

LE TRAITEMENT À LA FERME DES LISIERS DE PORCS EXCÉDENTAIRES

Une étude de cas, l'unité de traitement de la Coopérative Agricole Lauragaise

J. COILLARD (1), C. TEXIER (2)

(1) CEMAGREF, Groupement de Lyon, Division Qualité des Eaux - 3 bis, Quai Chauveau, 69336 Lyon 09

(2) I.T.P., Secteur Environnement - 149, rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12

Les élevages de porcs, surtout les plus grands, sont de plus en plus souvent confrontés à des problèmes d'excédents de lisier qui ne leur permettent plus une gestion agronomique respectueuse de l'environnement. En France, ce problème se pose surtout dans des régions à forte concentration, mais également dans d'autres régions. Ainsi l'élevage naisseur de 1 100 truies de la C.A.L. à La Pomarède, près de Castelnaudary dans l'Aude disposait d'un plan d'épandage réduit (35 ha de prairies). Il a dû s'équiper d'un dispositif de gestion et de traitement de ses lisiers qui lui permettent de gérer, à dose agronomique, sur cette surface, l'effluent traité, et exporter sous une forme solide, le résidu issu du traitement. La filière de traitement comprend deux étapes principales : une séparation de phase poussée en tête, mettant en oeuvre une floculation-centrifugation, une étape de traitement biologique de type nitrification-dénitrification de la phase liquide. Cette unité a été mise en route en janvier 1993. Après 6 mois, les bons régimes de fonctionnement ont été définis pour les deux étages. Les objectifs assignés de traitement sont largement atteints, puisque l'effluent traité ne contient plus que 0,120 kg N/m³ et 0,08 kg P₂O₅/m³, alors que l'arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter n'imposait que 0,525 kg N/m³ et 0,267 kg P₂O₅/m³ d'effluent traité pour un rejet de 35 m³/j. Ces performances ont été obtenues en conditions estivales. Elles devront être confirmées en conditions hivernales. Les refus solides issus de traitement riches en phosphore et azote organique sont évacués par un entrepreneur agricole qui les utilise comme engrais organique. Les coûts de fonctionnement s'élèvent à 22 F/m³ de lisier brut traité. Ils pourront, sans doute, être légèrement abaissés par optimisation de la dose de floculant utilisée dans la première étape, et de la dépense énergétique de l'aération qui sera pilotée, à l'avenir, par sonde Redox avec les valeurs de consignes adaptées. Les coûts d'investissement de la filière complète s'élèvent à 3 800 000 F, soit une charge d'amortissement (hors frais financiers, et compte non tenu des subventions) de 30 F/m³ de lisier brut traité. Des aides normales de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse de 1 200 000 F et une aide exceptionnelle de la région Languedoc-Roussillon de 1 000 000 F permettent d'abaisser le coût réel d'investissement. Néanmoins, si cette filière, qui constitue une première en France donne des résultats techniquement satisfaisants, elle a un impact financier non négligeable sur la filière porc dans une région où pourtant les élevages de porcs ne sont pas confrontés aux problèmes de concentration que l'on peut rencontrer dans d'autres régions françaises.

On-farm treatment of pig slurry surpluses: case study of the C.A.L. treatment unit.

Pig production units, particularly the larger units, are increasingly confronted with pig slurry surpluses which are no longer compatible with environmentally respectful agronomical management. The problem is particularly important in high concentration areas, but also in some other parts of France. The production unit of the Coopérative Agricole Lauragaise (C.A.L.) in La Pomarède near Castelnaudary in south west France, with its 1100 sows, had a small sewage farm (35 ha of grassland). It was obliged to try a new pig slurry treatment and management system allowing (1) the agronomical management of the treated effluent on this surface area, and (2) removal of the solid residue of the treated effluent. The treatment consists of two main stages: phase separation by «floculation - centrifugation» followed by a «nitrification - denitrification» biological treatment of the liquid phase. The process started in January 1993. After 6 months, the working rates were defined for both stages. As expected, the objectives were clearly reached, with the treated effluent containing only 0.120 kg N/m³ and 0.08 kg P₂O₅/m³ of treated effluent, while the local regulations from the administration required 0.525 kg N/m³ and 0.267 kg P₂O₅/m³ of treated effluent for a production of 35 m³/day. These results were obtained in summer but they must be confirmed during winter. The solid treatment residues are evacuated by a farmer as organic manure. Functioning costs are 22 FF/m³ of raw slurry treated, but they can probably be reduced by optimizing the dose of flocculant used in the first stage and the energy consumption for aeration which will be controlled by a redox probe with adapted order values. Total investment costs reach 3 800 000 FF with writing off costs of 30 FF m³ (not including subsidies or financial costs). Normal financial aid of 1 200 000 from the water agency Rhône-Méditerranée-Corse and a special subsidy of 1 000 000 from the Languedoc-Roussillon region make it possible to reduce real investment costs. If this new process is accepted as technically satisfying, it also has a considerable financial impact on pig breeding in an area where pig herds are not as concentrated as in other parts of France.

