

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*

PHASE 2/2



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.

Le présent rapport de phase 2 comporte 4 grands chapitres :

- les bases de l'extrapolation ;
- l'évaluation économique ;
- l'actualisation de l'étude environnementale ;
- la synthèse.

Nota : toutes les **données phosphore** mentionnées dans l'étude sont **exprimées en P**.

Le coefficient multiplicateur de conversion de P en P₂O₅ est 2,29. Le coefficient multiplicatif de conversion de P₂O₅ en P est 0,44.

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).

SOMMAIRE

1	Bases de l'extrapolation	4
1.1	Présentation du fichier des redevables	4
1.2	Critères de sélection des établissements	4
1.3	Présentation des établissements sélectionnés et de leurs filières de traitement des effluents et des boues	7
1.4	Bases de calcul des flux de DCO, phosphore et matière sèche boue	9
1.5	Filières alternatives à l'épandage des effluents bruts ou des boues ainsi qu'au raccordement communal	10
1.6	Améliorations des filières existantes (épandage des effluents bruts ou des boues et raccordement communal)	11
1.7	Coûts unitaires	12
1.8	Impact phosphore	13
2	Evaluation économique	14
2.1	Investissement	14
2.2	Fonctionnement	17
3	Actualisation pour les IAA de l'analyse environnementale de l'Audit des filières d'élimination des boues urbaines de 1999	23
3.1	Objectifs et synthèse de l'étude A. ANDERSEN de 1999	23
3.2	Données de base de l'actualisation	25
3.3	Données traitement des boues	27
3.4	Données transport	29
3.5	Données élimination des boues	31
3.6	Impact environnemental des filières étudiées	32
3.7	Comparaison des consommations électriques des filières épandage d'effluents bruts et traitement biologique avec épandage des boues pâteuses	38
4	Synthèse de la phase 2	39

Liste des tableaux et figures

- Tableau 1 : Liste des codes NAF et des activités retenues
- Tableau 2 : Répartition des établissements sélectionnés par activité
- Tableau 3 : Répartition des établissements sélectionnés par taille et par filière de traitement
- Tableau 4 : Coefficients retenus pour la conversion des différents paramètres
- Tableau 5 : Phosphore associé aux épandages d'effluents et de boues
- Tableau 6 : Coûts d'investissement – Evaluation 1
- Tableau 7 : Coûts d'investissement – Evaluation 2
- Tableau 8 : Coûts d'investissement – Evaluation 3
- Tableau 9 : Coûts d'investissement – Evaluation 4
- Tableau 10 : Coûts d'investissement – Evaluation 5
- Tableau 11 : Synthèse des coûts de fonctionnement par filières complètes de traitement des effluents
- Tableau 12 : Synthèse des coûts de fonctionnement des filières complètes de traitement et d'élimination des boues
- Tableau 13 : Evolution des coûts de fonctionnement – Evaluation 1 avec compostage
- Tableau 14 : Evolution des coûts de fonctionnement – Evaluation 1 avec incinération
- Tableau 15 : Evolution des coûts de fonctionnement – Evaluation 2 avec compostage
- Tableau 16 : Evolution des coûts de fonctionnement – Evaluation 2 avec incinération
- Tableau 17 : Coûts de fonctionnement supplémentaires – Evaluation 4
- Tableau 18 : Coûts de fonctionnement supplémentaires – Evaluation 5
- Tableau 19 : Définition des impacts
- Tableau 20 : Moyens de transport et consommation associée
- Tableau 21 : Matériel d'épandage et consommation de carburant associée
- Tableau 22 : Consommation électrique par filière
- Tableau 23 : Consommation de carburant par filière
- Tableau 24 : Emissions de CO2 liées à la consommation électrique
- Tableau 25 : Emissions de CO2 liées à la consommation de carburant
- Tableau 26 : Emissions de CO2 par filière de traitement et d'élimination des boues
-
- Figure 1 : Comparaison des établissements retenus aux industriels de l'ensemble du Bassin
- Figure 2 : Consommation électrique par étape de traitement / élimination
- Figure 3 : Consommation de carburant par étape de traitement / élimination
- Figure 4 : Emissions de CO2 par source d'énergie
- Figure 5 : Emissions de CO2 par étape de traitement / élimination
- Figure 6 : Consommation électrique par filière

1 BASES DE L'EXTRAPOLATION

1.1 Présentation du fichier des redevables

Le fichier servant de base à l'extrapolation est le fichier des redevables 2007 (voir extrait en Annexe), contenant les données des 3 315 établissements rejetant des eaux usées autres que domestiques.

Ces établissements sont classés en 3 catégories ;

- établissements raccordés : 1 766 établissements rejetant leurs eaux usées industrielles dans un réseau collectif ;
- établissements isolés : 1 040 traitant leurs effluents de manière autonome (traitement ou épandage agricole) ;
- établissements au statut de raccordement inconnu : 509 établissements dont la destination des eaux usées autres que domestiques n'est pas connue, et qui sont pour l'essentiel des établissements rejetant une faible pollution.

1.2 Critères de sélection des établissements

Les établissements sur lesquels portera l'extrapolation ont été sélectionnés selon les critères suivants :

1.2.1. Localisation géographique

Le secteur géographique sélectionné est le suivant :

- Région Bretagne tous départements : Côtes d'Armor (22), Finistère (29), Ille et Vilaine (35), Morbihan (56) ;
- Région Pays de Loire tous départements : Loire-Atlantique (44), Maine et Loire (49), Mayenne (53), Sarthe (72), Vendée (85)
- Région Poitou-Charentes : département des Deux-Sèvres (79)

Ont été sélectionnés les régions et départements dans lesquels la **problématique phosphore** est **importante** ou sera amenée à prendre de l'importance (Ouest du bassin).

Cette sélection géographique amène à restreindre les établissements concernés à :

- 961 établissements raccordés représentant au total 4 359 kg/j de phosphore brut
- 570 établissements isolés représentant au total 7 344 kg/j de phosphore brut
- 269 établissements au statut de raccordement inconnu représentant 288 kg/j de phosphore brut

1.2.2. Activité

Les activités sélectionnées sont les activités agroalimentaires étudiées en phase 1 (voir détail des activités dans le tableau page suivante) :

- Abattoirs animaux de boucherie
- Abattoirs de volailles
- Laiteries / Fromageries
- Légumes
- Autres activités agroalimentaires

Tableau 1 : Liste des codes NAF et des activités retenues

Réf.	Code NAF	Libellé
Abattoirs animaux de boucherie	151A	Production de viandes de boucherie
Abattoirs volailles	151C	Production de viandes de volailles
Laiteries / Fromageries	155A	Fabrication de lait liquide et de produits frais
	155B	Fabrication de beurre
	155C	Fabrication de fromages
	155D	Fabrication d'autres produits laitiers
Légumes	153A	Transformation et conservation de pommes de terre
	153E	Transformation et conservation de légumes
Autres activités agroalimentaires	151E	Préparation industrielle de produits à base de viandes
	151F	Charcuterie
	152Z	Industrie du poisson
	153C	Préparation de jus de fruits et légumes
	153F	Transformation et conservation de fruits
	154A	Fabrication d'huiles et graisses brutes
	154C	Fabrication d'huiles et graisses raffinées
	154E	Fabrication de margarine
	155F	Fabrication de glaces et sorbets
	156D	Fabrication de produits amylacés
	157C	Fabrication d'aliments pour animaux de compagnie
	158A	Fabrication industrielle de pain et de pâtisserie fraîche
	158F	Biscotterie, biscuiterie, pâtisserie de conservation
	158H	Fabrication de sucre
	158K	Chocolaterie, confiserie
	158R	Fabrication de condiments et assaisonnements
	158T	Fabrication d'aliments adaptés à l'enfant et diététiques
	158V	Industries alimentaires n.c.a.
	159A	Production d'eaux de vie naturelles
	159B	Fabrication de spiritueux
159J	Cidrierie	
159Q	Malterie	
159S	Industrie des eaux de table	
159T	Production de boissons rafraîchissantes	

Ces activités correspondent aux **activités agroalimentaires majoritairement présentes dans ce secteur géographique.**

Cette sélection par activité en plus de la sélection géographique amène à restreindre les établissements concernés à :

- 326 établissements raccordés représentant au total 2 672 kg/j de phosphore brut
- 193 établissements isolés représentant au total 3 853 kg/j de phosphore brut
- 25 établissements au statut de raccordement inconnu représentant 15 kg/j de phosphore brut

1.2.3. Types d'établissements

Compte-tenu de la répartition des établissements par type ci-dessus, les établissements au statut de raccordement inconnu représentent moins de 5 % des établissements et moins de 0,3 % du phosphore brut rejeté.

Il a été décidé de réaliser l'extrapolation uniquement à partir des **établissements raccordés** et des **établissements isolés**. Les établissements au statut de raccordement inconnu ne seront pas pris en compte.

1.2.4. Seuils de matière organique (MO) et de phosphore (P)

Il a été considéré que les établissements de faible taille seront peu susceptibles de remplacer leur filière d'épandage des eaux ou des boues par une filière de traitement ou d'élimination autre que l'épandage.

Ont été retenus les seuils de sélection en MO et phosphore suivants :

- **MO brute > 300 kg/j**
- **phosphore brut > 5 kg/j de P**

1.3 Présentation des établissements sélectionnés et de leurs filières de traitement des effluents et des boues

1.3.1 Répartition par activité

Tableau 2 : Répartition des établissements sélectionnés par activité

	Etablissements raccordés	Etablissements isolés	Total (nombre)
Abattoirs animaux de boucherie	22	17	39
Abattoirs volailles	17	24	41
Laiteries / Fromageries	16	44	60
Légumes	4	11	15
Autres	27	21	48
Total (nombre établissements)	86	117	203
Total MO brute (kg/j)	117 972	262 815	380 787
Total phosphore brut (kg/j)	2 171	3 622	5 793

Les activités **principalement représentées** en nombre d'établissements sont les **laiteries/fromageries**, suivies des **abattoirs** de volailles puis d'animaux de boucherie.
Les activités du **légume** sont **peu présentes** dans les établissements sélectionnés (peu de phosphore dans les effluents).

1.3.2 Répartition par filière de traitement et par taille

La répartition par filière de traitement ne concerne que les **établissements isolés**. En effet, les établissements raccordés ne disposent généralement que d'un prétraitement.

Afin de chiffrer au plus juste les investissements à réaliser, des catégories d'établissement ont été établies en fonction de la pollution organique produite (MO).

Tableau 3 : Répartition des établissements sélectionnés par taille et par filière de traitement

	Etablissements isolés			Etablissements raccordés	Total
	Epandages d'effluents bruts	Epandages de boues	Autre filière boues		
300 à 600 kg/j MO	11	11	2	22	46
600 à 1200 kg/j MO	7	18	6	31	62
1200 à 2400 kg/j MO	6	17	4	21	48
2400 à 4800 kg/j MO	5	12	4	8	29
> 4800 kg/j MO	7	7	0	4	18
Total (nombre établissements)	36	65	16	86	203
Total MO (kg/j)	90 782	145 064	26 969	117 972	380 787
Total phosphore brut (kg/j)	994	2 043	585	2 171	5 793

Les **établissements raccordés** représentent 42 % de la sélection et 37 % du phosphore.

