

Conventions 03 75 C 0093 et 06 75 C 0071
ADEME / SYPREA / FP2E / INERIS

Evaluation des risques sanitaires des filières d'épandage des boues de stations d'épuration

INTRODUCTION GENERALE

ADEME



version 1 du 15 octobre 2007

Version	Date	Avis pris en compte
0	04 novembre 2005	Avis d'un collectif d'experts Avis des professionnels concernés
1	15 octobre 2007	Avis des ministères concernés : ministère en charge de l'agriculture, ministère en charge de la santé, ministère en charge de l'environnement Avis de l'OPERSEI (observatoire des pratiques de l'évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact) Avis des professionnels concernés

Evaluation des risques sanitaires des filières d'épandage des boues de stations d'épuration

Conventions ADEME n° 03 75 C 0093 et 06 75 C 0071

Dates : 05 décembre 2003 et 15 mai 2007

Durées : 23 mois et 5 mois

Isabelle Déportes (ADEME)

Hubert Brunet (SYPREA)

Michel Aupetitgendre, Anne Cauchi (FP2E)

Guillaume Gay, Sébastien Denys, Laure Déléry (INERIS)

Confidentialité : non

Introduction générale

Rédacteurs principaux : Laure Déléry, Guillaume Gay, Sébastien Denys

INERIS *Direction des Risques Chroniques*

Contributions à ce rapport : Marie-Laure Pique, Aline Cofrier

INERIS *Direction des Risques Chroniques*

TABLE DES MATIERES

1	CONTEXTE DE L'ÉTUDE	5
2	LES BOUES, PRODUIT DE L'ÉPURATION DES EAUX USÉES.....	7
2.1	L'épuration des eaux usées.....	7
2.2	Description des filières de « production » de boues	7
2.2.1	Boues urbaines	7
2.2.2	Boues industrielles	8
3	TRAITEMENT ET GESTION DES BOUES	9
3.1	Traitement	9
3.1.1	Généralités.....	9
3.1.2	Exemples de filière industrielle : l'abattage.....	10
3.2	Gestion	11
4	RÉGLEMENTATION RELATIVE AUX ÉPANDAGES DE BOUES DE STATION D'ÉPURATION	14
4.1	La réglementation en vigueur en France	14
4.1.1	Définition des boues dans la réglementation française	14
4.1.2	Modalités techniques d'épandage des boues.....	15
4.1.3	Les systèmes de valeurs seuils de la réglementation française.....	19
4.1.4	Entreposage des boues	23
4.1.5	Déclaration et autorisation des épandages de boues.....	24
4.1.6	Le suivi annuel des épandages	27
4.2	Le projet de révision de la directive européenne de 1986	27
4.2.1	Modalités techniques d'épandage des boues.....	27
4.2.2	Valeurs seuils proposées dans le projet de révision de la directive européenne	28
5	GLOSSAIRE.....	32
6	RÉFÉRENCES	33

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Les différents types de boues produits par les stations d'épuration urbaines.....	8
Tableau 2. Disparités géographiques et temporelles dans la gestion des boues de stations d'épuration urbaines (sources : en bleu Adler [2001], en vert Club AtoutBoues [2005]).....	12
Tableau 3. Distances d'isolement des épandages de boues de stations d'épuration (article 13 de l'arrêté du 8 janvier 1998 ; article 12 de l'arrêté du 17 août 1998 modifiant l'arrêté du 2 février 1998 et article 37 de l'arrêté du 3 avril 2000) .	17
Tableau 4. Délais minimaux à respecter dans le cadre de la réalisation d'épandages de boues de station d'épuration (article 13 de l'arrêté du 8 janvier 1998 ; article 12 de l'arrêté du 17 août 1998 modifiant l'arrêté du 2 février 1998 et article 37 de l'arrêté du 3 avril 2000)	18
Tableau 5. Teneurs limites dans les boues et dans les sols en substance chimique pour la réglementation française actuelle (article 11 de l'arrêté du 08/01/1998)	20
Tableau 6. Concentrations maximales réglementaires ou recommandées en France dans certains aliments.....	22
Tableau 7. Teneurs maximales en certaines substances chimiques dans certains aliments pour animaux (Arrêté du 12/01/2001 pour le Cd et le Hg, et les arrêtés modificatifs du 17/05/2004 pour les dioxines et du 05/07/2004 pour l'As et le Pb) .	23
Tableau 8. Délais minimaux à respecter suite à un épandage de boues dans le projet de directive européenne	28
Tableau 9. Teneurs limites en métaux lourds dans les sols avant épandage préconisées par le projet de directive européenne.....	30
Tableau 10. Valeurs limites s'appliquant aux métaux lourds dans les boues préconisées par le projet de directive européenne.....	30
Tableau 11. Teneurs limites des substances organiques dans les boues avant épandage préconisées par le projet de directive européenne.....	31

