

Étude

2013

www.eau-loire-bretagne.fr



*Étude technico-économique
des dispositifs d'épuration
des industries agroalimentaires*

*Coûts des solutions alternatives
à l'épandage agricole local*

SYNTHÈSE



Établissement public du ministère
chargé du développement durable

Mars 2013

AVANT PROPOS

Le bassin Loire-Bretagne est affecté par le phénomène d'eutrophisation, pour de nombreux plans d'eau, rivières et zones côtières. Ce phénomène d'eutrophisation est lié notamment à une présence en excès de phosphore dans le milieu naturel, dont l'origine dans les eaux de surface est l'agriculture (60 % des apports), les rejets domestiques (30 % des apports) et l'industrie (10 % des apports).

Le Sdage 2010-2015 comporte une approche globale avec un certain nombre de dispositions spécifiques relatives aux différents apports de phosphore :

- ⇒ réduction des rejets directs (dispositions 3-A du Sdage);
- ⇒ prévention des apports diffus (dispositions 3-B du Sdage), avec :
 - ➔ le rééquilibrage de la fertilisation à l'amont de 14 plans d'eau (disposition 3B-1)
 - ➔ l'équilibrage de la fertilisation lors du renouvellement des autorisations (disposition 3B-2)

Ces deux dispositions ont fait l'objet d'une note spécifique du Préfet de la Région Centre, coordonnateur de bassin. L'agence de l'eau Loire-Bretagne a engagé une étude technico-économique :

- ↳ s'inscrivant dans le respect des dispositions 3B-1 et 3B-2 du Sdage
- ↳ portant notamment sur les épandages des industries agro-alimentaires.

De manière générale, l'étude a pour objectif d'évaluer les impacts techniques, économiques et environnementaux des différentes filières de traitement envisageables pour respecter les dispositions 3B-1 et 3B-2 du Sdage.

Plus précisément, cette étude vise à examiner, sur un plan technique, économique et environnemental, les **solutions alternatives à l'épandage agricole des effluents et des boues de station d'épuration** des industries agro-alimentaires.

Cette pratique pourrait en effet être confrontée à court ou moyen terme à une insuffisance de surface d'épandage, notamment dans le secteur Ouest du bassin.

Les industries concernées sont principalement issues des filières lait, viande et légumes.

L'étude s'est déroulée en 2 phases :

La phase 1 de cette étude a permis de caractériser les filières existantes de traitement et d'élimination des effluents et des boues sur un plan technique et économique, à partir d'une enquête sur un échantillon de 25 établissements de l'industrie agroalimentaires et 2 élevages, ainsi que de la visite à 2 sites de traitement et d'élimination des déchets.

La phase 2 a permis de réaliser :

- une extrapolation des coûts d'investissement du passage, pour les industries agroalimentaires de l'Ouest du bassin, d'un épandage d'effluents ou de boues à une filière alternative ;
- une actualisation simplifiée de l'analyse environnementale des filières d'élimination des boues réalisée en 1999 par le bureau Arthur ANDERSEN Environnement en se limitant aux filières applicables aux industries agroalimentaires.

Ce document présente la synthèse générale de cette étude.

L'étude a été confiée à Dekra Conseil HSE 

Le comité d'orientation a associé :

B. GOUSSET (CECAB)
P. BUIN, P. LEHARGUE (SVA Jean Rozé)
C. LATASTE (SEDE Environnement)
J. NGUYEN (DREAL Bassin Loire-Bretagne)
S. VINCENT, MC. MALECOT (DREAL Bretagne)
Y. HURVOIS, PY. ALLARD, M. JAUBERT, V. NALIN (Agence de l'eau Loire-Bretagne)

1 – Contexte et objectif de l'étude

Le présent document constitue la synthèse de l'étude technico-économique des dispositifs d'épuration des industries agro-alimentaires au regard de la fertilisation équilibrée en phosphore.

Cette étude s'inscrit dans le cadre des dispositions 3B-1 et 3B-2 du SDAGE qui concernent la fertilisation équilibrée en phosphore. La note du Préfet de Bassin aux préfets rappelle les règles de calcul de cet équilibre en phosphore.

