

Traitement biologique aérobie du lisier de porcs : performances des systèmes de séparation de phases et caractéristiques des co-produits

Fabrice Béline, Marie-Line Daumer et Fabrice Guizou

Le traitement biologique aérobie des lisiers permet une élimination sous formes gazeuses de 60 à 70 % de l'azote, mais il reste indispensable de gérer les éléments non biodégradables comme le cuivre, le zinc, le phosphore... qui se trouvent concentrés dans certains co-produits issus du traitement. En s'appuyant sur des stations existantes utilisant différentes filières de traitement biologique du lisier de porcs, cet article montre le rôle de la séparation de phase et propose une analyse des performances de ces filières à l'égard des principaux éléments N, P, Cu, Zn, puis il indique les principales caractéristiques des co-produits obtenus afin d'identifier leurs limites d'utilisation.

Les régions Bretagne et Pays de Loire sont les principaux pôles de la production animale en France. Située au cœur de l'industrie française de production animale, la production dans ces régions est respectivement de 31 %, 65 %, 51 % et 65 % de la production nationale de lait, de porcs, de poules pondeuses et de poulets de chair (SCEES, 1999). Cette situation, plus l'utilisation parfois mal raisonnée des engrais minéraux s'est accompagnée d'une pollution croissante des eaux, notamment par les nitrates (DIREN, 1999).

Les moyens mis en œuvre pour réduire ces pollutions dues aux élevages sont prioritairement préventifs (Gittou et Hurvois, 1999). Cette prévention porte sur :

- la réduction quantitative et qualitative des rejets par l'utilisation d'aliments adaptés (biphase, multiphase, utilisation des phytases...) et la suppression des gaspillages d'eau,
- la mise en place de moyens permettant une meilleure valorisation agronomique des déjections en l'état (enfouissement direct...).

Lorsque ces mesures se révèlent à elles seules insuffisantes, on a recours, comme moyen complémentaire, à des techniques de traitement adaptées de ces déjections, en vue de permettre une gestion différente et respectueuse de l'environnement. Dans un premier temps, les efforts

se sont portés sur la maîtrise de la pollution azotée. En effet, la maîtrise de cette pollution fait l'objet d'une directive européenne (Directive 91/976/EEC). L'application de cette directive fait l'objet, en France, d'un « programme des bonnes pratiques agricoles » (JORF, 05/01/1994). Ce programme est mis en place par différents partenaires, parmi lesquels, les services de l'État, les agences de l'eau et les chambres d'agriculture. Afin de résoudre la plupart des problèmes, des programmes d'action ont été définis et ceux-ci devraient être strictement appliqués par les agriculteurs. Les objectifs principaux sont de contrôler les odeurs et le ruissellement des lisiers, de s'assurer d'un volume de stockage suffisant et des terres disponibles (pour respecter les périodes d'épandage), et d'épandre le lisier à des doses conformes aux règles agronomiques. L'application de la directive fixe à 170 kg d'azote par hectare la dose maximale d'azote d'origine animale que l'on peut épandre en moyenne sur son exploitation. Une législation plus stricte est appliquée, sur l'azote, dans les zones en excédent structurel (ZES). En plus des programmes d'action, les éleveurs doivent exporter les déjections en excès hors des ZES ou traiter l'azote en excès avant l'épandage. De plus, une circulaire du 22/12/2001 et les arrêtés préfectoraux locaux définissent les limites maximales d'azote d'origine animale produit par une exploitation, au-dessus desquelles les déjections doivent être exportées ou traitées.

Contact

Cemagref, UR Gestion des effluents d'élevage et des déchets municipaux, 17 avenue de Cucillé, CS 64427, 35044 Rennes Cedex.

