenter les lits, puisque selon la bibliographie elles présentent à priori à volume égal un potentiel de déshydratation plus important que les boues fraiches et minimisent le risque de colmatage,
- Les boues liquides, afin d'apporter une ressource hydrique aux plantes avec à priori une salinité moins importante.

Néanmoins, la montée en charge des lits a nécessité une quantité de boues plus importante que ce que le prestataire de vidange a été en mesure d'apporter en boues liquides digérées, conduisant à déverser en fin de période :

- Des boues pâteuses digérées après dilution
- Des mélanges de boues liquides et pâteuses digérées (mélange 1)
- Des mélanges de boues liquides et pâteuses fraiches (mélange 2)

	Type de boue	Couleur	Odeur	Viscosité	Origine probable	% reçu*	Appellation choisie
	Digérée liquide	Marron	Faible	Liquide -> Onctueuse	Fosse septique MILIEU	10 %	**LIQUIDE**
	Digérée liquide concentrée	Marron	Faible	Onctueuse	Fosse septique en BAS	70 %	**ONCTUEUSE** **(CONCENTREE)**
	Très digérée pâteuse	Noire	Faible	Nettement Pâteuse (sortie à la pelle)	Fosse septique en BAS	20 %	**TRES CONCENTREE**

	Fraiche pâteuse	Jaune - verdâtre	Forte	Pâteuse	Tinette Latrine simple en HAUT		**FRAICHE**
	Croute (chapeau)	Grise / Noire	Faible	Solide	Fosse septique En HAUT	0 %	**CROUTE**

* correspond au % reçu à la station en Aout septembre et octobre, boues fraiches non prises en compte

Tableau 1 : typologies des boues reçues à la station

1.3 Charges reçues

1.3.1 Charges prévues

Le démarrage d'un lit planté nécessite, selon la bibliographie, une première phase d'acclimatation en mode « ponding » suivi d'une phase de montée en puissance permettant de développer la plante macrophytes jusqu'à atteindre la capacité nominale de la station de traitement.

Initialement, ces deux phases avaient été prévues selon le calendrier suivant, pour un démarrage relativement rapide de la station. Jusqu'à fin novembre les boues déversées devaient être liquides (c'est-à-dire liquides d'origine ou bien diluées), pour passer en boues digérées de toutes concentration ensuite.

Mois	Semaine	V hebdo prévu	
		m3/semaine	%
Juillet	1	0	0%
	2	0	0%
	3	0	0%
	4	0	0%
Aout	5	1,25	25%
	6	1,25	25%
	7	1,25	25%
	8	1,25	25%
	9	1,25	25%
Septembre	10	1,25	25%
	11	2,5	50%
	12	2,5	50%
	13	2,5	50%
Octobre	14	2,5	50%
	15	2,5	50%
	16	2,5	50%
	17	2,5	50%
Novembre	18	2,5	50%
	19	**5**	100%
	20	5	100%
	21	5	100%
	22	5	100%
Décembre	23	5	100%
	24	5	100%
	25	5	100%
	26	5	100%
		67,5	**63%**

Tableau 2 : montée en charge prévue pour la période de démarrage

La fréquence d'alimentation des lits était initialement prévue à 1 fois toutes les 2 semaines en raison du fort taux d'humidité et de pluviométrie. Compte tenu des faibles pluies constatées après la plantation, elle avait été réévaluée à 1 fois par semaine au démarrage de la station.

1.3.2 Charges reçues

1.3.2.1 Globalement

Les charges effectivement dépotées dans les lits ont été adaptées aux facteurs suivants :

- Météo effectivement constatée : la période de démarrage s'est avérée plus sèche que prévue. Alors qu'habituellement il pleut 2 à 3 jours par semaine en saison sèche, des séquences de plusieurs jours voire de plusieurs semaines sans pluie ont eu lieu entre juillet et décembre 2016. On note en particulier une sécheresse presque totale d'octobre à décembre avec une moyenne de pluie de l'ordre de 1 mm/j au lieu de 3 à 4 mm/j habituellement observés à cette époque.

- Boues effectivement disponibles sur le site, en quantité, fréquence, et typologie : l'exploitation est tributaire de ce que le prestataire de vidange peut amener sur le site, sachant que ce dernier a cherché à optimiser son travail pour faciliter au mieux l'exploitation. Néanmoins, les quantités de boues digérées étant moindres que prévu, il a fallu adapter le protocole d'alimentation des lits.
- Réaction de la plante macrophytes : les réponses de la plante aux facteurs de stress (hydrique, salin et organique) ont été prises en compte pour adapter le mode d'alimentation. Les indicateurs de couleur, flétrissement et vitesse de développement ont été utilisés pour cela.