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Les différents types de boues produits en France [ADEME, 2001].....	11
---	----

1 CONTEXTE DE L'ETUDE

En France, entre 95% et 99% des matières organiques épandues sur les sols agricoles sont des produits issus de déjections animales (lisiers, fumiers...). Dans une moindre mesure, les boues de stations d'épuration urbaines ou industrielles sont également utilisées pour amender les sols. Par exemple, la surface concernée par l'épandage des boues de stations d'épuration urbaines représente environ 300 000 hectares soit 3% de la surface agricole utile (SAU qui représente environ 10 000 000 hectares de terres agricoles).

Du fait de la présence de substances chimiques (éléments traces métalliques, composés traces organiques...) et éventuellement d'organismes pathogènes dans les boues de stations d'épuration urbaines et industrielles, les précautions prises vis-à-vis des pratiques d'épandage, pour garantir la sécurité alimentaire et le maintien des fonctions environnementales des sols, sont encadrées réglementairement par les lois n°92-3 du 3 janvier 1992 dite loi sur l'eau et n°76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement, et par la directive européenne du Conseil n°86-278 du 12 juin 1986 relative à la protection de l'environnement et notamment des sols lors de l'utilisation des boues d'épuration en agriculture (en phase de révision). Pour les boues urbaines et les boues industrielles soumises à déclaration, les textes réglementaires d'application sont le décret n°97-1113 du 08/12/97 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées et l'arrêté du 08/01/98 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles pris en application du décret n°97-1113. Pour les boues industrielles soumises à autorisation, le texte réglementaire d'application est l'arrêté du 02/02/98 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

Ainsi, en application de ces lois, sont soumises à autorisation les filières d'épandage des boues urbaines de plus de 800 tonnes de matières sèches épandues par an, ainsi que les filières d'épandage de boues issues d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation. Dans les deux cas, le dossier d'autorisation comporte un volet relatif à l'impact sur la santé humaine de ces filières de valorisation.

Dans ce contexte législatif, le Syndicat des professionnels du recyclage en agriculture (SYPREA) a souhaité que soit mise en place une méthodologie générale d'évaluation des risques sanitaires potentiellement engendrés par l'épandage des boues urbaines et industrielles. Dans le cadre d'une convention entre l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), le SYPREA, la Fédération professionnelle des entreprises de l'eau (FP2E) et l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS), ce dernier a été sollicité pour :

- élaborer une méthodologie d'évaluation des risques sanitaires liés à la présence de substances chimiques et d'organismes pathogènes ;
- vérifier l'applicabilité ou la faisabilité de cette méthodologie sur un cas concret pour les substances chimiques ;

La méthodologie mise au point a été développée en conformité avec les prescriptions réglementaires françaises.

Compte-tenu des spécificités respectives de l'évaluation des risques liés aux substances chimiques et de celles liées aux organismes pathogènes, ces deux aspects ont été traités distinctement dans l'étude technique de l'INERIS. La présente introduction générale est une partie commune deux approches (chimie et microbiologie) et présente le contexte de l'épandage des boues d'épuration en France.

2 LES BOUES, PRODUIT DE L'EPURATION DES EAUX USEES

2.1 L'EPURATION DES EAUX USEES

Afin de préserver la qualité des eaux naturelles, les eaux usées sont épurées avant leur rejet dans le milieu naturel. Ce traitement d'assainissement peut être collectif (station d'épuration), regroupé ou autonome (fosse septique).

Les stations d'épuration (STEP) sont les équipements épuratoires qui assurent une dépollution plus ou moins poussée des eaux usées, et une production de boues. Elles font en général intervenir des traitements biologiques aérobies (boues activées et lagunages). Des procédés physico-chimiques (décantation, coagulation...) - existent également, de moins en moins répandus pour les boues urbaines, sauf dans des contextes à forte variation saisonnière des populations. En France, il y a plus de 12 000 stations d'épuration urbaines d'une capacité de plus de 2 000 équivalents habitants (EH), et 95% des communes de plus de 10 000 EH disposent d'une station.