INTRODUCTION

Les élevages de toutes espèces animales sont confrontés actuellement de plus en plus souvent à des problèmes d'environnement. C'est parfois le cas des élevages de porcs, souvent de taille importante, qui peuvent être confrontés à deux types de problèmes :

- **nuisances liées aux mauvaises odeurs** (odeur des bâtiments, odeur des lisiers au stockage et à l'épandage, etc ...). Dans ce cas, de bonnes pratiques ou quelques solutions techniques permettront d'atténuer fortement, voire supprimer, ces inconvénients.
- **excédents de déjections** pour les plus grands d'entre eux, qui se présentent le plus souvent sous la forme de lisier. Dans cette situation leur gestion rationnelle par épandage agricole à doses agronomiques n'est plus possible.

Ces excédents, suivant la situation géographique de l'élevage peuvent être individuels, à la taille d'une région, voire d'un pays. Il s'agit alors d'excédents structurels (certaines zones de Bretagne, cas des Pays-Bas).

Dans cette situation, lorsque toutes les solutions locales ou régionales d'échanges de type «*banque de lisier*» entre producteurs et utilisateurs ont été épuisées ou sont impossibles, on peut penser alors avoir recours à des techniques de traitement adaptées permettant l'élimination et/ou l'exportation des éléments excédentaires.

Suivant l'ampleur du problème, la résorption des excédents peut être envisagée, soit dans des unités individuelles (à la ferme), soit dans des unités collectives (unités centralisées = usines)

En ce qui concerne la France, les recherches de solutions adaptées sont entreprises dans ces deux directions et les choix à l'avenir pourraient se faire de deux façons.

À court terme, de nombreux élevages, confrontés à ce problème, devraient avoir recours à des techniques de traitement individuel, adaptées à leur propre problème.

À moyen terme, dans les régions à fortes concentrations, il est possible que l'on ait recours à des solutions de gestion des excédents passant par des traitements collectifs. C'est d'ailleurs dans cette voie que s'engagent les Pays-Bas.

Il est à noter que dans tous les cas, le traitement n'évitera pas d'avoir à gérer les différents produits liquides et solides qui en sont issus, et à leur assurer un débouché.

L'exposé qui suit présente le problème qui s'est posé à l'élevage de la C.A.L. à la Pomarède, près de Castelnaudary, ainsi que la solution qui a été retenue. Celle-ci consiste en une unité individuelle de traitement poussé d'élimination de l'azote et d'exportation du phosphore du lisier produit par cet élevage. Elle constitue encore, à ce jour, la seule référence en France, en vraie grandeur, d'une unité de ce type. Son étude présente un intérêt certain et nous nous proposons d'évaluer les performances obtenues sur ce type d'installation, ainsi que son impact économique.

1. L'UNITÉ DE TRAITEMENT DE LA C.A.L.

Dans sa situation initiale (avant 1992), l'élevage de la C.A.L.

était un élevage de sélection de 300 truies produisant 5 600 porcelets par an, dont 2 600 femelles reproductrices commercialisées à 110 kg.

Le lisier produit par cet élevage, très dilué naturellement, était soumis à un traitement de désodorisation de type «*stockage aéré*», précédé d'un tamisage. Le liquide ainsi traité était épandu sur les surfaces agricoles voisines de l'élevage.

Les responsables de la C.A.L. ont jugé qu'il était vital, pour le maintien de la production de porcs dans la région, de créer sur le même site un élevage de naisseur collectif pour approvisionner en porcelets de qualité les élevages engraisseurs de la région.

Un élevage de 800 truies en système naisseur à 25 kg a été construit en 1992.

1.1. Volumes à traiter

Les effectifs porcins des deux élevages, l'ancien et le nouveau, représentent aujourd'hui 1 100 truies et une production annuelle que l'on peut estimer à 20 000 porcelets vendus à 25 kg et 2 600 porcs (cochettes de multiplication) élevés de 7 à 110 kg.

Les volumes de lisier à traiter correspondent aux productions annuelles des 1 100 truies reproductrices, des 22 600 porcelets produits entre 7 et 25 kg et des 2 600 femelles engraisées entre 25 et 110 kg.

Les calculs théoriques situent le volume annuel de lisier à environ 14 600 m³, soit 40 m³/jour. Cette quantité journalière représente 1 600 kg de matières sèches, 1 500 kg de DCO et 540 kg de DBO₅ rejetées, mais aussi 160 kg d'azote dont 75 % d'ammoniac.