La recherche de nouvelles surfaces d'épandage dans l'Ouest du Bassin où la pression des effluents d'élevage est forte devient difficile. Il est à craindre que les industries agroalimentaires soient confrontées à des difficultés d'élimination de leurs effluents ou de leurs boues par épandage.

Dans ce contexte, l'agence de l'eau Loire Bretagne a souhaité étudier les dispositifs d'épuration des industries agroalimentaires au regard de l'équilibre de la fertilisation phosphorée et évaluer le coût d'investissement d'un changement de filière d'un épandage d'effluent ou de boues vers une filière alternative. L'Agence pourra ainsi définir des modalités d'aide spécifiques dans le cadre du 10^{ème} programme.

Cette étude s'est déroulée en 2 phases principales :

- Phase 1 : enquête auprès de 25 entreprises agro-alimentaires et 2 élevages du Bassin Loire-Bretagne, afin de collecter des données techniques et économiques concernant les filières existant dans le secteur agroalimentaire ;
- Phase 2 : évaluation des coûts d'investissement et de fonctionnement d'un changement de filière pour les industries agroalimentaires de l'Ouest du bassin. L'impact environnemental d'un tel changement a été abordé au travers de l'actualisation simplifiée de l'analyse environnementale réalisée par le cabinet Arthur ANDERSEN Environnement en 1999 et portant sur les filières d'élimination des boues urbaines. Cette actualisation n'a concerné que les filières applicables aux industries agroalimentaires.

La synthèse des deux phases de l'étude est présentée ci-dessous.

2 – Enquêtes sur les filières de traitement des effluents

➤ La filière **épandage d'effluents bruts** est principalement présente dans les activités saisonnières avec des effluents faiblement chargés en matière organique et surtout en phosphore : légume, boisson. Elle perdure également dans l'industrie laitière où elle a longtemps constitué la filière principale.

Son efficacité sur l'élimination du phosphore est liée à la pratique de l'épandage (périodes, cultures, conditions climatiques, autres épandages ...). Il s'agit d'un impact diffus non mesurable qui ne peut donc s'apprécier qu'indirectement. Dans le contexte de l'ouest du bassin Loire Bretagne, c'est-à-dire des sols riches en phosphore, le comité d'orientation a fixé des coefficients d'efficacité de l'épuration du phosphore des différentes filières à 70 % pour l'épandage d'effluents bruts, 80 % pour l'épandage de boues, 85% pour le compostage et 100 % pour l'incinération.

Les coûts d'investissement et de fonctionnement sont liés davantage au volume d'effluent qu'à la charge en DCO (demande chimique en oxygène) ou phosphore.

Ramenés à la tonne de DCO éliminée, les coûts de fonctionnement de l'épandage d'effluent (avec un taux forfaitaire de 85% de rendement sur la DCO du fait de l'absence de mesure) sont comparables à ceux des autres filières de traitement des effluents (avec 96 à 100 % de rendement mesuré). Ils sont toutefois très inférieurs si l'on intègre les coûts liés au traitement et à l'élimination des boues.

➤ La filière **épandage d'effluents avec prétraitement par stockage aéré** est présente chez des établissements exerçant une activité légumière.

Ce prétraitement aérobie permet l'abattement de 50 à 75 % de la DCO avant épandage en respectant les périodes d'interdiction, mais ne permet pas d'abattre le phosphore.

Cette filière reste moins onéreuse du point de vue de l'investissement qu'un traitement complet, mais augmente notablement les coûts de fonctionnement ramenés à la tonne de DCO éliminée.

➤ La filière **épandage d'effluent avec prétraitement physico-chimique** n'était présente que chez un élevage de taille limitée et selon un procédé spécifique (stripping de l'azote ammoniacal).

➤ La filière **traitement biologique aérobie avec rejet au milieu aquatique de surface** est adaptée à l'ensemble des activités agroalimentaires dans la limite de l'acceptabilité du milieu.

Cette filière permet d'obtenir des rendements élevés en DCO et en phosphore (plus de 90 % en DCO et en phosphore sans tenir compte de l'épandage des boues). Le phosphore éliminé de l'effluent se retrouvant dans les boues, l'efficacité réelle dépend des modalités d'élimination de ces boues.

