



### 1. EPANDAGE

---

L'épandage des matières de vidange est réglementé par l'article 4 du décret 97-1133 relatif à l'épandage agricole des boues d'épuration.

Ainsi, les matières de vidange sont assimilées à des boues de station d'épuration pour cette pratique.

### 2. TRAITEMENT SPECIFIQUE EXTENSIF DES MATIERES DE VIDANGE PAR LIT DE SECHAGE PLANTES DE ROSEAUX (LSPR)

---

La déshydratabilité limitée des matières de vidange, du fait de la présence de « fines » colmatantes et de graisses, amène à préconiser une charge extensive pour le traitement de ce type de produit.

En technique alternative au pré-traitement des matières de vidange avant leur injection sur la « file eau » d'une station d'épuration, il est envisageable de les traiter spécifiquement et directement sur des lits de séchage plantés de roseaux (Annexe 4-1).

Ce procédé permet ainsi de répondre à la préoccupation grandissante des collectivités :

➤ qui ont à gérer conjointement les eaux usées collectées par les réseaux d'assainissement et les matières de vidange issues des fosses

septiques et fosses septiques toutes eaux de l'assainissement non collectif, sans surcharger la "file eau" des stations.

➤ dans les zones où l'ANC prédomine et qui ne disposent pas de stations d'épuration des eaux usées susceptibles d'accueillir les matières de vidange, cette alternative diminuerait de plus les coûts de collecte et de transport vers des unités adaptées.

Face à ces problématiques, le Cemagref, en partenariat avec la SINT, Veolia-Eau, l'Agence de l'eau RM&C, l'Ademe et le Syndicat intercommunal du pays d'Albon, a engagé une phase d'étude sur pilotes (Annexe 4-2) concernant le traitement et la valorisation des matières de vidange sur lits de séchage plantés de roseaux.



*Photo 5 : Filtres plantés de roseaux*

Les investigations menées par le Cemagref sur le traitement spécifique des matières de vidange en lits de séchage visent à :

- Valoriser ce sous-produit de l'ANC en optimisant sa déshydratation et sa minéralisation par une adaptation de la charge, des fréquences d'alimentation, et du système d'aération passive des granulats qui constituent la couche drainante.
- Accroître les performances de séparation phase solide / phase liquide en cherchant le

meilleur matériau pour constituer une couche de filtration adaptée à l'interface matières de vidange / couche drainante qui sera également un bon support pour le développement des roseaux.

- Caractériser la qualité des percolats en vue de leur traitement soit sur la « file eau » d'une station proche, soit par un procédé extensif de traitement spécifique mis en place à proximité des lits de séchage.

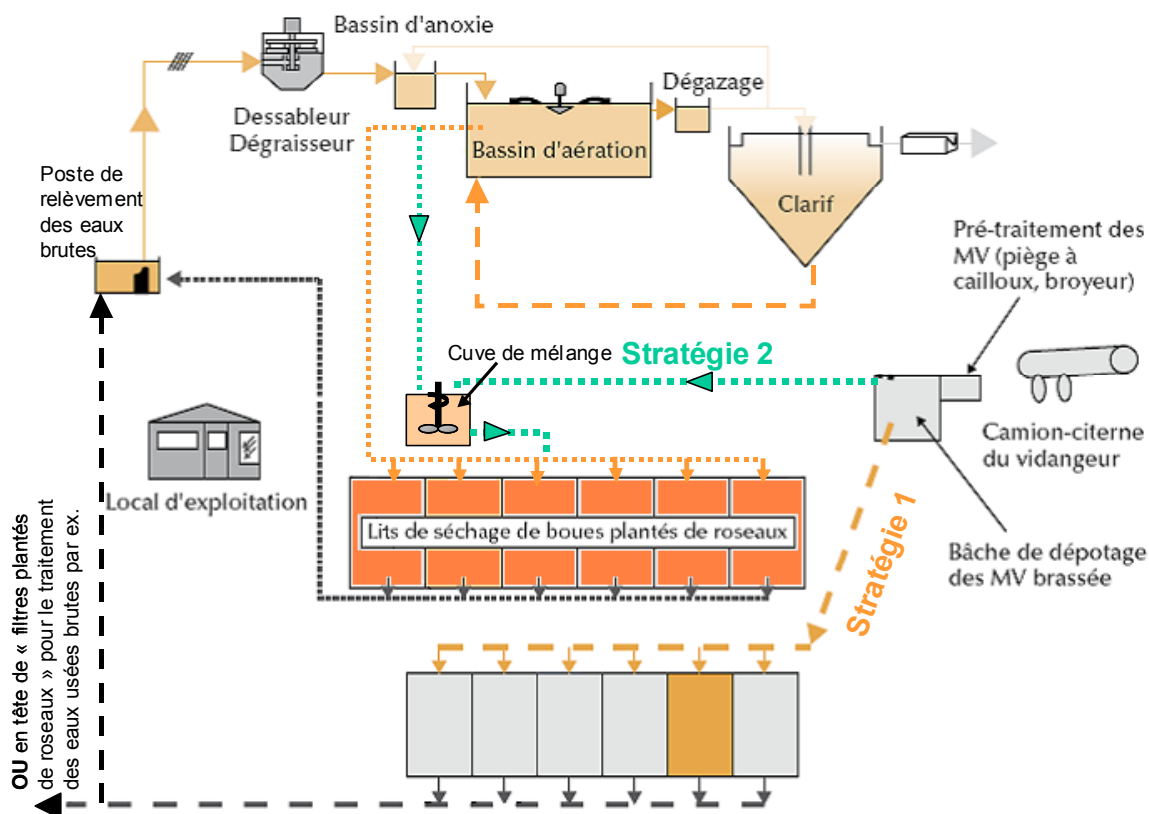


Figure 12 : Schémas de traitement des matières de vidange envoyées directement sur LSPR (Stratégie 1) soit en traitement conjoint avec des boues activées (Stratégie 2)