Il a fallu se préoccuper de réunir les surfaces agricoles nécessaires à la valorisation des 58 tonnes d'azote rejetées dans l'année. La démarche entreprise, en vue de trouver un plan d'épandage correctement dimensionné au voisinage de l'élevage, n'ayant pu se concrétiser au dernier moment, la coopérative a dû se résoudre à s'orienter vers un dispositif de gestion du lisier sur un plan d'épandage réduit passant par un traitement poussé d'élimination biologique de l'azote et permettant l'exportation du phosphore excédentaire.

1.2. Rejets azotés autorisés

L'arrêté préfectoral de l'Aude du 25 mars 1992 donne l'autorisation d'exploiter ce nouvel élevage avec comme contrainte environnementale l'épandage annuel de 12 500 m³ de lisier traité, dont la concentration ne doit pas dépasser 0,525 g/l en azote et 0,267 g/l en acide phosphorique.

Le cahier des charges simplifié, imposé par les différentes contraintes environnementales au dispositif de traitement, peut se résumer de la façon suivante :

- impossibilité de rejeter l'effluent, après traitement, directement dans la rivière voisine
- désodoriser le lisier avant son stockage et son utilisation
- stocker au moins 4 mois avant épandage afin de permettre son utilisation à des périodes propices
- compte tenu du plan d'épandage «*minimum*» disponible (35 ha de prairies), éliminer l'excédent d'azote par nitrification

- dénitrification biologique, afin de pouvoir épandre l'azote résiduel de la phase liquide, à raison de 170 U N/ha/an sur cette surface.
- pour la même raison, exporter le phosphore sous la forme d'un résidu solide. Le résiduel de phosphore, non exporté ne devant pas apporter plus de 125 U P₂O₅/ha/an sur les prairies.

À partir d'un cahier des charges techniques établi par le Cemagref - Groupements de Lyon et Rennes, une consultation restreinte d'entreprises a été lancée par la C.A.L. auprès des principaux traiteurs d'eau ayant des compétences dans le traitement des effluents d'élevage. C'est la société **Ternois Epuration S.A.** qui a été retenue.

1.3. Présentation de l'installation

L'unité de traitement des lisiers de la C.A.L. a été réalisée à l'automne 1992 et « mise en lisier » fin décembre. Elle comprend deux étages de traitement. Le prétraitement de séparation de phase aboutit à la production d'un refus de centrifugation exporté et d'un effluent liquide à traiter. L'étage biologique du type boue activée à faible charge, en bassin unique, assure la nitrification - dénitrification de l'azote du centrat.

L'ensemble des installations comporte (schéma) :

- une fosse d'homogénéisation pour la réception des lisiers de 70 m³,
- un poste de relèvement avec dégrillage fin (1 mm),
- un bac tampon de 12 m³ (mélange de lisier et de boues biologiques en excès),
- un poste de préparation du polymère pour la floculation,
- un poste de centrifugation (débit 7 m³/h),
- un bassin d'aération - anoxie de 1 350 m³ équipé de deux aérateurs de surface,
- un poste de dégazage - décantation pour clarifier l'effluent traité,
- deux bassins de stockage de 3 000 et 2 500 m³,
- un dispositif d'épandage par rampe d'irrigation avec enrouleur.

Les deux postes principaux de séparation et d'aération sont décrits succinctement ci-après :

- La séparation de phase est réalisée à l'aide d'une décanteuse centrifugeuse à axe horizontal Guinard D3 LC 20 2 PH BL 1L (matériel appelé communément « centrifugeuse »), alimentée par une pompe volumétrique de type colimaçon Seepex 10 - 6 LBN avec variateur 1,25 - 10 m³/h. L'adjonction de flocculant se fait à l'aide d'une pompe doseuse. Celui-ci est injecté dans la canalisation en amont de la pompe d'alimentation de la centrifugeuse. Le refus solide est évacué à l'aide d'une pompe volumétrique gavageuse Seepex 10 - 12 BT11 - 1530 0,5 - 3 m³/h par une canalisation dont le contenu se déverse gravitairement dans deux bennes de transport routier.
- L'aération est conduite dans un bassin de traitement de 1 350 m³, qui assure un temps de rétention hydraulique de l'effluent supérieur à 40 jours. Il est équipé de deux aérateurs de type turbines rapides de puissance unitaire installée de 22 kW et d'une capacité d'oxygénation théorique de 52 kg d'oxygène/heure. Le mode de fonctionnement des aérateurs est syncopé afin de réaliser successivement des phases aérobies, pour permettre le traitement de la charge carbonée et la nitrification, et des phases anaérobies pour permettre

la dénitrification. La commande des aérateurs (marche-arrêt) peut s'effectuer de trois façons, soit à l'aide d'un automate programmable (Microdelta), soit à l'aide d'une sonde mesurant le potentiel d'oxydoréduction (P.O.R.) sur les valeurs de consignes mini-maxi, soit de façon mixte avec un aérateur sur automate et l'autre sur Redox.