L'ensemble de ces mesures a conduit à la mise en place de différents systèmes de traitement des déjections animales, principalement basés sur leur efficacité à traiter l'azote. Parmi les différents procédés existants, le traitement biologique aérobie est largement le plus répandu (plus de 80 % des installations) avec 170 stations de traitement en Bretagne. Ce procédé permet une élimination sous formes gazeuses de 60 à 70 % de l'azote (Béline *et al.*, 2001). Cependant, au cours du traitement biologique aérobie, certains éléments non biodégradables utilisés dans l'alimentation animale (cuivre, zinc, phosphore...) se trouvent concentrés dans certains co-produits issus du traitement. La gestion de ces co-produits, à l'échelle de l'exploitation, peut d'une part entraîner une accumulation d'éléments toxiques dans les sols et d'autre part, augmenter les risques de ruissellement de certains éléments vers les eaux de surface. L'utilisation de systèmes de séparation permet cependant de pallier, en partie, ce problème. En effet, la phase solide issue du système de séparation peut, dans certains cas, être exportée hors des zones en excédents structurels. Dans ce cas, l'agriculteur doit gérer ce co-produit et trouver des solutions d'exportation.

Un recensement des installations a permis de déterminer les caractéristiques techniques des différentes filières de traitement biologique du lisier de porcs. Par la suite, une caractérisation des différentes filières a été effectuée et a permis de déterminer d'une part, leurs performances par rapport aux principaux éléments (N, P, Cu, Zn) et d'autre part, les principales caractéristiques des co-produits obtenus afin d'identifier les limites d'utilisation.

Caractérisation des filières de traitement biologique

Un recensement des installations en fonctionnement a été effectué auprès des quatre constructeurs de stations de traitement biologique aérobie du lisier de porcs en Bretagne : Bio-Armor Environnement, Denitral, Val'Conseil Environnement et Technolyse. Par rapport à la production et l'exportation des co-produits, les différentes installations existantes peuvent être classées en 4 types.

– Type 1 : les stations sont composées d'un bassin de stockage et d'homogénéisation du lisier brut suivi d'un réacteur biologique puis, éventuellement, d'un décanteur. Ce type de station engendre un seul co-produit (sans décanteur) : le lisier aéré, ou

deux co-produits (avec décanteur) : le surnageant et les boues biologiques. Dans tous les cas, tous les co-produits sont gérés à l'échelle de l'exploitation.

– Type 2 : les stations sont composées d'un bassin de stockage et d'homogénéisation du lisier brut suivi d'un séparateur de phase de type vis compacteuse. La partie liquide de cette séparation est ensuite envoyée dans un réacteur biologique puis vers un décanteur. Ce type de station engendre un co-produit exportable : le refus de séparation et deux co-produits gérés sur l'exploitation : le surnageant et les boues biologiques.

– Type 3 : les stations sont composées d'un bassin de stockage et d'homogénéisation du lisier brut suivi d'un séparateur de phase de type centrifugeuse. Ce type de séparateur permet une séparation plus efficace que les séparateurs issus des filières de type 2. La partie liquide de cette séparation est ensuite envoyée dans un réacteur biologique puis vers un décanteur. Ce type de station engendre un co-produit exportable : le refus de séparation et deux co-produits gérés sur l'exploitation : le surnageant et les boues biologiques.

– Type 4 : les stations sont composées d'un bassin de stockage et d'homogénéisation du lisier brut suivi d'un séparateur de phase de type vis compacteuse. La partie liquide de cette séparation est ensuite envoyée dans un réacteur biologique puis vers un séparateur de phase mécanique de type « filtre à bande sous vide ». Ce type de station engendre deux co-produits exportables : le refus de séparation du lisier brut et les boues biologiques et un co-produit géré sur l'exploitation : le surnageant.

Le choix du niveau de complexité du traitement est déterminé par le besoin d'éliminer une partie de l'azote ou d'exporter d'autres éléments tels que le phosphore. Les objectifs sont fixés par l'arrêté préfectoral qui autorise l'exploitation en fonction de la situation géographique de l'élevage et des plans d'épandage.

Matériels et méthodes

Dans le cadre de cette étude, quatre types de stations de traitement biologique aérobie du lisier de porcs ont été étudiées sur trois élevages différents. Pour chacune de ces quatre stations, la répartition des éléments dans les différentes phases issues du traitement et la caractérisation des co-produits ont été effectuées.

Description des élevages et des unités de traitement

Les études ont été menées sur trois exploitations différentes entre mars 2000 et juillet 2002. Les trois exploitations étudiées sont des élevages « naisseur-engraisseur » (tableau 1).