## 2.1. LE TRAITEMENT DIRECT DES MATIÈRES DE VIDANGE SUR LITS DE SÉCHAGE PLANTÉS DE ROSEAUX (FIGURE 12, STRATÉGIE 1)

L'idée consiste à adapter et transposer le savoir-faire acquis sur les lits de séchage de boues plantés de roseaux dédiés aux boues de stations d'épuration d'eaux usées domestiques en aération prolongée, aux matières de vidange issues de l'assainissement non collectif. Ces dernières, issues de processus de dégradation anaérobie de la matière organique dans les fosses septiques et fosses toutes eaux (voir supra), se présentent sous forme de fines particules non

floculées qu'il est donc plus difficile de retenir en surface du massif filtrant. Aussi, il est nécessaire :

- soit d'envisager une étape de pré-traitement poussé par coagulation-floculation physico-chimique (FNDAE n°30),
- soit d'optimiser les caractéristiques de la couche filtrante (granulométrie plus fine ou épaisseur plus importante)

### • Etude du pré traitement par coagulation floculation physico-chimique

Les résultats du tableau 3 montrent que la qualité des percolats et le temps de succion capillaire [CST] (indicateur qualitatif de l'aptitude

à la déshydratation des boues) sont sensiblement meilleurs avec des matières de vidange floculées comparées à des matières de vidange brutes.

	Qualité du percolat	Aptitude à la déshydratation	Dynamique du ressuyage	
	MES mg/l	CST Sec.	volume ressuyé en 20h en %	en 90h en %
MV Brute	610	310	17	36
MV Floculée	30,5	36,5	21	20,9
Mélange BA/MV floculé (20% de MV et 80% de BA issue du bassin d'aération, en volume)	38	81	28	30

Tableau 3 : Comparaison de la qualité du percolat et des caractéristiques de drainage des boues pour un ressuyage en colonnes de sable ( $d_{10}=0,35$  mm,  $CU=3,2$ ) non plantées

La coagulation-floculation chimique présente certes l'avantage d'accroître la déshydratabilité, mais les matières de vidange ainsi transformées présentent une dynamique de ressuyage plus faible que celles des matières de vidange brutes en raison d'une augmentation de l'eau liée. Il faut également prendre en compte la problématique d'un dosage optimal des réactifs pour un produit très hétérogène d'une vidange à une autre. Un surdosage de polymère augmentera la teneur en eau liée de la boue et occasionnera donc une baisse de la déshydratabilité. Toutes ces considérations tempèrent les avantages présentés auparavant.

Le site d'Athée sur Cher (FNDAE n°30) est équipé d'un tel dispositif. Une récente visite de ce site qui a été surchargé (les 3 lits recevaient près de 100 kg  $MS.m^{-2}.an^{-1}$ , correspondant approximativement à 80 kg  $MES.m^{-2}.an^{-1}$ ) et des discussions avec ses gestionnaires (personnel communal et SATESE d'Indre et Loire) ont permis de constater que les roseaux ne pouvaient se développer correctement avec de telles doses (voir photo 6). Après une 1<sup>ère</sup> vidange, la reprise a été très hétérogène et ils ne subsistent que sur les bords où l'épaisseur de boue est moindre.



Photo 6 : Développement contrarié des roseaux en raison de doses trop élevées à Athée sur Cher en mars 2009 (37)

La situation est tout à fait différente sur le site de traitement de Beaumont la Ronce en Indre et Loire qui a reçu une charge moyenne de 41 kg

$MS.m^{-2}.an^{-1}$ . Après une vidange des boues déshydratées en 2008, les roseaux ont rapidement retrouvé une densité optimale.

Face à ce constat et en raison des contraintes d'exploitation induites par le traitement physico-chimique, les gestionnaires du site d'Athée sur

- **Sans pré traitement**

Comme un traitement primaire physico-chimique des matières de vidange présente peu d'avantage, il est tentant d'essayer une solution plus simple en alimentant les lits de séchage avec des matières de vidange brutes. C'est ce que le Cemagref, avec ses partenaires, ont réalisé sur la station du SIA Pays d'Albon à Andancette (26) où des pilotes de 2 m<sup>2</sup> de surface unitaire, plantés de roseaux, ont été construits pour y apporter des matières de vidange brutes (Annexe 4-2). Des essais préalables en vue de sélectionner deux couches superficielles de filtration ont donc été pratiqués antérieurement sur colonnes non plantées pour essayer de retenir au mieux les matières de vidange et obtenir les percolats les moins chargés.

Les matériaux suivants ont été retenus comme couche superficielle à mettre en place dans les pilotes :

#### a. Les charges de traitement préconisées

La charge actuellement testée de 30 kg MES.m<sup>-2</sup>.an<sup>-1</sup>, sur la période de démarrage (1,5 années) a permis un développement satisfaisant des végétaux (densité supérieure à 250 tiges.m<sup>-2</sup>) ainsi qu'une bonne colonisation des racines dans le résiduel de boue assurant une stabilisation effective du produit tout en alliant des performances de dessiccation remarquables (>30%MS). Ces performances trouvent principalement leur origine dans la faible charge hydraulique et la bonne colonisation du résiduel de boue par les rhizomes et racines.

En raison de teneurs élevées en sels dissous, le dimensionnement pour le séchage des matières de vidange sera basé uniquement sur les MES plutôt que sur les MS (cas des boues activées). En effet, la majeure partie des sels dissous introduits

Cher, pensent qu'il eut été préférable d'apporter des matières de vidange brutes sur une surface plus importante de lits de séchage.

- **sable roulé lavé silico-calcaire**

(d<sub>10</sub>=0,35mm, CU=3,2), sur une épaisseur de 5 cm, assurant une performance de filtration de 98% lors de la première bâchée ;

- **compost**

issu d'une plate-forme de compostage agréée, sur une épaisseur de 10 cm, assurant une performance de filtration de 96% lors de la première bâchée.