Un troisième ouvrage, le clarificateur permet la décantation des boues biologiques issues du traitement et le rejet d'un effluent surnageant vers les bassins de stockage. Il permet aussi d'extraire les boues en excès qui sont séparées avec le lisier sur la centrifugeuse. En régime stable, l'extraction des boues en excès est programmée par doseur cyclique qui commande un temps de fonctionnement de la pompe d'extraction d'1 mn toutes les 10 mn sur 9 h par jour, soit un volume extrait de 28 m³/j pour 35 m³ de lisier brut traité/jour.

2. PREMIERS RÉSULTATS ET COMMENTAIRES

2.1. Mise au point de l'étape de séparation de phase

Cette première étape est destinée à séparer d'une manière très poussée et conjointement les matières en suspension contenues dans le lisier brut initial et les boues biologiques en excès issues du traitement biologique.

2.1.1. Objectif

La séparation de phase répond à un triple objectif :

- capter efficacement les boues biologiques en excès,
- produire un résidu solide pelletable, facile à transporter en vue de son exportation pour une utilisation hors du plan d'épandage disponible à la C.A.L.
- alléger le traitement biologique qui suit et lui permettre ainsi d'atteindre les performances demandées au moindre coût énergétique (électricité).

L'optimisation de cette étape consiste à obtenir la capture maximale sur les principaux paramètres étudiés (MS, MES, DCO, DBO₅, NK, NH₄⁺, Pt) au moindre coût de fonctionnement.

La question qui se posait à nous était de savoir s'il fallait utiliser un adjuvant de floculation (polymère = polyélectrolyte) ou non, et si la réponse était positive, à quelle dose ?

Il faut que l'abattement de la charge à traiter reçue sur l'étage biologique soit obtenu avec un coût de flocculant inférieur à celui de l'énergie électrique, qui serait nécessaire pour éliminer cette même charge par voie biologique.

Le flocculant utilisé est un polyélectrolyte moyennement cationique bien adapté à ce type de produit. Il s'agit du *Stockausen 644 BC* utilisé en solution à 2 g/l. Il a été sélectionné après une étude comparative avec d'autres produits de la gamme de ce fournisseur.

2.1.2. Résultats

L'examen des résultats du tableau 1 montre l'efficacité de l'utilisation du polyélectrolyte, ainsi que l'influence de la dose utilisée.

Tableau 1 - Séparation de phase et effet du floculant sur la centrifugation du mélange lisier et boues biologiques en excès

	Lisier + boues entrée centrifugation (mg/l)	Sans polymère		Polymère dose 1		Polymère dose 2	
		Centrat (mg/l)	Abattement (%)	Centrat (mg/l)	Abattement (%)	Centrat (mg/l)	Abattement (%)
MS	36 103	17 695	51	10 321	71	12 696	64
MES	21 692	2 711	87	1 278	94	2 921	86
DCO	41 640	21 235	49	10 815	74	14 356	65
DBO₅	8 115	6 133	24	4 353	46	4 566	43
NTK	2 432	2 087	14	1 526	37	1 635	32
N-NH₄⁺	1 297	1 311	-	1 180	9	1 261	3
Pt	836	350	58	120	85	196	76
Débit massique centrifugation (kg MS/h)		162,5		162,5		162,5	
polymère (kg/h)		-		0,54		0,34	
Consommation polymère (kg/t MS)		-		3,3		2,1	
Siccité refus (%)		25,0		22,7		23,1	

À la dose de 3,3 kg de matière active/tonne de matière sèche de produit traité, les pourcentages d'abattement sont très élevés. Ils restent encore très corrects à la dose de 2,1 kg.

Dans les deux cas, les taux de capture sont nettement plus élevés que sans floculant, notamment sur la pollution dissoute (DBO₅) ainsi que sur l'azote NK, et nous avons retenu comme dose de polymère à utiliser une dose voisine de 3 kg de matière active/tonne de matière sèche d'effluent à traiter.

Les refus issus de la centrifugeuse représentent 272 kg de MS par tonne, 9,2 kg de NK, 16,6 kg de P₂O₅ et 3,1 kg de K₂O.

D'autres avantages sont apparus, à l'usage, en faveur de l'utilisation de polymère, et notamment :

- une augmentation du débit d'alimentation (donc du débit massique) de la centrifugeuse qui passe de 5 m³/h à 7,5 m³/h, d'où un temps de fonctionnement plus court pour la même quantité traitée avec une consommation électrique plus faible sur ce poste et une moindre usure du matériel ;
- une plus grande facilité à évacuer le refus de centrifugation dans la tuyauterie de refoulement du fait du pouvoir «lubrifiant» des boues captées avec le polymère.