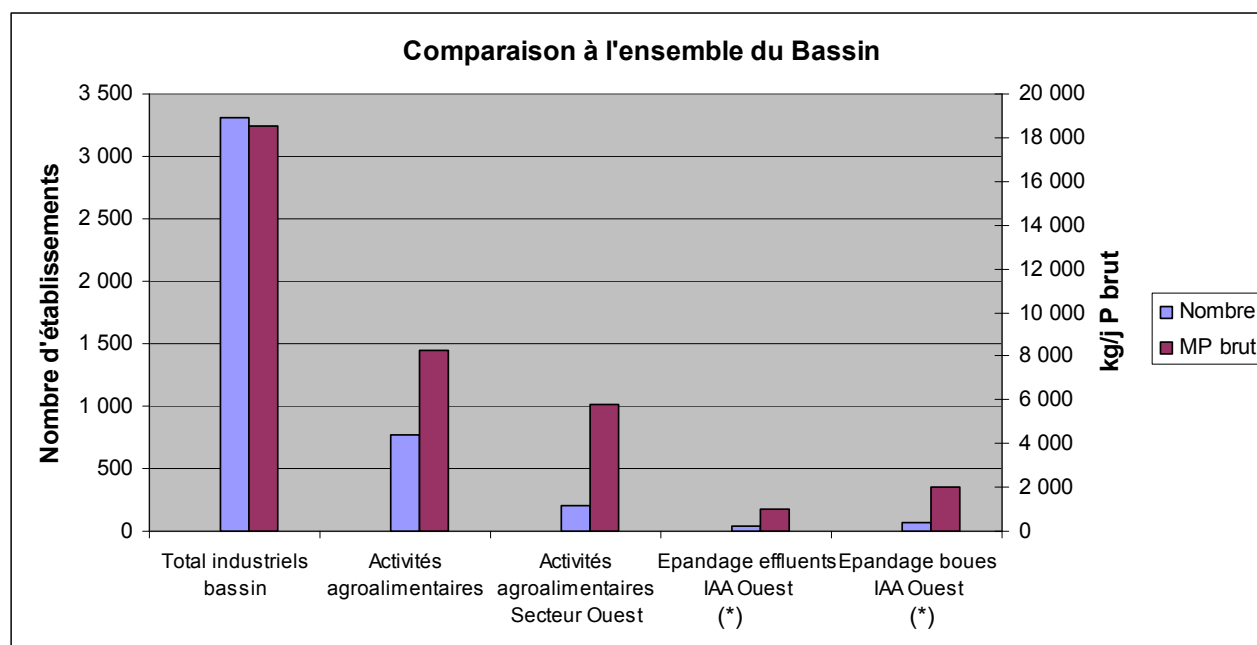
31 % des établissements isolés réalisent l'**épandage d'effluents bruts**, représentant 27 % du phosphore brut généré.

80 % des établissements isolés disposant d'un **traitement biologique** de leurs effluents éliminent des **boues par épandage**. Cela représente 56 % du phosphore brut généré par les établissements isolés.

Si l'on considère que la quasi-totalité du phosphore présent dans les effluents se retrouve après traitement dans les boues, cela conduit à environ **80 % du phosphore brut** généré par les établissements isolés **épandu** sous forme d'**effluents** ou de **boues**.

1.3.3 Comparaison à l'ensemble des industriels du bassin (isolés et raccordés)

Le nombre d'établissement et le phosphore brut pour les redevables industriels de l'ensemble du bassin et pour les établissements sélectionnés figurent sur le graphique ci-dessus :



(*) isolés uniquement

Figure 1 : Comparaison des établissements retenus aux industriels de l'ensemble du Bassin

La **quantité de phosphore brut** par établissement est plus importante pour les **activités agroalimentaires** particulièrement sur le **secteur Ouest**.

La quantité de phosphore des **activités agroalimentaires du secteur Ouest** du bassin représente **31 %** de la quantité de phosphore industrielle de l'ensemble du bassin.

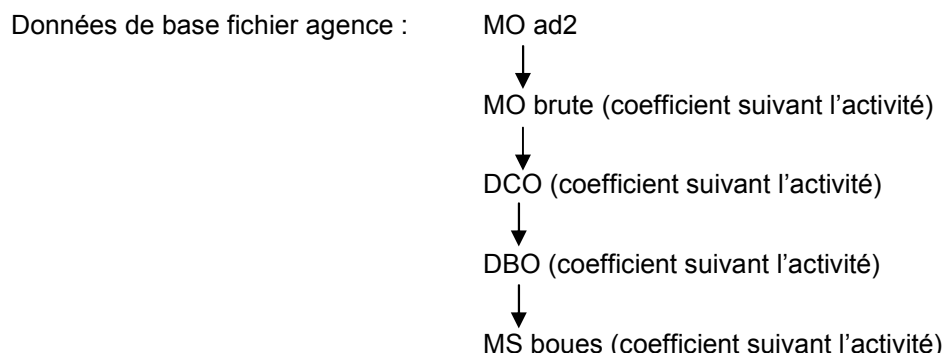
52 % de ce phosphore est **épandu** - 17 % par épandage d'effluents et 35 % par épandage de boues -, soit 16 % du phosphore produit par l'ensemble des industriels du bassin.

Nota : les quantités d'effluents et de boues épandues proviennent des établissements isolés. Il n'a pas été tenu compte de la destination des boues des établissements raccordés.

Comparativement, sur l'ensemble du bassin Loire-Bretagne, la pollution brute des collectivités est estimée à 27 t/j, et celle de l'élevage à 489 t/j.

1.4 Bases de calcul des flux de DCO, phosphore et matière sèche boue

La transformation de la MO en DCO et en MS boue a été réalisée comme suit :



La formule permettant de convertir la MO en DBO ou DCO est la suivante :

$$MO_{brute} = \frac{DCO + 2.DBO5}{3}$$

Les coefficients permettant le passage d'un paramètre à l'autre diffèrent selon les activités.

Afin de tenir compte de ces différences, les activités ont été regroupées en 3 catégories :

- les abattoirs : matières en suspension importantes et rapport DCO / DBO5 moyennement élevé
- végétal et lait (ainsi que les boissons) : peu de matières en suspension et rapport DCO / DBO5 moyen
- autres activités agroalimentaires : matières en suspension en quantité moyenne et rapport DCO / DBO5 élevé

Les coefficients retenus sont les suivants (retours d'expérience et traités d'eau) :

Tableau 4 : Coefficients retenus pour la conversion des différents paramètres

	Abattoirs	Végétal et lait	Autres activités	Moyenne
MO brute / MO ad2	1,35	1,15	1,25	1,25
DCO / DBO5	1,9	1,8	2	1,9
MS / DBO5	0,75	0,6	0,7	0,7

Nota : les ratios de production de boues retenus sont cohérents avec les ratios calculés en phase 1 (0,8 en moyenne, 0,6 pour la laiterie/fromagerie et 0,9 pour les abattoirs et autres activités).

Avec les coefficients retenus, 300 kg MO ad2 (fichier agence) correspondent à :

- 312 kg/j de DBO5 et 233 kg/j de MS boue pour les abattoirs
- 272 kg/j de DBO5 et 163 kg/j de MS boue pour les activités végétales et lait
- 281 kg/j de DBO5 et 197 kg/j de MS boue pour les abattoirs

Soit en moyenne 288 kg/j de DBO5 et 198 kg/j de MS boue.

Compte-tenu du peu de différence entre les valeurs des différentes activités, il est retenu pour l'évaluation économique :

- 1 kg MO = 1 kg DBO5
- 1 kg DCO = 1,9 kg DBO5
- 1 kg DBO5 = 0,7 kg MS boues

La **différenciation des coûts** sera effectuée uniquement **par la taille des établissements** et donc la capacité des installations de traitement des effluents ou des boues.

1.5 Filières alternatives à l'épandage des effluents bruts ou des boues ainsi qu'au raccordement communal

Les seuils de capacité suivants ont été retenus :

- 300 kg DBO5 / j
- 600 kg DBO5 / j
- 1200 kg DBO5 / j
- 2400 kg DBO5 / j
- 4800 kg DBO5 / j

1.5.1 Epandage d'effluents bruts

Les filières alternatives à l'épandage d'effluents bruts retenues sont les suivantes :

- entre 300 et 600 kg DBO5 / j : traitement biologique + épaissement + épandage des boues
 - entre 600 et 1200 kg DBO5 / j
 - entre 1200 et 2400 kg DBO5 / j
 - entre 2400 et 4800 kg DBO5 / j
 - > 4800 kg DBO5 / j
- } traitement biologique + déshydratation + élimination externe

La filière traitement biologique des effluents a été retenue pour son efficacité et son applicabilité à l'ensemble des activités agroalimentaires.

La filière boues liquides est conservée pour les petites installations pour lesquelles la mise en place d'une filière alternative n'est pas économiquement envisageable.

Pour les établissements plus importants, la filière traitement + élimination externe des boues a été retenue. Deux filières d'élimination ont été chiffrées, compostage et autre destination (type incinération). Le compostage qui permet le retour au sol des éléments nutritifs hors zone de forte densité d'élevage n'a pas été explicitement privilégié comme solution alternative à l'épandage de proximité du fait des risques réglementaires, économiques et matière première liés à cette filière (voir rapport de phase 1).

1.5.2 Epandage de boues

Ces filières concernent uniquement les établissements isolés ayant déjà un traitement des effluents (supposé par traitement biologique).

Les filières alternatives à l'épandage de boues retenues sont les suivantes :

- entre 300 et 600 kg DBO5 / j : sans objet (conservation de l'épandage actuel car taille insuffisante pour mettre en place une filière alternative)
 - entre 600 et 1200 kg DBO5 / j
 - entre 1200 et 2400 kg DBO5 / j
 - entre 2400 et 4800 kg DBO5 / j
 - > 4800 kg DBO5 / j
- } déshydratation + élimination externe

Les raisons des choix ont été explicitées au paragraphe 1.5.1. ci-dessus.

1.5.3 Etablissements raccordés

Pour les établissements raccordés, la filière alternative retenue est le dé-raccordement avec traitement autonome au-dessus de 600 kg DBO5 / j.

1.6 Améliorations des filières existantes (épandage des effluents bruts ou des boues et raccordement communal)

L'augmentation des surfaces d'épandage dans les proportions calculée dans la phase d'enquête semble difficile :

- dans le contexte de durcissement des normes phosphore, la forte augmentation des surfaces se heurte à la concurrence de produits souvent plus intéressants pour les agriculteurs (plus riches en azote) ;
- pour les épandages d'effluents bruts, les contraintes logistiques (canalisations, déplacement de matériels) augmentent encore les difficultés.

Les améliorations chiffrées répondent à des exigences réglementaires relatives aux filières d'épandage direct et de raccordement.

1.6.1 Prétraitement avant épandage d'effluents

Le stockage et prétraitement avant épandage constituent une amélioration de la filière permettant une meilleure gestion des périodes d'épandage.

Le prétraitement retenu est un stockage aéré correspondant à 10 jours de fonctionnement :

- entre 300 et 600 kg DBO5 / j : stockage aéré de 4000 m³
- entre 600 et 1200 kg DBO5 / j : stockage aéré de 8000 m³
- entre 1200 et 2400 kg DBO5 / j : stockage aéré de 16 000 m³
- entre 2400 et 4800 kg DBO5 / j : stockage aéré de 30 000 m³
- > 4800 kg DBO5 / j : stockage aéré de 50 000 m³

1.6.2 Stockage tampon avant raccordement

La solution d'amélioration des conditions de raccordement peut correspondre suivant les sites à la mise en place ou l'amélioration d'un prétraitement ou la mise en place d'un stockage tampon d'environ 1 journée.