Finalement, en fonction des 3 critères mentionnés ci-dessus, les charges déversées sur les 2 lits ont été les suivantes (voir le schéma ci-dessous). Le détail des charges est présenté en annexe 1.

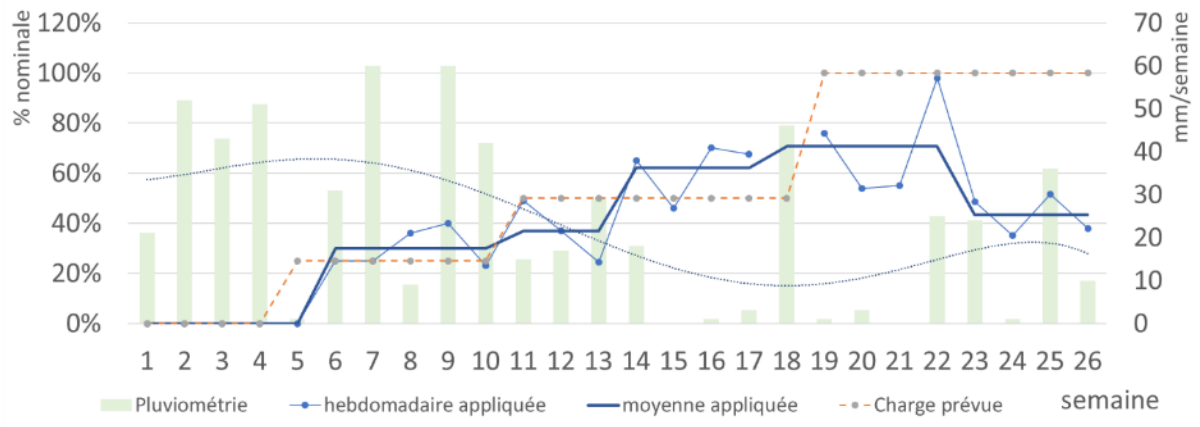


Figure 5 : charges et pluviométrie effectivement appliquées sur les lits

Les volumes déversés après la phase d'acclimatation en ponding ont été à peu près conformes aux prévisions jusqu'au 5° mois (si ce n'est certains petits décalages dans le temps) pour être inférieur aux doses prévues en fin de période de montée en charge (mois de novembre et de décembre).

La charge totale reçue pendant la période s'élève donc à seulement 40 % de la charge nominale de la station, en moyenne, avec un maximum ponctuel de 70% réalisé en novembre.

Une phase de ponding a été mise en place pour faire tester la réaction face à la sècheresse des mois d'octobre et de novembre et surtout au manque de boues entrantes, du 05 au 20 décembre 2016 (semaines 24 et 25).

1.3.2.2 Différences entre lits A et B

Les lits A et B ont reçu respectivement 46.5 et 49 m^3 de boue de juillet à décembre, soit 5 % d'écart entre les deux lits, répartis de la manière suivante.

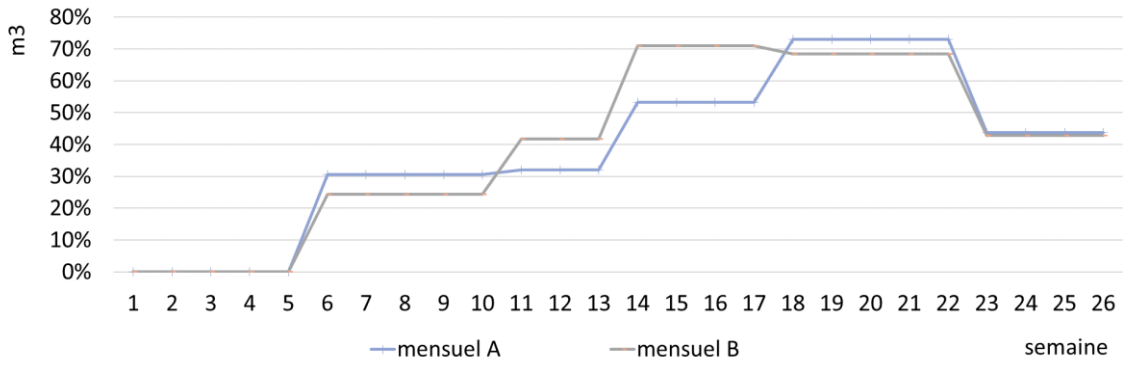


Figure **6** : charges moyennes mensuelles respectives reçues par les lits A et B

La typologie des boues reçues est aussi différente entre les deux lits à compter de la semaine 20 (mi-novembre) jusqu'à la semaine 23 (début décembre) :

- Les carrés A1-A4 reçoivent des boues liquides digérées
- Les carrés B1-B4 reçoivent un mélange de boues pâteuses fraiches et de boues liquides (mélange 2)
- La ligne A8-A5-B8-B5 reçoit un mélange de boues digérées, pâteuse et liquide, parfois dilué

Le détail des charges en quantité et type est présenté en annexe 1.