Les essais ont été réalisés selon une fréquence d'alimentation simulant 6 lits de séchage plantés. Cette configuration couplée à une stratégie d'alimentation adaptée (ratio temps d'alimentation / temps de repos) a permis d'allier performances de traitement (dessiccation et minéralisation) et acclimatation des végétaux (>250 tiges.m<sup>-2</sup>) dans les conditions opératoires décrites ci-après.

En raison de la faible charge hydraulique (due aux fortes concentrations en MES des matières de vidange, de l'ordre de 20 g/l), une configuration avec un nombre de lits supérieur ne semble pas nécessaire.

dans les lits avec les matières de vidanges brutes est évacuée avec les percolats.

Les processus anaérobies, comme nous l'avons déjà mentionné, minéralisent certes efficacement la matière organique mais cette minéralisation génère beaucoup de sels dissous (l'azote Kjeldahl est composé à 80 % de sels ammoniacaux, 97 % du phosphore total est sous la forme d'orthophosphates) ainsi que des acides gras volatils et des ions hydrogénocarbonates [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] qui ne sont pas consommés par la nitrification comme dans les processus aérobie. Tous ces ions contribuent donc à l'enrichissement des matières de vidange en sels dissous qui traversent les lits de séchage plantés de roseaux et se retrouvent très majoritairement dans les percolats.

Alors que certains retours d'expériences de stations dédiées au traitement spécifique des matières de vidange mentionnent une bonne couverture végétale et un taux de 38% de siccité avec 46 kg MES.m<sup>2</sup>.an<sup>-1</sup> et 6 lits en France (Paing and Voisin, 2005), les expériences menées avec une charge équivalente montrent les premières limites du système. En effet, suite à la phase de démarrage, l'augmentation de charge (fin mai) à 50 kg MES.m<sup>2</sup>.an<sup>-1</sup> a provoqué le colmatage d'un pilote garni de sable en automne, soit après 7 mois d'alimentation à cette dose. Aussi, une charge surfacique égale ou supérieure à 50 kg MES.m<sup>2</sup>.an<sup>-1</sup> semble vraisemblablement non adaptée au maintien des performances du système.

En conclusion, on retiendra une charge maximale de 25 kg MES.m<sup>2</sup>.an<sup>-1</sup> lors de la phase de démarrage sur une période d'au moins 1 année, jusqu'à l'obtention d'une densité de végétaux supérieure à 250 tiges.m<sup>-2</sup>.

Pendant cette période on alimentera les lits pendant 3 ou 4 jours soit une rotation de deux fois par semaine, occasionnant ainsi une période de repos qui n'excédera pas 20 jours.

En phase de routine, selon l'état des connaissances actuelles, la charge appliquée sur les lits ne devra pas excéder 40 kg MES.m<sup>2</sup>.an<sup>-1</sup> au risque de compromettre la pérennité du système. Dès lors que les roseaux sont suffisamment denses et que la couche de dépôt résiduel apporte une réserve hydrique complémentaire, l'alimentation sera prolongée pendant toute une semaine, entraînant ainsi 5 semaines de repos.

Dans tous les cas cela ne doit pas dispenser l'exploitant d'une observation attentive de l'état des roseaux et de prendre les mesures nécessaires en fonction des aléas climatiques.

## b. La nature du support de filtration préconisé

38

Suites aux essais réalisés sur unités pilotes et en dépit d'une qualité des percolats moindre au début, nous sommes amenés à préconiser l'utilisation du compost (sur 10 cm d'épaisseur au moins) comme support de filtration pour les raisons suivantes :

- Celui-ci constitue un meilleur substrat de croissance que le sable alors que le résiduel de boue n'apporte qu'une faible réserve hydrique lors de la phase de démarrage,
- Il autorise ainsi une meilleure dynamique de drainage de l'eau gravitaire et augmente la porosité du résiduel de boue (craquèlement, densité de rhizomes et tiges) assurant une meilleure diffusion d'oxygène en son sein,

➤ De par son caractère « spongieux », il permet d'accroître sensiblement par capillarité la déshydratation des boues qui se déposent à sa surface.

De plus, ce matériau moins onéreux est en outre plus aisément disponible que du sable de granulométrie adéquate (roulé lavé, d<sub>10</sub>>0,35mm et 3<CU<5).

La qualité du percolat, moins bonne avec du compost lors de la phase de démarrage, devrait sensiblement s'améliorer avec l'accroissement de la couche de dépôts superficiels. Il convient toutefois de dimensionner la filière de traitement complémentaire selon la qualité des percolats observée pendant la phase de démarrage

## c. Premiers résultats concernant la qualité des percolats

Les résultats décrits ci-après concernent uniquement la phase de démarrage de l'installation (18 premiers mois de fonctionnement), pendant laquelle on limite la charge organique admise sur tous les pilotes à **25-30 kg MES.m<sup>2</sup>.an<sup>-1</sup>**, pendant une année

entière, afin de ne pas compromettre le bon développement des roseaux. Après cette phase de démarrage, des charges supérieures sont testées (50 et 70 kg MES.m<sup>2</sup>.an<sup>-1</sup>).

Lors de la phase de démarrage, tous les pilotes ont donc reçu une même charge organique, ce

qui a permis de comparer de façon significative les performances entre les deux supports testés ; chacun ayant trois répliquats.

En moyenne, lors de la phase de démarrage, la dose apportée est proche de  $3 \text{ l.m}^{-2}.\text{j}^{-1}$  de matières de vidange brutes, représentant  $82 \text{ g de MES.m}^{-2}.\text{j}^{-1}$ .

