

Le traitement des matières de vidange : en station d'épuration ou en lits plantés de roseaux ?

Alain Liénard ^a, Jean-Pierre Canler ^a, Mickaël Mesnier ^a, Stéphane Troesch ^b et Catherine Boutin ^a

Pour les collectivités disposant de zones d'habitation situées encore en zone d'assainissement non collectif, le traitement des matières de vidange pose de véritables questions quant aux itinéraires techniques utilisables. Après un rappel des caractéristiques des matières de vidange, les auteurs présentent les techniques de prétraitement biologique en entrée de station d'épuration et le prétraitement spécifique ou conjoint de ces matières sur lits plantés de roseaux, l'objectif étant de prévenir les dysfonctionnements ou les surcharges des stations d'épuration.

Le traitement des matières de vidange (MV) issues des ouvrages de prétraitement des eaux usées de l'assainissement non collectif devient une préoccupation importante des collectivités qui doivent progressivement mettre en place des contrôles des dispositifs installés chez les particuliers qui ne peuvent être raccordés au réseau d'assainissement. Ces matières très chargées sont extraites par des vidangeurs qui doivent désormais les transférer sur des sites de traitement qui sont souvent juxtaposés à des stations d'épuration. Pour ne pas perturber le fonctionnement de ces dernières, l'article présente la composition des MV et explore les techniques utilisables pour minorer leur impact. On explore également leur traitement sur lits de séchage de boues plantés de roseaux seules ou

en mélange avec les boues de la station d'épuration pour lesquelles les MV ne s'ajoutent pas à la charge polluante des eaux usées.

Caractérisation des matières de vidange

Des prélèvements ont été réalisés sur les sites de traitement de deux vidangeurs de la région lyonnaise qui avaient recueilli des matières de vidanges en provenance exclusivement de fosses toutes eaux au moment où ils procédaient à leur transfert dans la bache de dépotage¹ avant traitement. Les analyses réalisées au laboratoire de chimie du Cemagref ont ainsi permis d'établir la composition moyenne de ces MV (tableau 1).

1. Terme habituellement utilisé pour désigner l'opération de transfert, sur les sites de traitement, des matières de vidange collectées dans les ouvrages d'assainissement des habitations (fosses septiques, bacs dégraisseurs et maintenant fosses toutes eaux qui remplacent les deux précédents) non raccordées à un réseau d'assainissement collectif.

▼ Tableau 1 – Caractéristiques moyennes des matières de vidange extraites de fosses toutes eaux.

Unité	DCOt mg/l	DBO ₅ mg/l	NK mg/l	PT mg/l	Lipides mg MEC/l	MS mg/l	MES mg/l	MVS %
Moyenne	29 700	5 800	885	430	4 500	35 000	29 000	65,3
Écart type	13 400	5 000	470	430	Valeur corrigée calculée à partir de 7 valeurs	25 500	23 500	14,6
Médiane	28 700	4 600	730	295		30 100	23 000	68,7
Nombre de valeurs	23	14	17	16		14	17	17

Les contacts

a. Cemagref, UR QELY, Qualité des eaux et prévention des pollutions, 3 bis quai Chauveau, 69336 Lyon Cedex 09

b. SINT, Société d'ingénierie Nature et Technique, 5 rue Boyd, 73100 Aix-les-Bains

pH : 7,00 ± 0,26 ; conductivité : 2630 ± 860 µS/cm.

2. Fonds national pour le développement des adductions d'eau.

Encadré 1

Définition des symboles

CU : coefficient d'uniformité (d60/d10).
 d10 : diamètre laissant passer 10 % de la masse de sable, en mm.
 d60 : diamètre laissant passer 60 % de la masse de sable, en mm.
 DBO₅ : demande biochimique en oxygène en cinq jours.
 DBO_{5t} : demande biochimique en oxygène totale en cinq jours (fraction particulaire + dissoute).
 DCO : demande chimique en oxygène.
 DCO_t : demande chimique en oxygène totale (fraction particulaire + dissoute).
 EHN : électrode à hydrogène normal.
 HCO₃⁻ : ions hydrogénocarbonates.
 MEC : matières extractibles au chloroforme.
 MES : matières en suspension.
 MS : matières sèches.
 MV : matières de vidange.
 MVS : matières volatiles en suspension.
 N : azote.
 N-NH₄ : azote ammoniacal (exprimé en N).
 NK : azote Kjeldahl (azote organique [particulaire + dissous] + N-NH₄).
 N-NO₃⁻ : nitrate (exprimé en N).
 pH : potentiel en hydrogène.
 P : phosphore.
 P-PO₄ : phosphore minéral (exprimé en P).
 PT : phosphore total.

Bien que les données se réfèrent uniquement à des fosses toutes eaux, on note pourtant une très grande dispersion des valeurs de qualité des produits. Cette variabilité est principalement liée :

- au mode de vidange, selon qu'il soit réalisé totalement ou non, en particulier s'il y a récupération du chapeau de flottants très riche en déchets graisseux,
- au ratio du volume de la fosse rapporté au nombre d'habitants collectés,

- à la fréquence de vidange de l'ouvrage.

Cette dispersion de qualité est encore plus grande lorsque d'autres produits (curage de réseau, MV de fosses septiques...) sont apportés dans la fosse de dépotage en station d'épuration par les vidangeurs (FNDAE² n° 30, 2004).

On observe un produit :

- très concentré, caractérisé par une fraction particulaire importante (90 % de DCO sous forme particulaire),
- avec un taux de matière organique représentant 65 % des MES,
- dont l'azote représente 3 % des MES et le phosphore 1,5 %,
- dont la concentration en lipides (MEC), très variable en fonction du prélèvement ou non du chapeau graisseux, correspond en moyenne à 15 % de la DCO totale. Sur la base d'un ratio DCO/lipides de 2,2, les lipides expliquent donc 30 % de la DCO entrante,
- avec une forte concentration en sels dissous, de l'ordre de 6 000 mg/l soit 20 % des MS,
- avec une fraction soluble peu élevée et représentant de l'ordre de 10 % de la DCO totale, de l'ordre de 30 % du NK total et composée à 80 % d'azote ammoniacal,
- et une teneur de l'ordre de 10 % du P total, composée de 97 % d'orthophosphates.

