

Déshydratation du lisier de porc aéré sur lit de séchage planté de roseaux

Pascal LEVASSEUR (1), Olivier TURPIN (2), Régis JANVIER (3), Isabelle ROBIN (3)

(1) Institut Technique du Porc, Pôle Techniques d'Élevage, BP 18, 35 850 Romillé

(2) Station d'expérimentation nationale porcine, Route de Miniac sous Bécherel, 35 850 Romillé

(3) Val' Conseil Environnement, 1, rue Guynemer, BP 212, 22 191 Plérin cedex

Déshydratation du lisier de porc aéré sur lit de séchage planté de roseaux

Le lit de séchage planté de roseaux est un procédé de séparation et de concentration du phosphore qui a été testé avec du lisier aéré. Deux prototypes de 6,6 m² ont reçu 76 835 litres de lisier aéré provenant d'une station de traitement biologique par boues activées. L'une des cuves de filtration était recouverte d'une serre en plexiglas. Sur une année complète, il a été distribué 200 kg MS/m² avec des apports hebdomadaires de 1,4 kg MS/m² en hiver et 8,4 kg MS/m² en été. Sur toute la période d'alimentation, soit 19 mois, le taux d'abattement dans le percolat excède 80 % pour la matière sèche, 90 % pour NK, P₂O₅, MES, DBO₅, DCO et 99 % pour le cuivre et le zinc. Au terme de cette période, l'accumulation de boue était de 131 cm (moyenne des 2 cuves) et elles avaient une concentration moyenne de 15,3 % MS – 0,51 % NK – 1,17 % P₂O₅ et 0,25 % K₂O. La siccité atteint 17,0 % après 5,5 mois de séchage in situ, puis 26,4 % après 2,5 mois de séchage supplémentaire sur une plate-forme couverte. La couverture de l'un des lits de séchage n'a pas eu d'incidence sur les performances épuratoires ni sur la composition des co-produits. Le coût de construction de 2 unités de 200 m² permettant de filtrer 1800 m³ de lisier aéré et de retenir 4320 kg de P₂O₅ a été estimé à un peu moins de 50 000 euros.

Dewatering aerobic pig slurry in reed-planted drying bed

The reed-planted drying bed is a phosphorus separation and concentration process which has been tested with aerobic slurry. Two prototypes of 6.6 m² received 76 835 liters of aerobic slurry which came from an activated sludge-treatment. One of the filtering tank was covered with a plexiglas hothouse. Throughout one year, 200 kg DM/m² was distributed with weekly supply of 1.4 kg DM/m² in winter and 8.4 kg DM/m² in summer. During the whole distribution period, namely 19 months, losses in percolation flow exceeded 80 % for dry matter, 90 % for KN, P₂O₅, SS, BOD₅, COD and 99 % for copper and zinc. At the end of this period, sludges height were 131 cm (average in the two tanks) and they have an average concentration of 15.3 % DM – 0.51 % KN – 1.17 % P₂O₅ and 0.25 % K₂O. The dryness reaches 17.0 % after 5.5 months of dewatering in situ, then 26.4 % after 2.5 additional months dewatering on a covered platform. Covering the drying bed had neither effect on purification performances nor on by-products compositions. The building cost of 2 units of 200 m² which can filter 1800 m³ of aerobic slurry and retain 4320 kg P₂O₅ was estimated under 50 000 euros.

INTRODUCTION

Le traitement biologique par boue activée, actuellement en plein essor dans la filière porcine, permet un abattement de 70 % de l'azote contenu dans le lisier. Cependant, la réduction des plans d'épandage qui accompagne le plus souvent la mise en place de ce procédé, peut conduire à une production excédentaire de phosphore. La diminution de l'apport de phosphore alimentaire constitue une voie de résorption mais elle peut être insuffisante, compte tenu notamment du faible niveau d'exportation des cultures. Ainsi, de nombreux élevages devront s'équiper d'une unité de séparation de phase pour exporter une fraction solide contenant ce phosphore excédentaire.