Comparée aux résultats obtenus classiquement sur des lits alimentés avec des boues activées, on note que la qualité des percolats est nettement moins bonne avec une alimentation par les matières de vidange brutes.

	Sable							Compost						
	Moy.	Méd.	ET*	Min	Max	Rend.	n**	Moy.	Méd.	ET	Min	Max	Rend.	n
Eh (mV)ENH	258	239	83	157	410	-	12	251	268	114	40	413	-	12
pH	7,9	7,9	0,3	7,5	8,4	-	42	8,0	8,0	0,3	7,3	8,8	-	42
Cond ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	2964	2800	1010	301	5020	-	45	3294	3210	1022	1980	5560	-	44
MS (mg/l)	3400	4059	1252	1705	4454	-	6	6091	5889	2540	3443	9454	-	6
MES (mg/l)	1762	632	3202	21	19099	95%	132	3651	1703	5021	26	23206	92%	134
DCO <sub>t</sub> (mg/l)	2916	1200	3558	131	15238	93%	48	6863	3309	7198	190	23749	89%	47
N-NK (mg/l)	144	63	166	3	703	91%	45	294	223	275	3	994	85%	44
N-NH <sub>4</sub> (mg/l)	32	18	42	0,2	165	90%	48	59	36	70	0,1	263	86%	47
N-NO <sub>3</sub> (mg/l)	135	135	91	0,1	303	-	27	197	215	142	4,1	491	-	20
PO <sub>4</sub> en P (mg/l)	8	5	9	2	31	-	15	11	10	10	2	39	-	15
PT en P (mg/l)	36	12	41	4	138	-	21	60	19	76	3	257	-	21

\*ET : écart type – \*\*n : nombre d'échantillons

Tableau 4 : Qualité des percolats et rendements obtenus sur les deux supports de filtration

En dépit de rendements élevés au regard des matières apportées (92 % en MES et 89 % en DCO), les concentrations dans les percolats (particulièrement celles des MES et de la DCO) sont affectées négativement, notamment par des effets de bords, amplifiés à partir de mars quand les conditions météorologiques (bonnes pour cette époque de l'année 2007) ont favorisé la rétraction des boues le long des parois, engendrant de ce fait des courts-circuits.

Les concentrations en nitrates dans les percolats révèlent néanmoins des conditions d'aération favorables au développement d'une biomasse nitrifiante dans la couche drainante. Ceci confirme également le caractère non septique des percolats, dont le potentiel redox est positif (Cf. tableau 4)

Ces percolats ne peuvent toutefois pas encore être rejetés directement dans le milieu naturel, ils doivent donc faire l'objet d'un traitement complémentaire :

➤ Ils peuvent évidemment être renvoyés en tête d'une station d'épuration si elle existe à proximité. Le poids des retours associés à la charge entrante de la STEP ne doit jamais dépasser le domaine garanti de cette dernière. Une simulation de la charge maximale de la STEP selon le volume de matières de vidange brutes traitées sur compost est proposée en Annexe 4-3. Par exemple pour une STEP de 2000EH, le traitement de 10m<sup>3</sup> quotidiens sur LSPR « nécessite » que sa charge n'excède pas 91% du nominal.

➤ Ils peuvent également être traités par une filière extensive de type FPR pour le traitement des eaux usées brutes en effectuant soit un mélange avec les ERU soit un traitement spécifique.

Dans tous les cas, le dimensionnement de la filière de traitement complémentaire devra être basé sur la charge en DCO des percolats. La concentration moyenne de DCO (463 mg/l) obtenue à partir de 8 valeurs entre 2001 et 2004 en sortie des filtres de Beaumont la Ronce (Liénard *et al.*, 2008a), ne saurait constituer une base de dimensionnement réaliste compte tenu du fait que la couche drainante des lits de séchage est très épaisse (environ 60 cm de gravillon de type Mayennite [argile expansée]). Toutefois, on peut penser la qualité des percolats

s'améliorera avec la croissance du résiduel de boues qui constitue lui-même une matrice filtrante et que les courts-circuits le long des parois des pilotes de 2 m<sup>2</sup> à Andancette seront considérablement minimisés sur des lits en taille réelle. Par conséquent à ce niveau de connaissance, il semble réaliste de dimensionner le traitement complémentaire des percolats sur une concentration de ces derniers de 3 g/l de DCO qui correspond peu ou prou à la qualité déjà observée en sortie des pilotes garnis de sable.

La quantification du flux à traiter sera calculée selon un pourcentage de 75% (50% en moyenne avec un écart type de 25%) du volume entrant restitué en sortie, quelle que soit la nature de la matrice de filtration.

#### d. Vidange des lits

Pour une configuration à 6 lits, il convient de vidanger les lits 2 par 2 afin de ne pas prolonger le cycle de vidange au delà de 3 ans pour ne pas avoir une différence de hauteur de boues qui excéderait 50 cm entre les premiers et derniers lits à vidanger.

Au regard des siccités obtenues en été dans les pilotes, les deux lits à vidanger seront exclus du cycle d'alimentation à partir du mois de juin pour leur accorder une période de repos

supplémentaire d'au moins un mois pour une vidange programmée entre le 15 juillet et fin août au plus tard.

On peut ainsi espérer une siccité d'environ 30% et une teneur en matières volatiles de l'ordre de 60%.

Afin de garantir la reprise des roseaux dans les lits après vidange, tout comme les boues activées (Cf. Liénard *et al.*, 2008), on alimentera à mi-charge jusqu'à fin octobre.