On note un ratio DCO_t/DBO_{5t} élevé (tableau 2) qui s'explique par le temps de séjour important du produit en milieu anaérobie et par une fraction particulaire élevée, nécessitant des mécanismes d'hydrolyse avant leur traitement biologique. Pour ce type de produit, la DBO₅ n'est pas un paramètre adapté et une mesure de la DCO est largement suffisante.

La fraction soluble des matières de vidange ne montre pas un déséquilibre en nutriments dans le cas d'un traitement biologique aval. Par contre, dans le cas d'un traitement de la DCO totale, les nutriments deviennent limitants et il conviendra de vérifier si la fraction particulaire est encore biodégradable.

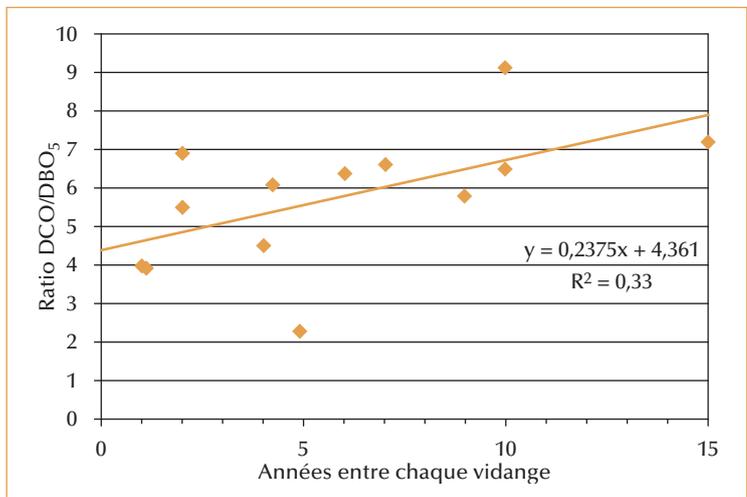
Le ratio DCO part/MES, de l'ordre de 1 à 1,5, est classique. Les valeurs plus élevées parfois rencontrées sont dues à des teneurs importantes en graisses (ratio DCO/MES proche de 2,4).

▼ Tableau 2 – Valeur moyenne des ratios caractéristiques de la composition des MV.

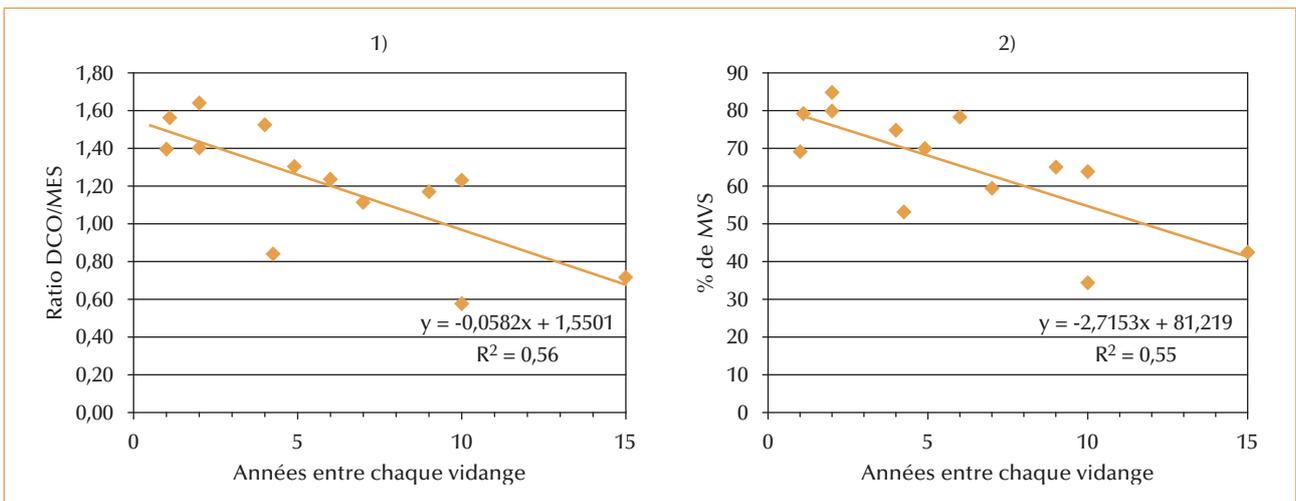
	DCOt/ DBO ₅ t	DCOt/N- NH ₄ /P-PO ₄	DCOd/N-NH ₄ / P-PO ₄	DCO part/ MES	NK part/ MES	PT part/ MES
Moyenne	5 à 6	100/0,7/0,1	100/18,8/2,6	1,16	2,7 %	1,2 %
Valeurs référence matière organique	2,4	100/6,7/1,6	100/20/4,8	1-1,3	5-6	1-1,5

Les taux de MVS, malgré une fréquence de vidanges de quatre ans, sont également importants et s'expliquent par une minéralisation lente en milieu anaérobie dans un réacteur rudimentaire.