L'élevage N°1 était équipé d'une station de traitement composée d'une fosse d'homogénéisation du lisier brut de 340 m³ munie d'un brasseur de 5 kW, d'un réacteur biologique de volume utile de 965 m³, d'un décanteur, d'une fosse de stockage des boues de 1 500 m³ et d'une lagune de stockage du surnageant de 2 000 m³. Cette station correspond au type 1 de la typologie définie précédemment.

Lors du premier suivi, l'élevage N°2 était équipé d'une station de traitement composée d'une fosse d'homogénéisation du lisier brut de 300 m³ munie d'un brasseur de 7,5 kW, d'un séparateur de phase du lisier brut de type vis compacteuse, d'un réacteur biologique de volume utile de 680 m³, d'un décanteur, d'une fosse de stockage des boues de 1 700 m³ et d'une lagune de stockage du surnageant. Dans cette configuration, cette station correspond au type 2. Au cours du second suivi effectué sur cet élevage, le séparateur de phase de type vis compacteuse a été remplacé par un séparateur de type centrifugeuse. Cette station correspond alors au type 3.

Enfin, le troisième élevage était équipé d'une station de traitement composée d'une fosse

d'homogénéisation du lisier brut de 530 m³ munie d'un système de brassage de 0,37 kW, d'un séparateur de phase du lisier brut de type vis compacteuse, d'un réacteur biologique de volume utile de 960 m³, d'un séparateur de phase mécanique du lisier aéré de type « filtre à bande sous vide », d'une lagune de stockage du surnageant (6 000 m³). Cette station correspond au type 4.

Bilan matière

Afin d'estimer précisément les flux de produits au niveau des différents modules, les stations précédemment définies ont été étudiées pendant 8-10 semaines chacune. Ce suivi a compris des bilans matières pour les différents modules du traitement (1) entrée/sortie du séparateur de phase du lisier brut, (2) entrée/sortie du réacteur et (3) entrée/sortie du séparateur de lisier aéré, ainsi qu'un échantillonnage hebdomadaire des différents produits. Les bilans de masse obtenus expérimentalement ainsi que les bilans sur les éléments non biodégradables (P, K, Cu, Zn) étaient compris entre 90 et 115 %. Ces bilans ont été ramenés à 100 % dans la suite de cet article afin de faciliter l'exploitation des résultats.

Méthodes d'analyses

Les analyses de l'azote ammoniacal des lisiers sont effectuées au laboratoire du Cemagref de Rennes par distillation à la vapeur du produit. Pour le dosage de l'azote total, l'échantillon subit une minéralisation suivie d'une distillation à la vapeur.

| Élevage | N°1 | N°2 | N°3 |
|---|-------|-------|-------|
| Quantité de lisier traité (m ³ /j) | 13,7 | 16,5 | 19,5 |
| Truies présentes | 363 | 392 | 420 |
| Truies productives | 286 | 346 | 346 |
| Porcs sevrés par an | 7 200 | 7 752 | 8 332 |
| Places de post sevrage | 970 | 1 800 | 1 226 |
| Porcs charcutiers produit par an | 4 500 | 6 266 | 7 986 |
| Places en engraissement | 1 180 | 1 592 | 2 230 |

◀ Tableau 1 – Principales caractéristiques des élevages.

Les teneurs en matières sèches sont obtenues par séchage du produit à 105°C pendant 48 heures. Les analyses de phosphore total, de cuivre et de zinc ont été effectuées au laboratoire d'analyse départemental des Côtes d'Armor (LDA 22), par spectrophotométrie pour le phosphore et par absorption atomique pour le cuivre et le zinc.

Résultats

Performances des unités et répartition des éléments

La répartition des éléments dans les différentes phases issues du traitement biologique du lisier de porcs est présentée dans le tableau 2 pour les 4 types de filières précédemment identifiés. Les quantités de matière des différentes phases exportables sont présentées dans le tableau 3.

Pour l'azote, des défauts de bilan compris entre 61 et 72 % ont été observés sur les différentes stations.