1.4 Paramètres suivis

Le protocole de suivi consiste à mesurer les paramètres d'entrée suivants :

- En continue : pluviométrie et température
- A chaque déversement de boue : typologie de la boue, volume et carré de déversement

Les observations réalisées sont les suivantes :

- Chaque semaine : développement des plantes (vue générale et vue typique d'une plante, observation des reprises)
- Tous les 2 mois : mesure de la couche de boue, de la densité des plantes, de la hauteur des tiges
- En fin de période : carottage des boues et autopsie du système racinaire

RESULTATS

1.5 Développement global des plantes

Aucune différence majeure n'est observée sur le développement des plantes entre les lits A et B. La figure suivante présente le développement des plantes dans les lits à travers 4 indicateurs suivants :

- La taille moyenne des tiges
- La densité des tiges
- La vue de la couverture des lits
- La vue rapprochée d'une plante

En 5 mois, la densité atteinte est de l'ordre de 280 tiges / m^2, pour une hauteur moyenne de tige de 85 cm et un complexe racinaire de 20-25 cm de profondeur. Les pieds semblent tout d'abord s'étendre en rampant (1er mois d'alimentation). Ces tiges rampantes semblent être prises dans la couche de boue pour se transformer en rhizome racinaire, donnant lieu à de nouvelles tiges poussant verticalement.

La couverture des lits est hétérogène : elle est significativement plus élevée au centre des carrés alimentés qu'en périphérie, pour être quasiment nulle dans les zones hors de portée de l'écoulement des boues.