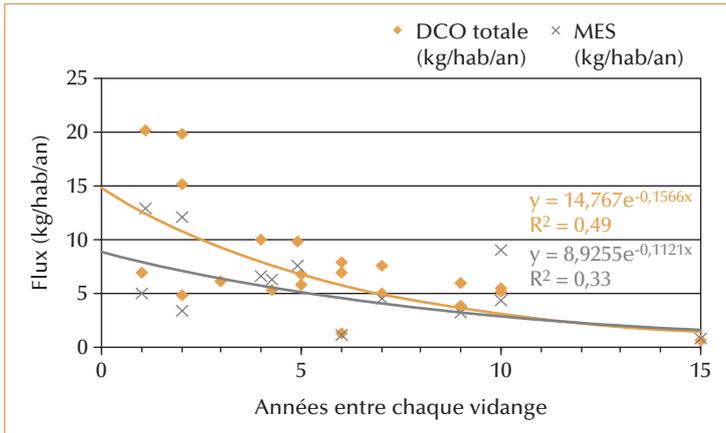
La qualité du produit évolue en fonction de la durée de stockage du produit dans la fosse, c'est-à-dire en fonction des fréquences de vidanges (figure 1). On note (figures 2 et 3) une tendance à l'augmentation du ratio DCO/DBO₅ dans le temps, et corrélativement, une tendance à la diminution du ratio DCO/MES dans le temps, s'accompagnant d'une baisse du taux de MVS. Malgré la grande dispersion des données, l'évolution des flux extraits des fosses toutes eaux en fonction de la durée de stockage montre une tendance à la décroissance, relatée dans le graphique de la figure 4. Par extrapolation de ce graphe, et



▲ Figure 1 – Exemple de variations de la qualité du produit en fonction des fréquences de vidanges.



▲ Figures 2 et 3 – Exemples d'augmentation du ratio DCO/DBO₅ dans le temps, et de diminution du ratio DCO/MES dans le temps, s'accompagnant d'une baisse du taux de MVS.



▲ Figure 4 – Exemple de décroissance des flux extraits des fosses toutes eaux en fonction de la durée de stockage.

sur la base d'une fréquence de vidange de la fosse toutes eaux tous les 4 ans, on peut évaluer, en première approximation, à 8 kg de DCO et 6 kg de MES, les flux rejetés par an et par habitant.

Le prétraitement et le conditionnement des matières de vidange par voie biologique en entrée de station d'épuration à boues activées

En vue d'estimer les possibilités de dégradation par voie aérobie, plusieurs tests et essais ont été conduits (Mesnier, 2007) et révèlent que la matière de vidange de fosses toutes eaux est composée :

- d'une fraction de matière organique encore biodégradable (35-40 % de la DCO totale) et d'une fraction de biomasse anaérobie qui a notamment assuré la liquéfaction des matières fécales, la transformation de la matière organique en acides gras volatils et initié la méthanogénèse dans ces ouvrages fonctionnant en anaérobiose (60-65 % de la DCO totale) ;

- d'un talon réfractaire faible en DCO (de l'ordre de 1 à 2 % de la DCO totale) et en N organique (de l'ordre 1 % du NK total).

À partir du moment où on aère les MV, la fraction biodégradable est éliminée en six jours sans ensemencement, du fait de la remobilisation très rapide de la biomasse anaérobie qui devient très active (les processus aérobies sont plus efficaces que ceux qui prévalent en milieu anaérobie de surcroît à faible température 10 à 20 °C).

Compte tenu de la part importante qu'occupe la biomasse initialement anaérobie dans cette composition, le traitement biologique n'interviendra que sur 30 à 50 % de la DCO totale ; les rendements du traitement biologique seront de moins de 50 % pour une élimination totale de la matière biodégradable. En effet, à l'instar de ce qui se passe dans une station d'épuration aérobie, la biomasse épuratoire, qui est certes aussi de la matière organique, ne peut être dégradée ; elle est éliminée de la station d'épuration sous forme de boues qui sont déshydratées et trouvent diverses destinations (épandage agricole, incinération avec des ordures ménagères...).

Les visites d'installations ont permis d'apporter un certain nombre de consignes facilitant la gestion et le traitement ultérieur des matières de vidange, en particulier :

- une mesure du volume déposé et un prélèvement sont à réaliser systématiquement lors de chaque dépotage de camion afin de répondre aux exigences de la traçabilité du produit ;

- un prétraitement est fortement recommandé, voire indispensable. Situé à l'amont de la bache de dépotage, il est composé d'un piège à cailloux (provenant, soit des paniers préfiltre, soit des puits d'infiltration), d'un broyeur en raison de filasses, lingettes et autres composés. Un dilacérateur ou une pompe sécatrice peuvent être retenus mais montrent des performances moindres. C'est à ce stade, en cas de non-conformité du produit au cahier des charges, que les matières pourront être repompées.

Les matières de vidange sont ensuite envoyées dans la bache de stockage dont le dimensionnement est variable selon le degré de traitement recherché avant envoi dans la filière eau de la station d'épuration (figure 5). Elle sera équipée d'un agitateur dont la puissance spécifique pour ce type de produit est d'au moins 50 W/m³ de réacteur (FNDAE n° 30, 2004). La bache de stockage pourrait être équipée, en plus de l'agitateur, d'une injection d'air qui permettrait d'améliorer la qualité du produit en vue de son traitement biologique ultérieur. Selon l'itinéraire et le degré de traitement recherché, cette bache de stockage, d'un volume au moins égal au volume journalier maximal de matières de vidange dépotées, ou le réacteur spécifique de traitement biologique, pourrait être dimensionnée sur les bases indiquées dans le tableau 3.

Le volume de cette bache de stockage correspond au volume de MV dépotées en un jour, deux jours et six jours. Au-delà de six jours, il est préférable de transformer la bache en un réacteur spécifique qui traitera, conjointement cette fois, les MV et d'autres sous-produits de l'assainissement (collectif) telles que les graisses qui sont peu chargées en azote alors que les MV en contiennent, ce qui assure notamment un ré-équilibre du produit à dégrader globalement.