Afin d'estimer le prix-budget d'investissement de l'amélioration des conditions de raccordement, il a été décidé de chiffrer la mise en place d'un stockage tampon.

Les capacités et volumes retenus sont les suivants :

- entre 300 et 600 kg DBO5 / j : bassin tampon de 400 m³
- entre 600 et 1200 kg DBO5 / j : bassin tampon de 800 m³
- entre 1200 et 2400 kg DBO5 / j : bassin tampon de 1600 m³
- entre 2400 et 4800 kg DBO5 / j : bassin tampon de 3000 m³
- > 4800 kg DBO5 / j : bassin tampon de 5000 m³

1.7 Coûts unitaires

Les coûts d'investissements recueillis lors de la phase 1 étant trop peu nombreux pour être représentatifs, les coûts unitaires de chacune des filières a été estimée par retour d'expérience et consultations de traiteurs d'eaux.

Il s'agit de prix budget d'investissement comprenant les études préalables, installation et suivi chantier, terrassements, génie civil, équipements, installations électriques, raccordements, mise en route...

Ces coûts sont des moyennes pour une filière de traitement donnée, ils ne peuvent pas être représentatifs des réalisations particulières très variables d'un type d'activité à l'autre et des conditions particulières d'un site à l'autre.

1.7.1 Stations biologiques

Ont été chiffrés relèvement, prétraitement (tamisage, dégraissage, ...), traitement biologique faible charge avec déphosphatation, autocontrôle.

Les coûts unitaires des stations biologiques sont les suivants :

- Station biologique 300 à 600 kg DBO5 / j : 800 000 € HT
- Station biologique 600 à 1200 kg DBO5 / j : 1 300 000 € HT
- Station biologique 1200 à 2400 kg DBO5 / j : 2 000 000 € HT
- Station biologique 2400 à 4800 kg DBO5 / j : 3 300 000 € HT
- Station biologique > 4800 kg DBO5 / j : 5 000 000 € HT

1.7.2 Traitement des boues

Ont été chiffrés :

- de 300 à 600 kg DBO5 / j : table d'égouttage et stockage 6 mois ;
- autres capacités : centrifugation et évacuation par bennes vers centre de compostage ou autre destination.

Les coûts unitaires du traitement des boues sont les suivants :

- 300 à 600 kg DBO5 / j : 250 000 € HT
- 600 à 1200 kg DBO5 / j : 330 000 € HT
- 1200 à 2400 kg DBO5 / j : 410 000 € HT
- 2400 à 4800 kg DBO5 / j : 520 000 € HT
- > 4800 kg DBO5 / j : 630 000 € HT

1.7.3 Stockages aérés

Ont été chiffrés : bassins de réalisation en déblai/remblai avec drainage, étanchéité par membrane PVC, aération par aérateurs flottants.

Les coûts unitaires des bassins tampon sont les suivants :

- Stockage aéré de 4000 m³ : 200 000 € HT
- Stockage aéré de 8000 m³ : 320 000 € HT
- Stockage aéré de 16 000 m³ : 580 000 € HT
- Stockage aéré de 30 000 m³ : 1 050 000 € HT
- Stockage aéré de 50 000 m³ : 1 700 000 € HT

1.7.4 Bassins tampons

Ont été chiffrés : bassin tampon non couvert en génie civil semi-enterré, avec sonde de niveau, aérateur, pompes de reprise et autocontrôle.

Les coûts unitaires des bassins tampon sont les suivants :

- Bassin tampon de 400 m³ : 150 000 € HT
- Bassin tampon de 800 m³ : 200 000 € HT
- Bassin tampon de 1600 m³ : 320 000 € HT
- Bassin tampon de 3000 m³ : 550 000 € HT
- Bassin tampon de 5000 m³ : 750 000 € HT

1.8 Impact phosphore

L'impact phosphore des changements de filières a été réalisé pour les sites isolés uniquement et pour les pollutions supérieures à 600 kg/j DBO5.

Tableau 5 : Phosphore associé aux épandages d'effluents et de boues

	Epandages d'effluents		Epandages de boues	
	Nombre	Phosphore brut (kg/j)	Nombre	Phosphore brut (kg/j)
300 à 600 kg/j DBO5	11	174	11	105
600 à 1200 kg/j DBO5	7	138	18	260
1200 à 2400 kg/j DBO5	6	95	17	507
2400 à 4800 kg/j DBO5	5	222	12	594
> 4800 kg/j DBO5	7	365	7	577
TOTAL	36	994	65	2 043
Sous-total > 600 kg/j DBO5	25	820	54	1 938

La transformation de filières d'épandage d'effluents ou boues en filières de traitement et d'élimination autres que l'épandage pour les sites générant plus de 600 kg/j DBO5 concerne :

- pour les effluents : 820 kg/j de P, soit **205 t/an de P** ;
- pour les boues : 1 938 kg/j de P, soit **485 t/an de P** (sur la base de 250 jours d'activité par an).

2 EVALUATION ECONOMIQUE

2.1 Investissement

Pour réaliser cette évaluation économique en terme d'investissement, il a été retenu :

<p>Solutions alternatives à l'épandage d'effluents bruts ou de boues ainsi qu'au raccordement communal :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluation 1 : transformation des épandages d'effluents bruts en traitement biologique avec gestion des boues suivant capacité (épandage ou élimination externe) - Evaluation 2 : Transformation des épandages de boues en élimination externe - Evaluation 3 : Traitement autonome des effluents pour les sites raccordés <p>Amélioration des filières existantes (épandage d'effluents ou raccordement communal)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluation 4 : Création d'un stockage aéré 10 jours pour les épandages d'effluents - Evaluation 5 : Création d'un stockage tampon pour les sites raccordés
--

Les évaluations ont été réalisées pour une **situation ultime – hypothèse de 100 % de réalisation** – qui permet à l'agence une extrapolation suivant un pourcentage de réalisation qu'elle pourra estimer.

2.1.1 Solutions alternatives à l'épandage d'effluents bruts ou de boues ainsi qu'au raccordement communal

➤ **Evaluation 1 : Transformation des épandages d'effluents bruts en traitements biologiques**

Tableau 6 : Coûts d'investissement – Evaluation 1

Filière	Prix unitaire (€ HT)		Nombre	Coût total (€ HT)
	Effluents	Boues		
300 à 600 kg DBO5 / j Station biologique + Table d'égouttage + Epandage	800 000 €	250 000 €	11	11 550 000 €
600 à 1200 kg DBO5 / j Station biologique + Centrifugeuse + Compostage	1 300 000 €	330 000 €	7	11 410 000 €
1200 à 2400 kg DBO5 / j Station biologique + Centrifugeuse + Compostage	2 000 000 €	410 000 €	6	14 460 000 €
2400 à 4800 kg DBO5 / j Station biologique + Centrifugeuse + Compostage	3 300 000 €	520 000 €	5	19 100 000 €
> 4800 kg DBO5 / j Station biologique + Centrifugeuse + Compostage	5 000 000 €	630 000 €	7	39 410 000 €
TOTAL			36	95 930 000 €

➤ **Evaluation 2 : Transformation des épandages de boues en élimination externe**

Tableau 7 : Coûts d'investissement – Evaluation 2

Filière	Prix unitaire (€ HT)	Nombre	Coût total (€ HT)
600 à 1200 kg DBO5 / j Centrifugeuse + Compostage	330 000 €	18	5 940 000 €
1200 à 2400 kg DBO5 / j Centrifugeuse + Compostage	410 000 €	17	6 970 000 €
2400 à 4800 kg DBO5 / j Centrifugeuse + Compostage	520 000 €	12	6 240 000 €
> 4800 kg DBO5 / j Centrifugeuse + Compostage	630 000 €	7	4 410 000 €
TOTAL		54	23 560 000 €

➤ **Evaluation 3 : Traitement autonome pour les sites raccordés**

Tableau 8 : Coûts d'investissement – Evaluation 3

Filière	Prix unitaire (€ HT)		Nombre	Coût total (€ HT)
	Effluents	Boues		
600 à 1200 kg DBO5 / j Station biologique + Centrifugeuse + Compostage	1 300 000 €	330 000 €	31	50 530 000 €
1200 à 2400 kg DBO5 / j Station biologique + Centrifugeuse + Compostage	2 000 000 €	410 000 €	21	50 610 000 €
2400 à 4800 kg DBO5 / j Station biologique + Centrifugeuse + Compostage	3 300 000 €	520 000 €	8	30 560 000 €
> 4800 kg DBO5 / j Station biologique + Centrifugeuse + Compostage	5 000 000 €	630 000 €	4	22 520 000 €
TOTAL			64	154 220 000 €

Ce chiffrage ne prend pas en compte la possibilité de reprise par l'industriel de la station communale quand la charge industrielle est très dominante. Cela serait une solution moins coûteuse. Ce déracordement aurait peu d'influence sur la résorption du phosphore déjà largement en place sur les stations collectives importantes.

2.1.2 Amélioration des filières existantes (épandage d'effluent ou raccordement communal)

➤ **Evaluation 4 : Création d'un stockage aéré pour les épandages d'effluents**

Tableau 9 : Coûts d'investissement – Evaluation 4

Filière	Prix unitaire (€ HT)	Nombre	Coût total (€ HT)
Stockage aéré 4000 m ³	200 000 €	11	2 200 000 €
Stockage aéré 8000 m ³	320 000 €	7	2 240 000 €
Stockage aéré n 16 000 m ³	580 000 €	6	3 480 000 €
Stockage aéré 30 000 m ³	1 050 000 €	5	5 250 000 €
Stockage aéré 50 000 m ³	1 700 000 €	7	11 900 000 €
TOTAL		36	25 070 000 €

➤ **Evaluation 5 : Création d'un stockage tampon pour les sites raccordés**

Tableau 10 : Coûts d'investissement – Evaluation 5

Filière	Prix unitaire (€ HT)	Nombre	Coût total (€ HT)
Bassin tampon 400 m ³	150 000 €	22	3 300 000 €
Bassin tampon 800 m ³	200 000 €	31	6 200 000 €
Bassin tampon 1600 m ³	320 000 €	21	6 720 000 €
Bassin tampon 3000 m ³	550 000 €	8	4 400 000 €
Bassin tampon 5000 m ³	750 000 €	4	3 000 000 €
TOTAL		56	23 620 000 €

2.1.3 Récapitulatif des coûts d'investissement

Les **coûts d'investissements** engendrés par les changements de filières sont les suivants :

Solutions alternatives à l'épandage d'effluents bruts ou de boues ainsi qu'au raccordement communal :

- Transformation des épandages d'effluents bruts en traitement des effluents et des boues : **96 M€**
- Transformation des épandages de boues en traitement des boues pour élimination externe : **24 M€**

Amélioration des filières existantes (épandage d'effluents ou raccordement communal)

- Création d'un stockage aéré pour les épandages d'effluent : **25 M€**
- Création d'un stockage tampon pour les sites raccordés : **24 M€**

Traitement autonome pour les sites raccordés : **154 M€**

Ces coûts sont à prendre avec précaution. Il s'agit d'extrapolations à partir de données qui présentent une grande variabilité.

2.2 Fonctionnement

Ce paragraphe vise à déterminer l'impact de la mise en place de filières alternatives à l'épandage sur les coûts de fonctionnement des filières de traitement et d'élimination des effluents et des boues.