## 2.2. LE TRAITEMENT CONJOINT DU MELANGE MATIERES DE VIDANGE ET BOUES ACTIVEES DE STEP EN LITS DE SECHAGE PLANTES DE ROSEAUX (FIGURE 12, STRATEGIE 2)

Aux procédés énoncés ci-avant, s'ajoute une variante de traitement des matières de vidange sur une station d'épuration sans les introduire dans la « file eau » en les traitant sur lits de séchage plantés de roseaux en effectuant un mélange préalable des matières de vidange avec les boues activées issues du bassin d'aération prolongée [BA]. L'intérêt de ce mélange est de bénéficier du caractère naturellement floculé des boues activées en raison de la présence d'exopolymères (composés synthétisés par les bactéries en conditions aérobies et favorisant leur agglomération) qui unissent les bactéries entre elles pour former le floc. Cette technique permet

d'augmenter les performances de filtration par rapport aux matières de vidange seules, comme le montre le Tableau 5.

Dans un premier temps, une optimisation du ratio BA/matières de vidange a été conduite en laboratoire. Ces expérimentations en jar-tests ont permis de mettre en avant un gain notable sur la floculation du mélange pour un ratio  $V_{BA}/V_{MV}$  de 4 (soit 4 volumes de BA du bassin d'aération à une concentration moyenne d'environ 2,5 g de MES/L pour un volume de matières de vidange), et cela pour différentes qualités de matières de vidange.



Deux pilotes identiques aux six mentionnés précédemment et dont la couche superficielle est constituée de 5 cm de sable ont été construits sur le site d'Andancette pour étudier les performances de la déshydratation du mélange ainsi constitué et observer conjointement la qualité des percolats.

En moyenne, lors de la phase de démarrage, la dose apportée sur les pilotes est proche de 13 l.m<sup>-2</sup>.j<sup>-1</sup> de mélange (soit une dose de matières de vidange brutes de 2,6 l.m<sup>-2</sup>.j<sup>-1</sup>), représentant 92g de MES.m<sup>-2</sup>.j<sup>-1</sup> (soit 73g MES.m<sup>-2</sup>.j<sup>-1</sup> de matières de vidange brutes).

### a. Qualité des percolats

BA/MV	Moy.	Méd.	ET*	Min	Max	Rend.	n**
Eh (mV)ENH	280	276	41,3	215	347	-	7
pH	7,74	7,7	0,27	7,3	8,4		23
Cond (μS.cm1)	1661	1640	369	1070	3150	-	24
MS (mg/l)	1737	2088	750	876	2246	-	3
MES (mg/l)	475	330	412	26,2	2404	94%	87
DCO (mg/l)	1300	1187	1110	170	5548	85%	25
N-NK (mg/l)	72	61,6	56,6	4,9	274	78%	25
N-NH4 (mg/l)	21,7	17,4	18,6	1,05	88,5	66%	25
N-NO3 (mg/l)	32	29,3	27,4	0,12	88,5	-	15
PO4 en P (mg/l)	9,86	10,1	1,91	6,65	12,6	-	8
PT en P (mg/l)	23,2	24,2	7,89	11,3	33,7	-	12

\*Ecart-Type, \*\* Nombre d'échantillons

Tableau 5: Qualité des percolats et rendements épuratoires des pilotes alimentés par le mélange (MV + boues issues de boues activées) (fréquence 6 et 10 lits conjointes, phase de démarrage) obtenus sur le sable comme support de filtration

Les rendements sont similaires à ceux observés sur les filtres traitant les matières de vidange seules, avec toutefois une qualité du percolat nettement améliorée notamment en MES et DCO. Ceci résulte en partie de l'effet bénéfique de la floculation mais également du taux de dilution induit par les boues activées peu concentrées prélevées directement dans le bassin d'aération.

La charge que représentent les retours en tête de station est relativement faible vis à vis de la charge entrante. En effet, si l'on considère que la globalité de la production de boues est co-traitée avec des matières de vidange dans un ratio

volumique de 4, les retours en tête représenteraient 11% en MES, 11.5 % en DCO et 9.2% en NK de la charge entrante (Tableau 6).

Le tableau 5 résume le volume de matières de vidange susceptible d'être traité selon la taille de la STEP associé au dimensionnement (surface unitaire et nombre de lits préconisé) des lits de séchage plantés. Ce dernier est basé sur une charge organique à plein régime de 50 kg MES. m<sup>-2</sup>.an<sup>-1</sup>.

Le nombre minimum de lits à mettre en œuvre est de 8 au delà de 3000EH.

Taille STEP (EH)	2000	3000	4000	5000	10 000	20 000
Volume de boues activées produit (m <sup>3</sup> /j)	24	35	47	59	118	236
Volume de MV correspondant si ratio de 4 avec BA (m <sup>3</sup> /j)	5	7	9	12	24	47
Nombre de lits préconisé	6	8	8	8	10	10
Surface unitaire des lits (m <sup>2</sup> )	276	311	414	518	1036	2072

Tableau 6 : Volumes de MV pouvant être traités par mélange conjoint avec les boues activées selon la taille de la STEP et dimensionnements des lits associés (Hyp :  $MES_{BA}=4$  g/l,  $MES_{MV}=28$  g/l).

	Matières de vidange + BA step		BA/MV
	Traitement séparé sur LSPR		Traitement conjoint
	Sable	Compost	Sable
MES	7,3%	13,5%	11,0%
DCO	4,5%	9,5%	11,5%
NK	3,4%	6,1%	9,2%
PT	11,1%	13,3%	14,8%
Taux de charge maxi STEP	92,7%	86,5%	89,0%

Tableau 7 : Pourcentages des retours en tête (percolats en sortie des lits) par rapport à la charge entrante de la STEP, le volume de Matière de vidange traité correspondant dans les deux cas à 20% du flux de boue produite par la STEP

### b. Vidange des lits

Les performances de déshydratation et de minéralisation observées sur les unités pilotes en phase de démarrage (30 kg MES.m<sup>-2</sup>.an<sup>-1</sup>) sont similaires à celles observées avec le traitement spécifique des matières de vidanges.

Compte tenu de l'importante dilution avec les BA on adoptera une stratégie identique à celle préconisée pour ces dernières, soit un temps de repos supplémentaire d'environ 4 mois et un arrêt des alimentations début mai (voir Article Lienard et al.2008).