L'utilisation d'une séparation de phase du lisier brut de type vis compacteuse permet de capter, dans la phase solide (refus de séparation issus des filières de type 2 et 4), 40-45 % des matières sèches,

8-10 % de l'azote, 23-26 % du phosphore et 8-12 % du cuivre et du zinc. Le potassium étant un élément soluble, les quantités captées dans la phase solide issue de la séparation de phase du lisier brut sont équivalentes à la proportion de matière, c'est-à-dire de l'ordre de 4-5 % pour la vis compacteuse.

L'efficacité de la séparation est plus importante avec l'utilisation d'une centrifugeuse. En effet, ce type de séparation permet de capter, dans la phase solide (refus de séparation issus de la filière de type 3), 67 % des matières sèches, 33 % de l'azote, 81 % du phosphore et 30-50 % du cuivre et du zinc. Les quantités de potassium capté lors de cette séparation sont de l'ordre de 8 %.

La séparation de phase du lisier aéré permet de concentrer une partie des éléments dans la phase boue. En effet, lorsqu'il n'y a pas eu de séparation de phase du lisier brut, 70-90 % des matières sèches, du phosphore, du cuivre et du zinc sont présents dans cette phase.

Une partie des éléments étant captée lors de la séparation de phase du lisier brut, les quantités d'éléments dans la phase boue issue des filières 2,

► Tableau 2 – Répartition des principaux éléments dans les co-produits du traitement biologique des lisiers de porcs.

| | Filières de traitement | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------------|------|------|-------------|------|------|-------------|---------|-------------|-------------|------|
| | Type 1 | | | Type 2 | | | Type 3 | | Type 4 | | |
| | RS | BB | SU | <i>RS</i> | BB | SU | <i>RS</i> | BB + SU | <i>RS</i> | <i>BB</i> | SU |
| Matières sèches | 0 | 73,7 | 26,3 | 40,3 | 45,9 | 13,8 | 67,4 | 32,6 | 42,3 | 40,8 | 16,9 |
| Azote | 0 | 21,2 | 7,2 | 8,5 | 28,9 | 1,5 | 33,4 | 1-10 | 10,6 | 20,1 | 1,9 |
| Phosphore | 0 | 71,1 | 28,9 | 22,7 | 63,6 | 13,7 | 80,6 | 19,4 | 26,4 | 64,9 | 8,7 |
| Potassium | 0 | 33,5 | 66,5 | 5,0 | 38 | 57 | 7,9 | 92,1 | 4,5 | 11,7 | 83,8 |
| Cuivre | 0 | 87,3 | 12,7 | 8,0 | 92,0 | 0 | 33,5 | 66,5 | 11,9 | 88,1 | 0 |
| Zinc | 0 | 82,5 | 17,5 | 10,5 | 89,5 | 0 | 51,4 | 48,6 | 11,3 | 88,7 | 0 |

(Les résultats sont exprimés en pourcentage par rapport aux intrants dans la station.

RS : refus de séparation, phase solide issue de la séparation du lisier brut ;

BB : boues biologiques, phase « solide, pâteuse ou liquide » issue de la séparation du lisier aéré ;

SU : surnageant, phase liquide issue de la séparation du lisier aéré. Les produits exportés hors de l'exploitation sont indiqués en **gras et italique**).

| Filières de traitement | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|-----|
| | Type 1 | Type 2 | Type 3 | Type 4 | |
| Type de produit | RS | RS | RS | RS | BB |
| Quantité (kg par m ³ de lisier brut traité) | 0 | 50 | 130 | 45 | 117 |

◀ Tableau 3 – Quantité de co-produits exportables issus des filières de traitement biologique.

(RS : refus de séparation, phase solide issue de la séparation du lisier brut ;
BB : boues biologiques, phase « solide, pâteuse ou liquide » issue de la séparation du lisier aéré).

3 et 4 sont plus faibles. Dans le cas d'une séparation amont de type vis compacteuse, 40-46 % des matières sèches, 65 % du phosphore et 88-92 % du cuivre et du zinc sont concentrés dans la phase boue issue de la séparation du lisier aéré.

Les quantités totales de co-produits sont croissantes avec l'efficacité de la séparation. En effet, ces quantités sont respectivement égales à 50, 130 et 162 kg de co-produits par m³ de lisier brut traité pour les stations de type 2, 3 et 4.