Les lits de séchage plantés de roseaux permettent de produire un co-produit partiellement déshydraté. Le principe consiste à envoyer un lisier aéré provenant d'un réacteur biologique sur un massif filtrant planté de roseaux (*Phragmites australis*). Le réseau de tiges, rhizomes et racines, permet l'écoulement de l'eau interstitielle provenant des apports réguliers de lisier aéré. L'eau collectée dans la couche drainante est destinée à être épandue par irrigation compte tenu de sa faible teneur résiduelle en matière sèche, azote et phosphore. Parallèlement une fraction solide s'accumule à la surface du massif filtrant. La colonisation de ce cumulat par les roseaux évite tout phénomène de colmatage. Lorsqu'une exportation est envisagée, l'apport de lisier traité est suspendu pendant plusieurs mois, afin de favoriser la déshydratation des boues. La vidange des lits s'effectue avec une benne preneuse à bord tranchant. Une dizaine de centimètres de boue contenant des rhizomes est laissée en place pour permettre la repousse des roseaux.

Les lits de séchage plantés de roseaux ont été étudiés pour des filières urbaines françaises et danoises (LIENARD et al., 1995 ; BAPTISTE et NAULEAU, 1998 ; LIENARD, 1999). Il restait cependant nécessaire de préciser le dimensionnement des installations et d'analyser le coût de ce procédé dans le contexte spécifique du traitement des effluents porcins.

En partenariat avec la société Val'Conseil Environnement, l'Institut Technique du Porc a entrepris ce travail avec un lisier de porc aéré issu d'une station de traitement biologique sur le site expérimental de Romillé pendant 26 mois. Un travail antérieur (LEVASSEUR et al., 2000) avait déjà montré, sur les 165 premiers jours d'observation, des taux de capture élevés : 78 % pour la matière sèche, 81 % pour l'azote Kjeldahl, 86 % pour le phosphore, 96 % pour le cuivre et 99 % pour le zinc. Les taux de matière sèche des boues accumulées étaient compris entre 18,5 et 31,4 % selon le temps de séchage, la hauteur du stock de boue et les conditions climatiques. Cependant ces résultats devaient être confirmés sur une plus longue période, avec des débits de traitement adaptés aux contraintes de la filière.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Description du matériel

Le lisier est issu d'un élevage naisseur-engraisseur partiel de 168 truies productives. Avant utilisation, il est aéré dans une station de traitement biologique par boue activée d'une capacité de 11 m³ par jour. L'oxygénation est assurée par une turbine lente de surface de 18,5 kW. L'effluent provenant du réacteur biologique alimente le massif filtrant, comme représenté sur la figure 1.

Les deux bacs de filtration mis en place pour les besoins de cet essai sont représentés en coupe sur la figure suivante (figure 2) ; l'un est recouvert d'une serre en plexiglas. Dans chacun d'eux, nous avons disposé une couche drainante de 50 cm d'épaisseur, constitué de 15 cm de cailloux (30/60 mm), 30 cm de gravier (10/14 mm) et 5 cm de sable. Un géotextile est placé entre ces deux dernières couches afin d'éviter la migration du sable en profondeur. Deux drains (diamètre 65 mm, pente de 0,5 - 1 %) sont disposés en fond de cuve pour la récupération des percolats, chacun d'eux étant relié à une cheminée d'aération. Ces