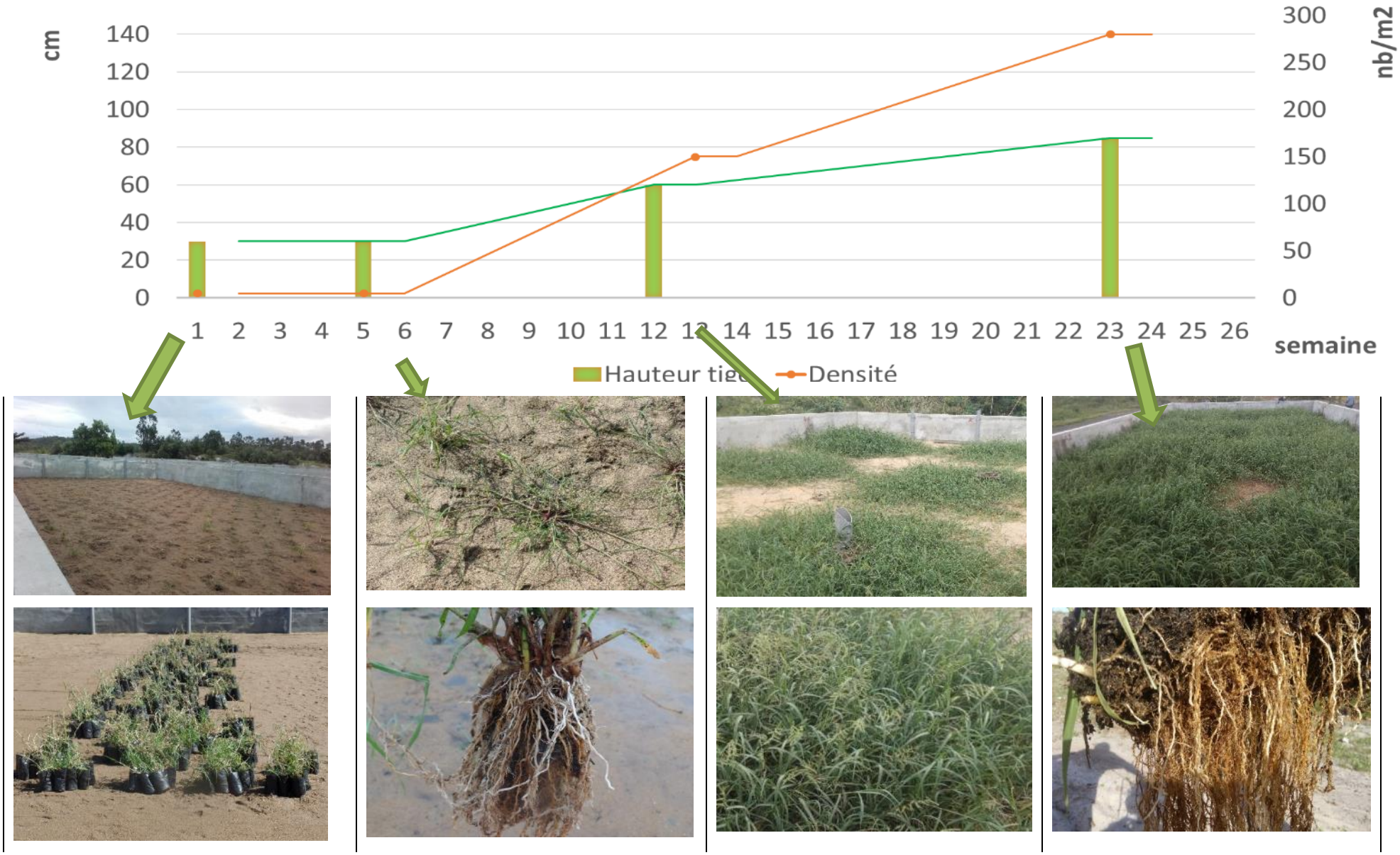


Figure **7** : indicateurs de développement de la plante au cours de la période de démarrage

1.6 Facteurs de sensibilité

Durant cette phase de démarrage, 2 facteurs de stress sur le végétal utilisé ont été mis en évidence : le déficit en eau (stress hydrique) et l'effet très positif de l'apport élevé de matière organique.

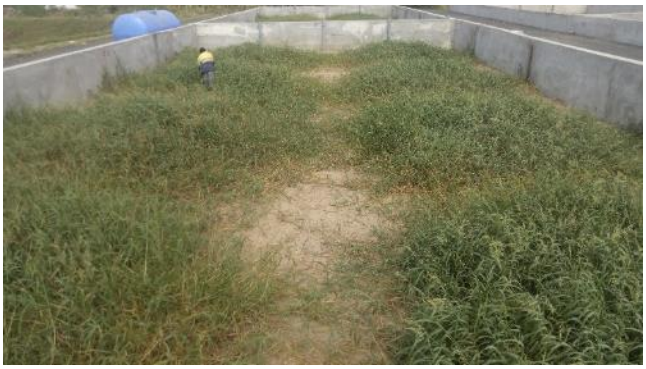
1.6.1 Stress hydrique

La pluviométrie diminue fortement en septembre (2 à 3 mm/j en moyenne) pour atteindre un seuil très bas pendant les mois d'octobre et de novembre, où il ne pleut quasiment plus mis à part quelques épisodes pluvieux début novembre (semaine 18).

Les plantes montrent un net degré de souffrance à partir de fin septembre, notamment par un jaunissement progressif commençant à la périphérie des carrés. A la mi-octobre le flétrissement est très prononcé, en particulier pour le lit B qui reçoit pendant cette période un peu moins de boues que le lit A.

On constate une réaction rapide et positive à l'apport supplémentaire de boues et d'eau (dilution des boues). En effet en quelques jours les plantes verdissent à nouveau pour avoir complètement repris fin octobre.

Plantes des lits le 20 octobre (signes de stress)



Plantes des lits le 30 octobre, après augmenattion des doses (signes de stress diminués)

Figure **8** : reprise du verdissement de la plante en 10 jours, suite à l'épisode de sècheresse

Le stress hydrique est apparu en période de quasi-absence de pluie et après un défaut d'alimentation de 8 jours en raison d'un problème d'approvisionnement. Les doses de boue versées les semaines qui ont précédées étaient d'environ 25 % de la charge nominale (ie 1.25 m^3/(lit*semaine)).

Après avoir rétabli la situation en alimentant plus, la situation a été stabilisé courant novembre, en période de quasi-absence de pluie sauf une seule semaine pluvieuse début novembre, avec des doses de l'ordre de 70% de la charge nominale.

Plus tard, suite à la mise en place d'un ponding ponctuel du 05 au 20 décembre, les plantes « explosent » pour coloniser l'ensemble des lits, alors que les doses de boues déversées sur les lits restent faibles (40 % de la charge nominale).

Etat des plantes le 12 décembre 2016

Etat des plantes le 29 décembre 2016

Figure **9**: fort développement des plantes suite à mise en eau des bassins

1.6.2 Effet bénéfique des boues

On observe une évolution nette du développement des plantes lors de l'augmentation de l'apport de boue, en particulier à la fin de la période de ponding de juillet, lors d'alimentation ponctuelles plus importantes, puis fin novembre avec l'apport de boues de diverse typologie mélangée entre-elle.