La collecte et le traitement des eaux usées engendrent un certain nombre de sous-produits : les matières de curage des réseaux, les matières de vidange des installations autonomes, les refus de pré-traitement (refus de dégrillage, sables, graisses) et les boues des stations d'épuration.

Les boues de station d'épuration sont les sous-produits majoritaires et inévitables de l'assainissement des eaux usées.

2.2 DESCRIPTION DES FILIERES DE « PRODUCTION » DE BOUES

2.2.1 Boues urbaines

Les eaux usées urbaines sont constituées des eaux usées domestiques, des eaux usées provenant d'activités non domestiques éventuellement raccordées et des eaux pluviales si le réseau de collecte est unitaire.

En 2001, la production annuelle de boues d'épuration d'origine urbaine représentait environ 1 million de tonnes de matières sèches, soit environ 5 millions de tonnes brutes (sur la base d'une hypothèse de 20% de matières sèches) [IFEN, 2001]. La quantité de boues produite croît régulièrement avec l'augmentation du nombre de stations d'épuration et de la population raccordée, ainsi qu'avec l'amélioration des systèmes d'assainissement et l'évolution des exigences réglementaires en matière d'émission dans les milieux naturels.

Le type de boues d'épuration produites dépend du type de procédé de traitement des eaux et des équipements de traitement des boues. Le tableau 1 présente, de façon simplifiée, les proportions de chaque type de boues produites en France et le type de station d'épuration qui les génèrent.

Type de boues produit	Proportion des boues générées en France (en % MS)	Type de station d'épuration
Boues liquides	13%	petites STEP rurales et péri-urbaines (environ 80 % du parc français)
Boues pâteuses non chaulées	35%	STEP moyennes
Boues solides non chaulées	15%	grandes STEP
Boues chaulées (à consistance pâteuse ou solide)	30%	STEP moyennes et grandes (200 STEP soit 2% du parc français en 2001)
Boues séchées	2%	grandes STEP (une quinzaine de STEP en France en 2001)
Boues compostées	5%	STEP moyennes et grandes (environ 30 STEP en France en 2001)

Tableau 1. Les différents types de boues produits par les stations d'épuration urbaines

2.2.2 Boues industrielles

Le tonnage global de boues industrielles épandues est d'environ 2 millions de tonnes de produit brut.

Trois documents permettent de renseigner l'état des connaissances actuelles sur les quantités de boues industrielles épandues sur les sols agricoles : deux études françaises [AND International, 2002 ; CM International, 2002] et une étude de la Commission Européenne [EC, 2001].

Les filières industrielles qui génèrent des boues sont par ordre décroissant :

- l'industrie agro-alimentaire avec, par ordre décroissant, la filière viande, le secteur amidonnerie/féculerie, la filière laitière, le secteur distillerie, le secteur boissons non alcoolisées et la filière fruits et légumes ;
- l'industrie papetière ;
- l'industrie pharmaceutique et chimique ;
- l'industrie textile ;
- l'industrie du cuir et de la tannerie.

3 TRAITEMENT ET GESTION DES BOUES

3.1 TRAITEMENT

3.1.1 Généralités

Les boues d'épuration sont généralement traitées du fait de leur forte teneur en matières organiques et en eau. Ces traitements consistent essentiellement :

- en une stabilisation pour bloquer toute activité biologique (exemple chaulage ou minéralisation plus ou moins poussée de la matière organique) l'objectif étant de réduire les odeurs dues à des fermentations anaérobies au cours du stockage;
- et/ou en une déshydratation afin de réduire les volumes, et donc les coûts de transport et d'élimination.

Ainsi, il est possible de distinguer :

- des traitements de stabilisation chimique par addition de chaux vive (et plus rarement de chaux éteinte), de stabilisation biologique par action de micro-organismes saprophytes (digestion anaérobie, stabilisation aérobie) ;
- des traitements de réduction de la teneur en eau basés sur des procédés d'épaississement (décantation statique ou dynamique) ou de déshydratation (naturelle, mécanique ou thermique) réalisés après le conditionnement des boues (addition de polyélectrolytes, de sels métalliques ou de chaux qui entraîne la floculation des particules) ;
- des traitements complémentaires ou post-traitements qui permettent une meilleure stabilisation de la boue, une augmentation de sa siccité (et donc le changement de son état physique) ce qui facilite sa manipulation : compostage, chaulage, séchage thermique.