Nous ne sommes pas encore en mesure de fournir un bilan matière complet suffisamment précis, qui permettrait de quantifier l'azote et le phosphore «exportés» par les refus de centrifugation, mais ces refus représenteraient en première approche environ 15 % du poids du lisier brut produit. En effet, sur une période de 77 jours consécutifs en régime stable, il a été extrait environ 415 tonnes de boues pour 2 600 m³ de lisier brut traité. Un bilan plus précis des refus de centrifugation sera établi après une année de fonctionnement à charge nominale.

En calculant de façon théorique, avec et sans polymère, le besoin global en oxygène, nous pouvons mesurer l'impact de l'utilisation de floculant à la dose de 3,3 kg de matière active par tonne de matière sèche dans l'effluent à traiter sur l'économie d'oxygène réalisée pour assurer le traitement biologique du lisier.

Les besoins globaux en oxygène baissent de 862 à 598 kg/jour. L'emploi de floculant, à cette dose, entraîne une diminution de 30 % du temps de fonctionnement théorique des aérateurs, soit 7 heures/jour et **une économie annuelle** de : 44 kWh x 7 h x 365 j x 0,45 F = **50 600 F**.

D'autre part, l'utilisation de polymère autorise un débit d'au moins 7 m³/h sur la centrifugeuse contre 5 m³/h sans polymère, soit une réduction de 4 heures/jour. Il en découle une **économie annuelle** de :

$$33,5 \text{ kWh} \times 4 \text{ h} \times 260 \text{ j} \times 0,45 \text{ F} = \mathbf{16\ 000 \text{ F}}$$

Mais la consommation de polymère entraîne un coût de fonctionnement que nous calculons ainsi :

- MS (lisier brut + boues biologiques en excès) = 32,5 g/l
- débit massique journalier sur la centrifugeuse = 32,5 g/l x 7 m³/h x 10 h = 2 300 kg MS/j.
- à raison de 3,3 kg de matière active de polymère/tonne de matière sèche à traiter, cela représente 7,5 kg de polymère/j, soit un **coût annuel** de : 7,5 kg x 260 j x 28 F = **55 000 F**.

Si l'avantage financier en terme de coûts de fonctionnement (- 11 600 F/an) n'apparaît pas très évident à partir de ce calcul, de nombreux avantages techniques qui découlent de l'emploi de polymère militent en faveur de cette utilisation :

- durée de fonctionnement des turbines d'aération réduite, offrant une marge de sécurité importante pour atteindre les performances demandées, ainsi que la possibilité de ménager des périodes d'arrêt suffisamment longues des aérateurs pour obtenir une bonne dénitrification,
- assurance d'une bonne captation des boues biologiques en excès,
- taux de capture très élevé sur le phosphore permettant en grande partie son élimination dans les refus solides et garantissant le respect du cahier des charges en toute sécurité,
- des facilités d'exploitation de la centrifugeuse,
- débit plus important, moindre usure du matériel, refus moins abrasif.

Le fonctionnement de l'installation se fera donc à la lumière de ces essais en utilisant du polyélectrolyte à la dose de **3 kg de matière active/tonne de matière sèche de substrat traité**.

2.2. Étude du traitement biologique

2.2.1. Objectif

L'objectif de cette seconde étape est d'éliminer, par voie biologique, l'azote résiduel du lisier après la séparation de phase, à un niveau tel que l'on puisse utiliser la phase liquide traitée en irrigation sur les 35 ha de prairies, sans dépasser, conformément au cahier des charges la dose annuelle de 170 U N/ha et de 125 U P₂O₅/ha.

2.2.2. Montée en charge de l'étage de traitement biologique

La mise en route de l'installation a eu lieu début janvier 1993. Le bassin d'aération a été rempli avec de l'eau claire (1 300 m³) et alimenté au jour le jour par le lisier produit par l'élevage. Trois régimes d'aération ont été appliqués successivement.

- De janvier à avril 1993, le temps de fonctionnement des aérateurs a été calculé en fonction de la charge théorique rejetée par l'élevage, et compte tenu de la nécessité d'initier le process biologique et, en particulier, la nitrification dans des conditions climatiques défavorables (basses températures) à la charge nominale. Commandés par

l'automate (Microdelta), les aérateurs ont alors fonctionné **50 mn/h sur 24 heures, soit 20 h/j chacun**.