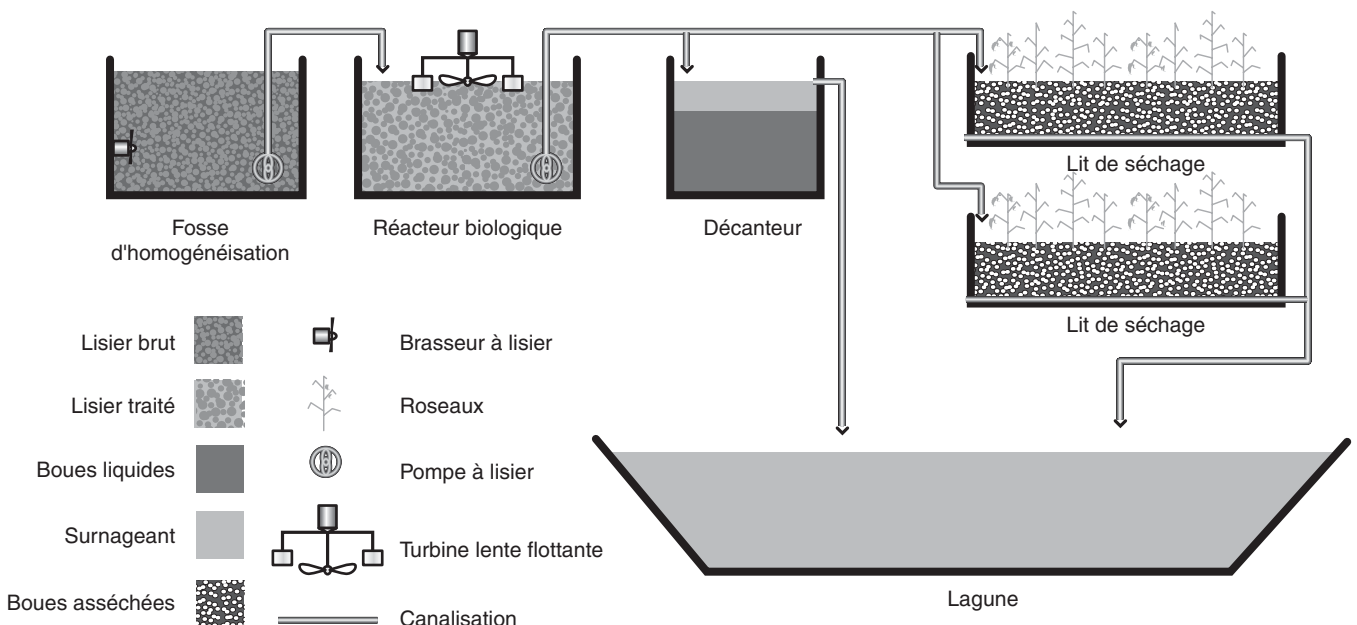


Figure 1 - Schéma d'une filière de traitement biologique incluant le séchage de boues sur lit de Macrophytes

drains alimentent ensuite deux cuves de 1 m³, translucides et graduées, permettant de volumer et d'échantillonner séparément les percolats des deux lits de séchage.

Dans la couche de sable, la densité de plantation était celle recommandée par LIENARD (1999), soit quatre fragments de rhizome (*Phragmites australis*) par mètre carré. Les roseaux sont fournis en godets par un pépiniériste.

1.2. Conduite des lits

L'expérimentation a duré 27 mois répartis en 19 mois d'alimentation suivis de 8 mois de séchage. L'alimentation des roseaux est hebdomadaire et gérée sur la base de la matière sèche apportée par unité de surface. Pendant la phase d'implantation des roseaux, de mars à août 2000, ces apports hebdomadaires ont été progressivement augmentés de 0,21 à 2,8 kg MS/m². Ils correspondent à un apport global de 25,48 kg MS/m² sur cette période (LEVASSEUR et al, 2000). Ces premiers résultats ont également permis d'orienter la conduite des lits pour la suite des essais, l'objectif étant de réduire les investissements. Nous avons constaté la possibilité d'apports très élevés de lisier aéré en période estivale sans réduction des performances épuratoires ; c'est pourquoi le choix a été fait de sécher les boues préférentiellement sur la période hivernale. Sur la totalité de l'année suivante, 200 kg MS/m² ont été distribués, répartis sur 8 mois d'apports hivernaux à raison de 1,4 kg MS/m² par semaine et 4 mois d'apports estivaux à raison de 8,4 kg MS/m² par semaine. Pendant 3 semaines, au mois d'août 2001, des apports hebdomadaires de 17,5 kg MS/m² ont été testés. A l'issue de ces apports, à partir d'octobre 2001, les boues ont subi 5,5 mois de séchage dans leur bac puis 2,5 mois sur une plate-forme bétonnée et couverte. Lors de la vidange des lits de séchage, au mois de mars 2002, les boues ont été mélangées, leurs compositions étant peu différentes. Les apports hebdomadaires ont ensuite repris, à raison de 1,4 kg MS/m², afin de suivre la repousse des roseaux (une dizaine de centimètres de boue contenant des rhizomes ayant été laissée en place).