L'appellation des différents types de boues résulte de la combinaison de plusieurs critères :

- nature de l'effluent (urbain, laiterie, abattoir, papeterie...) ;
- caractéristique du traitement des eaux (primaire, physico-chimique, biologique) ;
- procédé de stabilisation des boues (aérobie, anaérobie, chaulage, compostage) ;
- état physique des boues (liquide, pâteux, solide, pulvérulent, granulé) ;
- type de matériel de déshydratation (filtre-presse, centrifugeuse, table d'égouttage...).

L'ensemble des combinaisons possibles montre qu'il existe en théorie un grand nombre de types de boues. Toutefois, en résumant les situations les plus fréquemment rencontrées en France, les principaux types de boues proposées au recyclage en agriculture sont les suivants :

- boues liquides (2 à 5% de siccité) issues de traitements aérobies de l'eau, qui correspondent en général à de petites stations (moins de 3 000 EH) qui opèrent au plus un épaississement puis un stockage des boues non traitées (15% du tonnage en Matière Sèche (MS) des boues en France) ;
- boues pâteuses (15 à 25% de siccité) issues de traitements aérobies ou anaérobies, qui correspondent à des stations de taille moyenne (de 5 000 à 20 000 EH) qui opèrent en général une déshydratation sur filtre à bande presseuse ou en centrifugeuse (35% tonnage en MS des boues en France) ;

- boues chaulées (25 à 30% de siccité) pâteuses ou solides, qui correspondent à des stations (environ 200 en France) de taille moyenne ou grande (de 20 000 à 100 000 EH) qui opèrent un traitement chimique à la chaux sur une boue déshydratée ;
- boues physico-chimiques (très souvent il s'agit aussi de boues chaulées) qui sont rarement mise en agriculture ;
- boues compostées qui correspondent à des stations de taille moyenne en général (environ 70 stations en France) qui opèrent un traitement par compostage sur une boue déshydratée ;
- boues de lits de séchage qui sont issues de petites stations d'épuration, et tendent à disparaître ;
- boues de lagunage (catégorie particulière de boues liquides ; le traitement de ces boues se fait de façon extensive, selon un mode anaérobie, au fond des bassins, qui ne sont curés au mieux qu'une fois tous les 10 ans).

Les boues séchées commencent à être présentes en France dans quelques grandes stations d'épuration malgré le coût élevé de leur production.

Les boues solides (plus de 30% de siccité) faiblement chaulées (15% du tonnage en MS des boues en France) résultent d'un traitement par filtre-presse ou d'un conditionnement thermique et concernent des stations de grande taille (plus de 100 000 EH).

La figure 1 propose une synthèse des différents modes de production des différents types de boues. Les boues marquées d'une étoile sont considérées comme non traitées.

Enfin, dans la plupart des cas les boues sont stockées ce qui contribue de manière non négligeable à leur traitement.

3.1.2 Exemples de filière industrielle : l'abattage

Les établissements privés assurent la quasi-totalité du tonnage de porcs abattus en France. Ils disposent majoritairement de leur propre station d'épuration et produisent des boues pâteuses (centrifugeuse ou filtre à bande) chaulées ou non, parfois séchées pour les plus gros établissements.

Les abattoirs de volailles sont constitués d'un nombre plus important de petits établissements et de certaines spécificités de traitement comme le lagunage aéré.

Quelques abattoirs de porcs et volailles disposent de filières de traitement souvent réduites (silo de stockage, épaisseur statique) et produisent essentiellement des boues liquides qui peuvent être ou non stabilisées et/ou épaissies [Pompée, 2003].

Les boues biologiques de laiteries sont traitées, soit par épaisseur sur table d'égouttage, soit déshydratées par centrifugation ou filtre-presse.