- À partir d'avril 1993 jusqu'à début juillet, après la mise au point du mode de fonctionnement de l'étage de séparation de phase avec flocculant, et compte tenu de la réduction consécutive de la charge reçue sur l'étage biologique, les aérateurs commandés par l'automate ont fonctionné **45 mn/h sur 22 h/j, soit 16,5 h/j chacun**. De plus, deux heures par jour d'arrêt supplémentaires (anoxie) de 3 h à 5 h du matin ont été ménagées pour permettre une bonne dénitrification dans le bassin.
- Enfin, de juillet 1993 à mi-septembre, les aérateurs ont été asservis à des valeurs de consignes du potentiel d'oxydoréduction comprises entre une valeur mini 0 mV (E Ag/AgCl) et une valeur maxi + 150 mV (E Ag/AgCl).

Dans ces conditions, le temps de fonctionnement journalier des aérateurs a été réduit à 9 h/j chacun. Ces valeurs sont considérées comme devant permettre un bon niveau de traitement d'élimination de l'azote, tout en minimisant le temps de fonctionnement des aérateurs. Les performances obtenues avec ce mode de fonctionnement ne sont pas présentées car encore en cours d'interprétation à ce jour.

2.2.3. Résultats

Les résultats du traitement biologique sont donnés sur les temps de fonctionnement appliqués d'avril à juillet, c'est-à-dire 16,5 h/j.

• L'analyse des résultats du tableau 2 montre que :

- l'influent constitué par le centrat obtenu après floculation et nitrification d'un mélange de lisier brut (35 m³ # production journalière de l'élevage) et de boues biologiques en excès (# 30 m³.j correspondant également à leur production journalière), est déjà fortement «déchargé» sur tous les paramètres, et partiellement sur le phosphore, ce qui prouve l'efficacité de la séparation de phase préalable.
- la charge organique (DCO, DBO₅, MES) est réduite de manière importante par le traitement. Toutefois, compte tenu de la destination finale de l'effluent traité qui est, après stockage, l'épandage agricole, le niveau de sortie sur ces

Tableau 2 - Efficacité du traitement biologique

	Influent (entrée) (mg/l)	Effluent (sortie) (mg/l)	Abattement (%)
MES	965	455	52
DCO	9 380	1 850	80
DBO ₅	4 265	70	98
NK	1 290	120	90
NH ₄ ⁺	1 055	21	98
NO ₂ ⁻ - NO ₃ ⁻	-	102	-
Pt	88	36	60
Traceurs			
K ⁺	2 110	2 160	0
Cl ⁻	825	895	0

paramètres n'a pas d'importance puisque les pouvoirs de filtration et d'auto-épuration du sol cultivé (prairie) sont largement supérieurs aux charges représentées par les doses épandues. Cependant, pour pouvoir éliminer efficacement l'azote par nitrification, il est nécessaire au préalable d'abaisser de manière importante la charge organique.

- l'élimination de l'azote est très poussée, puisque l'abattement de l'azote Kjeldhal NK est de 90 % et celui de l'azote ammoniacal de 98 %. On notera toutefois un résiduel d'azote oxydé dans l'effluent ($\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$), ce qui montre que la dénitrification n'est pas complète. Cela est dû vraisemblablement à une aération trop importante, plutôt qu'à un manque de carbone biodégradable, nécessaire pour assurer une bonne dénitrification. C'est pourquoi, à partir de juillet 1993 et compte tenu de ces résultats, la décision a été prise pour optimiser le traitement (et donc la consommation électrique) de piloter le fonctionnement des aérateurs sur des valeurs de consignes de potentiel Redox. Cependant, une dénitrification complète est réalisée au cours du stockage ($\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ inférieur à 1 mg/l) :

l'abattement sur le phosphore est très important et la valeur de sortie ($\text{Pt} = 36 \text{ mg/l}$) très basse. Elle est atteinte d'autant plus facilement que l'étape de séparation de phase préalable est révélée particulièrement efficace sur la capture de cet élément.

- le potassium (K^+) et chlorure (Cl^-) ne sont pas touchés par le traitement. L'équivalence des niveaux entre l'entrée et la sortie indique qu'il n'y a pas eu de « dilution » qui aurait pu fausser l'interprétation des résultats sur les autres paramètres.

• **L'objectif du traitement** était d'aboutir, sur l'effluent stocké avant épandage, (selon l'arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter) à des concentrations en azote (N) inférieure à 0,525 g/l et en phosphore (P_2O_5) inférieure à 0,267 g/l.

Le volume d'effluent traité à épandre ($35 \text{ m}^3/\text{j}$) représente un rejet théorique de 6 700 kg N/an et 3 400 kg P_2O_5 /an, alors qu'une bonne pratique de fertilisation sur prairies conduit à appliquer les doses annuelles de 250 UN/ha et 125 U P_2O_5 /ha, soit sur 35 ha à utiliser 8 700 kg N/an et 4 400 kg P_2O_5 /an.