Le coût d'investissement de cette filière est relativement élevé. Les coûts de fonctionnement hors traitement et élimination des boues sont relativement limités et comparables à l'épandage d'effluents bruts.

➤ La filière **traitement biologique aérobie avec irrigation des eaux épurées** présente les rendements élevés du traitement biologique aérobie. L'utilisation de l'eau épurée en irrigation limite l'impact du rejet sur les eaux de surface et permet de s'affranchir, pendant les périodes d'étiage, des contraintes liées à la faible capacité d'acceptation d'un milieu.

Sur un plan économique, les coûts d'investissement et de fonctionnement sont notablement majorés du fait d'une double filière de traitement.

➤ La filière **traitement biologique aérobie avec prétraitement physico-chimique** s'applique préférentiellement aux industries de la viande (abattoirs, charcuteries, ...) dont les effluents présentent des teneurs élevées en matières en suspension et en graisses.

Cette filière permet d'obtenir des rendements très élevés en DCO et en phosphore (plus de 90 % en DCO et en phosphore).

La production de boues primaires ramenée à la DCO éliminée est près du double de celle d'un traitement aérobie. De plus ces boues sont difficilement éliminables en l'état par épandage du fait de leur caractère fermentescible.

Elles trouvent maintenant des débouchés avec le développement des filières de méthanisation ou de compostage de déchets organiques.

L'investissement est généralement comparable, voire inférieur, à celui d'un traitement aérobie seul.

Les coûts de fonctionnement de cette filière hors traitement des boues sont inférieurs à celui d'un traitement aérobie seul avec des consommations d'énergie beaucoup plus faibles.

En intégrant le coût d'élimination des boues, les coûts de fonctionnement de la filière complète sont proches de ceux du traitement aérobie seul.

➤ La filière **traitement biologique aérobie avec prétraitement anaérobie** était présente chez deux des établissements enquêtés (industries laitières) dont un raccordé.

Le prétraitement anaérobie n'élimine que la pollution organique et n'a pas d'effet sur le phosphore. Son intérêt se justifie pour des effluents très chargés en matière organique et par une plus faible production de boues ramenée à la DCO éliminée.

L'investissement est majoré par rapport à un traitement aérobie seul, notamment en raison des équipements spécifiques nécessaires (isolation thermique des réacteurs, stockage et réutilisation du gaz).

Au niveau fonctionnement, les coûts apparaissent proches ou supérieurs à ceux du traitement biologique. Cela tient à la fois à des contraintes d'exploitation plus « techniques » ainsi qu'à une valorisation du biogaz souvent insuffisante.

➤ La filière **raccordement à une station d'épuration collective avec prétraitement** sur site faisait partie du panel enquêté. Il s'agissait d'un prétraitement physico-chimique (abattoir), d'un prétraitement anaérobie (laiterie - fromagerie) ou d'un prétraitement aérobie (laiterie - fromagerie).

L'efficacité de ces différents prétraitements est relativement importante sur la DCO, ainsi que sur le phosphore pour le prétraitement physico-chimique.

Le coût de fonctionnement lié aux stations collectives n'a pas été appréhendé.

3 – Enquêtes sur les filières de traitement et d'élimination des boues

➤ L'**épandage de boues liquides**, direct ou après tambour ou table d'égouttage, est davantage utilisé par les sites de taille limitée ou avec une filière alternative boues pâteuses.

L'usage d'un tambour ou d'une table d'égouttage permet :

- d'une part de limiter le stockage liquide plus onéreux en investissement
- d'autre part d'épandre sur des parcelles plus éloignées.

Les coûts d'investissements sont moins élevés en matériels que pour les boues pâteuses, mais supérieurs si l'on inclut les bassins de stockage.

Malgré une consommation énergétique plus faible que pour les boues pâteuses (centrifugeuse ou filtre à bande pressante), le coût de fonctionnement global est légèrement plus élevé en raison d'une consommation supérieure en floculant.

Sur le plan environnemental, cette filière présente une consommation électrique et de carburant moyennement importante.

➤ L'**épandage de boues pâteuses**, après filtre à bande, centrifugation ou filtre presse, est utilisé par les sites de taille plus importante que l'épandage de boues liquides (ou en filière alternative).

En réduisant les volumes à éliminer, cette filière facilite le stockage et l'épandage.