Il semble donc que les conditions de stress salin n'aient pas été atteintes y compris pour les zones les plus fortement arrosées (centre des carrés) et pendant la période la plus chargée, et qui plus est en mode ponding (en novembre et décembre).

La figure suivante illustre l'impact d'une augmentation des déversements de boue sur le développement végétal en 2 semaines, tout autre paramètre étant relativement stable dans cette période.

Etat des plantes le 28 novembre 2016

Etat des plantes le 12 décembre 2016

Figure 10 : fort développement de la plante en 2 semaines, suite à l'augmentation des doses de boues déversées

La plante semble donc apprécier l'apport de matière organique. La période de montée de charge de la station pourrait sans doute avoir lieu plus rapidement.

1.7 Bio-solides accumulés

1.7.1 Quantitatif

La couche de bio-solides en cours d'humification en surface des lits a une épaisseur variable selon l'emplacement. Elle est plus épaisse au centre du carré où les boues sont déversées, pour diminuer en périphérie et disparaitre dans les zones entre les carrés, pour une moyenne ramenée à toute la surface d'un lit d'environ 5,35 cm.

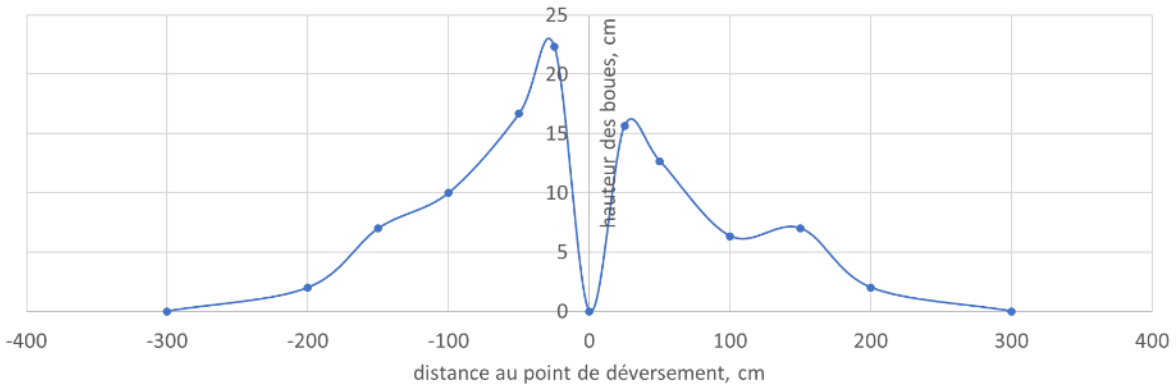


Figure **11** : épaisseur de la couche de boue pour chaque carré de déversement, selon la distance au point de déversement

(0 marque le point de déversement au centre)

On estime donc à 15 m^3 la production de boue du 1er semestre pour chacun des deux lits (soit 30 m^3 de bio-solide disponibles dans les lits fin 2016). Ceci est très proche de la production de bio-solide prévue au dimensionnement de 30 cm par an à pleine charge, qui laissait attendre une couche de 5 cm en moyenne en 5 mois avec une charge moyenne reçue de 40 %.

1.7.2 Qualitatif

La partie inférieure des carottes semble déjà transformée en une sorte de terreau, alors que la zone en surface supérieure montre des boues fécales non transformées.

La texture et la couleur changent en effet de haut en bas, d'une matrice spongieuse à une matrice décomposée, d'une couleur grise-noire à une couleur marronne claire. La planche photographique suivante permet de fixer ces repères d'observation.

Il semblerait que les carrés ayant reçus des boues pâteuses fraiches ou digérées à partir de novembre présentent une couche de boue supérieure moins humifiée mais néanmoins en cours de décomposition.

1.8 Autres lits

Les autres lits maintenus en ponding ont vu leurs plants se maintenir, avec un faible développement aérien.

1.9 Lagune

On observe que la lagune d'affinage du traitement des percolat issus des lits de séchage ne s'est pas remplie durant la période, ce qui montre qu'elle est suffisamment dimensionnée, en tout cas vis-à-vis des charges encore inférieures au nominal et en saison plutôt sèche. Néanmoins la faible quantité de percolat, lié sans doute à la concentration initiale des boues traitée, semble permettre leur évaporation et infiltration complète, sans rejet final.