Les coûts de fonctionnement des stations collectives n'ayant pas été obtenus lors de la phase 1 sur les quelques sites concernés, l'approche a été réalisée uniquement **pour les sites isolés**.

Les calculs ont été effectués sur la base de **250 jours d'activité par an**.

2.2.1 Rappel des coûts de fonctionnement mis en évidence en phase 1

Les coûts de fonctionnement mis en évidence dans la phase 1 sont rappelés dans les tableaux ci-dessous.

SYNTHESE COÛTS DE FONCTIONNEMENT TRAITEMENT DES EFFLUENTS

Tableau 11 : Synthèse des coûts de fonctionnement par filières complètes de traitement des effluents

Filière	Moyenne	Nombre établissements concernés	Commentaires
Prétraitement physico-chimique + traitement biologique aérobie + rejet	113 € / t DCO élim	5	Incidence du coût unitaire faible du prétraitement physico-chimique
Traitement biologique aérobie + rejet	148 € / t DCO élim. (*)	7	Coûts homogènes hors établissement au coût élevé
Prétraitement aérobie + épandage d'effluents	351 € / t DCO élim 1,29 € / m ³	3	Filière appliquée à des effluents peu chargés en DCO d'où le coût unitaire élevé
Épandage d'effluents	164 € / t DCO élim 0,46 € / m ³	2	Coûts homogènes des 2 établissements

(*) hors valeurs extrêmes

Le traitement biologique d'effluents bruts ne présente pas de surcoût majeur par rapport à l'épandage d'effluents bruts. Il génère toutefois un coût supplémentaire, relatif à celui de l'élimination des boues.

Le passage d'un prétraitement aérobie + épandage d'effluents à un traitement biologique aérobie entraîne plutôt une **diminution** des coûts de fonctionnement de la partie traitement des effluents de l'ordre de 200 € / t DCO éliminée (mais là encore, il faudra y ajouter le coût de traitement des boues biologiques).

SYNTHESE COUTS DE TRAITEMENT ET ELIMINATION DES BOUES

Tableau 12 : Synthèse des coûts de fonctionnement des filières complètes de traitement et d'élimination des boues

Filière	Moyenne	Nombre établissements concernés	Commentaires
Tambour ou table d'égouttage + épandage	326 € / t MS (*)	2	Hors 1 établissement coût de traitement des boues très élevé
Filtre à bande ou centrifugeuse + épandage	326 € / t MS	2	Coûts très variables suivant les établissements
Filtre à bande ou centrifugeuse + compostage	372 € / t MS (*)	4	Hors valeurs extrêmes de 2 établissements
Filtre à bande ou centrifugeuse + incinération	436 € / t MS	2	Coûts homogènes

(*) hors valeurs extrêmes, partielles ou non représentatives (élevages)

Le passage d'un épandage d'effluents à un traitement biologique entraîne un **surcoût lié au traitement des boues** d'environ :

- 325 € / t MS pour la combinaison table d'égouttage + épandage
- 370 € / t MS pour la combinaison centrifugeuse + compostage
- 435 € / t MS pour la combinaison centrifugeuse + incinération

Le passage d'un tambour ou table d'égouttage + épandage à une centrifugeuse engendre un **surcoût** de 45 € / t MS pour une élimination en compostage, 110 € / t MS pour une élimination en incinération.

2.2.2 Evaluation 1 : Transformation des épandages d'effluents en traitements biologiques

Rappel hypothèses :

- Traitement effluents : coûts comparables
- Traitement boues : 325 € / t MS pour la combinaison table d'égouttage + épandage
370 € / t MS pour la combinaison centrifugeuse + compostage
435 € / t MS pour la combinaison centrifugeuse + incinération

Les coûts indiqués comprennent l'élimination des boues.

Tableau 13 : Evolution des coûts de fonctionnement – Evaluation 1 avec compostage (au-delà de 600 kg/j de DBO5)

Filière	Coût actuel (*) (€ HT / an)	Surcoût (€ HT / an)	Augmentation (%)
300 à 600 kg DBO5 / j Epannage effluent => Station biologique + table d'égouttage + épandage	25 830 €	+ 24 375 €	94 %
600 à 1200 kg DBO5 / j Epannage effluent => Station biologique + centrifugeuse + compostage externe	51 660 €	+ 55 500 €	107 %
1200 à 2400 kg DBO5 / j Epannage effluent => Station biologique + centrifugeuse + compostage externe	103 320 €	+ 111 000 €	107 %
2400 à 4800 kg DBO5 / j Epannage effluent => Station biologique + centrifugeuse + compostage externe	206 640 €	+ 222 000 €	107 %
> 4800 kg DBO5 / j Epannage effluent => Station biologique + centrifugeuse + compostage externe	413 280 €	+ 444 000 €	107 %

(*) sur la base de 164 € / t DCO éliminée

Tableau 14 : Evolution des coûts de fonctionnement – Evaluation 1 avec incinération (au-delà de 600 kg/j de DBO5)

Filière	Coût actuel (*) (€ HT / an)	Surcoût (€ HT / an)	Augmentation (%)
300 à 600 kg DBO5 / j Epannage effluent => Station biologique + table d'égouttage + épandage	25 830 €	+ 24 375 €	94 %
600 à 1200 kg DBO5 / j Epannage effluent => Station biologique + centrifugeuse + incinération externe	51 660 €	+ 62 250 €	126 %
1200 à 2400 kg DBO5 / j Epannage effluent => Station biologique + centrifugeuse + incinération externe	103 320 €	+ 130 500 €	126 %
2400 à 4800 kg DBO5 / j Epannage effluent => Station biologique + centrifugeuse + incinération externe	206 640 €	+ 261 000 €	126 %
> 4800 kg DBO5 / j Epannage effluent => Station biologique + centrifugeuse + incinération externe	413 280 €	+ 522 000 €	126 %

(*) sur la base de 164 € / t DCO éliminée

2.2.3 Evaluation 2 : Transformation des épandages de boues en élimination externe

Rappel hypothèses : Surcoût de 45 € / t MS pour une élimination par compostage, 110 € / t MS pour une élimination par incinération

Tableau 15 : Evolution des coûts de fonctionnement – Evaluation 2 avec compostage

Filière	Coût actuel (*) (€ HT / an)	Surcoût (€ HT / an)	Augmentation (%)
600 à 1200 kg DBO5 / j Epandage boues => Centrifugeuse + compostage externe	48 750 €	+ 6 750 €	14 %
1200 à 2400 kg DBO5 / j Epandage boues => Centrifugeuse + compostage externe	97 500 €	+ 13 500 €	14 %
2400 à 4800 kg DBO5 / j Epandage boues => Centrifugeuse + compostage externe	195 000 €	+ 27 000 €	14 %
> 4800 kg DBO5 / j Epandage boues => Centrifugeuse + compostage externe	390 000 €	+ 54 000 €	14 %

(*) filière boues sur la base de 325 € / t MS

Tableau 16 : Evolution des coûts de fonctionnement – Evaluation 2 avec incinération

Filière	Coût actuel (*) (€ HT / an)	Surcoût (€ HT / an)	Augmentation (%)
600 à 1200 kg DBO5 / j Epandage boues => Centrifugeuse + incinération externe	48 750 €	+ 16 500 €	34 %
1200 à 2400 kg DBO5 / j Epandage boues => Centrifugeuse + incinération externe	97 500 €	+ 33 000 €	34 %
2400 à 4800 kg DBO5 / j Epandage boues => Centrifugeuse + incinération externe	195 000 €	+ 66 000 €	34 %
> 4800 kg DBO5 / j Epandage boues => Centrifugeuse + incinération externe	390 000 €	+ 132 000 €	34 %

(*) filière boues sur la base de 325 € / t MS

2.2.4 Evaluation 3 : Traitement autonome pour les sites raccordés

Coût de traitement autonome des effluents et des boues a priori **inférieur ou équivalent** au coût de traitement collectif, compte-tenu notamment d'une moindre dilution et de la suppression de la redevance réseaux de collecte.

2.2.5 Evaluation 4 : Création d'un stockage aéré pour les épandages d'effluents

Rappel hypothèses : Coût de fonctionnement de 0,40 € / m³

(coût défini sur la base d'un stockage de 10 jours de capacité avec une puissance installée de 10 W / m³ de bassin et un temps de fonctionnement des aérateurs de 15 h/j comprenant la consommation électrique et l'entretien)

Nota : le surcoût constaté lors de la phase 1 sur les 3 sites ayant un prétraitement aérobie avant épandage des effluents par rapport aux 2 sites ayant un prétraitement simple est de 0,83 € / m³. Il s'agit pour 2 des 3 sites d'installations de pré-épuration allant au-delà du simple stockage aéré, d'où un coût de fonctionnement plus élevé.

Tableau 17 : Coûts de fonctionnement supplémentaires – Evaluation 4

Filière	Coût actuel (*) (€ HT / an)	Surcoût (€ HT / an)	Augmentation (%)
300 à 600 kg DBO5 / j Stockage aéré 4000 m ³	25 830 €	+ 32 000 €	124 %
600 à 1200 kg DBO5 / j Stockage aéré 8000 m ³	51 660 €	+ 64 000 €	124 %
1200 à 2400 kg DBO5 / j Stockage aéré 16 000 m ³	103 320 €	+ 128 000 €	124 %
2400 à 4800 kg DBO5 / j Stockage aéré 30 000 m ³	206 640 €	+ 240 000 €	116 %
> 4800 kg DBO5 / j Stockage aéré 50 000 m ³	413 280 €	+ 400 000 €	97 %

(*) sur la base de 164 € / t DCO éliminée

2.2.6 Evaluation 5 : Création d'un stockage tampon pour les sites raccordés

Rappel hypothèses : Coût de fonctionnement de 0,05 € / m³

(coût défini sur la base d'un bassin d'1 journée de capacité avec une puissance installée de 20 W / m³ et un temps de fonctionnement des aérateurs de 20 h/j comprenant la consommation électrique et l'entretien)

Tableau 18 : Coûts de fonctionnement supplémentaires – Evaluation 5

Filière	Coût actuel (*) (€ HT / an)	Surcoût (€ HT / an)	Augmentation (%)
300 à 600 kg DBO5 / j Bassin tampon 400 m ³	33 400 €	5 000 €	15 %
600 à 1200 kg DBO5 / j Bassin tampon 800 m ³	66 800 €	10 000 €	15 %
1200 à 2400 kg DBO5 / j Bassin tampon 1600 m ³	133 650 €	20 000 €	15 %
2400 à 4800 kg DBO5 / j Bassin tampon 3000 m ³	267 300 €	37 500 €	14 %
> 4800 kg DBO5 / j Bassin tampon 5000 m ³	534 600 €	62 500 €	12 %

(*) sur la base d'un traitement biologique autonome d'un coût de 150 € / t DCO éliminée

2.2.7 Synthèse des coûts de fonctionnement

Le **remplacement** des filières d'épandage d'effluents ou de boues par des **filières alternatives** entraîne :

- un **doublment** des coûts de fonctionnement pour les **épandages d'effluents**
- une **augmentation de 15 à 35 %** des coûts de la filière boues pour les **épandages de boues** suivant la voie d'élimination choisie
- une **coût a priori équivalent pour les sites raccordés** du fait notamment de la suppression de la redevance réseaux de collecte

L'**amélioration** des filières existantes (épandage d'effluents ou sites raccordés) entraîne :

- un **doublment** des coûts de fonctionnement pour les **épandages d'effluents**
- un **coût supplémentaire d'environ 15 % pour les sites raccordés** suivant leur capacité.