Elle permet en outre une adjonction de chaux (attractive pour les agriculteurs) et la possibilité d'envoyer les boues vers un traitement par compostage ou méthanisation.

Par rapport à la filière précédente, l'investissement peut être plus onéreux si les boues doivent être stockées dans un bâtiment.

Les coûts de fonctionnement sont plus faibles qu'une filière boues liquides, du fait d'une consommation de réactifs moindre.

Sur le plan environnemental, malgré une consommation électrique plus importante, cette filière présente une consommation de carburant plus faible qu'une filière boues liquides, et induit donc moins de rejet de CO₂ à l'atmosphère.

➤ La filière **compostage** est généralement utilisée par les sites de taille importante.

Le compostage est principalement mis en œuvre par des centres spécialisés externes aux établissements et traitant d'autres déchets organiques.

La réalisation d'un compostage autonome se heurte à 3 difficultés :

- l'investissement relativement important ;

- la disponibilité en produits structurants (déchets verts...)
- le coût de fonctionnement et la valorisation du produit du fait des quantités relativement modestes.

La normalisation du compost contenant des boues de station d'épuration a toutefois permis d'améliorer cette valorisation en s'affranchissant de la nécessité de plans d'épandage.

Le compostage autonome peut être envisageable pour les abattoirs en particulier qui disposent de sous-produits organiques à mélanger avec les boues (matières stercoraires, fumiers, refus de tamisage ou de dégraissage...).

Depuis quelques années cette filière se trouve concurrencée par d'autres modes de valorisation de la biomasse (méthanisation, chaudière).

Les coûts de fonctionnement de cette filière sont très inégaux d'un établissement à l'autre, suivant la proximité de centres de compostage et les négociations locales.

Cette filière est généralement présentée comme une alternative à l'épandage, les produits compostés ayant pour vocation de sortir des zones de forte densité d'élevage. Or les produits compostés sont souvent épandus à proximité immédiate des centres sans sortir des zones en excédent de phosphore. Cela tient à un prix de valorisation du compost insuffisant pour supporter des coûts de transport.

Sur le plan environnemental, cette filière présente une consommation électrique et de carburant importante due au transport si l'on prend comme hypothèse une sortie des produits compostés de la zone de forte densité d'élevage, et induit donc un rejet plus important de CO₂ à l'atmosphère qu'un épandage de boues pâteuses ou liquides.

➤ La filière **séchage** nécessite une taille d'établissement importante pour amortir les investissements très lourds.

Les coûts de fonctionnement de cette filière sont comparables à ceux d'un compostage, avec comme principale composante le poste énergie.

➤ La filière **incinération** est utilisée par des abattoirs d'animaux de boucherie.

Elle résulte de la crise de la vache folle et permet l'élimination globale des déchets à risques chez ces établissements.

Cette filière permet d'éliminer 100 % du phosphore des boues (absence de retour au sol).

Les coûts de fonctionnement de cette filière sont supérieurs à ceux de la filière séchage.

4 – Principaux coûts de fonctionnement issus de la phase d'enquête

La synthèse des principaux coûts de fonctionnement de l'épuration issus de la phase d'enquête est la suivante :

<i>Filière complète</i>	<i>Coût de fonctionnement (€ HT / t DCO brute traitée)</i>	<i>Coût de fonctionnement (€ HT / t P brut traité)</i>
Epandage d'effluent	139	76 530
Prétraitement aérobie + épandage d'effluent et boues	337	45 807
Traitement biologique aérobie + concentration et épandage des boues	272	25 951
Traitement biologique + concentration et compostage externe des boues	294	49 901
Traitement biologique + concentration et incinération externe des boues	319	31 054
Traitement biologique + concentration et compostage de lisier de porc	77	3 815

➤ Le coût de fonctionnement de l'épuration biologique de l'**élevage** enquêté ramené à la tonne de DCO et P brut traitée est très inférieur à celui des industries agroalimentaires. Cependant, l'impact énergétique et financier de l'épuration (rapporté au chiffre d'affaire et à la consommation énergétique totale du site) est significativement plus important pour les élevages que pour les industries agroalimentaires.