Le prétraitement spécifique des matières de vidange sur lits de séchage plantés de roseaux

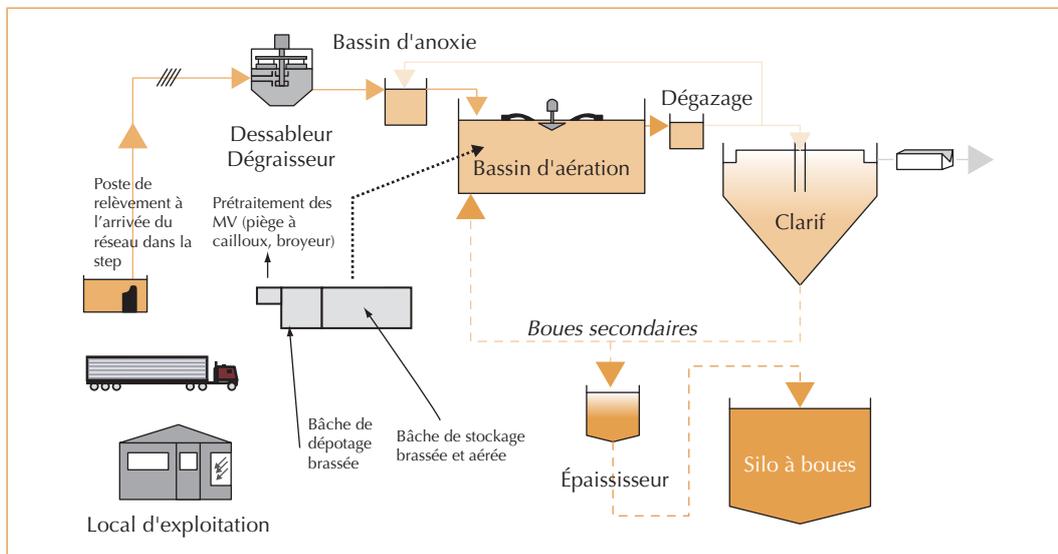
En technique alternative au prétraitement des MV avant leur injection sur la « filière eau » (figure 5) d'une station d'épuration, il est

envisageable de les traiter spécifiquement et directement sur des lits de séchage plantés de roseaux (encadré 1). Ce procédé (solution 1 de la figure 6), permet de répondre à la préoccupation grandissante des collectivités qui ont à gérer conjointement les eaux usées collectées par les réseaux d'assainissement et aussi les MV issues des fosses septiques et fosses septiques toutes eaux de l'assainissement non collectif, sans surcharger la « filière eau » des stations.

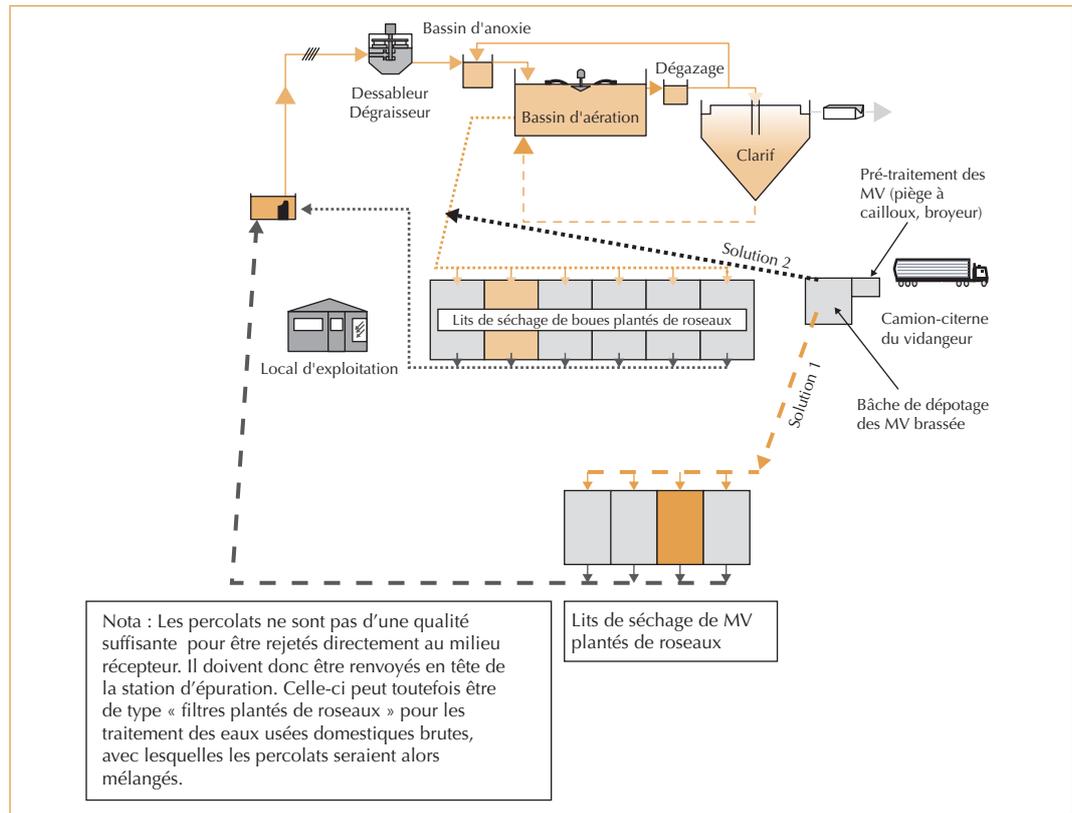
De plus, ces lits de séchages trouveront leur pleine utilité dans les zones où l'assainissement non collectif prédomine et qui ne disposent pas de stations d'épuration des eaux usées susceptibles de recevoir et d'assurer sans dommage le traitement des MV sans pour autant accroître les coûts de collecte et de transport vers des unités adaptées.

▼ Tableau 3 – Dimensionnement de la bache de stockage ou du réacteur spécifique.

		Nature du traitement
Temps séjour en milieu aérobie	1 jour	Durée minimale pour permettre un étalement de la charge à traiter.
	3 jours	Permet une amélioration qualitative du produit : hydrolyse, liquéfaction, milieu aérobie.
	6 jours	Traitement quasi total de la fraction biodégradable des matières de vidange d'où la mise en place d'un réacteur spécifique.
	6 à 12 jours	Traitement combiné des matières de vidange et des graisses (Biolix, Biomaster G, Carbofil, Lipocycle, Lipoflux...).



▲ Figure 5 – Schéma de traitement des matières de vidange introduites dans la « filière eau » de la station d'épuration.



▲ Figure 6 – Schémas de traitement des matières de vidange envoyées directement vers les lits de séchage : 1) qui leurs sont dédiés (solution 1) ou 2) des matières de vidange mélangées avec les boues produites par la station d'épuration (solution 2).