3 ACTUALISATION POUR LES IAA DE L'ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DE L'AUDIT DES FILIERES D'ELIMINATION DES BOUES URBAINES DE 1999

3.1 Objectifs et synthèse de l'étude A. ANDERSEN de 1999

3.1.1 Contexte et objectifs

L'étude initiale, intitulée « Audit environnemental et économique des filières d'élimination des boues d'épuration urbaines », a été réalisée par le cabinet Arthur ANDERSEN Environnement en 1999.

Le périmètre de l'étude est le traitement et l'élimination des boues provenant de stations d'épuration urbaines.

La partie environnementale de l'étude se compose d'une préétude de définition des filières de traitement et d'élimination des boues ou « systèmes homogènes » et de leur analyse environnementale selon la méthodologie de l'Analyse du Cycle de Vie (ACV).

Son objectif est de comparer les impacts environnementaux de ces différentes filières d'élimination des boues urbaines.

3.1.2 Les 10 systèmes homogènes

L'étude Arthur Andersen porte sur les 10 systèmes homogènes représentatifs de filières de traitement des boues couramment utilisées pour le traitement des boues urbaines :

- Mise en décharge de boues solides (moyenne station)
- Epandage de boues liquides d'une petite station
- Epandage de boues pâteuses non chaulées d'une moyenne station
- Epandage de boues pâteuses chaulées d'une moyenne station
- Epandage de boues compostées d'une grande station
- Epandage de boues solides d'une grande station
- Epandage de boues sèches d'une grande station
- Incinération spécifique (grande station)
- Co-incinération de boues sèches avec des ordures ménagères
- Co-incinération de boues pâteuses avec des ordures ménagères

3.1.3 Les catégories d'impact

L'étude a évalué les impacts des systèmes homogènes sur les 7 catégories d'impact suivantes :

- Effet de serre
- Dispersion de substances toxiques dans l'air
- Formation d'oxydants photochimiques
- Impact des toxiques sur les écosystèmes aquatiques
- Impact des toxiques sur les écosystèmes terrestres
- Acidification
- Utilisation de ressources naturelles

3.1.4 La méthodologie de l'ACV

La méthodologie utilisée est la suivante :

- Définition d'une unité fonctionnelle : élimination d'1 tonne de boues brutes sortie clarificateur par la filière associée, soit 10 kg de matière sèche
- Décomposition de chaque unité fonctionnelle en processus élémentaires de la sortie du clarificateur à l'étape finale d'élimination
- Réalisation d'un bilan entrée-sortie matière, énergie, consommables, rejets (pollution directe, indirecte et évitée) de chaque processus élémentaire
- Réalisation d'un bilan de masse global pour chaque système homogène
- Evaluation de la contribution de chaque processus élémentaire à l'impact du système homogène
- Rattachement des émissions répertoriées à une catégorie d'impact avec un coefficient permettant d'exprimer l'impact en unité équivalente (méthodologie « Environmental Themes »)
- Normalisation des résultats
- Comparaison avec un impact de référence appréhendable

3.1.5 Principales conclusions

L'étude aboutit aux conclusions suivantes :

- Le **transport** contribue de façon significative aux **impacts environnementaux relatifs à l'air** (effet de serre, dispersion de substances toxiques dans l'air, formation d'oxydants photochimiques).
- La **mise en décharge** des boues solide est le système homogène **le plus défavorable** pour 3 des 7 catégories d'impact : effet de serre, dispersion de substances toxiques dans l'air et acidification.
- La contribution de l'**incinération** est liée principalement à la dispersion de substances toxiques dans l'atmosphère, à l'impact sur les écosystèmes aquatiques, à l'utilisation de ressources naturelles et dans une moindre mesure à l'effet de serre.
- Les différents systèmes homogènes relatifs à l'**épandage** ont globalement un **impact plutôt faible** sur ces mêmes aspects. Par contre, ils ont un impact plus défavorable que les autres systèmes homogènes sur les écosystèmes terrestres, du fait que ce critère prend principalement en compte les rejets d'éléments-trace métalliques dans le sol. Toutefois, cet impact reste très limité en valeur absolue et en dessous de ce qu'engendrerait l'apport maximum admis pour l'homologation des matières fertilisantes.
- Concernant l'épandage, la prise en compte de la **substitution d'engrais** par les boues, et donc du gain environnemental lié à la non-utilisation d'engrais, a des **répercussions positives importantes** sur l'évaluation de l'impact de l'épandage, surtout en terme d'effet de serre et d'impact sur les écosystèmes terrestres.
- Parmi les 7 systèmes homogènes de l'épandage, ceux qui incluent une phase de **digestion** (épandage de boues solides ou de boues sèches) ou qui prévoient des **transports importants** (grandes stations, boues compostées, boues de faible siccité) présentent des **contributions plus importantes aux impacts dans l'air** (en particulier dispersion de substances toxiques, formation d'oxydants photochimiques).
- La comparaison globale des 3 grands type d'élimination (décharge, incinération, épandage) aboutit à la conclusion que l'incinération (ou la co-incinération) des boues présente globalement des impacts environnementaux moindres que la mise en décharge et plus importants que ceux de l'épandage. **L'épandage génère généralement l'impact minimal, sauf pour le cas des écosystèmes terrestres.**

3.2 Données de base de l'actualisation

Il s'agit de réaliser une actualisation simplifiée de l'étude Arthur ANDERSEN appliquée aux boues provenant d'industries agroalimentaires, en vue d'évaluer les impacts du remplacement des épandages de boues par des filières alternatives de type compostage.

3.2.1 Systèmes homogènes retenus

En cohérence avec les hypothèses prises pour la phase 2, les systèmes homogènes retenus pour l'actualisation sont les suivants :

- Epandage de boues liquides
- Epandage de boues pâteuses
- Epandage de boues compostées

Les autres systèmes homogènes n'ont pas été retenus pour les raisons suivantes :

- Mise en décharge de boues : interdiction réglementaire
- Epandage de boues solides ou sèches : système très peu rencontré en agro-alimentaire
- Incinération et co-incinération : systèmes principalement utilisés pour l'élimination des déchets plutôt que des boues

3.2.2 Catégories d'impact retenues et unités de quantification

L'étude initiale met en évidence l'impact des aspects transport mais également des aspects énergie (liés au transport et aux équipements).

Les impacts liés au **transport** et à l'**énergie** ont été retenus.

Tableau 19 : Définition des impacts

Aspects	Emission / consommation	Impacts
Transport	Rejets atmosphérique	Effet de serre
Energie	Consommation carburant	Dispersion de substances toxiques dans l'air
Unités : consommation en kWh	Consommation électrique	Formation d'oxydants photochimiques
tonne de gasoil		Utilisation de ressources naturelles

Dans le cadre de cette actualisation simplifiée, nous retiendrons les impacts « effet de serre » et « utilisation de ressources naturelles » plus aisément quantifiables.

L'étude ANDERSEN conclut que les systèmes homogènes relatifs à l'épandage ont un impact plus défavorable que les autres sur les écosystèmes terrestres, critère prenant principalement en compte les rejets d'éléments-trace métalliques dans le sol, mais cet impact reste très limité en valeur absolue et en-dessous de ce qu'engendrerait l'apport maximum admis pour l'homologation des matières fertilisantes.

D'après cette étude, l'impact de l'épandage de boues sur les écosystèmes aquatiques est très faible, les systèmes homogènes comprenant l'incinération et la mise en décharge ayant un impact beaucoup plus important.

De plus l'étude ANDERSEN n'a pas abordé l'impact sur l'eutrophisation, les micropolluants et la biodiversité.

C'est pourquoi ces aspects n'ont pas été retenus pour l'actualisation.

Les quantifications seront ramenées à la **tonne de matière sèche boue**.

3.2.3 Cas types de quantification

Les quantifications ont été réalisées à partir d'un **cas type par filière**, puis ramenées à la tonne de MS.

Les **cas types** définis sont les suivants :

- boues liquides : 300 kg/j MS (300 à 600 kg DBO5 /j) soit 75 t MS / an – correspondant à des sites de taille limitée
 - boues pâteuses : 1000 kg/j MS (600 à 1200 kg DBO5 /j) soit 250 t MS / an
 - compostage : 1000 kg/j MS (600 à 1200 kg DBO5 /j) soit 250 t MS / an
- } correspondant à des sites de taille moyenne

Les **siccités** des différents types de boues sont les suivantes :

- Boues liquides sortie tambour ou table d'égouttage : 7 %
- Boues pâteuses sortie centrifugeuse : 18 %
- Boues compostées : 50 %

3.3 Données traitement des boues

3.3.1. Table d'égouttage

Les postes de consommation énergétique du traitement des boues par table d'égouttage sont les suivants :

- Pompe d'alimentation des boues
- Pompe doseuse de polymère
- Table d'égouttage
- Pompe de sortie
- Surpresseur pour le lavage en fin de cycle
- Agitateur silo à boues

Pour le cas type d'une production de 300 kg/j MS, la consommation électrique de ces équipements s'élève à 11,25 kWh / jour, soit environ 4300 kWh / an.

La consommation électrique du traitement des boues par table d'égouttage est d'environ **60 kWh / t MS**.

Rappel de la consommation électrique prise en compte dans l'étude ANDERSEN :

- 50 kWh / t MS pour un traitement par table d'égouttage
- 20 kWh / t MS pour le stockage

La consommation calculée est proche de celle de l'étude ANDERSEN.

3.3.2. Centrifugeuse

Les postes de consommation énergétique du traitement des boues par table d'égouttage sont les suivants :

- Pompe d'alimentation des boues
- Pompe doseuse de polymère
- Centrifugeuse
- Pompe de sortie
- Surpresseur pour le lavage en fin de cycle

Pour le cas type d'une production de 1000 kg/j MS, la consommation électrique de ces équipements s'élève à 139 kWh / jour, soit 34 750 kWh / an.

La consommation électrique du traitement des boues par centrifugeuse est d'environ **140 kWh / t MS**.

Rappel de la consommation électrique prise en compte dans l'étude ANDERSEN :

30 kWh / t MS pour un traitement par centrifugeuse

Nota : la consommation électrique des établissements représentatifs issus de la phase 1 est de l'ordre de **150 kWh / t MS**, ce qui est proche de la valeur calculée. La valeur retenue dans l'étude ANDERSEN semble largement sous-estimée.

3.3.3. Compostage

Le compostage est considéré ici comme une étape supplémentaire de traitement des boues, l'élimination finale étant réalisée par l'épandage des boues compostées.

Les postes de consommation énergétique potentiels d'un centre de compostage sont les suivants :

- Chargement des matières premières
- Retournement des andains
- Aération forcée
- Recirculation des lixiviats

Suivant le type de centre de compostage, la consommation énergétique peut varier de façon importante suivant la technologie mise en œuvre.

Il a été considéré les données moyennes pour un panel d'unités de compostage regroupant 1 unité de compost urbain, 3 plate-formes de compostage avec aération forcée et 7 fonctionnant avec un procédé classique d'aération par retournement avec chargeur.