Principales caractéristiques des co-produits exportés

Les prélèvements et les analyses hebdomadaires des différents produits ont permis de déterminer les caractéristiques moyennes des différents co-produits exportables (tableau 4).

Les teneurs en matières sèches des refus de séparation (RS) sont de l'ordre de 320-380 kg/tonne. Une partie importante de cette matière est

| Filières | Type 2 | Type 3 | Type 4 | | |
|---|---------------------------|--------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|
| Co-produits | RS | RS | RS | BB | RS + BB ⁽¹⁾ |
| Matières sèches - kg/tonne | 380 | 324 | 336 | 129 | 186 |
| Matières organiques - kg/tonne - g/kgMS | 333 868 | 248 765 | 285 848 | 78 604 | 135 726 |
| Azote total - kgN/tonne - gN/kgMS | 7,34 19,3 | 10,9 33,6 | 8,22 24,5 | 6,2 48,0 | 6,76 36,3 |
| Azote ammoniacal - kgN/tonne | 2,66 | 4,38 | 3,52 | 0,1 | 1,05 |
| Phosphore - kgP/tonne - gP/kgMS | 5,41 14,2 | 9,12 28,1 | 5,85 17,4 | 6,55 50,8 | 6,36 34,2 |
| Potassium - kgK/tonne - gK/kgMS | 2,5 ⁽²⁾ 6,6 | 2,4 7,4 | 2,3 ⁽²⁾ 6,8 | 2,3 ⁽²⁾ 17,8 | 2,3 12,4 |
| Cuivre - g/tonne - g/kgMS | 54 0,14 | 96 0,30 | 48 0,14 | 140 1,08 | 114 0,61 |
| Zinc - g/tonne - g/kgMS | 119 0,31 | 194 0,60 | 109 0,32 | 342 2,65 | 277 1,49 |
| Ratio N:P:K | 1:0,74:0,34 | 1:0,84:0,22 | 1:0,71:0,28 | 1:1,06:0,37 | 1:0,94:0,34 |

◀ Tableau 4 – Principales caractéristiques des co-produits issus du traitement biologique des lisiers de porcs.

(RS : refus de séparation, phase solide issue de la séparation du lisier brut ;
BB : boues biologiques, phase « solide, pâteuse ou liquide » issue de la séparation du lisier aéré. ⁽¹⁾valeurs calculées, ⁽²⁾valeurs estimées).

sous forme organique (76-87 %). Les teneurs en azote de ces produits sont de l'ordre de 20 gN/kgMS pour les produits issus d'une séparation de type vis compacteuse et de l'ordre de 33 gN/kgMS pour les produits issus d'une séparation de type centrifugeuse. De la même manière, les teneurs en phosphore, cuivre et zinc sont plus importantes dans le cas d'une centrifugeuse que dans le cas d'une vis compacteuse. En ce qui concerne le potassium, les teneurs sont équivalentes dans les différents refus de séparation et de l'ordre de 6-7 gK/kgMS.

Pour les boues biologiques (BB) de la filière de type 4, les teneurs en matières sèches et matières organiques sont de l'ordre de 129 et 78 kg/tonne, respectivement. Globalement, les teneurs des autres éléments par unité de matière sèche sont plus élevées que pour les refus de séparation. Ces concentrations sont respectivement de l'ordre de 48 ; 51 ; 18 ; 1,1 et 2,6 g/kgMS pour l'azote, le phosphore, le potassium, le cuivre et le zinc. Le mélange des deux co-produits (RS + BB) issus des différentes séparations de la filière de type 4 engendre un produit avec des teneurs en matières sèches et matières organiques de 186 et 135 kg/tonne, respectivement. Dans ce cas, les teneurs en azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc sont respectivement de 36,3 ; 34,2 ; 12,4 ; 0,6 et 1,5 g/kgMS.

Discussions

Les défauts de bilan d'azote mesurés correspondent principalement à l'azote éliminé sous forme gazeuse dans le réacteur biologique de traitement. Ces données sont similaires aux taux d'élimination habituellement observés au cours du traitement biologique des lisiers de porcs (Béline *et al.*, 1998 ; Burton, 1992).