Carré A4, alimenté en boues digérées liquides

- ➔ *Couche relativement uniforme et décomposée*

Carré A7, alimenté en boues digérées liquides puis en boues concentrées voire très concentrées

- ➔ *Couche inférieure visuellement plus décomposée*

Carré B1, alimenté en boues digérées liquides puis en boues concentrées fraiches

- ➔ *Couche inférieure visuellement plus décomposée*

Figure **12** : carottes de boues prélevées le 20 décembre 2016 en différents carrés

CONCLUSION

1.10 Leçons apprises

Validation du principe de traitement

La station de Tamatave est aujourd'hui l'un des premiers exemples d'un traitement de boues de vidange par lits d'humification plantés qui fonctionne en conditions réelles. L'exemple permet de lever les doutes techniques et scientifiques relatifs au contexte, en particulier :

- L'efficacité de l'espèce végétale utilisée, dont la dénomination n'est pas encore certaine, mais dont le développement en cette phase de démarrage s'avère répondre de manière positive et similaire aux espèces ayant déjà fait leurs preuves (Echinochloa Pyramidalis et Phragmites Communis/Australis). La densité et hauteur de tige atteinte après 6 mois est conséquent, ainsi que l'enracinement. De surcroit la plante semblerait montrer une appétence pour la matière organique des boues de vidange et une résistance au stress salin.
- Les boues de Tamatave se déshydratent et s'humifient sur les lits, malgré leurs concentrations élevées (évaluée en moyenne au stade APS à 110 g MS/L). La station de traitement montre de plus un potentiel d'absorption de leurs typologies très diverses à travers, au minimum, la réalisation de mélange ou de déversements alternés des différents types de boue, y compris pour les boues pâteuses fraiches.
- La production de boue atteinte sur 2 lits fin décembre 2016 après 6 mois et à 40 % de la charge nominale est de 30 m^3, soit 5.35 cm en moyenne sur les lits. La production annuelle de 30 cm par an à pleine charge est donc confirmée.
- Même si la charge nominale (100 %) n'a pas été atteinte en 2016, les carottages effectués et la réaction de la plante vis-à-vis des déversements de boue rendent optimiste sur la capacité de la station à traiter la charge nominale prévue.
- La répartition hydraulique des boues de vidange est réalisable manuellement, sans poste de pompage, dispositif peu souhaitable en contexte Sud. Néanmoins le mode manuel de répartition des boues gagnerait à être amélioré avec les deux objectifs 1- de diminuer les contraintes de manutention et d'organisation, et 2- d'atteindre une meilleure répartition des boues sur la surface du lit (1 point par carré de 36 m^2 semble finalement trop faible avec ces boues-là). Cette amélioration deviendra nécessaire avec l'augmentation de la couche d'humus et la taille des plantes qui rendront l'alimentation manuelle gravitaire de plus en plus contraignante.

Définition d'indicateurs d'exploitation efficaces et simples

Des indicateurs simples de gestion de la station ont été identifiés et testés au cours de la montée en charge. Ces indicateurs permettent :

- D'une part de gérer les alimentations des lits : il s'agit de la quantification et de la différenciation des différents types de boue qui permet de les répartir au mieux pour le fonctionnement du traitement. Cette différenciation basée sur l'aspect des boues (consistance, couleur, odeur) et éventuellement leur provenance est simple et sa précision semble suffisante.
- D'autre part de vérifier le bon fonctionnement de la station, à travers :
    - Le suivi du développement du végétal : sa couleur et sa vigueur pour les constatations rapides, sa densité et hauteur de tige pour les mesures quantifiables. Le mécanisme de développement de nouveau rhizome et de tiges à partir des tiges horizontales enfouies dans les boues est également intéressant.
    - Le suivi des boues : aspect avant alimentation (craquelure en particulier) pour les constatations rapides, carottage et observation de l'état de décomposition pour faire un point plus approfondi.

Leurs valeurs et observations réalisées apportent déjà des repères pour la gestion future de la station, en particulier de la phase de démarrage des lits (qui aura lieu chaque année pour les reprises après curage pour 2 lits sur 6). On peut notamment citer :

- Vitesse de développement du végétal dans les phases d'acclimatation et de montée en puissance, pour sa densité, sa croissance aérienne et racinaire, notamment les valeurs de, respectivement, 280 pieds/m^2, 85 cm et 20 cm obtenu en 5 à 6 mois.
- Augmentation de la couche de bio-solide jusqu'à 5 cm en moyenne en 5 à 6 mois, avec une humification notable visuellement pour au moins 50 % de la partie inférieure de la couche (couleur marron-claire et texture de « terreau »).
- Couleur et niveau de flétrissement critique des plantes permettant néanmoins leur reprise.
- Niveau de sècheresse critique pour les plantes, à savoir deux semaines sans pluie notable, avec un niveau d'alimentation en boue de 25 %

Optimisation de l'exploitation

Suite à cette phase de démarrage le protocole d'exploitation peut être revu de la manière suivante :