La consommation énergétique de ce panel est la suivante :

- Consommation de gasoil : 0,5 litres la tonne traitée, soit **1,5 litres / t MS** entrante
- Consommation électrique : 10 kWh / tonne traitée, soit **30 kWh / t MS** entrante

Rappel de la consommation prise en compte dans l'étude ANDERSEN :

- Consommation fioul : 8 kg / t MS soit 9,4 litres / t MS (densité gasoil : 0,85)
- Consommation électrique : 30 kWh / t MS

La consommation électrique est égale à celle de l'étude ANDERSEN. La consommation de gasoil retenue est plus faible (données réelles centres de compostage pour l'année 2011).

3.4 Données transport

3.4.1. Distances site de production – site d'élimination

Il s'agit des distances entre le site et les parcelles d'épandage, ou entre le site et le centre de compostage et entre le centre et les parcelles d'épandage.

Hypothèses :

- boues liquides : 10 km
- boues pâteuses : 20 km
- compostage : 40 km du site au centre compostage + 300 km du centre de compostage aux parcelles d'épandage (*)

(*) sortie de la zone de forte densité d'élevages

Ces hypothèses (hors distance épandage compost) correspondent aux données issues de la phase 1.

Rappel des distances prises en compte dans l'étude ANDERSEN :

- petites stations vers épandage : 5 km
- moyennes stations vers épandage : 15 km
- grande station vers élimination externe (décharge, co-incinération) : 50 km

On note par rapport aux données de l'étude ANDERSEN :

- une **tendance à l'éloignement pour les boues liquides et pâteuses**
- une **tendance au rapprochement pour les sites d'élimination externes** (multiplication des sites ces dernières années)

3.4.2. Estimation de la distance totale et de la consommation de carburant

Hypothèses :

Tableau 20 : Moyens de transport et consommation de carburant associée

Produit transporté	Moyen de transport	Consommation de carburant
Transport boues liquides	Tonne à lisier 15 tonnes	10 litres / heure
Transport boues pâteuses	Camion benne 20 tonnes	40 litres / 100 km
Transport boues compostées	Semi 25 tonnes	50 litres / 100 km

➤ Transport des boues liquides

Pour 300 kg/ j MS (75 t MS / an soit 1071 t de boues) :

- Distance aller-retour : 20 km
- Temps de transport aller-retour : 0,75 h
- Nombre d'aller-retours nécessaires : 72
- Distance totale de transport : 1440 km
- Consommation de carburant : 540 litres

La distance de transport des boues liquides est de **20 km / t MS** pour une consommation de carburant de **7,2 litres / t MS**.

➤ **Transport des boues pâteuses**

Pour 1000 kg / j MS (250 t MS / an soit 1389 t de boues) :

- Distance aller-retour : 40 km
- Temps de transport aller-retour : 0,75 h
- Nombre d'aller-retours nécessaires : 70
- Distance totale de transport : 2800 km
- Consommation de carburant : 1120 litres

La distance de transport des boues pâteuses est de **11 km / t MS** pour une consommation de carburant de **4,5 litres / t MS**.

➤ **Transport filière compostage**

Etape 1 : transport boues pâteuses vers centre de compostage

Pour 1000 kg / j MS (250 t MS / an soit 1389 t de boues) :

- Distance aller-retour : 80 km
- Temps de transport aller-retour : 1,5 h
- Nombre d'aller-retours nécessaires : 70
- Distance totale de transport : 5600 km
- Consommation de carburant : 2240 litres

La distance de transport des boues liquides est de **22 km / t MS** pour une consommation de carburant de **9,0 litres / t MS**.

Etape 2 : transport boues compostées vers parcelles d'épandage

Pour 1000 kg / j MS (250 t MS / an soit 500 t de matière brute) :

- Distance aller-retour : 600 km
- Temps de transport aller-retour : 8 h
- Nombre d'aller-retours nécessaires : 20
- Distance totale de transport : 12 000 km
- Consommation de carburant : 6000 litres

La distance de transport des boues liquides est de **48 km / t MS** pour une consommation de carburant de **24 litres / t MS**.

Nota : la perte matière des boues pendant le processus de compostage a été supposée compensée par l'ajout de structurant.

La distance totale de transport liée à la filière compostage est de **70 km / t MS** pour une consommation de carburant de **33 litres / t MS**.

3.5 Données élimination des boues

Hypothèses :

Tableau 21 : Matériel d'épandage et consommation de carburant associée

Produit épandu	Moyen de transport	Consommation de carburant
Epandage boues liquides	Tonne à lisier 15 tonnes	10 litres / heure
Epandage boues pâteuses	Epandeur 12 tonnes	10 litres / heure
Epandage boues compostées	Epandeur 15 tonnes	10 litres / heure

Nota : la consommation de carburant des chargeurs a été considérée négligeable du fait de leur faible durée d'utilisation par rapport à la durée d'épandage.

➤ Epandage des boues liquides

Pour 300 kg/ j MS (75 t MS / an soit 1071 t de boues) :

- Temps unitaire d'épandage : 0,33 h
- Nombre d'épandages nécessaires : 72
- Consommation de carburant : 238 litres

La consommation de carburant liée à l'épandage des boues liquides est de **3,2 litre / t MS**.

➤ Epandage des boues pâteuses

Pour 1000 kg/ j MS (250 t MS / an soit 1389 t de boues) :

- Temps unitaire d'épandage : 0,33 h
- Nombre d'épandages nécessaires : 116
- Consommation de carburant : 383 litres

La consommation de carburant liée à l'épandage des boues pâteuses est de **1,5 litre / t MS**.

➤ Epandage des boues compostées

Pour 1000 kg/ j MS (250 t MS / an soit 500 t de matière brute) :

- Temps unitaire d'épandage : 0,33 h
- Nombre d'épandages nécessaires : 34
- Consommation de carburant : 112 litres

La consommation de carburant liée à l'épandage des boues compostées est de **0,5 litre / t MS**.

3.6 Impact environnemental des filières étudiées

Comme indiqué en 3.2.2, l'impact des filières étudiées est évalué en terme :

- de **non-consommation d'engrais azoté et phosphaté**, de **consommation de carburant**, de **consommation électrique** pour l'impact sur les ressources naturelles
- de CO₂ émis pour l'effet de serre.

3.6.1 Impact sur les ressources naturelles

➤ Consommation d'engrais

On considère que 50 kg de N et de P₂O₅ sont substitués aux engrais pour 1 tonne de matière sèche épandue.

Le gain de ressources lié à l'épandage, du fait de la non utilisation d'engrais, est d'environ **20 kg de P et 50 kg de N / t MS**.

Ce gain est identique pour les 3 filières étudiées.

Sur la base d'une teneur moyenne de 200 kg P₂O₅ / t d'engrais, 1 tonne de MS boue équivaut à 250 kg d'engrais agricole.

A noter que les boues apportent également de la matière organique, de la potasse et d'autres minéraux utiles aux cultures.

➤ **Consommation électrique**

La consommation d'énergie électrique par filière est détaillée ci-dessous et figure 2 page suivante.

Tableau 22 : Consommation électrique par filière

	Filière épandage boues liquides	Filière épandage boues pâteuses	Filière épandage boues compostées
Traitement boues	Table d'égouttage 60 kWh / t MS	Centrifugeuse 140 kWh / t MS	Centrifugeuse 140 kWh / t MS
Transport boues	-	-	-
Compostage	-	-	30 kWh / t MS
Transport compost	-	-	-
Epandage	-	-	-
TOTAL	60 kWh / t MS	140 kWh / t MS	170 kWh / t MS

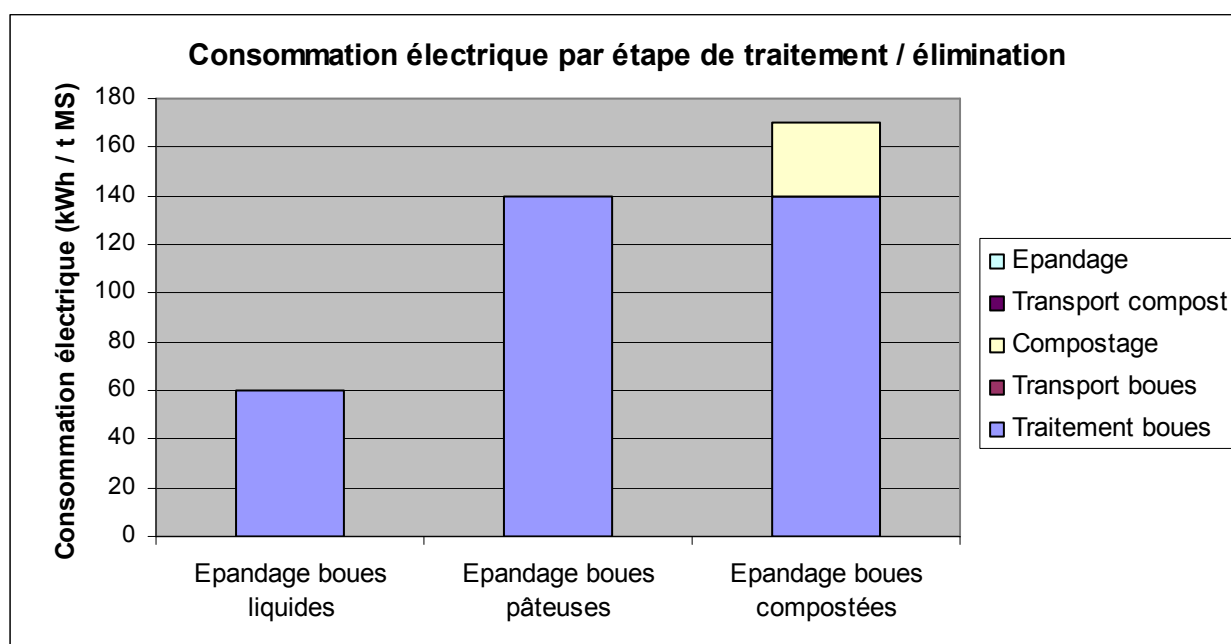


Figure 2 : Consommation électrique par étape de traitement / élimination

Les postes transport et élimination (épandage) ne consomment pas d'énergie électrique. L'électricité est consommée au niveau du traitement des boues sur site, éventuellement lors du traitement hors site (compostage).

L'énergie électrique consommée par la filière **boues pâteuses** est plus de **deux fois supérieure** à la consommation électrique de la filière **boues liquides**. Les équipements utilisés sont plus puissants pour permettre d'atteindre une siccité supérieure.

Pour la filière épandage de **boues compostées**, il faut ajouter à la filière boues pâteuses la **consommation du centre de compostage**, ce qui représente une **augmentation de 20 %** par rapport à la filière boues pâteuses.