Pour la filière de type 1, aucun co-produit n'est exporté. La totalité des éléments non biodégradables est épanchée sur l'exploitation. L'ajout d'une séparation de phase du lisier brut de type vis compacteuse ou de type centrifugeuse permet d'augmenter la quantité d'éléments exportés.

En effet, les filières de type 2 permettent d'exporter 40 % de la matière sèche, 20 à 25 % du phosphore et 8 à 10 % des métaux lourds (cuivre et zinc). Les quantités exportables sont largement plus importantes en utilisant une centrifugeuse (type 3) et de l'ordre de 67, 80 et 50-70 % pour la matière sèche, le phosphore et les métaux lourds (cuivre et zinc). La séparation de phase du lisier brut de type vis compacteuse, couplée à une séparation de phase mécanique de type « filtre à bande sous vide » du lisier aéré (type 4), permet d'exporter des quantités d'éléments sensiblement supérieures à celles obtenues avec les filières de type 3, notamment au niveau des métaux lourds. En effet, les exportations sont, dans ce cas, de l'ordre de 83, 90, 100 % pour la matière sèche, le phosphore et les métaux lourds. Dans tous les cas, l'exportation éventuelle de potassium est relativement faible et comprise entre 0 et 15 %. Les performances de séparation observées au cours de cette étude sont similaires aux performances citées dans la littérature pour des équipements équivalents (Burton *et al.*, 1997).

L'élimination de l'azote dans le réacteur biologique couplée à l'exportation des co-produits permet d'envisager une réduction des surfaces nécessaires pour l'épandage des produits restant sur l'exploitation. La réduction de surface dépend des limites fixées et des éléments pris en considération. À partir des résultats obtenus, une simulation, en fonction du type de filière, des performances de traitement du lisier issu d'une exploitation de type « naisseur-engraisseur » de 150 truies a été effectuée. La simulation permet de calculer les quantités des différents éléments qui devront être gérées sur l'exploitation concernée. À partir de ces données, il est possible de calculer, suivant la filière choisie, la surface nécessaire pour l'application de ces produits en fonction des critères choisis (tableau 5).

Les limites envisagées sont de natures variables. En effet, seule la limite « azote » est, pour l'instant, issue d'une mesure réglementaire. Les limites de phosphore et de potassium sont raisonnées dans

► Tableau 5 –
Limites des apports
sur les terres agricoles.

| N kgN/ha.an | P kgP/ha.an | K kgK/ha.an | Cu g/ha.an | Zn g/ha.an |
|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| 170 | 42 | 91 | 1 000 | 3 000 |

un contexte agronomique alors que les flux de cuivre et zinc sont issus d'une réglementation concernant les boues de station d'épuration des eaux usées, non applicable, pour l'instant, aux déjections animales. Ces résultats sont présentés pour chaque élément afin de distinguer, dans chacun des cas, les principales limites d'utilisation (tableau 6).

En se basant uniquement sur l'azote, toutes les filières permettent une diminution importante de la surface nécessaire au niveau de l'exploitation pour la gestion des déjections. En effet, cette surface est comprise entre 1 et 18 hectares alors que la surface nécessaire pour la gestion du lisier brut est de 62 hectares. Pour les autres éléments, la réduction des surfaces nécessaires dépend de l'efficacité des différents modules de séparation. Le phosphore et le cuivre étant les principaux éléments limitant l'épandage du lisier brut, on retrouve ces mêmes éléments pour la limitation de la gestion des produits issus du traitement. À titre d'exemple, si l'on considère le phosphore, la réduction de surface est respectivement de 0, 22, 81 et 91 % pour les filières de type 1, 2, 3 et 4. Par rapport à la gestion des co-produits et à l'équilibre des éléments sur l'exploitation, les filières de type 3 et 4 semblent les mieux adaptées. Dans ces deux cas, le principal facteur limitant devient le potassium.