Il convient ainsi, en fonction des exigences liées à la traçabilité des boues et des matières de vidange notamment en vue d'un épandage (décret n° 97-1133 du 08/12/97 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées), d'être extrêmement prudent sur la qualité de chacun des 2 produits, au risque de se voir interdire la destination vers des terrains agricoles lors du curage des lits de séchage pour l'ensemble BA/ matières de vidange.

### c. Conclusion

Les performances atteintes pour le traitement spécifique des matières de vidange brutes sur lits de séchage plantés de roseaux, lors de cette

phase de démarrage à mi charge (25-30 kg MES.m<sup>-2</sup>.an<sup>-1</sup>), sont encourageantes pour les deux substrats de filtration étudiés sur des pilotes

expérimentaux de 2m<sup>2</sup>, sans apparition de colmatage. Les limites du sable semblent être atteintes pour une charge de 50 kg MES.m<sup>-2</sup>.an<sup>-1</sup>. On préconisera, même si les performances de filtration sont moindres au début, l'utilisation du compost comme matrice filtrante (notamment en raison de la difficulté d'approvisionnement en sable de granulométrie adéquate). La filtration physique deviendra vraisemblablement plus efficace avec l'accroissement de la couche de dépôts superficiels.

Par ailleurs à la fréquence d'alimentation étudiée, on note une acclimatation favorable des végétaux, point clé pour un traitement fiable et pérenne.

Les essais à charges plus importantes (50 et 70 kg MES.m<sup>-2</sup>.an<sup>-1</sup>) actuellement menés permettront de définir les charges limites et juger des performances de filtration, de déshydratation et de minéralisation des configurations testées.

Enfin, la mise en place de lits de séchage plantés de roseaux, recevant un mélange boues activées et matières de vidange permet de traiter conjointement ces deux produits sans nuire aux

performances. Elle permet de ne pas surcharger la station du fait que les matières de vidange ne sont pas introduites dans la "file eau" de la station. Cela devrait aussi permettre de viser des stations de moindre taille et d'élargir l'éventail des possibilités de traitement sur un secteur donné afin de réduire les frais de transport des matières de vidange.

Afin de ne pas compliquer la gestion, il faut vraisemblablement constituer ce mélange directement à partir du débit spécifique des pompes dont les flux arriveront dans une cuve de mise à l'atmosphère qui évitera les phénomènes de siphonnage parfois constatés sur des stations à boues activées dont le bassin d'aération est plus haut que les lits de séchage. Il faudra toutefois vérifier que l'homogénéisation du mélange sera suffisante lors du transit dans les canalisations.

Pour éviter les problèmes de traçabilité du mélange une franche collaboration des vidangeurs est indispensable même si les contrôles d'accès au site de dépotage sont mis en place.

### 3. TRAITEMENTS DE TYPE INTENSIFS : PROCÉDE AEROBIE

#### 3.1. TRAITEMENT SPECIFIQUE AEROBIE DES MATIERES DE VIDANGE

Compte tenu de la concentration élevée des matières de vidange, le type de réacteurs le plus adapté pour traiter ces produits sont les réacteurs qui ont été développés pour le traitement

biologique aérobie des graisses (Cf. Document technique FNDAE n° 24).

Les principaux procédés commercialisés sont les suivants :

Nom du procédé	BIOLIX	BIOMASTER	LIPOCYCLE	CARBOFIL
Constructeur	OTV / Véolia	Degrémont	Stéreau	Carbofil

Lors de l'étude n°24 sur le traitement aérobie des graisses, la charge massique (paramètre clé du traitement) retenue par les différents constructeurs était équivalente. Seul le procédé Carbofil se distinguait des autres par sa compacité (charge volumique 4 fois plus élevée) car le principe de ce procédé permettait de fonctionner avec des concentrations en MES plus importantes

(paramètre limitant dans le transfert d'oxygène des systèmes d'aérateurs classiques). Le procédé Carbofil permet ainsi un meilleur rendement d'oxygénation en milieu concentré grâce à sa chute d'eau en surface.

Rappel des données de dimensionnement pour le traitement des graisses :

Procédés	Biolix, Biomaster, Lipocycle	Carbofil
Charge massique kg de DCO/ kg de MES.j	0,25 kg	
Concentration en MES dans le réacteur	10 g/l	40 g/l
Charge volumique = $C_m \times [MES]$ kg de DCO/ m <sup>3</sup> de réacteur.j	2,5 kg	10 kg
Temps de séjour	De l'ordre de 15 jours	
D'où Concentration en DCO du déchets grasseux = $C_v \times T$ séjour	35 à 40 g DCO/l (dilution du produit à traiter)	150 g DCO/l (absence de dilution)

Tableau 8 : Données de dimensionnement pour le traitement des graisses

Les bases de dimensionnement de ces réacteurs pour traiter les matières de vidange peuvent être les suivantes :

Procédés	Biolix, Biomaster, Lipocycle	Carbofil
Charge massique kg de DCO/ kg de MES.j	0,25 kg	
Concentration des Matières de Vidange en DCO	15 g/l (d'où dilution)	30 g/l (Concentration moyenne des MV)
Temps de séjour	6 jours	
D'où Charge volumique kg de DCO/ m <sup>3</sup> de réacteur.j	2,5 kg	5 kg
D'où Concentration en MES dans le réacteur = $C_v / C_m$	10 g/l	20 g/l

Tableau 9 : Données de dimensionnement pour le traitement des matières de vidange

A ce jour, suite à une enquête nationale auprès des constructeurs, aucune installation spécifique pour traiter les matières de vidange seules n'a été recensée à l'exception du procédé Carbofil, implanté chez un vidangeur (CTMA Lussac – 33).