➤ **Consommation de carburant**

Tableau 23 : Consommation de carburant par filière

	Filière épandage boues liquides	Filière épandage boues pâteuses	Filière épandage boues compostées
Traitement boues	-	-	-
Transport boues	7,2 litre / t MS	4,5 litres / t MS	9,0 litres / t MS
Compostage	-	-	1,5 litre / t MS
Transport compost	-	-	24 litres / t MS
Epandage	3,2 litre / t MS	1,5 litre / t MS	0,5 litre / t MS
TOTAL	10 litres / t MS	6 litres / t MS	35 litres / t MS

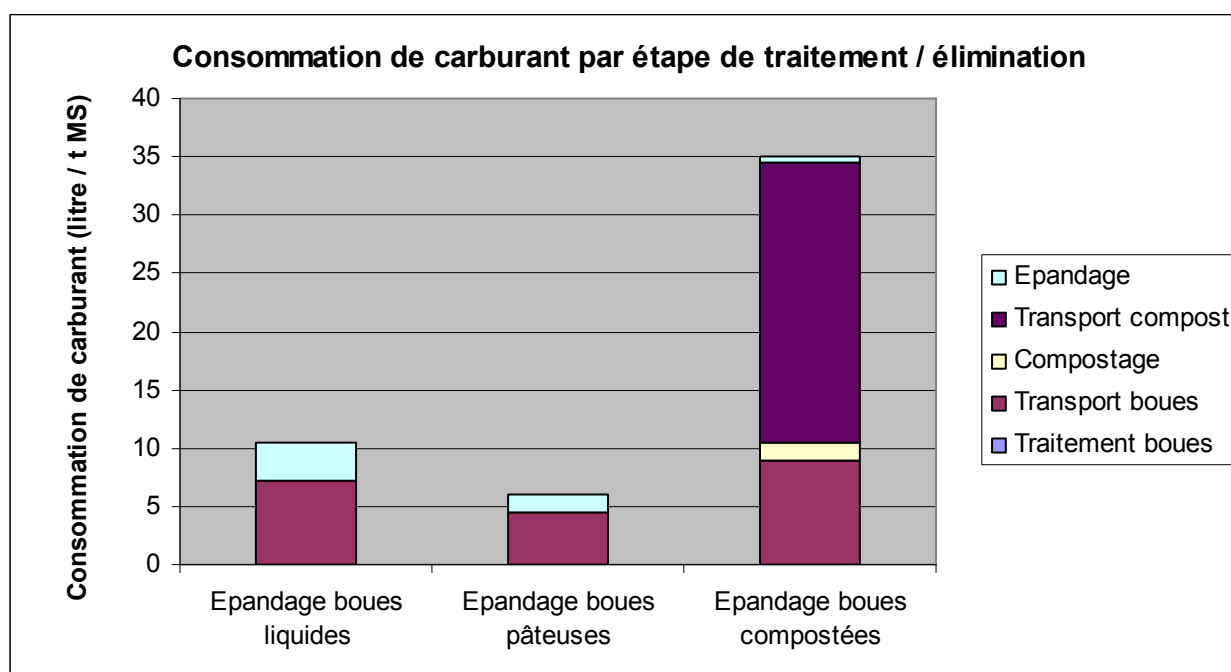


Figure 3 : Consommation de carburant par étape de traitement / élimination

Du carburant est consommé lors des étapes de transport, d'élimination (épandage) et éventuellement de traitement externe (compostage). Le poste traitement des boues sur site n'engendre pas de consommation de carburant.

Le principal poste de consommation carburant est le transport, représentant de 70 à 94 % de la consommation totale suivant la filière considérée.

La consommation de carburant utilisé pour l'épandage diminue avec l'augmentation de la siccité des boues. Le volume étant réduit, le nombre de rotation à effectuer pour épandre est plus faible.

La **consommation de carburant** de la filière **épandage de boues compostées** est de loin la **plus importante**, du fait de l'importance du transport, notamment pour faire sortir les boues compostées de la zone de forte densité d'élevage.

La consommation de carburant de la filière **épandage de boues pâteuses** est la plus faible. L'éloignement des parcelles par rapport à la filière boues liquides est plus que compensé par la diminution du volume et donc du nombre de rotation du fait de la siccité plus élevée de ces boues.

La consommation de la filière **épandage de boues liquides** est 66 % plus élevée que la filière boues pâteuses, mais 3,5 fois moins élevée que la filière compostage.

3.6.2 Emissions associées à chaque filière

Les émissions liées à la consommation énergétique du traitement, transport et élimination des boues ont été calculées sur les bases suivantes :

Données de base

- Emission liées à la consommation de carburant :

quand il est consommé 1 litre de gasoil, il est émis 3,169 kg équivalent CO₂ (valeur comprenant la production et la combustion – source : tableau bilan carbone version 7 de l'ADEME)

- Emission liées à la consommation électrique :

quand il est consommé 1 kWh électrique (produit par EDF – France), il est émis 0,048 kg de CO₂ (source : tableau bilan carbone version 7 de l'ADEME)

Rappel des données prises en compte dans l'étude ANDERSEN :

- Emissions liées à consommation de carburant : 74,6 g CO₂/ MJ, soit 2,664 kg de CO₂ / litre de gasoil – donnée légèrement inférieure aux données ADEME
- Emissions liées à la production d'électricité : 10 g CO₂/ MJ électrique, soit 0,036 kg de CO₂ / kWh – donnée également légèrement inférieure aux données ADEME

Les émissions sont calculées ci-dessous et illustrées page suivante.

➤ Emissions liées à la consommation électrique

Tableau 24 : Emissions de CO₂ liées à la consommation électrique

	Filière épandage boues liquides	Filière épandage boues pâteuses	Filière épandage boues compostées
Traitement boues	Table d'égouttage 2,9 kg CO ₂ / t MS	Centrifugeuse 6,7 kg CO ₂ / t MS	Centrifugeuse 6,7 kg CO ₂ / t MS
Compostage	-	-	1,4 kg CO ₂ / t MS
TOTAL	3 kg CO₂ / t MS	7 kg CO₂ / t MS	8 kg CO₂ / t MS

➤ Emissions liées à la consommation de carburant

Tableau 25 : Emissions de CO₂ liées à la consommation de carburant

	Filière épandage boues liquides	Filière épandage boues pâteuses	Filière épandage boues compostées
Transport boues	22,8 kg CO ₂ / t MS	14,3 kg CO ₂ / t MS	28,5 kg CO ₂ / t MS
Compostage	-	-	4,8 kg CO ₂ / t MS
Transport compost	-	-	76,1 kg CO ₂ / t MS
Epandage	10,1 kg CO ₂ / t MS	4,8 kg CO ₂ / t MS	1,6 kg CO ₂ / t MS
TOTAL	33 kg CO₂ / t MS	19 kg CO₂ / t MS	111 kg CO₂ / t MS

➤ **Somme des émissions**

Tableau 26 : Emissions de CO₂ par filière de traitement et d'élimination des boues

	Filière épandage boues liquides	Filière épandage boues pâteuses	Filière épandage boues compostées
Traitement boues	Table d'égouttage 2,9 kg CO ₂ / t MS	Centrifugeuse 6,7 kg CO ₂ / t MS	Centrifugeuse 6,7 kg CO ₂ / t MS
Transport boues	22,8 kg CO ₂ / t MS	14,3 kg CO ₂ / t MS	28,5 kg CO ₂ / t MS
Compostage	-	-	6,2 kg CO ₂ / t MS
Transport compost	-	-	76,1 kg CO ₂ / t MS
Elimination	10,1 kg CO ₂ / t MS	4,8 kg CO ₂ / t MS	1,6 kg CO ₂ / t MS
TOTAL	36 kg CO₂ / t MS	26 kg CO₂ / t MS	119 kg CO₂ / t MS

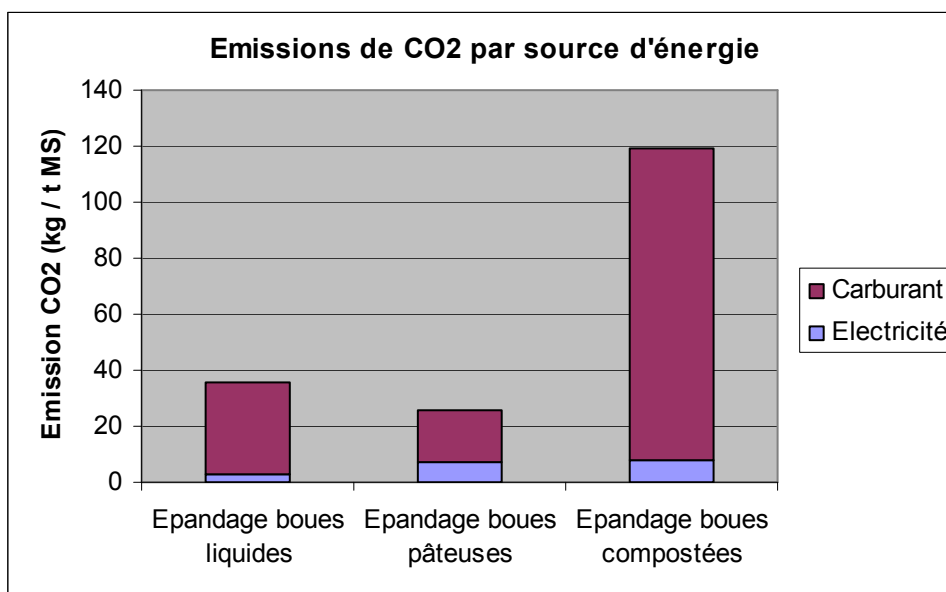


Figure 4 : Emissions de CO₂ par source d'énergie

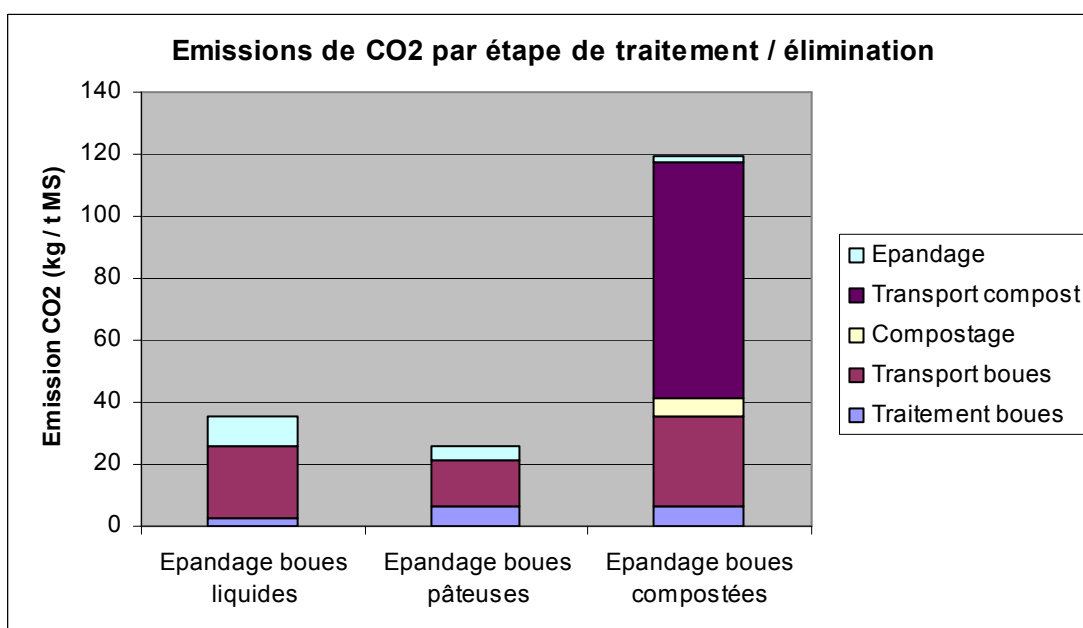


Figure 5 : Emissions de CO₂ par étape de traitement / élimination

Les émissions de CO₂ liées à la consommation d'énergie électrique sont faibles voire très faibles devant les émissions liées la consommation de carburant : elles représentent de 6 à 26 % des émissions totales suivant la filière.

De ce fait, les **émissions** liées au **transport** et à l'**élimination** des boues sont **importantes** devant les émissions liées au **traitement des boues**.

