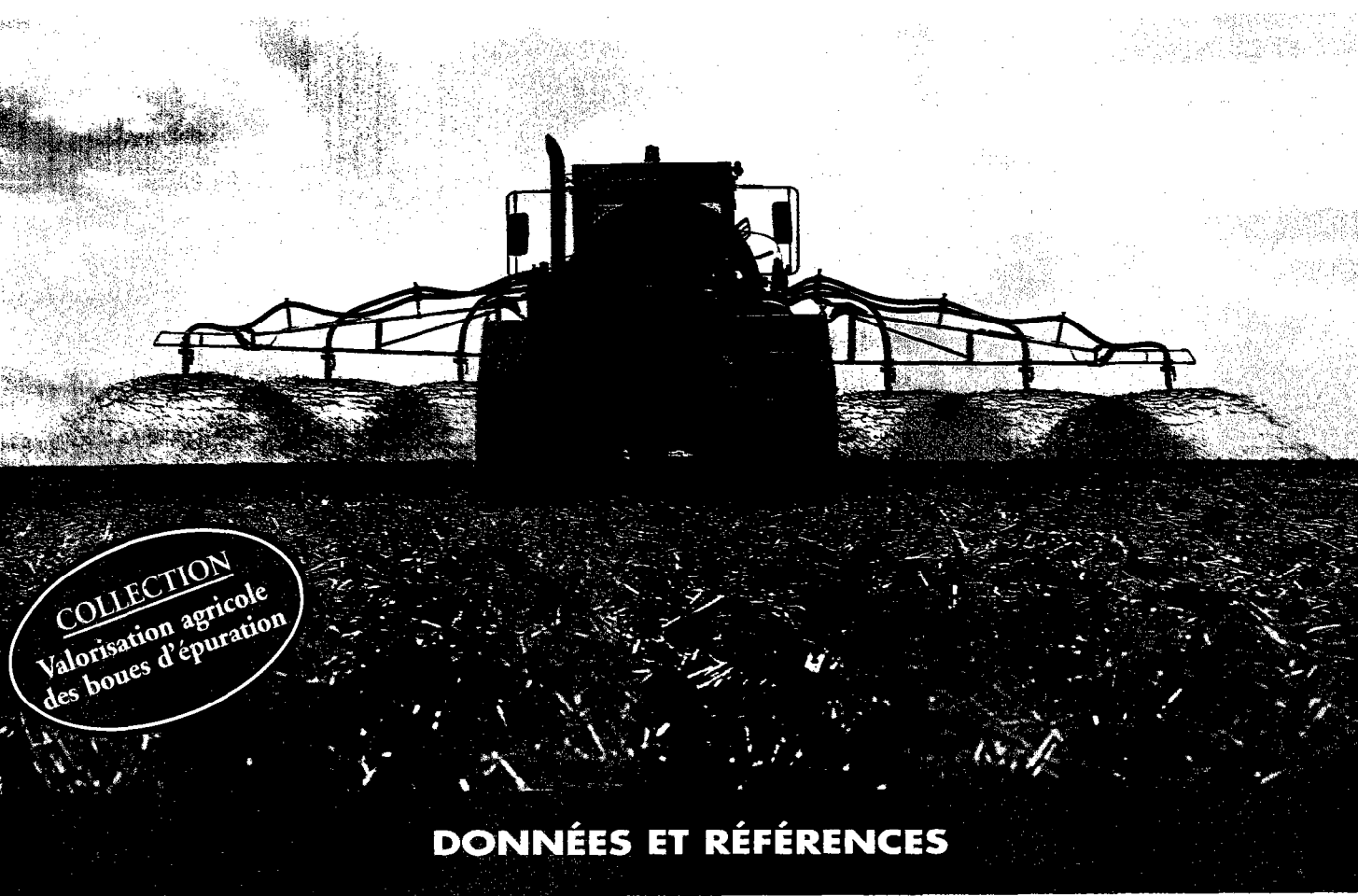


n° 23958 es coûts de traitement  
et de recyclage agricole  
des boues d'épuration urbaines