3. Société d'ingénierie Nature et Technique.

4. Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

Face à ces problématiques, le Cemagref, en partenariat avec la SINT³, Veolia-Eau, l'agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, l'ADEME⁴ et le syndicat intercommunal du pays d'Albon, a engagé une phase d'étude sur pilotes concernant le traitement et la valorisation des MV sur lits de séchage plantés de roseaux, dont une partie est présentée dans cet article.

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

- valoriser ce sous-produit de l'assainissement non collectif 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 avec ce type de procédé,

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

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 MV 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 (cf. 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 :

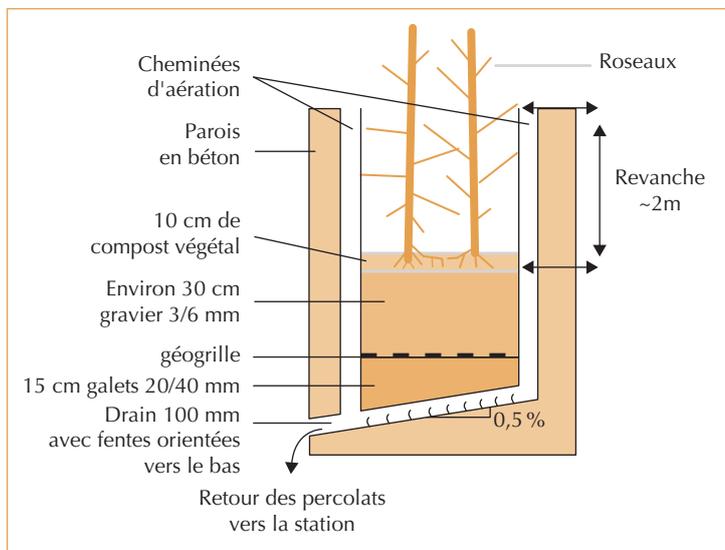
- soit d'envisager une étape de prétraitement poussé par **coagulation-floculation physico-chimique** (FNDAE n°30, 2004),

Encadré 2

Principe de fonctionnement des lits de séchage plantés de roseaux pour boues biologiques extraites de boues activées en aération prolongée (figure 7)

Le principe du séchage des boues sur lits plantés de roseaux repose sur la mise en place d'un massif filtrant reconstitué, de granulométrie croissante de la surface vers le fond et drainé (sur lequel des boues sont apportées et s'accumulent sur plusieurs années sans curage) et dans lequel des macrophytes se développent.

Autour de chaque tige de roseaux, il existe en permanence un anneau libre pour le passage de l'eau interstitielle de la liqueur mixte d'une boue activée, alors que les MES (le floc) sont retenues en surface et s'accumulent progressivement. Dès lors qu'elle peut s'écouler le long des tiges, rhizomes et racines des roseaux, l'eau interstitielle va percoler au sein du massif pour être drainée à sa base et renvoyée en tête de station.



▲ Figure 7 – Coupe schématique d'un lit de séchage planté de roseaux avec construction en béton.

Le bon fonctionnement du procédé repose donc sur un développement dense des roseaux (> 250 tiges par m²), de manière à ce que l'eau puisse être évacuée en permanence et en tous points dans le stock croissant de boues dans les lits. En été, les roseaux vont aussi accélérer la déshydratation par évapotranspiration. Pour obtenir ces résultats, il est nécessaire de maintenir des conditions aérobies, également propices à la minéralisation de la matière organique accumulée ; le massif filtrant est donc connecté à l'atmosphère *via* des cheminées d'aération. Enfin, pour favoriser une bonne déshydratation des boues, le cycle de fonctionnement alterne périodes de repos et d'alimentation, ce qui implique la mise en place de plusieurs lits de séchage en parallèle. Le Cemagref conseille actuellement un minimum de six lits et une charge organique surfacique maximale de 50 kg de MS.m².an⁻¹ pour des boues de stations d'épuration à boues activées en aération prolongée traitant des eaux usées domestiques (Liénard, 1999).

Lorsque la hauteur de boue accumulée atteint environ un mètre d'épaisseur (en moyenne au bout de cinq à huit ans, selon le nombre de lits et surtout le taux de charge de la station), les boues d'un premier lit sont curées en été et, en général, épandues. Puis un curage alterné et régulier est effectué sur les autres lits les années suivantes.

5. Indicateur qualitatif de l'aptitude à la déshydratation des boues.

6. Service d'assistance technique et d'étude aux stations d'épuration.

– soit d'optimiser les **caractéristiques de la couche superficielle du massif filtrant** (granulométrie plus fine ou épaisseur plus importante).

Les résultats du tableau 4 montrent que la qualité des percolats et le temps de succion capillaire (CST)⁵ sont sensiblement meilleurs avec **des MV floculées** comparées à **des MV brutes**. Le site d'Athée-sur-Cher (FNDAE n° 30, 2004) est équipé d'un tel dispositif. Des informations recueillies récemment auprès du SATESE⁶ d'Indre-et-Loire mentionnent un fonctionnement satisfaisant de ce site malgré une surcharge chronique (les trois lits recevraient près de 100 kgMS.m⁻².an⁻¹, correspondant approximativement à 80 kgMES.m⁻².an⁻¹). Une vidange des trois lits de séchage plantés de roseaux a été opérée, et la siccité obtenue après trois ans de fonctionnement aurait atteint 20 %. Il semble donc que les roseaux ne souffrent pas des apports de coagulant et floculant (hypothèse émise dans le document FNDAE n° 30).

La coagulation-floculation présente certes l'avantage d'accroître la déshydratabilité, mais les MV ainsi transformées présentent une dynamique de ressuyage plus faible que celles des MV brutes (tableau 4). Ce phénomène tempère les avantages présentés auparavant.