Les performances réellement obtenues par le traitement aboutissent aux concentrations de 120 mg/l sur l'azote, soit 0,120 kg N/ m^3 d'effluent traité, et de 36 mg/l sur le phosphore, soit 0,082 kg P_2O_5 / m^3 , ce qui, pour un rejet journalier de $35 \text{ m}^3/\text{j}$, représente une quantité résiduelle annuelle rejetée de 1 500 kg N et de 1 022 kg P_2O_5 .

Ces valeurs sont nettement inférieures à celles imposées et à celle correspondant à de bonnes pratiques agricoles. L'objectif semble atteint.

Par la suite, l'étude du fonctionnement de l'installation aura pour objectif son optimisation pour en réduire le coût tout en maintenant des niveaux de performances satisfaisants, notamment en conditions hivernales.

3. DISCUSSION ET BILAN ÉCONOMIQUE

Nous déterminons ici les coûts de traitement, ramenés au m^3 de lisier brut traité, pour le fonctionnement et les investissements.

3.1. Coûts de fonctionnement

Les modes de fonctionnement décrits précédemment ont donné des résultats techniquement satisfaisants, ce qui nous permet d'établir les coûts de fonctionnement qui en résultent en extrapolant les données obtenues pendant une période de deux mois sur une année complète, et en supposant que les mêmes réglages sont appliqués.

Les coûts de fonctionnement comprennent l'électricité, le polymère, l'épandage et la main d'oeuvre.

La répartition de la consommation électrique annuelle figure au tableau 3.

La répartition détaillée des coûts annuels de fonctionnement est donnée dans le tableau 4.

Pour une quantité de lisier brut traitée de 12 775 m^3 /an ($35 \text{ m}^3/\text{j}$), **le coût de fonctionnement représente 22 F/ m^3 de lisier brut traité.**

Tableau 3 - Consommation électrique

	Puissance installée	Puissance absorbée	Temps de fonctionnement journalier	Consommation journalière
Prétraitement	40 kWh dont 22 kW centrifugation	33,5 kWh	9 h	294 kWh
Biologique	47 kWh	45 kWh	16,5 h	713 kWh
Total/jour				# 1 000 kWh
Total/an	Compte tenu du fonctionnement semaine et week-end			310 000 kWh

Tableau 4 - Coûts annuels de fonctionnement

Énergie électrique (310 000 kWh x 0,45 F/kWh)	140 000 F
Réactifs floculants à 6,5 kg/j (2 370 kg x 28 F/kg)	66 400 F
Coût de gestion de l'effluent traité	non encore évalué
Main d'oeuvre : 650 h x 120 F (2 à 3 h/j)	80 000 F
Total	286 400 F

En réalité, ce coût n'inclut pas celui-ci de la gestion de l'effluent traité par épandage, lequel ne pourra être réellement établi qu'après une année complète de fonctionnement, lorsque les pratiques auront été précisées. Il s'agira d'un coût probablement très faible.

Enfin, les refus solides sont évacués gratuitement par un entrepreneur agricole qui les stocke chez lui et les utilise sur des terres agricoles comme fertilisant organique.

Les coûts indiqués ne constituent donc qu'une première approche de la dépense réelle de fonctionnement. Néanmoins, nous nous attacherons à les réduire au maximum en optimisant la dose de polymère utilisée dans l'étape de séparation de phase, ainsi que les temps de fonctionnement des aérateurs, grâce au pilotage par la sonde Redox.

3.2. Coûts d'investissement et d'amortissement

Ces coûts figurent dans le tableau 5.

Les charges annuelles d'amortissement ainsi calculées, sans frais financiers, **s'élèvent à 30 F/m³ de lisier brut traité.**

Les coûts détaillés des équipements électromécaniques ou annexes figurent dans le tableau 6.

Tableau 5 - Coûts d'investissement et d'amortissement

Désignation	Coût (MF)	Durée amortissement (années)	Amortissement annuel (KF)
Équipements électromécaniques	1,5	7	210
Équipements annexes	0,3	10	30
Transformateur et ligne	0,3	10	30
Génie civil, local et bassins	1,2	15	80
Voirie et clôture	0,2	15	10
Réseau épandage	0,3	15	20
Total	3,8	-	380

Tableau 6 - Coûts des équipements électromécaniques et annexes

Équipements électromécaniques	
Prétraitement (dégrillage)	160 000 F
Poste de séparation de phase	1 040 000 F
Traitement biologique	300 000 F
Équipements annexes	
Équipement électrique	170 000 F
Divers (montage)	130 000 F
Total	1 800 000 F

3.3 Coûts totaux

Le coût global du traitement d'un m³ de lisier brut s'élève, en première approche, et hors frais financiers, à plus de 52 F et se situe entre 60 et 80 F, si l'on tient compte des frais financiers. Car dans l'hypothèse la plus pessimiste où tout le capital aurait été emprunté pour financer l'unité de gestion et de traitement sur la base de 3 800 000 F, au taux de 9,5 % remboursable sur 10 ans, les frais financiers s'élèveraient à

225 000 F par an, soit 17,6 F du m³ de lisier brut traité.