➤ Ces coûts sont à prendre avec précaution. Il s'agit des moyennes de peu de données qui présentent une grande variabilité particulièrement pour le paramètre phosphore dont la concentration dans l'effluent est très variable d'une activité à l'autre.

5 – Besoins et perspectives

L'enquête a montré un intérêt très fort des industriels pour l'épandage agricole, principalement pour les boues résiduelles.

Cette pratique est ressentie par les industriels comme un mode efficace de recyclage de matière organique et d'éléments fertilisants.

Les tendances identifiées lors de la phase 1 sont les suivantes :

- recherche de filières alternatives à l'épandage, principalement en Finistère Nord où les contraintes réglementaires sont importantes ;

- recherche de nouvelles surfaces d'épandage et extension des périmètres d'épandage, principalement dans les zones où la problématique phosphore est moins sensible (Est de la Bretagne).

L'incidence des dispositions du SDAGE relative à « la fertilisation équilibrée en phosphore » apparaît très importante, voire dans certains cas inatteignable en terme de surface d'épandage.

Selon les simulations elle conduirait à la nécessité d'accroître les périmètres d'épandage :

- d'un facteur pouvant atteindre 12 pour l'épandage d'effluent,
- d'un facteur pouvant atteindre 5,4 pour l'épandage des boues.

Il convient de rappeler que la présente étude s'est limitée aux effluents et aux boues d'industries agroalimentaires. Une analyse similaire pour les boues urbaines permettrait d'apprécier les impacts respectifs au regard des coûts et des gisements concernés.

6 – Extrapolation à l'ensemble des industriels agroalimentaires de l'ouest du bassin du coût des filières alternatives ou d'amélioration pour l'épandage des effluents ou des boues

L'extrapolation a été menée à partir du fichier des redevables agence et avec les critères de sélection suivants :

- Localisation géographique : Régions Bretagne et Pays de Loire + Département des Deux Sèvres
- Activités agroalimentaires
- Pollution supérieure à 300 kg/j de MO et 5 kg/j de phosphore

Le coût des filières d'améliorations pour le respect de la réglementation a été évalué sur les bases suivantes :

- *Epandage d'effluents bruts* :
Réalisation d'un stockage aéré de 10 jours de capacité.
- *Raccordement station collective* :
Réalisation d'un bassin tampon aéré d'1 jour de capacité.

Le coût des filières alternatives à l'épandage suivantes a été évalué :

- *Epandage actuel d'effluents bruts* :
 - Traitement biologique des effluents, conservation de l'épandage des boues pour les petits établissements, concentration et envoi des boues vers des centres de type compostage ou incinération pour les autres.
- *Epandage actuel de boues* :
 - Statu quo pour les petits établissements,
 - Concentration et envoi vers des centres de compostage ou d'incinération pour les autres.
- *Raccordement actuel station collective* :
 - Statu quo pour les petits établissements,
 - Traitement par boues activées avec concentration des boues et envoi vers des centres de type compostage ou incinération pour les autres.

Les coûts d'investissement ainsi que les surcoûts de fonctionnement ont été étudiés pour ces différentes hypothèses. Ils sont à prendre avec réserve compte tenu de la grande variabilité des situations et des activités.

Cela conduit aux estimations suivantes pour l'ensemble des IAA concernées :

	Investissement M€ H.T.	Surcoût de fonctionnement
Amélioration épandage des effluents	25 M€	95 à 125 %
Alternative épandage effluent	96 M€	100 %
Alternative épandage des boues	24 M€	15 à 35 % sur la filière boues
Amélioration raccordement communal	24 M€	12 à 15 %
Alternative raccordement communal	154 M€	Coût inférieur ou équivalent

Les investissements pour l'amélioration minimale des systèmes d'épuration par épandage d'effluents bruts sont estimés à 25 M€. Le coût de la transformation de ces épandages en station d'épuration avec transfert des boues est évalué à 96 M€ soit un surcoût de **71 M€**.

Les solutions alternatives à l'épandage des boues des stations existantes nécessiteraient un investissement de **24 M€**.

L'investissement total pour les solutions alternatives aux épandages est donc estimé à **95 M€**. Les coûts de fonctionnement (énergie, floculants, prestations externes ...) seraient majorés de près de 100 % pour les épandages d'effluents bruts et de 15 à 35 % pour les épandages de boue.