Ce type de filière doit être prévu pour des installations qui vont traiter d'importants gisements de matières de vidange, et la filière boue de la station d'épuration équipée de ce traitement spécifique doit être capable de traiter l'ensemble des boues produites par ce dernier.

### 3.2. SYNTHÈSE DES RESULTATS ACQUIS LORS DE L'ÉTUDE MÈNEE SUR LE TRAITEMENT INTENSIF DES MATIÈRES DE VIDANGE PAR LE PROCÉDE CARBOFIL

#### a. Rappel des principales caractéristiques du procédé Carbofil

Ce réacteur sans recirculation de boue, est basé sur un traitement spécifique aérobie en culture libre, plus ou moins poussé en fonction du temps de séjour et de la charge massique retenue.

Adapté à des milieux concentrés, son principe d'aération/brassage par chute d'eau en surface limite fortement les phénomènes de moussage et facilite les rendements d'oxygénation.



Photo 7 : réacteur Carbofil

#### b. Rappel des données de dimensionnement fournies par le constructeur

Les caractéristiques de dimensionnement du réacteur pour traiter les matières de vidange seules sont les suivantes :

	Dimensionnement
Temps de séjour retenu	5 jours
Charge Volumique (Cv)	Proche de 6 kg DCO/m <sup>3</sup> et par jour
Concentration en DCO moyenne des matières de vidanges	30 g/l

Avec :

- une soufflante en fonctionnement continu (apport de 20 m<sup>3</sup> d'air/h).
- une alimentation du réacteur par bâchées, étalées sur toute la journée, avec un minimum de 4 bâchées par heure.



Photos 8 et 9 : Réacteur Carbofil – soufflante et chute en surface

A partir des éléments de dimensionnement, d'autres paramètres peuvent être déduits :

Sur la base d'une charge massique de l'ordre de 0,3 kg de DCO/kg de MES.jour, la concentration en MES dans le réacteur sera de 20 g/l (ratio Cv sur Cm).

A l'équilibre hydraulique, la concentration en MES dans le réacteur est fonction de la relation suivante :

**Concentration en MES du réacteur (g/l) = Concentration en DCO de la matière de vidanges (g/l) x Production spécifique de boue (kg de MES/ kg de DCO appliquée).**

Compte tenu de cette relation, la concentration en MES du réacteur sera fonction de la production spécifique de boue réelle et de la concentration en DCO de la matière de vidange injectée.

46

### c. Résultats obtenus :

Avant d'être injectées dans le réacteur biologique, les matières de vidange sont prétraitées à l'aide d'un trommel de taille de mailles progressive

Elles sont ensuite stockées dans une fosse tampon uniquement agitée (11 watts/m<sup>3</sup>) avec un temps de séjour relativement long et supérieur à 15 jours.



Photo 10 : Trommel du prétraitement (CTMA)

Les principales caractéristiques des matières de vidange injectées dans le Carbofil après stockage sont :

Paramètres	Valeurs moyennes
DCO totale	26,5 g/l
MES	15 g/l
MVS	80,4 g/l
Lipides	7,3 g/l

Suite à la comparaison des matières de vidange dites standards (Cf. Annexe 3), on observe :

- une DCO particulaire représentant de 70 à 80 % de la DCO totale, d'où une fraction soluble plus élevée liée au temps de séjour des matières de vidange dans la bassin tampon.
- un ratio DCO totale/MES = 1,77, valeur élevée liée à une fraction lipidique importante.

Après traitement biologique aérobie par le procédé Carbofil, les rendements obtenus par mesures sont de : 37 % sur la DCO totale et 68 % sur la matière organique biodégradable disponible au traitement.

Le rendement de 37 % sur la DCO totale, est faible, et principalement dû à la composition de la matière de vidange apportée sur le réacteur. Cette matière de vidange est composée, en équivalent DCO, de 65 % de matière organique disponible au traitement (biodégradable) et de 35 % de DCO due à la biomasse.

Compte tenu de cette composition, le rendement en DCO totale poussé ne peut excéder 65 % (voir moins, de l'ordre de 50 %) compte tenu de la biomasse formée lors du traitement qui apporte de la DCO (cas où toute la matière organique biodégradable est transformée en biomasse).

Le rendement moyen de 68 % sur la matière organique disponible au traitement est principalement dû à une proportion de graisses encore élevée à l'entrée du réacteur qui aurait nécessité des temps de séjours plus élevés pour traiter cette fraction lipidique.

### Paramètres de fonctionnement durant nos mesures :

Le temps de séjour a varié de moins de 5 à 6 jours.

La Charge volumique en DCO a varié de 4,1 à 6,1.

Aucun facteur limitant n'a été détecté : nutriments (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> et P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) suffisants, pH, température, oxygène dissous et Eh correctes.

Sur la base des paramètres de dimensionnement étudiés (Charge volumique de l'ordre de 5 à 6 kg de DCO/m<sup>3</sup> de réacteur.J<sup>-1</sup> et d'une concentration de matières de vidange à traiter de 30 g/l d'où un temps de séjour de 6 jours), le produit obtenu en sortie de réacteur est un produit qui peut être ré injecté soit dans une filière de traitement des eaux usées sans causer de préjudices importants sur le fonctionnement de l'installation (absence de septicité, degré d'aération satisfaisant) ou soit directement dans la filière boue.

Dans le cas où un traitement poussé par ce procédé est demandé, le temps de séjour devra être augmenté, et plus particulièrement lorsque les matières de vidange à traiter sont riches en graisses (lipides) ou dans le cas où la nitrification est recherchée dans le réacteur Carbofil, afin d'éviter un lessivage de la biomasse autotrophe par des âges de boue insuffisants.