De plus, la mise en place et la gestion des réactifs d'un traitement physico-chimique préalable à la déshydratation en lits grèvent sensiblement les coûts d'investissement et de fonctionnement d'un site ainsi équipé. L'exploitant doit disposer de la technicité suffisante pour faire fonctionner correctement la partie physico-chimique, dont les réglages et la maintenance sont relativement délicats.

Il est donc tentant d'essayer une solution plus simple en alimentant les lits de séchage avec des MV brutes sans traitement primaire physico-

chimique : le Cemagref, avec ses partenaires, ont fait l'essai sur la station du syndicat intercommunal d'assainissement du Pays d'Albon à Andancette (Drôme) où des pilotes de 2 m² de surface unitaire, plantés de roseaux, ont été construits pour y apporter des MV brutes (encadré 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 MV et obtenir les percolats les moins chargés.

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

– **sable roulé lavé silico-calcaire** (d₁₀ = 0,35 mm, 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.

Le compost présente en outre un caractère « spongieux » qui permet d'accroître par capillarité la déshydratation des boues qui se déposent à sa surface, et il constitue simultanément un bon support de croissance pour les végétaux qui peuvent y trouver aisément une réserve hydrique avant les premières mises en eau ou les premiers apports de MV.

Les premiers résultats concernant la qualité des percolats

Les résultats décrits ci-après concernent uniquement les douze premiers mois de fonctionnement de la phase de démarrage de l'installation. Il s'agit de la phase pendant laquelle on limite la charge organique admise sur tous les pilotes à

▼ Tableau 4 – Comparaison de la qualité du percolat et des caractéristiques de drainage des boues pour un ressuyage en colonnes de sable (d₁₀ = 0,35 mm, CU = 3,2) non plantées.

	Qualité du percolat	Aptitude à la déshydratation	Dynamique du ressuyage	
	MES mg/l	CST s	Volume ressuyé en 20 h en %	en 90 h en %
MV brute	610	310	17,0	36,0
MV floculée	30,5	36,5	20,8	20,9

Encadré 3

Caractéristiques des six pilotes d'Andancette et des matières de vidange apportées (photo 1)

Six pilotes à parois en béton d'une surface unitaire de 2 m² chacun et plantés initialement de 9 plants.m⁻² (*Phragmites australis*) ont été mis en place sur la station d'épuration du Pays d'Albon (Drôme) et alimentés en MV brutes. Ces plants étaient issus de la germination de graines de roseaux et repiqués en petits godets garnis de terreau depuis une année. Ils sont donc relativement « robustes », comme devraient d'ailleurs l'être tous les plants de roseaux mis en place dans des lits de séchage de boues. Le garnissage des pilotes est composé de haut en bas par :

- une couche de filtration de **5 cm de sable** (trois pilotes) ou **10 cm de compost** (trois pilotes),
- 20 cm d'une couche de gravier (2/6 mm),
- 10 cm d'une couche de gravier (15/25 mm),
- 20 cm d'une couche drainante de galets (30/60 mm) dans laquelle repose un drain d'aération connecté à l'atmosphère permettant une aération passive de la couche drainante.

Ces pilotes sont alimentés directement par les MV dépotées à la station à raison de 3,5 jours d'alimentation et de 17,5 jours de repos. Cette périodicité simule ainsi une station composée de six lits de séchage plantés.

Les MV apportées sur les pilotes pour la période de janvier à juin 2007 sont de qualité très variable, telles que mentionnées dans le tableau 1. Les teneurs en DCO (en moyenne de 44,5 g/l et en N-NK en moyenne de 1,5 g/l) sont ici plus élevées du fait que les MV proviennent à la fois de fosses toutes eaux, fosses septiques et « puits d'infiltration » souvent colmatés.

Le temps de succion capillaire moyen, de 410 s, est très important comparé à celui des boues de station en aération prolongée (de l'ordre de 10 s), indiquant *a priori* une faible aptitude à la déshydratation.



▲ Photo 1 – Vue aérienne de la station d'épuration d'Andancette (Drôme) avec les huit lits de séchage en taille réelle et les seize pilotes de 2 m² chacun pour les essais sur les matières de vidange et les boues seules et en mélange.

25 kg MES.m⁻².an⁻¹ (encadré 3), pendant une année entière, afin de ne pas compromettre le bon développement des roseaux. Après cette phase de démarrage, les charges ultérieures seront accrues

à 30, 50 et 70 kgMES.m⁻².an⁻¹ sur les trois pilotes dont la couche superficielle est constituée de sable et de compost.

Encadré 4

À propos des MES et MS

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

On note à partir du tableau 1 du présent article que la différence moyenne attribuable à ces sels dissous est de 6 000 mg/l (7 000 mg/l pour la médiane), avec une conductivité moyenne supérieure à 2 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les processus anaérobies, comme nous l'avons déjà mentionné, minéralisent certes 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_3^-) qui ne sont pas consommés par la nitrification comme dans les processus aérobies. Tous ces ions contribuent donc à l'enrichissement des MV en sels dissous qui traversent les lits de séchage plantés de roseaux et se retrouvent très majoritairement dans les percolats. La situation est tout à fait différente pour les boues issues d'une station d'épuration à boues activées. Les eaux usées ont en général une conductivité voisine de 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (elle est évidemment variable en fonction de la minéralisation de l'eau potable distribuée, faible dans les régions où le sol est d'origine granitique, plus riche dans celle où il est sédimentaire), la différence entre MES et MS est bien moindre et on peut alors adopter sans trop de problème la relation $\text{MS} = \text{MES}$.

Néanmoins, avec le développement du traitement des MV, la clarté et la « rigueur scientifique » voudrait que l'on exprime les charges à appliquer sur les lits de séchage plantés sous forme de MES, quelque soit le produit traité.

Mais tous les acteurs travaillant sur les traitements de boues utilisent le terme MS (matière sèche) par habitude, d'une part, et parce que cette forme est plus facilement dosable d'autre part (il est en effet inutile de séparer le surnageant de la fraction particulaire de la boue quand on fait sécher les échantillons à l'étuve). De plus, dès lors que la boue est épaissie et déshydratée, la part relative du surnageant et donc des sels dissous qui y sont présents, s'amenuise. De ce fait, il sera vraisemblablement difficile de changer les façons de s'exprimer.