**COLLECTION**  
Valorisation agricole  
des boues d'épuration

**DONNÉES ET RÉFÉRENCES**

ADEME



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



23958

# Les coûts de traitement et de recyclage agricole des boues d'épuration urbaines

par

**Michel Ferry**

**Cemagref** - Antony

Unité de Recherche " Qualité et fonctionnement hydrologique des systèmes aquatiques "

et

**Jacques Wiat**

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

**ADEME** - Centre d'Angers

Direction Agriculture et Bioénergies

## LES COÛTS DE TRAITEMENT ET DE RECYCLAGE AGRICOLE DES BOUES D'ÉPURATION URBAINES

L'ADEME et le Cemagref se sont associés pour réaliser une étude nationale sur les coûts de la filière agricole d'utilisation des boues de stations d'épuration de collectivités locales. Cette étude est fondée sur une enquête effectuée en 1998 sur soixante et onze situations réelles réparties sur le territoire français. Les informations recueillies concernent les coûts d'investissement et d'exploitation relatifs aux différentes étapes de la filière boues : traitement, stockage, reprise, transport, épandage, pratiques culturales spécifiques, études et suivis. Le panel de situations pris en compte est très large tant par la taille des stations d'épuration (400 équivalents-habitants à 650 000) que par les types de boues (liquides, pâteuses, solides et sèches). Une vingtaine de filières-types ont été retenues.

A partir de ces données, les calculs ont respecté la méthode suivante : coûts des différentes étapes unitaires sur chacun des cas étudiés ; coût moyen par étape pour les filières-types retenues ; sommation des coûts des étapes pour déterminer le coût global de fonctionnement par filière-type.

Les résultats mettent en évidence l'importance relativement élevée du coût du traitement des boues (en moyenne 55 % du coût total de la filière) par rapport au coût de l'utilisation agricole proprement dite. Hors traitement des boues, les coûts du recyclage agricole s'élèvent en moyenne à : 13 F HT / é. h. (2 Euros), 1 170 F HT / t MS (178 Euros) ; 270 F HT / t MB (41 Euros) et 0,37 F HT / m<sup>3</sup> (0,06 Euros) d'eau potable distribué. Il s'agit d'ordres de grandeur, sachant que les coûts peuvent être très différents selon les types de filières et les contextes locaux (écart de 1 à 2, voire 1 à 3). Ces coûts incluent l'amortissement des investissements.

Les résultats obtenus dans cette étude correspondent à un contexte méthodologique spécifique auquel il convient de se référer avant toute comparaison, qu'il s'agisse d'autres études ou d'autres filières (incinération par exemple).

## AGRICULTURE

ADEME



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie

Direction de l'Agriculture  
et des Bioénergies  
2, square La Fayette BP 406  
49004 ANGERS Cedex 01



Centre national du Machinisme Agricole,  
du Génie Rural, des Eaux et Forêts  
BP 44 - Parc de Tourvoie  
92163 ANTONY Cedex

# Sommaire

---

INTRODUCTION	5
--------------	---

## 1<sup>re</sup> PARTIE :

---

1 - MÉTHODOLOGIE	9
1.1 - ENQUÊTE DE TERRAIN	9
1.1.1 - Déroulement de l'enquête	9
1.1.2 - Transcription des données recueillies	11
1.2 - ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES DONNÉES RECUEILLIES	11
1.3 - RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE	13

---

2 - FILIÈRES DE TRAITEMENT ET D'UTILISATION AGRICOLE DES BOUES	15
2.1 - ÉPURATION DES EAUX USEES ET GÉNÉRATION DES BOUES RÉSIDUAIRES	15
2.2 - DESCRIPTION DES FILIÈRES DE TRAITEMENT ET DE RECYCLAGE AGRICOLE DES BOUES	16
2.2.1 - Traitement des boues	16
2.2.2 - Stockage des boues	20
2.2.3 - Reprise, transport et épandage des boues	22
2.2.4 - Pratiques <b>culturelles</b> spécifiques à l'utilisation des boues	24
2.2.5 - Etudes et suivis	24
2.2.6 - Cas particuliers	26
2.3 - FILIÈRES-TYPES RETENUES POUR LE CALCUL DES COÛTS	27

---

3 - RÉSULTATS	31
3.1 - ÉLÉMENTS PRIS EN COMPTE POUR LA DÉTERMINATION DES COÛTS	31
3.1.1 - Rappels de définitions	31
3.1.2 - Options prises pour déterminer les coûts	31
3.1.3 - Principales bases de calcul	32
3.1.4 - Les données disponibles	33