1.3. Paramètres mesurés

Le taux de matière sèche du lisier aéré est déterminé par étuvage, d'abord chaque semaine au cours de la période de démarrage de la station de traitement biologique, puis men-

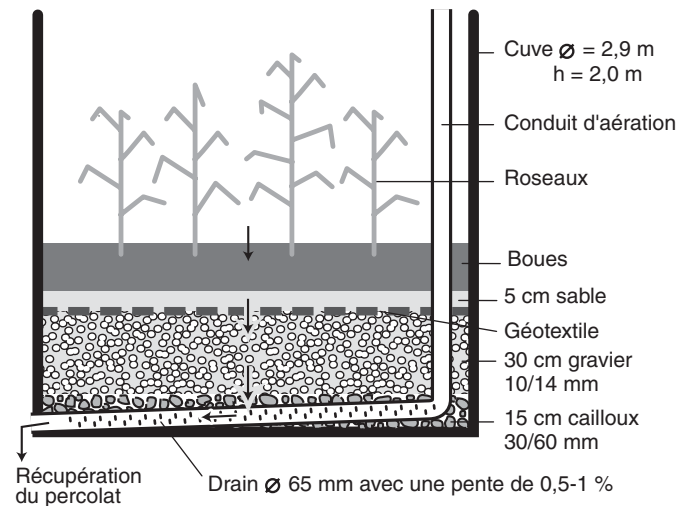


Figure 2 - Coupe schématique d'un lit de séchage planté de roseaux mis en place à la Station Expérimentale de Romillé

suellement, dès stabilisation de sa concentration. La mise en fonctionnement de la turbine d'aération avant et pendant l'apport d'effluent permet son homogénéisation. Les flux de lisier aéré et de percolats sont enregistrés chaque semaine. L'accumulation de boue est mesurée toutes les quatre semaines dans les deux lits de séchage.

1.3. Echantillonnage et analyses de laboratoire

Au cours des 19 mois d'alimentation, il a été réalisé 4 bilans matières dont la synthèse est reportée sur les tableaux 1, 2 et 3. L'échantillonnage final des boues a été effectué par 8 prélèvements unitaires, répartis uniformément sur les lits de séchage. Ils contiennent des fragments de roseaux.

Les analyses, réalisées par l'Institut Départemental d'Analyses et de Conseil de Nantes, portent sur les matières sèches (MS), l'azote Kjeldahl (NK), l'anhydride phosphorique (P₂O₅), l'oxyde de potassium (K₂O), le cuivre et le zinc. En outre, les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène à 5 jours (DBO₅) et la demande chimique en oxygène (DCO) sont analysées sur le lisier aéré et les percolats. La densité des échantillons est mesurée sur site par la pesée d'un volume connu.

Tableau 1 - Composition moyenne du lisier traité, des boues et des percolats sur 19 mois d'alimentation ⁽¹⁾

	Volume	MS	NTK	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Zn	MES	DBO ₅	DCO
	Litres	%	g / kg brut			mg / kg MS		mg / litre		
Lisier traité	76 835	2,24	0,88	1,76	1,60	702	1999	17 636	34 802	1 742
Boues CC ⁽²⁾	8 422	16,48	5,27	12,50	2,70	893	2890			
Boues CNC ⁽²⁾	8 862	14,09	5,01	10,84	2,26	922	2977			
Percolat CC	63 694	0,47	0,12	0,18	1,45	40	23	707	2956	770
Percolat CNC	69 019	0,44	0,09	0,15	1,35	43	20	626	1811	670

(1) Soit du 28/02/00 au 30/09/01 - MS : matière sèche - MES : matière en suspension - DBO₅ : demande biochimique en oxygène à 5 jours - DCO : demande chimique en oxygène - CC : cuve couverte - CNC : cuve non couverte.