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 $3,5 \text{ l.m}^{-2}.\text{j}^{-1}$ de MV brutes, représentant 91 g de $\text{MESm}^{-2}.\text{j}^{-1}$.

Comparée aux résultats obtenus classiquement sur des lits alimentés avec des boues activées, on note que la qualité des percolats (tableau 5) est nettement moins bonne avec une alimentation par les MV brutes.

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 (195 MV/EHN en moyenne, écart type de 115 MV/EHN).

Des données transmises par l'entreprise Jean Voisin en provenance de son site expérimental de Beaumont la Ronce (homologué par la DDASS⁷ d'Indre-et-Loire), recevant environ 80 % de sa charge nominale, montrent que la qualité des percolats rejetés par les lits de séchage recevant des

▼ Tableau 5 – Qualité des percolats et rendements obtenus sur les deux supports de filtration.

Para- mètres	Compost						Sable					
	Moyenne	Maxi- mum	Mini- mum	Écart- type	Rende- ment moyen	Nombre de valeurs	Moyenne	Maxi- mum	Mini- mum	Écart- type	Rende- ment moyen	Nombre de valeurs
pH	8,0	8,5	7,4	0,3	-	29	7,9	8,3	7,5	0,3	-	27
Conduc- tivité ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)	3 416	5 560	1 985	1 043	-	31	3 144	5 020	301	1 100	-	30
MES (mg/l)	2 551	11 530	26	2 981	92 %	50	952	4 385	21	997	95 %	47
DCO (mg/l)	6 880	23 329	230	6 710	89 %	34	2 212	8 383	131	2 439	93 %	33
N-NK _b (mg/l)	313	994	8,2	264	82 %	31	117	446	5,5	117	90 %	30
N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	69	263	0,1	72	83 %	34	29	125	0,15	34	89 %	33
N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	215	491	4,0	158	-	16	137	303	0,1	104	-	19

MV brutes s'améliore sensiblement avec l'accroissement de la couche de dépôts superficiels. Des analyses réalisées entre les années 2001 et 2004 (huit valeurs) font apparaître des concentrations moyennes dans les percolats de 142 mg/l en MES, 463 mg/l en DCO et 70 mg/l en N-NK.

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

- à Beaumont-la-Ronce (Indre-et-Loire), un des deux sites étudiés pour la rédaction du document FNDAE n° 30, les percolats passent par des filtres à sable et un plateau absorbant constitué d'un réseau de billons avec des talus plantés d'aulnes et de saules pour favoriser à la fois l'infiltration dans le sol et l'évapotranspiration ;

- ils peuvent évidemment être renvoyés en tête d'une station d'épuration si elle existe à proximité, sans augmenter sensiblement la charge entrante car les volumes sont faibles (1 000 à 1 200 m³/an respectivement à Beaumont-la-Ronce et Athée-sur-Cher, par exemple).

Le comportement des roseaux

Au plan physio-morphologique, les végétaux ont présenté pendant cette phase d'observation, une bonne acclimatation à une alimentation exclusive en MV brutes. Les faibles charges hydrauliques et les teneurs élevées en sels dissous n'ont pas stressé les roseaux, dont le développement végétatif a permis d'atteindre une densité supérieure à 250 plants.m⁻² pour les pilotes garnis respectivement de sable-compost. Ces densités sont proches de celles observées sur des lits de traitement de boues de STEP en aération prolongé de taille réelle (Hofmann, 1990).

Le traitement conjoint du mélange matières de vidange et boues activées de la station d'épuration en lits de séchage plantés de roseaux

Aux procédés énoncés ci-avant, s'ajoute une variante de traitement des MV sur une station d'épuration, sans les introduire dans la « filière eau », en les traitant sur lits de séchage plantés de roseaux (solution 2 de la figure 6), en effectuant

8. Outils de laboratoire permettant d'agiter à vitesse réduite des échantillons de boues, en vue de mesurer ensuite les vitesses de décantation des particules agglomérées par une addition de floculants à doses variables, par exemple.

un **mélange préalable des MV avec les boues activées issues du bassin d'aération prolongée (BAP)**. 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 adhérence) qui agglomèrent les bactéries entre elles pour former le floc. Cette technique permet d'augmenter les performances de filtration par rapport aux MV seules, comme le montre le tableau 6.

Dans un premier temps, une optimisation du ratio BAP/MV a été conduite en laboratoire. Ces expérimentations en jar-tests⁹ ont permis de mettre en avant un gain notable sur la floculation du mélange pour un ratio V_{BAP}/V_{MV} de 4 (soit 4 volumes de BAP pour un volume de MV), et cela pour différentes qualités de MV.

Deux pilotes identiques aux six mentionnés précédemment et dont la couche superficielle est constituée, soit de 5 cm de sable, soit de 10 cm de compost végétal, 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⁻².j⁻¹ de mélange (soit une dose de MV brutes de 2,6 l.m⁻².j⁻¹), représentant 76 g MES.m⁻².j⁻¹ (soit 67,6 g MES.m⁻².j⁻¹ de MV brutes).

Les rendements sont similaires à ceux observés sur les filtres traitant les MV 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.

Il convient cependant, en fonction des exigences liées à la traçabilité des boues et des MV, notamment en vue d'un épandage, d'être extrêmement prudent sur la qualité de chacun des deux produits, au risque de se voir interdire la destination vers des terrains agricoles lors du curage des lits de séchage pour l'ensemble BAP/MV.

Conclusions

Les matières de vidange sont un sous-produit très concentré de l'assainissement non collectif, de qualité très variable, notamment en fonction des ouvrages vidangés (fosses toutes eaux, fosses septiques, voire puits d'infiltration plus ou moins colmatés), des personnes raccordées, des pratiques des vidangeurs et de la fréquence des vidanges. Les flux peuvent représenter 8 kg de DCO et 6 kg de MES rejetés par an et par habitant.