3.2 - COÛTS PAR ÉTAPE DE LA FILIÈRE	37
3.2.1 - Coût du traitement des boues	38
3.2.2 - Coût du stockage des boues	40
3.2.3 - Coût des travaux de reprise, transport et épandage des boues	42
3.2.4 - Coût des pratiques <b>culturelles</b> spécifiques	44
3.2.5 - Coût des études et suivis	45
3.3 - RECONSTITUTION DES COUTS DE FONCTIONNEMENT PAR FILIÈRES-TYPES	47
3.3.1 - Filières boues liquides (filières-types n° 1 à 4)	48
3.3.2 - Filières boues pâteuses (filières-types n° 5 à 8)	50
3.3.3 - Filières boues solides ( <b>filières-types n° 9 à 12</b> )	52
3.3.4 - Filières boues séchées (filières-types <b>n° 13 à 15</b> )	54
3.3.5 - Autres filières (filières-types <b>n° 16 à 21</b> )	56

---

4 - SYNTHÈSE DES COÛTS, INTERPRÉTATIONS ET COMMENTAIRES	59
4.1 - COUTS RECONSTITUÉS : COMPARAISON ENTRE LES PRINCIPALES FILIÈRES-TYPES	59
4.1.1 - Expression à l'équivalent-habitant nominal	60
4.1.2 - Expression à la tonne de matières <b>sèches</b> produites	61
4.1.3 - Expression à la tonne de matières brutes produites	62
4.1.4 - Expression au mètre cube d'eau potable distribué	63
4.1.5 - Bilan des résultats obtenus sur les reconstitutions de filières	64
4.2 - PRÉSENTATION DES RESULTATS RECUEILLIS SUR LES CAS REELS	64
4.3 - COMPARAISON DES RESULTATS SUR SITUATIONS REELLES ET RECONSTITUEES	67
4.4 - CONFRONTATION AVEC LES DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES	68

---

CONCLUSIONS	73
-------------	----

## 2<sup>e</sup> PARTIE :

---

FICHES DE CAS	77
BOUES LIQUIDES : <b>cas n° 1 à 20</b>	80
BOUES PÂTEUSES : <b>cas n° 21 à 36</b>	120
BOUES SOLIDES : <b>cas n° 37 à 47</b>	152
BOUES SÈCHES : <b>cas n° 48 et 49</b>	174
BOUES COMPOSTÉES : <b>cas n° 50 à 54</b>	178

## ANNEXES :

---

Annexe 1 : BIBLIOGRAPHIE	191
Annexe 2 : DONNÉES DE COÛTS RECUEILLIES EN BIBLIOGRAPHIE	195
Annexe 3 : BASES DE CALCUL DES CHARGES D'AMORTISSEMENT	205

# *Introduction*

**L'**ADEME et le Cemagref se sont associés pour réaliser une étude nationale sur les coûts du traitement et de l'utilisation agricole des boues résiduelles issues des stations d'épuration de collectivités territoriales situées en zones rurales et en zones urbaines. Les coûts considérés comprennent l'amortissement des investissements et les coûts d'exploitation.

Cette étude est fondée sur une enquête réalisée sur soixante et onze cas réels, choisis parmi des situations considérées comme optimales au regard des règles de l'art et de la réglementation actuelle. Les opérations retenues, réparties sur l'ensemble du territoire français, représentent la " vérité-terrain " du coût de satisfaction des exigences de qualité. L'étude a été effectuée de mi-1997 à mi-1999.

Les coûts de traitement, proprement dit, auraient pu ne pas être abordés dans cette étude, car non nécessairement spécifiques à la filière de recyclage agricole. Toutefois, dans la mesure où l'enquête de terrain le permettait, il a semblé intéressant et utile de les recueillir, pour dresser une évaluation du coût total de " production et d'élimination " des boues d'épuration, la voie d'élimination retenue ici étant le recyclage en agriculture. L'information finale est ainsi plus complète et participe à une meilleure connaissance du prix de l'épuration des eaux usées municipales, et de la part spécifique de la filière boues sur le coût du mètre cube d'eau potable distribué. Cependant, pour éviter toute **confusion**, ou interprétation erronée, la présente étude cherchera toujours à bien distinguer " traitement " et " recyclage agricole ". Il est certain que la frontière est parfois tenue entre ces deux termes : il est bien malaisé ou arbitraire de déterminer avec exactitude le point où se termine le traitement des boues, et où commence la filière de recyclage agricole.

Les principales filières de traitement et de recyclage agricole des boues des stations d'épuration (boues liquides, boues pâteuses et solides, chaulées ou non, boues sèches) ont été considérées, ainsi que quelques situations plus particulières, telles que l'utilisation des boues de lagunage et le compostage. L'enquête de terrain a pris en compte des cas relativement variés dans la plupart des régions françaises, notamment en secteur de grandes cultures et plus marginalement, en zones de prairies, d'arboriculture fruitière et de viticulture.