Densité = lisier traité : 1,005 - percolat : 1,00 - boue : 1,07.

(2) Composition 3 semaines après la dernière distribution de lisier aéré

2. RÉSULTATS - DISCUSSION

2.1. Volume et composition des produits

Au cours de cet essai, 76 835 litres de lisier aéré ont été apportés dans chacun des lits de séchage. La teneur moyenne en matière sèche de ce lisier, de 2,24 %, reste inférieure aux concentrations habituellement rencontrées en élevage de porc naisseur-engraisseur, soit 4 à 6 % (BERTRAND, 1985 ; LEVASSEUR et al, 1999). Ce lisier aéré demeure toutefois plus concentré que les boues issues d'une filière urbaine, (LIENARD, 1999). Les concentrations élevées en matière sèche et en phosphore de l'intrant devraient constituer un avantage pour ce procédé de traitement puisqu'elles permettent de limiter la hauteur d'eau lors des phases d'alimentation. La réduction du temps de ressuyage permet de favoriser l'oxygénation de la masse filtrante particulièrement fermentescible.

Les concentrations en éléments fertilisants du lisier aéré sont de 0,88, 1,76 et 1,60 g/kg brut pour respectivement NK, P₂O₅ et K₂O (tableau 1). Ils sont par ailleurs de 702 et 1999 mg/kg MS pour le cuivre et le zinc.

Au terme de la période d'apport de 19 mois, les deux bacs, respectivement couvert ou non, contenaient 8,42 m³ et 8,86 m³ de boues contenant un enchevêtrement de roseaux. Malgré la hauteur de la couche de boues (respectivement 128 et 134 centimètres), aucun colmatage n'a été observé. L'échantillonnage, réalisé 3 semaines après la dernière séquence d'alimentation, révèle une teneur en éléments fertilisants peu différente entre les deux cuves. La teneur moyenne est de 5,14 - 11,67 et 2,48 g/kg brut, respectivement pour NK, P₂O₅ et K₂O. Ces boues devront être épandues en tenant compte des apports de phosphore et complémentées en azote et potassium pour la plupart des cultures. Les teneurs en éléments-trace métalliques, 908 et 2934 mg /kg MS pour le cuivre et le zinc respectivement, sont inférieures aux valeurs-limites fixées par l'arrêté du 8 janvier 1998 (1000 et 3000 ppm respectivement) mais très supérieures aux exigences du cahier des charges du CERAFEL (75 et 300 ppm). En cas de nécessité, une réduction des intrants alimentaires devrait être envisagée. Le cas échéant, ces boues pourraient être diluées par un substrat solide faiblement pourvu en cuivre et zinc (paille, copeaux de bois).

Le taux de matière sèche de ces boues, 3 semaines après la dernière distribution de lisier, est, respectivement, de 16,5 et 14,1 % dans la cuve couverte et celle non couverte. La siccité atteint 17,3 et 16,6 % après 5,5 mois de séchage *in situ*, puis 26,4 % après mélange et 2,5 mois de séchage supplémentaires sur une plate-forme couverte. Dans nos conditions

expérimentales, la couverture de la cuve n'a pas présenté de réel intérêt pour la déshydratation des boues en période hivernale. D'autre part, il semble inutile de mobiliser trop longtemps les lits pour leur séchage : un stockage sur une plate-forme couverte ou sous une bâche héli-perméable pourrait intervenir après une période météorologiquement favorable. L'humidité résiduelle des boues lors de la vidange des cuves ne permet pas leur stockage en tas ; ce n'est plus le cas après séchage à 26,4 % de matière sèche, bien que la consistance reste pâteuse. Lors du stockage sur la plate-forme, aucun écoulement n'a été observé. Ce produit serait épandable avec un matériel adapté (épandeur muni d'une porte arrière et d'une table d'épandage).