- Montée en charge plus rapide, ie avec des doses de boues plus importantes chaque semaine, et un passage aux boues concentrées plus rapide, afin de tenir compte de la bonne résistance au stress salin de la plante (à priori) et à son appétence pour les boues.
- Augmentation des fréquences d'alimentation : initialement prévue 1 fois toutes les deux semaines pour tenir compte du climat local très humide, il semble que cette fréquence peut être montée à 2 en saison sèche (voire 3 fois par semaine en sècheresse prononcée) sans remettre en question la capacité des boues à se déshydrater. Un passage à 1 fois par semaine en saison des pluies semble néanmoins rester une hypothèse raisonnable qui demandera à être testée en conditions réelles.
- Le stress hydrique est un risque réel pour la station, ce qui pourrait être plus fréquent dans les années à venir avec le changement climatique. Néanmoins la période de risque est identifiée (mois d'octobre et novembre) et caractérisée (voir ci-dessus, § indicateurs). Elle est relativement courte et la réponse de l'exploitant est désormais connue : augmenter les doses à au moins 50 % de la charge nominale, augmenter les fréquences d'alimentation, et en cas de sècheresse prolongé mettre le bassin en eau.
- Ce problème de stress hydrique devrait concerner majoritairement les lits curés dans l'année en cours de reprise, car c'est à ce moment-là que les plantes sont faibles. Pour les lits non curés dans l'année, le risque existe mais peut être de manière moins forte car les plantes y seront matures et la couche de boue pourrait jouer un effet hydrique tampon. On peut donc recommander de programmer les curages des lits en fin d'année, afin de bénéficier de la reprise de la saison des pluies pour faire repartir les plantes. Il est recommandé de maintenir une source d'eau voire de boue pendant la saison sèche pour faciliter la réaction face au séchage des plantes.

Ces recommandations pour l'exploitation sont intégrées dans la nouvelle version du manuel d'exploitation (annexe 2).

1.11 Points techniques en suspens

Si cette première phase de démarrage du traitement a permis de tirer les leçons listées ci-dessus, elle a aussi mis en lumière de nouvelles questions pratiques aux quelles la suite de l'exploitation pourra utilement apporter une réponse :

1) Précision de la meilleure manière de répartir les différents types de boue sur les lits (compréhension de l'impact de la typologie des boues sur le traitement). Cette question est d'autant plus importante que les volumes de boue en provenance du prestataire de vidange sont parfois limités et qu'il est souhaitable de traiter intégralement tous les types de boues. Pour y répondre, le protocole mis en place fin 2016 consistant à déverser une typologie de boues dans un carré dédié à ce type de boue peut être repris et

approfondi pour permettre de conclure sur les doses maximales de certains types de boues sur l'humification (notamment les boues pâteuses fraiches).

2) Précision du bon fonctionnement de la station en saison des pluies (compréhension de l'impact des pluies le fonctionnement du traitement). Cette question mérite une attention car elle concernera tous les lits pendant une majeure partie de l'année. Les apports d'eau étant importants dans la région de Tamatave en saison des pluies, il est important de vérifier le fonctionnement des lits de séchage à cette période. Cette vérification pourra conduire notamment à une modification du rythme d'alimentation, afin de laisser plus de temps à la boue pour ressuyer. L'atteinte de la capacité de traitement prévue de 5 m^3 de boues par semaine et par lit demande également confirmation (capacité non atteinte dans l'année 2016).

3) Optimisation du déversement et de la répartition hydraulique des boues sur les lits. En effet actuellement les de répartition utilisés (manuel gravitaire et par pompage) ne sont pas satisfaisant car couteux. De plus la consistance des boues et les débits atteints ne permettent pas d'optimiser la surface des carrés. D'autres modes de répartition devraient être pensés et testés dans des objectifs de simplification, de réduction des coûts, et d'une meilleure uniformité de la répartition des boues.

1.12 Recommandations pour 2017

Au niveau de la mise au point technique de la station et du développement de l'expérience d'exploitation, il est utile en 2017 de répondre aux questions en suspens mentionnées précédemment. Ceci se traduit par :

- Le maintien d'un suivi des charges entrantes et de la pluviométrie après avoir réorganisé la répartition des différents types de boue sur les lits et les proportions de mélange. Pour ce faire, un point prévisionnel 2017 des charges à traiter avec le prestataire de vidange est bienvenu.
- Le maintien du monitoring des indicateurs de suivi (aspect plante et bio-solide) et des impacts des réactions de l'exploitant, en particulier vis-à-vis de la saison des pluies.
- Le test d'autres modes de déversement.