La fraction particulaire constitue l'essentiel de la matière organique, plus ou moins chargée en lipides selon que le vidangeur prélève ou non des flottants (chapeau graisseux). Néanmoins, la fraction biodégradable qui constitue 35 à 40 % de la DCO totale est éliminée en six jours en milieu aérobie par une remobilisation rapide de la biomasse anaérobie.

Quand le traitement dans la « filière eau » d'une station d'épuration est planifié, il est conseillé

▼ Tableau 6 – Qualité des percolats et rendements obtenus sur le sable comme support de filtration.

Paramètres	Moyenne	Maximum	Minimum	Écart-type	Rendement moyen	Nombre de valeurs
pH	7,9	8,4	7,4	0,4	-	6
Conductivité (μS.cm ⁻¹)	1 572	1 880	1 245	209	-	7
MES (mg/l)	284	1 069	26	290	96 %	14
DCO (mg/l)	805	2 160	170	670	92 %	8
N-NK ₆ (mg/l)	43	121	4,9	38	88 %	8
N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	12	34	1,1	11	82 %	8
N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	29	59	0,3	21	-	7

de mettre en place, en aval de la fosse de dépotage, une bêche de stockage agitée et aérée. Son volume est à ajuster en fonction de l'intensité du traitement envisagé avant l'injection dans la station proprement dite. Un traitement biologique complet est aussi envisageable avec les déchets gras de station pour un volume total correspondant à six à douze jours de temps de séjour hydraulique.

Les performances atteintes pour le traitement spécifique des MV brutes sur lits de séchage plantés de roseaux, lors de cette phase de démarrage à mi-charge (25 kg MES.m⁻².an⁻¹), sont encourageantes pour les deux substrats de filtration étudiés sur des pilotes expérimentaux de 2 m², sans apparition de colmatage (rendements supérieurs à 94 % pour les MES et supérieurs à 91 % pour la DCO). 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.

Des essais à charges plus importantes (30, 50 et 70 kg MES.m⁻².an⁻¹) seront réalisés à la fin de la période d'acclimatation (pour l'instant fixée à une année), ce qui permettra de 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, pourrait être une voie intéressante au regard de l'amélioration des performances observées. Elle permet de ne pas surcharger la station du fait que les MV ne sont pas introduites dans la « filière 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 MV. Mais cette procédure risque toutefois d'alourdir un peu les frais d'investissement, de compliquer la gestion et de nuire à la traçabilité du mélange boues activées/MV qui est placée sous la nécessité d'une franche collaboration des vidangeurs. Son intérêt devra donc être évalué globalement. □

Remerciements

Ces études ont été conduites avec le soutien financier de l'agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse et, pour le volet « lits de séchage », le soutien complémentaire du syndicat intercommunal d'assainissement du pays d'Albon, de la SINT, de Veolia-Eau et de l'ADEME. Christian Puisais (SATESE d'Indre-et-Loire) et Joëlle Paing (Société Jean Voisin) sont aussi associés à ces remerciements pour les informations données sur les installations d'Athée-sur-Cher et Beaumont-la-Ronce.

Résumé

Compte tenu de l'obligation réglementaire de contrôle de l'assainissement non collectif (ANC), les collectivités ont désormais en charge des volumes importants de matières de vidange (MV) dont le traitement devra être étudié et assuré. Dans ce contexte, le Cemagref a entrepris des études visant à mieux caractériser ces MV et à optimiser leur traitement par voie biologique à l'amont d'une station d'épuration de type boues activées. Nous décrivons de manière simplifiée le prétraitement et les possibilités qu'offre une bache de stockage aérée et brassée pour minimiser l'impact de la charge polluante significative des MV. Leur traitement par déshydratation sur lits de séchage plantés de roseaux sans adjonction de floculants est aussi abordé, puis nous présentons ensuite une autre technique de prétraitement en mélangeant les boues en excès de la station avec les MV, qui améliore sensiblement la qualité des percolats ainsi que le montrent les premiers résultats obtenus sur des pilotes expérimentaux qui ne sont pas encore alimentés aux charges nominales planifiées.

Abstract

Taking in account the obligation of regulatory control of on-site wastewater treatment of dwelling houses, communities are now facing larger volumes of septage whose treatment should be studied and assured. In this context, Cemagref undertook studies to better characterize this septage and optimize its treatment upstream of wastewater treatment plants by activated sludge in extended aeration. We give the key factors and opportunities offered by an aerated and mixed storage capacity that minimize the impact of the significant pollution load of septage. Its dehydration on sludge drying beds planted with reeds without addition of flocculation agents is also discussed, and we then present another technique of pretreatment by stirring septage and mixed liquor which significantly improves the quality of percolates as shown by the first results obtained from pilot experiments not yet fed with the planned loads.

Bibliographie

CANLER, J.-P., 2001, Performances des systèmes de traitement biologique aérobie des graisses. Graisses issues des dégraisseurs de stations d'épuration traitant des effluents à dominante domestique, document FNDAE n° 24, Cemagref Éditions, 64 p. (www.fndae.fr/documentation/numero_24.htm).

HOFMANN, K., 1990, Use of Phragmites in sewage sludge treatment, *in* : *Constructed wetlands in Water Pollution Control*, COOPER, P.-F., FINDLATER, B.-C. (eds), Adv. Wat. Pollut. Control n° 11, Pergamon Press, p. 269-277.

LIÉNARD, A., 2004, *Traitement des matières de vidange en milieu rural : évaluation technico-économique de filières*, document FNDAE n° 30, Cemagref Éditions, 90 p. (www.fndae.fr/documentation/numero_30.htm).

LIÉNARD, A., 1999, Déshydratation de boues par lits de séchage plantés de roseaux, *Ingénieries-EAT*, n° 17, p. 33-43.

MESNIER, M., 2007, *Matières de vidange issues de l'assainissement non collectif : caractérisation de leur composition et étude des différentes filières adaptées à leur traitement*, rapport de fin d'études de master 2, université de Franche-Comté, 50 p. + annexes.