Dans l'hypothèse plus réaliste où l'on ne calculerait ces frais financiers que sur un emprunt de 2 538 000 F, déduction faite de l'aide de l'agence de l'eau de 1 262 000 F, mais non déduite l'aide exceptionnelle de la région, les frais financiers qui en découlent s'élèveraient encore à 120 000 F/an, soit 9,4 F par m³ de lisier brut traité.

On doit tenir compte, en effet, du montant des aides dont a bénéficié cette installation. Les aides normales, dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse, compte tenu de la perception préalable de redevances par l'Agence de l'Eau, se sont élevées à 1 262 000 F, dont une subvention de 631 000 F et un prêt bonifié de 631 000 F à 0,5 % sur 11 ans, premier remboursement différé de deux ans. Enfin, une aide exceptionnelle de 1 million de francs a été attribuée par la région Languedoc-Roussillon pour l'ensemble du projet.

Il ne nous a pas semblé utile de rapporter ce coût global de traitement aux animaux produits (porcelets ou cochettes), compte tenu du caractère particulier de ce type d'élevage (engraissement partiel). De plus, un tel coût ne pourrait être transposé valablement à des élevages de production classiques de type naisseur-engraisseur.

CONCLUSION

L'unité de traitement de la C.A.L. a été réalisée en 1992 pour traiter la totalité des lisiers produits par un élevage naisseur de 1 100 truies. L'objectif d'une élimination poussée de l'azote, par voie biologique, et d'une exportation de la plus grande partie du phosphore par séparation de phase devait permettre d'épandre 13 000 m³ d'effluent traité sur seulement 35 hectares de prairies.

Les six premiers mois de fonctionnement (1er semestre 1993) ont permis de mettre au point un mode de fonctionnement de l'étage de séparation de phase, qui conclut sur l'intérêt d'utiliser un ajout de floculation (polymère). On capte ainsi le phosphore du lisier et les boues en excès produites par l'étage biologique qui se retrouvent sous la forme d'un refus solide facilement exportable. On a aussi contrôlé le bon fonctionnement, en conditions estivales, du processus biologique de nitrification-dénitrification. Les niveaux de traitement souhaités dans l'effluent sont bien au-delà des exigences de l'arrêté préfectoral d'autorisation.

Les premières analyses permettent de comparer les teneurs de l'effluent traité et stocké avant épandage (7 g/l MS, 0,1 g/l NK et 0,08 g/l P₂O₅) à celles du lisier brut avant traitement (26 g/l MS, 2,2 g/l NK et 1,6 g/l P₂O₅).

Cet abattement de l'azote et du phosphore s'effectue aux deux étages du traitement, - 35 % pour N et - 80 % pour P par la centrifugation, auxquels s'ajoutent - 90 % pour N et - 60 % pour P, dus au procédé biologique de traitement.

Les premiers bilans montrent que la station traite quotidiennement environ 35 m³ d'un lisier relativement dilué

(< 30 g/l de MS) pour des rejets de l'ordre de 30 m³ d'effluent à épandre et de 5 tonnes de refus solide à 27 % de MS.

Le coût global s'élève à 52 F/m³ de lisier brut traité (22 F/m³ pour les coûts de fonctionnement et 30 F/m³ pour les coûts d'investissement, hors frais financiers). Cette somme est élevée, mais une amélioration légère est sans doute possible sur les coûts de fonctionnement au moins. C'est le prix à payer pour la préservation de l'environnement, problème qui se pose de plus en plus fréquemment aux élevages de porcs de taille importante.

La suite de l'étude consistera, fin 93 et début 94, à optimiser le coût de traitement (énergie et réactif) en affinant les réglages respectifs, et à vérifier que les performances obtenues durant la période estivale peuvent être également obtenues dans des conditions hivernales.

Après une année complète de fonctionnement, il sera possible d'établir des bilans technico-économiques complets sur cette filière qui constitue encore, à ce jour, une référence et un exemple.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée à la demande conjointe de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse et du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (DERF et DDA de l'Aude).

Nos remerciements sont adressés aux organismes associés à la mise en place et au financement de cette unité de traitement : la Coopérative Agricole Lauragaise, la société Ternois-Epuration, l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse et le Conseil Régional Languedoc-Roussillon.

Schéma de fonctionnement des installations