Les percolats issus de la filtration présentent une faible teneur en matière sèche : 0,47 % et 0,44 % respectivement pour les bacs couverts et non couverts. Il en est de même pour tous les éléments liés à la matière sèche tels que NK (essentiellement sous forme organique), le P₂O₅, le cuivre et le zinc mais aussi pour les indicateurs de pollution, MES, DBO₅ et DCO. Seul le K₂O, généralement dissout, n'est pas retenu par le lit de séchage. La teneur résiduelle atteint encore 1,4 g/kg brut. La mise en place d'une serre, dans nos conditions expérimentales, n'a eu qu'une faible incidence sur la composition des percolats : les eaux pluviales collectées par la cuve non couverte n'ont que légèrement dilué les éléments fertilisants, le volume total collecté s'élevant à 69,0 m³ contre 63,7 m³ pour le bac couvert. En pratique, ce percolat rejoint la lagune de stockage du liquide traité issu de l'unité de traitement (figure 1).

2.2. Pourcentage d'abattement sur la phase liquide et défaut de bilan

Sur l'ensemble de la période d'alimentation, des taux d'abattement élevés sont observés au niveau du percolat : plus de 80 % pour la matière sèche, 90 % ou plus pour NK, P₂O₅, MES, DBO₅, DCO et plus de 99 % pour le cuivre et le zinc (tableau 2). Ces taux sont peu affectés par la couverture de la cuve. Ils sont supérieurs à ceux obtenus au cours des 165 premiers jours (LEVASSEUR et al, 2000), probablement en raison de l'augmentation de l'épaisseur de la couche filtrante. Le taux d'abattement du P₂O₅ est intéressant car supérieur au pouvoir séparateur des matériels disponibles par ailleurs : tamis rotatif, vis compacteuse (CRIQ, 1999), voire décanteuse centrifuge avec polymère (COILLARD et TEXIER, 1994).

Le bilan matière effectué sur les 19 mois de la période d'alimentation, mettant en relation les intrants et les quantités exportées dans le percolat et les boues (tableau 3), est équilibré pour les volumes et la quantité de matière sèche. Une légè-

Tableau 2 - Pourcentage d'abattement sur la phase liquide ⁽¹⁾

	Volume	MS	NTK	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Zn	MES	DBO ₅	DCO
Cuve couverte	16,7	82,4	89,0	91,3	25,1	> 99	> 99	96,7	92,9	96,3
Cuve non couverte	9,7	82,4	90,9	92,2	24,4	> 99	> 99	96,8	95,3	96,5

(1) Sur la totalité de la période d'alimentation soit du 28/02/00 au 30/09/01

Abattement = (1 - quantité contenue dans le percolat / quantité apportée par le lisier traité) x 100

Tableau 3 - Défaut de bouclage en % ⁽¹⁾

	Volume	MS	NTK	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Zn
Cuve couverte	- 4,9	3,7	- 18,9	- 8,0	- 5,3	10,6	24,6
Cuve non couverte	2,7	- 4,9	- 20,8	- 16,1	- 7,0	2,3	15,5

(1) Défaut de bouclage = $1 - [(percolat + boue) / Intransit] \times 100$.

re différence apparaît pour le K₂O et surtout pour NK : - 19 et - 21 % respectivement dans les cuves couverte et non couverte. Ce déficit est probablement le résultat d'une volatilisation de l'azote par nitrification/ dénitrification. L'étape de nitrification a déjà été observée et décrite par BAPTISTE et NAULEAU (1998) et LIENARD (1999) dans des lits de séchage du même type utilisés avec des effluents urbains. Le bilan matière est également négatif pour le P₂O₅ mais positif pour le cuivre et le zinc. Les incertitudes liées aux erreurs de volumage, d'échantillonnage et d'analyse rendent ces écarts difficilement interprétables ; globalement, les déséquilibres de bilan observés peuvent être considérés comme acceptables compte tenu de la durée de l'étude et des quantités d'effluent traitées.