En parallèle :

- Le démarrage des lits C et D pourrait être lancé afin de profiter de l'apport hydrique de la saison des pluies. Le volume mensuel traitable pour les lits A et B aujourd'hui en fonctionnement est de 40 m^3 / mois. Si les quantités apportées par le prestataire de vidange sont supérieures, il est intéressant de prévoir leur traitement à la station.
- La recherche de valorisation agricole pourrait être démarrée au moins au niveau pilote, car il est tout à fait possible d'atteindre une production d'humus d'environ 500 m^3 d'ici fin 2018.

NB : Cette liste de points opérationnels pour l'exploitation de la station n'est pas limitative, en particulier vis à vis des nombreuses autres possibilités d'expérimentation et d'optimisation qu'offrent cette nouvelle plate-forme de traitement des boues de vidange en contexte tropical.

ANNEXE 1 : DETAIL DES CHARGES RECUES

						LIT A						
	HEBDO			**MENSUEL**		**A1-A4**		**A5-A8**				
Photo	V hebdo		F hebdo	V Mensuel	F mensuelle	V hebdo	type boue	V hebdo	type boue	Repère	Densité	Hauteur
	m3/semaine	%	nb/semaine	m3/semaine	nb/s moyen	m3/semaine		m3/semaine			nb/m2	cm
	0	0%		0%						07/07 plantation	5	30
	0	0%		0%						pounding		
	0	0%		0%						pounding		
	0	0%		0%						pounding		
	0	0%		0%						pounding	5	30
	1,25	25%	1	31%						08/08		
	1,25	25%	1	31%								
	2	40%	2	31%								
	2	40%	2	31%								
	1,15	23%	1	31%	1,50							
	2,4	48%	2	32%								
	1,2	24%	1	32%						manque d'eau !		60
	1,2	24%	1	32%	1,25					manque d'eau !	150	
	4	80%	2	53%						8 jours sans boues		
	2,6	52%	2	53%						flétrissement		
	1,8	36%	4	53%		0,8	digérée	1	Mél digéré	flétrissement		
	2,25	45%	2	53%	2,50	1	digérée	1,25	Mél digéré	reverdissement		
			1	73%								
	3,8	76%	3	73%								
	2,6	52%	3	73%				traces concentrée				
	2,6	52%	3	73%		1,6	liquide	1	Mél digéré			
	5,6	112%	3	73%	3,00	3	liquide	2,6	concentrée			
	2,3	46%	3	44%		1,7	liquide	0,6	concentrée		280	85
	2,2	44%	1	44%		1,5	liquide	0,7	liquide			
	2,45	49%	2	44%		1	liquide	1,45	liquide			
	1,8	36%	1	44%	1,75	0,8		1	onctueuse			
	46,45			**39%**	**2,00**							

						LIT B						
	HEBDO			**MENSUEL**		**B1-B4**		**B5-B8**				
Photo	V hebdo		F hebdo	V Mensuel	F mensuelle	V hebdo	type boue	V hebdo	type boue	Repère	Densité	Hauteur t
	m3/semaine	%	nb/semaine	m3/semaine	nb/s moyen	m3/semaine		m3/semaine			nb/m2	cm
	0	0%		0%						07/07 plantation	5	30
	0	0%		0%						pounding		
	0	0%		0%						pounding		
	0	0%		0%						pounding		
	0	0%		0%						pounding	5	30
	1,25	25%	1	24%						11/08		
	1,25	25%	1	24%								
	1,6	32%	2	24%								
	2	40%	2	24%								
		0%		24%	1,67							
	2,5	50%	2	42%								
	2,5	50%	2	42%						manque d'eau !		60
	1,25	25%	1	42%	1,67					manque d'eau !	150	70
	2,5	50%	2	71%						8 jours sans boues		
	2	40%	1	71%		dont traces de boues concentrées				flétrissement		
	5,2	104%	4	71%		2,8	liquide	2,4	Mél digéré	flétrissement		
	4,5	90%	3	71%	2,50	3	liquide	1,5	Mél digéré	reverdissement		
			1	69%								
	3,8	76%	3	69%		1,9	liquide	1,9	Mél digéré			
	2,8	56%	3	69%		1,4	mélange fraiche		Mél digéré			
	2,9	58%	2	69%		0,9	liquide	2	Mél digéré			
	4,2	84%	3	69%	2,75	3	Mél fraiche	1,2	Mél digéré			
	2,55	51%	3	43%		2,1	Mél fraiche	0,45	concentrée		280	85
	1,3	26%		43%		0,6	liquide	0,7	liquide			
	2,7	54%		43%		1,3	liquide	1,4	liquide			
	2	40%		43%	3,00	0,8	liquide	1,2	onctueuse			
	48,8	**49%**		**40%**	**2,32**							

ANNEXE 2 : CAHIER D'EXPLOITATION REVU

Document séparé