Le surcoût que représenterait l'arrêt des épandages pour l'industrie est donc important. Le coût très inférieur du traitement des effluents d'élevage riches en phosphore devrait orienter la démarche vers des projets de territoire, dont l'objectif serait de recycler localement les produits coûteux à transférer en mutualisant les surcoûts du transfert du phosphore issu des élevages.

La construction de stations autonomes pour les industriels raccordés apparaît d'un surcoût encore supérieur (130 M€). Cependant le chiffrage ne prend pas en compte la possibilité de reprise de la station communale moins coûteuse quand la charge industrielle est très dominante. Cela permettrait une meilleure épuration mais aurait peu d'influence sur la résorption du phosphore déjà largement en place sur les stations collectives importantes.

7 – Actualisation pour les industries agroalimentaires de l'analyse environnementale de l'Audit des filières de traitement et d'élimination des boues d'épuration urbaines de 1999

L'actualisation de l'étude inter agence réalisée en 1999 par le cabinet Arthur Andersen pour les boues urbaines s'est limitée aux filières suivantes pour les industries agroalimentaires :

- Epandage des boues liquides,
- Epandage de boues pâteuses,
- Epandage de boues compostées.

Elle porte sur les impacts « utilisation de ressources naturelles » et « effet de serre (CO₂) ».

Les impacts sur les ressources naturelles sont :

- pour l'énergie électrique : faibles pour les boues liquides, moyens pour les boues pâteuses et plus élevés pour les boues compostées ;
- pour les carburants : faibles pour les boues pâteuses, légèrement plus élevés pour les boues liquides et importants pour les boues compostées et transférées à longue distance.

A noter qu'en moyenne, une tonne de MS boue permet d'économiser 50 kg de P₂O₅ et d'azote soit environ 250 kg d'engrais agricoles.

Les **impacts « effet de serre (CO₂) »** sont :

- faibles pour des boues pâteuses ;
- moyennement faibles pour les boues liquides ;
- élevés pour les boues compostées.

A noter que le gain d'émission de CO₂ du fait de la non utilisation d'engrais compense d'un facteur 2,5 à 11 les émissions liées à l'épandage de boues liquides, pâteuses ou compostées.

Délégation Armor-Finistère

Parc technologique du Zoopôle
Espace d'entreprises Keraia - Bât. B
18 rue du Sabot
22440 PLOUFRAGAN
Tél. : 02 96 33 62 45 • Fax : 02 96 33 62 42
armor-finistere@eau-loire-bretagne.fr

Délégation Anjou-Maine

17 rue Jean Grémillon • CS 12104
72021 LE MANS CEDEX 2
Tél. : 02 43 86 96 18 • Fax : 02 43 86 96 11
anjou-maine@eau-loire-bretagne.fr

Agence de l'eau Loire-Bretagne

9 avenue Buffon • CS 36339
45063 ORLEANS CEDEX 2
Tél. : 02 38 51 73 73 • Fax : 02 38 51 74 74
webmestre@eau-loire-bretagne.fr

Délégation Centre-Loire

9 avenue Buffon • CS 36339
45063 ORLEANS CEDEX 2
Tél. : 02 38 51 73 73 • Fax : 02 38 51 73 25
centre-loire@eau-loire-bretagne.fr



Délégation Ouest atlantique

1 rue Eugène Varlin • CS 40521
44105 NANTES CEDEX 4
Tél. : 02 40 73 06 00 • Fax : 02 40 73 39 93
ouest-atlantique@eau-loire-bretagne.fr

Délégation Poitou-Limousin

7 rue de la Goëlette • CS 20040
86282 SAINT-BENOIT CEDEX
Tél. : 05 49 38 09 82 • Fax : 05 49 38 09 81
poitou-limousin@eau-loire-bretagne.fr

Délégation Allier-Loire amont

19 allée des eaux et forêts
Site de Marmilhat sud • CS 40039
63370 LEMPDES
Tél. : 04 73 17 07 10 • Fax : 04 73 93 54 62
allier-loire-amont@eau-loire-bretagne.fr

www.eau-loire-bretagne.fr



Établissement public du ministère
chargé du développement durable