2.3. Recommandations de mise en œuvre pratique

Deux entreprises spécialisées dans la réalisation de lagunes ont été consultées pour évaluer la faisabilité et le coût des lits de séchage. La société Val'conseil environnement a, pour sa part, chiffré le dispositif d'alimentation en lisier aéré, de reprise des percolats et la maîtrise d'œuvre (tableau 4). La couverture n'a pas été chiffrée. La synthèse des expériences de ces opérateurs, de nos propres observations expérimentales et de celles réalisées par LIENARD (1999), permettent de proposer quelques recommandations pratiques pour une mise en œuvre de ce procédé dans les conditions des élevages porcins. Elles seront à adapter en fonction de l'évolution des connaissances dans ce domaine. Ainsi, une configuration type pourrait comprendre les éléments suivants :

- Le bassin de forme rectangulaire présente une longueur variable selon la quantité de phosphore excédentaire et une largeur dépendante des contraintes de vidange. Un engin mécanisé doit pouvoir recueillir les boues sans rouler sur le massif filtrant, ce qui limite la largeur à environ 10/12 mètres (8/9 mètres utiles). La profondeur sera environ de 2,5 mètres, soit 50 centimètres de massif filtrant et 2 mètres de revanche pour l'accumulation des boues.
- La collecte des percolats est réalisée par des drains en PVC. En amont, ils sont reliés à des cheminées d'aération ; en aval du bassin, ils se rejoignent dans un puisard. Des canalisations d'alimentation enterrées avec des sorties à intervalles réguliers semblent préférables à une rampe aérienne qui pourrait gêner les opérations de vidange.
- LIENARD (1999) propose par ailleurs de nombreuses recommandations sur les caractéristiques du massif filtrant (drainage, granulométrie). Elles peuvent être transposées sans difficulté au contexte du traitement des effluents porcins.
- Dans nos conditions expérimentales, de bons résultats ont été obtenus avec une densité de plantation de 4 pieds de roseaux par mètre carré.

Tableau 4 - Investissement pour 2 lits de séchage (2 x 200 m²) construits en parallèle

Descriptif global	Montant en euros
Terrassement	13 722
Étanchéité	10 825
Massif filtrant	4 574
Roseaux	1 525
Pompes/ canalisations	11 923
Frais d'étude et de suivis	5 335
Total	47 904

Avec un chargement nominal annuel de 50 kg de MS/m² en filière urbaine, LIENARD (1999) rapporte qu'au Danemark, les vidanges ont lieu après 4 à 8 années d'exploitation. Dans notre contexte, un apport annuel de 200 kg de MS/m² est envisagé et on peut recommander la vidange du dispositif après seulement 2 à 3 années d'utilisation. Pour une exploitation optimale, il est nécessaire de disposer de deux unités conduites en alternance. Lorsqu'un lit est en charge, le second reste en phase de repos pendant plusieurs mois à partir d'octobre. La vidange des lits sur une plate-forme bétonnée et couverte est à conseiller dès que la siccité atteint 15 % afin de libérer le lit de séchage. Après quelques semaines de repos pour favoriser la repousse des roseaux, les apports peuvent reprendre sur les bases habituelles.