Le document est organisé en deux parties ; la première présente la méthodologie de l'étude, la description des filières, et les résultats de coûts ; la seconde rassemble les fiches récapitulant les données recueillies sur les cas concrets étudiés.

L'étude est destinée aux collectivités locales, aux services d'assistance technique, de conseil ou de suivi (Missions-déchets des Chambres d'agriculture, SATESE), aux agriculteurs et organismes professionnels agricoles (Chambres d'agriculture, APCA), aux bureaux d'études et entreprises spécialisés, aux administrations (Ministères, DDAF, DDE, DDASS, Conseils Généraux, Agences de l'Eau, etc.) et plus largement au grand public et aux associations.

L'étude détermine les coûts des variantes de la filière agricole. Ces résultats peuvent également servir de références pour comparer la filière agricole et les filières alternatives (incinération par exemple), la filière agricole " boues d'épuration " et la filière agricole d'autres déchets municipaux (ordures ménagères par exemple). La présentation structurée des coûts peut permettre une analyse de l'impact financier des contraintes pesant sur tel ou tel poste. La répercussion de la nouvelle réglementation sur l'économie de l'épandage des boues d'épuration (arrêté du 8 janvier 1998) peut en conséquence être pondérée au regard du poids des divers postes préexistants de dépenses, du moins dans les situations déjà optimisées. C'est ainsi que l'on pourra examiner avec intérêt la part relative du " stockage " ou des " études et analyses ", comparativement au traitement proprement dit en station ou aux opérations logistiques de transport et d'épandage.

Ce document est édité au moment de la mise en place de la monnaie européenne (" l'Euro "). Pour ne pas compliquer les comparaisons avec d'autres études ni alourdir la **présentation**, on a **choisi** d'utiliser uniquement le système actuel en francs français (Hors Taxes) ; l'équivalence en Euros étant cependant mentionnée à titre indicatif dans le résumé et la conclusion.

## Informations relatives aux fiches de cas

- Chaque cas est présenté sur deux pages en vis-à-vis. Sur la page de gauche, le cadre du haut rassemble les renseignements principaux sur le site étudié (caractéristiques de la station d'épuration et de la filière boues) ; le cadre du bas contient le récapitulatif des coûts d'investissement (valeurs après actualisation), d'amortissement, d'exploitation et de fonctionnement (sous-totaux par étape, totaux, ratios). Sur la page de droite sont regroupés les éléments de coûts d'investissement (cadre du haut) et de fonctionnement (cadre du bas), tels qu'ils ont été recueillis auprès des différents intervenants consultés (les coûts d'investissement ne sont pas actualisés, l'année correspondante est indiquée dans une colonne spécifique afin de permettre l'actualisation).

- La locution " boues produites " a été utilisée pour désigner les tonnages de boues sans compter le chaux ni le chlorure ferrique éventuellement ajoutés (les quantités de polymères étant relativement faibles, elles n'ont pas été décomptées). L'expression " boues à épandre " se rapporte aux quantités de boues prêtes à épandre, y compris les additifs. Les ratios en  $F_{HT} / t_{MS}$  ont été calculés à partir des quantités de matières sèches de " boues produites ", par contre les ratios en  $F_{HT} / t_{MB}$  ont été calculés à partir des quantités de matières brutes de " boues à épandre ".

- Concernant les ratios (cf. tableaux récapitulatifs des coûts), certains totaux peuvent ne pas correspondre exactement à la somme des sous-totaux (imprécision sur le dernier chiffre significatif), ceci en raison des arrondis effectués à chaque niveau.

- Les valeurs indiquées en italique correspondent à des estimations.

- Lorsque les coûts réels d'électricité et de main d'oeuvre n'ont pas pu être obtenus, les coûts forfaitaires suivants ont été appliqués :

électricité (*0,50 F HT / kWh*), travail technique non spécialisé (*100 F HT / h*), —  
travail technique spécialisé (*150 F HT / h*), travail d'ingénierie (*350 F HT / h*).

- Quelques abréviations utilisées

*E* (estimation), *g. c.* (génie civil), *éq.* (équipement), *ch. d'agr.* (chambre d'agriculture) ;  
pour les analyses de boues et de sols :

*Agro* (valeur agronomique), *ETM* (éléments traces métalliques),

*CTO* (composés traces organiques), *MS* (matière sèche),

*RA* (reliquat awt),  $\mu O$  (micro-organismes).