En conclusion, ce type de réacteur est bien adapté pour les produits concentrés tels que les matières de vidange et les déchets graisseux. Le mélange de ces 2 produits est souhaitable compte tenu de leur composition différente mais complémentaire (déchets graisseux carencés en nutriments, matières de vidange équilibrées voire excédentaires). Sur station d'épuration, si le dépotage de matières de vidange et de graisses sont envisagés et avec des flux élevés, le traitement combiné plus ou moins poussé en fonction du temps de séjour dans le réacteur (entre 6 jours : pour les matières de vidange et 12 jours pour les graisses) doit être envisagé. Il peut aussi être une première étape de traitement à l'amont d'un traitement biologique effectué dans la file eau.

### 3.3. TRAITEMENT COMBINÉ DES MATIÈRES DE VIDANGE AVEC LES GRAISSES

Après prétraitements et stockage dans une bâche tampon commune aux matières de vidange et aux graisses, le produit mixte de concentration variable fonction de la proportion de matières de vidange par rapport aux graisses, peut être admis directement dans le réacteur dédié au traitement.

Ce traitement « mixte » offre trois avantages :

- compléter en azote le produit graisseux dont la carence en nutriments est importante et qui peut être partiellement ou totalement compensée par l'apport de matières de vidange selon les proportions mises en jeu,

- L'autre intérêt est la réduction de consommation de réactifs neutralisants (soude ou chaux) utilisés dans certains cas pour le traitement des graisses : le pH des matières de vidange étant proche de 7, leur traitement conjoint avec les graisses permet de tamponner le milieu.

- Leur mélange dans la bâche tampon augmente l'activité enzymatique d'où une hydrolyse plus rapide du produit.

Le temps de séjour dans le réacteur pour le traitement du mélange (graisses et matières de vidange) devra être au minimum de 12 jours pour traiter le produit qui nécessite un temps de traitement le plus élevé (12 jours pour les graisses).

Ces réacteurs fonctionnent par voie biologique aérobie à des conditions de charge massique équivalentes et nécessitent des temps de séjour suffisants pour éliminer totalement la matière organique biodégradable.

Le tableau suivant présente les paramètres de fonctionnement d'un réacteur mixte :

Paramètres clés de dimensionnement			
Charge massique	0,25 kg de DCO /kg de MES. Jour		
Temps de séjour	12 jours		
Concentration en DCO du produit injecté (sans dilution préalable)	30 g/l (MV brutes, sans dilution)	Concentration variable de 30 g à 150 g/l DCO/l, fonction de la proportion de MV par rapport aux graisses.	150 g/l (graisses brutes, sans dilution)
Charge volumique : Kg de DCO/m <sup>3</sup> de réacteur .jour	2,5 Kg	de 2,5 à 12,5 Kg	12,5 Kg
D'où une concentration en MES dans le réacteur	10 g/l	De 10 à 50 g/l	50 g/l

Tableau 10 : Paramètres clés de dimensionnement d'un réacteur aérobie de traitement des MV et des graisses

Compte tenu de la concentration à maintenir dans le réacteur pour respecter les paramètres de dimensionnement, on s'oriente sur des réacteurs capables de fonctionner à ces gammes de concentrations.

Le fonctionnement à des concentrations de MES plus faibles dans le réacteur nécessite de diluer artificiellement le produit à traiter.

Pour les réacteurs fonctionnant dans des gammes de concentrations plus faibles, la concentration du produit injecté va varier de 15 g/l à 30 g/l fonction de la concentration recherchée dans le réacteur.



Paramètres clés de dimensionnement		
Charge massique	0,25 kg de DCO /kg de MES. jour	
Temps de séjour	12 jours	
Concentration en MES dans le réacteur retenue :	5 g MES/l	10 g MES/l
Charge volumique : Kg de DCO/m <sup>3</sup> de réacteur.jour	1,25	2,5
Concentration en DCO du produit à injecter g de DCO/l	15 g DCO/l	30 g DCO/l
D'où Dilution d'un facteur	10 pour le traitement de graisses pures. 2 pour les MV classiques.	5 pour le traitement de graisses pures. Pas de dilution pour les MV classiques.

Tableau 11 : Paramètres clés de dimensionnement d'un réacteur aérobie de traitement des matières de vidanges et des graisses avec des gammes de concentrations plus faibles

Le traitement des matières de vidange conjointement aux graisses est encore peu pratiqué en France mais leur mélange pour un traitement spécifique s'avère intéressant sur

plusieurs aspects : activité enzymatique augmentée, équilibre nutritionnel amélioré, produit à traiter mieux tamponné.

### 3.4. ADMISSION DES MATIERES DE VIDANGE EN DIGESTEUR (FILIERE BOUES).

Les précautions de prétraitement à prendre sont les mêmes que pour l'introduction dans la filière biologique « eau » ou son traitement spécifique pour éviter : les produits grossiers, des cailloux et sables ainsi que des flottants ou filasses qui viendraient perturber les systèmes de pompage et d'agitation du digesteur.

Il est possible d'utiliser les prétraitements existants et d'injecter les matières de vidange prétraitées directement dans les boues épaissies à l'entrée de la digestion.

Le mélange devra être aussi homogène que possible et continu dans le temps avec les boues épaissies. Il sera alors envoyé dans le digesteur.

Si on ne peut pas effectuer ce mélange directement dans l'épaississeur, on alternera

l'alimentation du digesteur entre les boues et les matières de vidange, en évitant d'injecter toutes les matières de vidange en une seule fois dans le digesteur (répartition cohérente dans le temps, à l'identique de ce qui est fait pour la file eau).

Si le prétraitement est peu efficace, la quantité de matières de vidange introduite sera la plus faible possible par rapport aux boues en regard du risque d'entraînement de micro-sable ou des filasses.

La quantité maximale de matières de vidange admissible dépendra de plusieurs facteurs, et on prendra notamment soin de ne pas dépasser une teneur en N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> susceptible d'entraîner une inhibition de la digestion N-NH<sub>4</sub> < 3 g/l.