Les estimations réalisées situent à moins de 50 000 euros le coût d'installation de deux lits de séchage de 200 m² permettant le traitement de 4320 kg de P₂O₅ (tableau 4). Cela représente environ 40-45 % du phosphore produit par un élevage de 200 truies présentes en alimentation biphasé (CORPEN, 1996). Cette simulation repose sur l'hypothèse d'une teneur du lisier à 4 % de matière sèche et 0,3 % d'anhydride phosphorique retenu à 80 %. Le débit d'alimentation est de 200 kg MS/m²/an pour le bassin en charge nominale et de 160 kg MS/m²/an en moyenne pour le bassin à vidanger (20 semaines de séchage, 8 semaines de repos après la vidange, 6 semaines à 1,4 kg MS/m²/semaine puis 18 semaines à 8,4 kg MS/m²/semaine), soit sur l'ensemble de l'année une moyenne de 180 kg MS/m² pour une surface de lit de 400 m². D'après nos résultats expérimentaux, la filtration de 1800 m³ de lisier aéré « standard » conduirait à l'obtention de 350 m³ de boues.

CONCLUSION

Le lit de séchage planté de roseaux est un procédé de séparation de phases qui peut être appliqué à du lisier aéré provenant d'une station de traitement biologique par nitrification/ dénitrification. L'investissement initial requis pour la construction des lits de séchage constitue le principal frein pour la réalisation de grandes unités malgré des économies

d'échelle possibles. Avec des niveaux d'excédents à exporter inférieurs à 6-7000 kg de P_2O_5 , ce procédé semble compétitif par rapport à l'emploi d'une décanteuse centrifuge. Par ailleurs, il serait souhaitable d'accroître plus rapidement la siccité des boues ; une phase de séchage plus ciblée sur la période estivale permettrait d'atteindre cet objectif mais limiterait la quantité de lisier traitée.

Le lit de séchage planté de roseaux présente cependant de sérieux atouts : le taux de rétention du phosphore est supérieur à 90 % ; les performances épuratoires sont également élevées pour la matière sèche, l'azote Kjeldahl, le cuivre, le zinc, les matières en suspension, la demande biochimique en oxygène à 5 jours et la demande chimique en oxygène. Les frais de fonctionnement n'ont pas été évalués dans le cadre

de ce travail mais ils devraient rester modérés. L'équipement électro-mécanique se limite à deux pompes de faible puissance, l'une pour le transfert du lisier, l'autre pour la reprise des percolats. Enfin, les besoins en main d'œuvre se situent essentiellement au moment de la vidange annuelle des lits. Ainsi, ce procédé de séparation de phase mérite d'être considéré. Il doit cependant être éprouvé sur des surfaces plus représentatives de ses conditions d'application et sur plusieurs cycles de traitement.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les entreprises SODAF-GEO (85170 Belleville-sur-vie) et BEUREL TP (22 120 Yffiniac) pour la réalisation des devis et leurs conseils.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAPTISTE PH., NAULEAU F., 1998. L'eau, l'Industrie, les Nuisances, n°204, 55-60.
- BERTRAND, 1985. Méthode d'estimation de la valeur fertilisante des lisiers de porcs. CEMAGREF-RNED. Ed ACTA-Paris. 20 p.
- CERAFEL Bretagne, 1999. Cahier des charges pour l'utilisation des matières fertilisantes organiques. Chambres d'Agriculture de Bretagne. Version 1 du 3 juin 1999.
- COILLARD J., TÉXIER C., 1994. Journées Rech. Porcine en France, 26, 141-150.
- CORPEN, 1996. Estimation des rejets d'azote et de phosphore des élevages de porcs. 23 p.
- CRIQ, 1999. Centre de Recherche Industrielle du Québec. Rapport final 640-PI22090, 15 p.
- J.O.F. (Journal Officiel de la République Française), 1998. Arrêté du 08 janvier 1998. 31.01.1998, 1563-1571, J.O.F., Ed Paris.
- LEVASSEUR P., BOYARD C., VAUDELET JC., ROUSSEAU P., 1999. Journées Rech. Porcine en France, 31, 85-90.
- LEVASSEUR P., JANVIER R., ROBIN I., 2000. Techniporc, 23 (6), 9-14.
- LIENARD A., DUCHENE Ph., GORINI D., 1995. Wat. Sci. Tech. Vol. 32, n°3, 251-261.
- LIENARD A., 1999. Ingénieries - EAT, 17, 33-45.