L'augmentation importante des quantités de co-produits montre que la valorisation de ces produits

est l'un des enjeux majeurs du développement des stations de traitement du lisier de porcs. Les filières de traitement-valorisation restent à mettre en place dans un certain nombre de cas. De plus, les résultats obtenus montrent cependant que les concentrations actuelles en cuivre et en zinc sont importantes, parfois limitantes et représentent surtout un facteur qui risque de rendre difficile l'exportation des co-produits. En effet, bien que les concentrations des différents co-produits (excepté les boues biologiques pour le cuivre) soient en dessous des seuils actuels, fixés par l'arrêté sur les boues (08/01/1998) à 1 gCu/kgMS et 3 gZn/kgMS, ces éléments sont des facteurs limitant la valorisation des produits, notamment par rapport à la nouvelle norme NF U 44-051 (en cours de révision) et les différents labels qui fixent des normes plus strictes, de l'ordre de 0,1-0,3 gCu/kgMS et 0,3-0,6 gZn/kgMS. La réduction des intrants dans l'alimentation des porcs devrait probablement permettre d'atténuer ce problème.

En ce qui concerne les éléments nutritifs (N, P, K) et en se basant sur un ratio N:P:K de 170:42:91, soit 1:0,25:0,53, le premier facteur limitant est, dans tous les cas, le phosphore. D'après ces résultats, il convient de raisonner les apports de ces produits en fonction des besoins en phosphore et d'utiliser, au besoin, des compléments pour les autres éléments.

| | Aucun traitement | | Traitement type 1 | | Traitement type 2 | | Traitement type 3 | | Traitement type 4 | |
|-----------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| | Quantité ⁽¹⁾ | Surface ⁽²⁾ |
| Azote | 10,6 | 62 | 3,0 | 18 | 3,0 | 18 | < 1 | < 6 | 0,2 | 1 |
| Phosphore | 3,1 | 73 | 3,1 | 73 | 2,4 | 56 | 0,6 | 11 | 0,3 | 7 |
| Potassium | 3,7 | 41 | 3,7 | 41 | 3,5 | 39 | 3,4 | 38 | 3,1 | 34 |
| Cuivre | 72,3 | 72 | 72,3 | 72 | 66,0 | 66 | 48 | 48 | 0 | 0 |
| Zinc | 132,0 | 44 | 132,0 | 44 | 118,0 | 40 | 64 | 21 | 0 | 0 |

◀ Tableau 6 – Quantité annuelle de produits gérés sur l'exploitation en fonction du type de traitement et surfaces nécessaires pour l'épandage.

(Résultats obtenus à partir de la simulation des performances de traitement du lisier issus d'un élevage « naisseur-engraisseur » de 150 truies. ⁽¹⁾les quantités sont exprimées en tonne pour l'azote, le phosphore et le potassium et en kg pour le cuivre et le zinc. ⁽²⁾les surfaces sont exprimées en hectares).

Conclusion

La politique de réduction de la pollution azotée a conduit des éleveurs de porcs à mettre en place un système de traitement du lisier de porcs. Parmi les différents systèmes existants, le traitement biologique aérobie s'est largement développé et représente plus de 80 % des installations de traitement existantes actuellement. Ce type de traitement est bien adapté à l'azote puisqu'il permet une élimination sous forme gazeuse de 60 à 70 % de l'azote initial du lisier. Des modules supplémentaires de séparation de phases permettent d'adapter le système vis-à-vis d'autres éléments « non biodégradables » tel que le phosphore. En effet, selon les besoins, ces techniques permettent de capter de 23 à 92 % du phosphore dans une phase solide exportable hors de l'exploitation. Les différentes filières de traitement biologique aérobie du lisier permettent donc de s'adapter au contexte

et de respecter l'équilibre agronomique de l'exploitation en ce qui concerne l'azote et le phosphore. Dans tous les cas, les quantités de potassium gérées sur l'exploitation restent très importantes.

Cependant, la pérennité de ces filières repose sur l'exportation et la valorisation d'une partie des co-produits. Afin de répondre aux principaux critères de qualité nécessaires à leurs valorisations, les teneurs en cuivre et en zinc de ces produits doivent être réduites. Cette réduction requiert une baisse importante des intrants, c'est-à-dire une réduction significative des concentrations en cuivre et en zinc de l'alimentation des porcs. De plus, la valorisation de ces co-produits solides nécessite le développement de filières (post-traitement, commercialisation...) permettant de garantir une qualité constante au cours du temps. □

Remerciements

Ce projet est soutenu financièrement par le ministère de l'Agriculture et de la Pêche (DERF) et l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME). Les résultats ont fait l'objet d'une présentation orale et écrite aux « Journées de la recherche porcine » en février 2003.