La filière d'élimination par **épandage de boues compostées** est celle qui conduit aux émissions de CO₂ les plus importantes (à cause du transport notamment pour faire sortir les boues de la zone de forte densité d'élevage), suivie par la filière épandage des boues liquides et la filière épandage des boues pâteuses.

Le remplacement d'une filière **épandage de boues liquides** par une filière **épandage de boues pâteuses** entraînerait une **diminution de 28% des émissions de CO₂ étudiées**.

Le remplacement d'une filière **épandage de boues pâteuses** par une filière **épandage de boues compostées hors secteur Ouest** entraînerait la **multiplication par 4,5 des émissions de CO₂ étudiées**.

➤ Gain lié à la substitution d'engrais

Données de base :

- 50 kg de N et 50 kg de P₂O₅ soit 20 kg de P substitués par tonne de MS boue épandue
- L'émissions de CO₂ liées à la production et transport d'un kg d'engrais azoté et 1 kg d'engrais phosphaté P₂O₅ est au total de 5,87 kg de CO₂ (source GES'TIM repris par l'ADEME), soit 294 kg de CO₂ par tonne de MS de boue

La non utilisation d'engrais permise par l'épandage de boues permet une baisse des émissions de CO₂ qui **compense d'un facteur 2,5 à 11 les émissions de CO₂ liées à l'épandage** de boues liquides, pâteuses ou compostées.

3.7 Comparaison des consommations électriques des filières épandage d'effluents bruts et traitement biologique avec épandage des boues pâteuses

Cette analyse simplifiée non prévue dans la mission est limitée à la consommation d'énergie électrique.

Les postes de consommation électrique sont les suivants :

- Pour l'épandage d'effluents :
- pompes d'épandage
- Pour le traitement biologique :
- pompes et aérateurs
- Pour le traitement et l'épandage des boues :
- matériel de concentration des boues

Les consommations électriques recueillies lors de la phase 1 ont permis d'établir les ratios de consommation suivants :

	Epandage effluents bruts	Stockage aéré + épandage effluents	Traitement biologique + épandage des boues
Epandage d'effluents	0,6 kWh / kg DCO	0,6 kWh / kg DCO	-
Stockage aéré	-	1,4 kWh / kg DCO	-
Traitement effluent + épandage boues	-	-	1,5 kWh / kg DCO
TOTAL	0,6 kWh / kg DCO	2,0 kWh / kg DCO	1,5 kWh / kg DCO

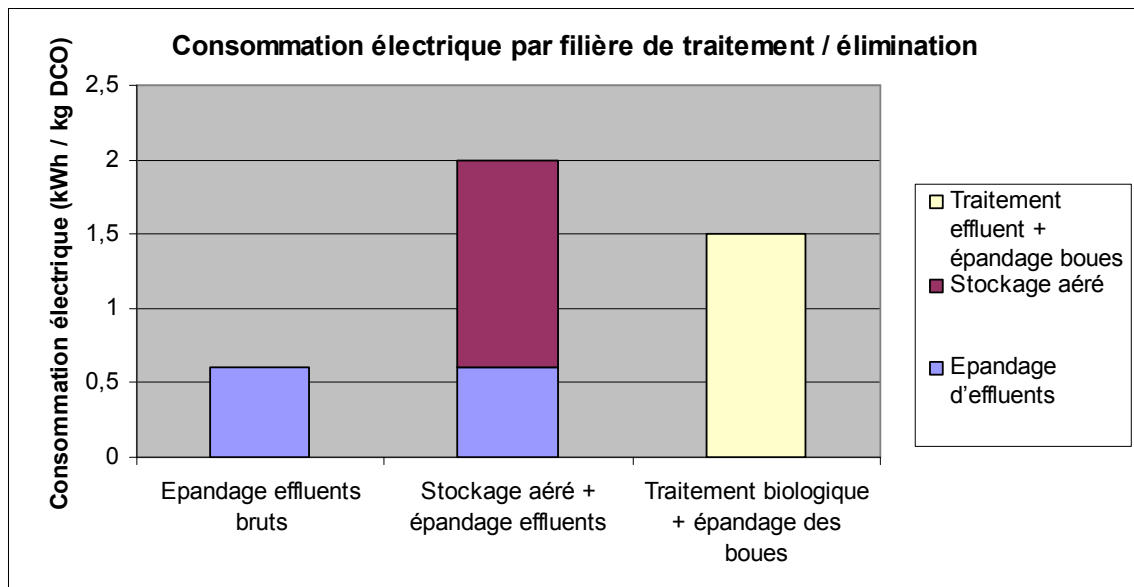


Figure 6 : Consommation électrique par filière

La consommation électrique de la filière **épandage d'effluents bruts** est **2 fois moins importante** que celle de la filière **de traitement biologique avec épandage de boues pâteuses**.

Si l'on ajoute la consommation électrique d'un **stockage aéré** avant épandage des effluents, la consommation totale est **30 % supérieure** à celle de la filière de traitement biologique avec épandage de boues pâteuses.

4 SYNTHÈSE DE LA PHASE 2

Le phase 1 de cette étude a montré une insuffisance parfois importante des surfaces d'épandage difficilement compensable dans le contexte réglementaire actuel.

Les objectifs de cette phase 2 étaient donc de réaliser :

- une extrapolation des coûts d'investissement et de fonctionnement du passage, pour les industries agroalimentaires de l'Ouest du bassin, d'un épandage d'effluents ou de boues à une filière alternative ;
- une évaluation environnementale de ces changements par 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.

Extrapolation des coûts d'investissement

Afin de réaliser l'extrapolation, les établissements agro-alimentaires des départements concernés par les problématiques d'épandage ayant une taille significative ($MO > 300 \text{ kg/j}$ et $P > 5 \text{ kg/j}$) ont été sélectionnés.

Deux catégories de solutions ont été étudiées :

- les solutions alternatives à l'épandage d'effluents bruts ou de boues (suppression de l'épandage au profit d'une filière autre)
- les améliorations des filières existantes (épandage d'effluents bruts ou raccordement communal)

Des solutions techniques ont été définies en fonction de la taille des établissements.

Les coûts d'investissement évalués prennent pour hypothèses une réalisation de 100 % des remplacements ou améliorations de filière.

Solutions alternatives à l'épandage d'effluents bruts ou de boues ainsi qu'au raccordement communal :

- Transformation des épandages d'effluents en traitement des effluents et des boues : investissement important de **96 M€**
- Transformation des épandages de boues en traitement des boues pour élimination externe : investissement plus limité de **24 M€**

Amélioration des filières existantes (épandage d'effluents ou raccordement communal)

- Création d'un stockage aéré pour les épandages d'effluent
- Création d'un stockage tampon pour les sites raccordés

Investissement similaire d'environ **25 M€** pour chaque catégorie

Traitement autonome pour les sites raccordés : investissement très important de **154 M€**

Extrapolation des coûts de fonctionnement

Une évaluation de l'évolution des coûts de fonctionnement liée aux remplacements ou améliorations de filières a été réalisée à partir de données issues de la phase 1 ainsi que de calculs :

Le **remplacement** des filières d'épandage d'effluents ou de boues par des **filières alternatives** entraîne :

- une augmentation importante des coûts de fonctionnement pour les **épandages d'effluents** (doublement)
- une **augmentation modérée** pour les **épandages de boues** (15 à 35 %)
- un **coût a priori équivalent pour les sites raccordés**

L'**amélioration** des filières existantes (épandage d'effluents ou sites raccordés) entraîne :

- une augmentation importante des coûts de fonctionnement pour les **épandages d'effluents** (doublement)
- un **augmentation limitée pour les sites raccordés** (15 %)

Actualisation de l'étude environnementale

L'actualisation de l'étude environnementale ANDERSEN a porté sur les filières épandage de boues liquides, épandage de boues pâteuses et épandage de boues compostées et les aspects traitement, transport et élimination du point de vue de la consommation de ressources naturelles (phosphore, électricité, carburant) et des émissions de CO₂.

L'**énergie électrique consommée** par la filière **boues pâteuses** est plus de **deux fois supérieure** à la consommation électrique de la filière **boues liquides**. Les équipements utilisés sont plus puissants pour permettre d'atteindre une siccité supérieure.

Pour la filière épandage de **boues compostées**, il faut ajouter à la filière boues pâteuses la **consommation du centre de compostage**, ce qui représente une **augmentation de 20 %** par rapport à la filière boues pâteuses.

La **consommation de carburant** de la filière **épandage de boues compostée** est de loin la **plus importante**, du fait de l'importance du transport, notamment pour faire sortir les boues compostées de la zone de forte densité d'élevage.

La consommation de carburant de la filière **épandage de boues pâteuses** est la plus faible. L'éloignement des parcelles par rapport à la filière boues liquides est plus que compensé par la diminution du volume et donc du nombre de rotation du fait de la siccité plus élevée de ces boues.

Les émissions de CO₂ liées à la consommation d'énergie électrique sont faibles voire très faibles devant les émissions liées la consommation de carburant. De ce fait, les **émissions** liées au **transport** et à **l'élimination** des boues sont **importantes** devant les émissions liées au **traitement des boues**.

La filière d'élimination par **épandage de boues compostées** est celle qui conduit aux émissions de CO₂ les plus importantes (à cause du transport notamment pour faire sortir les boues de la zone de forte densité d'élevage), suivie par la filière épandage des boues liquides et la filière épandage des boues pâteuses.

Le remplacement d'une filière **épandage de boues liquides** par une filière **épandage de boues pâteuses** entraînerait une **diminution de 28% des émissions de CO₂ étudiées**.

Le remplacement d'une filière **épandage de boues pâteuses** par une filière **épandage de boues compostées hors secteur Ouest** entraînerait la **multiplication par 4,5 des émissions de CO₂ étudiées**.

L'épandage de boues en substitution des engrais permet une baisse d'émission de CO₂ de 294 kg par t de MS de boue, du fait de la non production, transport d'engrais azotés et phosphatés, ce qui compense d'un facteur 2 à 11 les émissions liés à l'épandage de boues liquides, pâteuses ou compostées suivant la filière considérée.

Conclusion

La transformation des épandages d'effluents en traitement avec élimination des boues entraîne un coût d'investissement élevé ainsi qu'une forte augmentation du coût de fonctionnement. L'impact CO₂ devrait lui aussi augmenter du fait de l'augmentation des consommations électriques et du transport, mais cet impact est compensé par une meilleure utilisation de la valeur fertilisante des effluents.

La transformation des épandages de boues en traitement pour élimination externe (compostage ou incinération) est l'évolution de filière qui engendre le coût d'investissement le moins élevé, avec une augmentation limitée du coût de fonctionnement. La consommation de carburant et les émissions liées à cette valorisation externe seront cependant importantes.

La transformation des raccordements en traitements autonomes semble être la plus difficile à mettre en œuvre du fait de son coût d'investissement très élevé. Elle serait sans incidence sur l'impact CO₂.

Le stockage aéré avant épandage d'effluent présente un coût d'investissement relativement limité mais a un impact très important sur le fonctionnement. L'impact CO₂ est significatif par l'énergie électrique consommée en aération supplémentaire.

Le stockage tampon avant raccordement présente un coût d'investissement et un coût de fonctionnement limités. Il y aura également un impact CO₂ dû à l'aération supplémentaire.

Cette évaluation globale sera à relativiser au niveau de chaque site avec la prise en compte de son contexte particulier (type d'effluent, milieu récepteur...).

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