Résumé

Les performances de quatre stations de traitement biologique aérobie du lisier de porcs ont été déterminées à travers la répartition des principaux éléments tels que l'azote, le phosphore, le potassium, le cuivre et le zinc dans les co-produits. Différents séparateurs ont été évalués au cours de ce travail : vis compacteuse et centrifugeuse pour la séparation du lisier brut et filtre à bande sous vide pour la séparation du lisier aéré. Dans tous les cas, 60 à 70 % de l'azote sont éliminés sous forme gazeuse. L'utilisation d'une vis compacteuse pour séparer le lisier brut permet de capter, dans la phase solide, une partie des éléments non biodégradables tels que le phosphore (20-25 %), le cuivre et le zinc (8-10 %). Les performances de séparation sont plus importantes avec l'utilisation d'une centrifugeuse et peuvent atteindre 80 % pour le phosphore et 50-70 % pour le cuivre et le zinc. L'utilisation d'une vis compacteuse pour la séparation du lisier brut et d'un filtre à bande sous vide pour la séparation du lisier aéré, permet de capter 90 % du phosphore et la totalité du cuivre et du zinc. Les caractéristiques des différents produits solides obtenus ont été déterminées au cours de cette étude. Les concentrations en cuivre et en zinc sont importantes et peuvent atteindre 96 gCu/tonne et 194 gZn/tonne pour le refus issu de la centrifugeuse et 140 gCu/tonne et 342 gZn/tonne pour la phase solide issue de la filtration sous vide du lisier aéré.

Abstract

The efficiency of four biological aerobic treatment units was studied as regards nutrient removal performances and repartition of compounds (nitrogen, phosphorus, potassium, copper and zinc). Several type of separators were evaluated : press-auger separator and decanter centrifuge for the separation of the raw slurry and vacuum sieve-belt separator for the separation of the aerated slurry. Between 60 and 70% of the nitrogen was removed in gaseous form. The separation efficiency for the press-auger was 20-25% for phosphorus and 8-10% for copper and zinc. Efficiency was improved with the use of the decanter centrifuge and could raise 80% for phosphorus and 50-70% for copper and zinc. With the use of press-auger for the separation of the raw slurry and vacuum sieve-belt for the separation of the aerated slurry, 90% of phosphorus and the totality of copper and zinc were concentrated in the solid phases. By-products characteristics were obtained during this study. Copper and zinc concentration up to 96 gCu/ton and 194 gZn/ton for the solid phase from the press-auger separator and 140 gCu/ton and 342 gZn/ton from the vacuum sieve-belt separator were obtained.

Bibliographie

- BÉLINE, F., MARTINEZ, J., BURTON, C.-H., 1998, *Vecteur Environnement*, 31, p. 38-48.
- BÉLINE, F., DAUMER, M.-L., GUIZIOU, F., RAPION, P., 2001, *Bilan de fonctionnement des unités de traitement biologique aérobie du lisier de porcs*, rapport d'étude Cemagref, 122 p.
- BURTON, C.-H., 1992. *J. of Agric. Engng Res.*, 53, p. 249-272.
- BURTON, C.-H., BECK, J., BLOXHAM, P.-F., DERIKX, P.-J.-L., MARTINEZ, J., 1997. *Manure management. Treatment strategies for sustainable agriculture*. Burton C.-H. éd., Silsoe Research Institute, 181 p.
- DIREN, 1999, *États des eaux en Bretagne*, ministère de l'Environnement, Rennes, 12 p.
- GITTON, C., HURVOIS, Y., 1999. IN *Comment concilier production porcine et protection de l'environnement ?*, p. 115-130, Cemagref éd., 165 p.
- SCEES, 1999, *Statistiques agricoles annuelles, résultats de 1998*, ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Agreste N°117, 172 p.

Photo – Catherine Boutin (Cemagref)