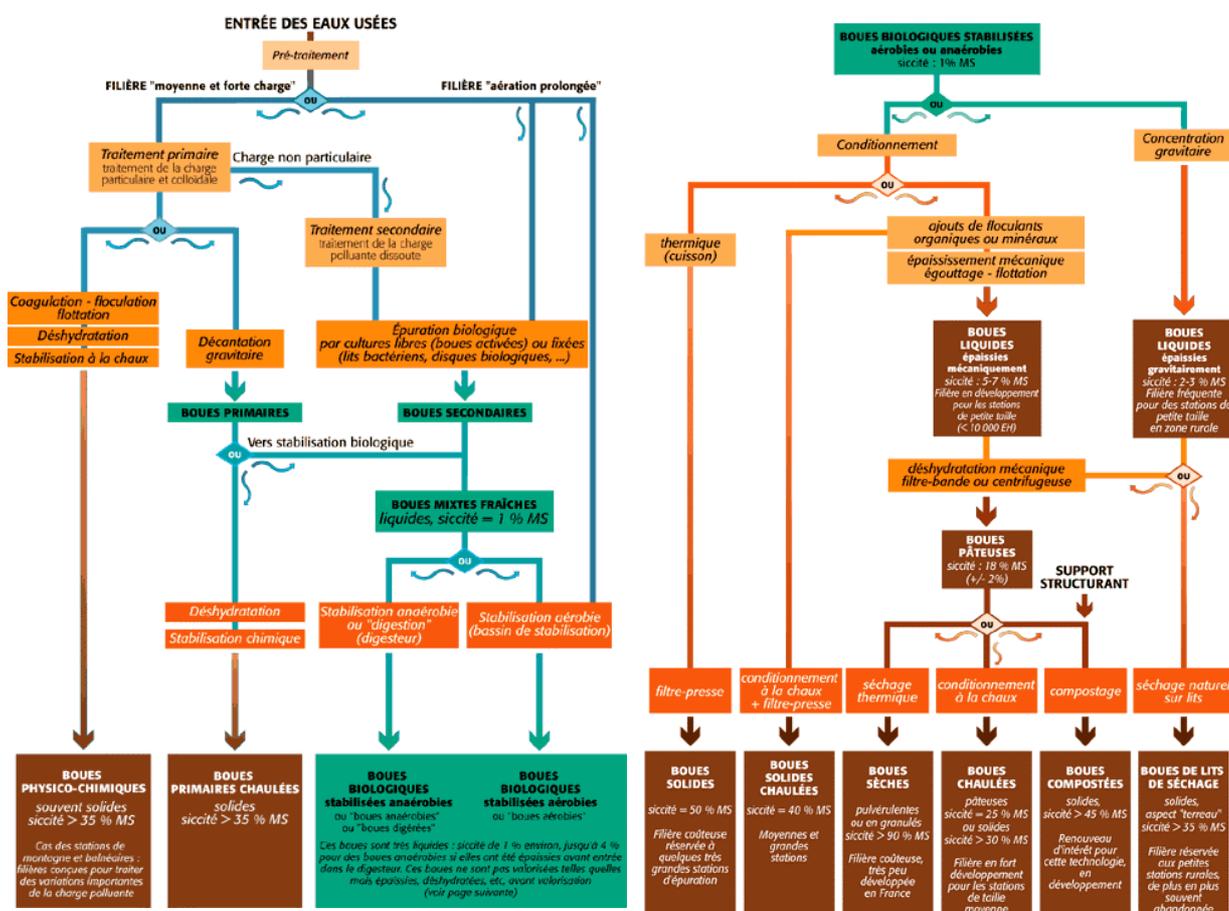


Figure 1. Les différents types de boues produits en France [ADEME, 2001].

3.2 GESTION

Il existe trois filières d'élimination des boues de stations d'épuration en France :

- la mise en centre de stockage ;
- l'incinération ;
- l'épandage en agriculture.

L'épandage agricole, selon un audit comparatif de filières mené par le cabinet Arthur ANDERSEN [1999] pour les Agences de l'Eau, évite le recours à des solutions uniquement éliminatrices, qui présentent des impacts sur l'environnement plus défavorables que ceux de l'épandage.

Au niveau français, globalement 60% du gisement de boues de STEP municipales est valorisé en agriculture, contre 15% d'incinération et 25% de mise en décharge.

Ces proportions sont variables d'une région à l'autre et d'une année à l'autre. Le tableau 2 regroupe les données concernant la répartition du gisement de boues de STEP urbaine en fonction des différents bassins gérés par les Agences de l'Eau.

Il apparaît que l'épandage agricole des boues de station d'épuration urbaine est l'alternative privilégiée dans tous les bassins. Cette filière est particulièrement bien représentée dans les bassins Artois-Picardie et Seine-Normandie, où plus de 80% des boues urbaines sont recyclées en agriculture.

Bassin versant	Adour Garonne	Artois Picardie	Loire Bretagne	Rhin Meuse	Rhône Méditerranée Corse	Seine Normandie	Total France
Année	1999 2002/2003	1999 2002/2003	1996 2002/2003	1999 2002/2003	1999 2002/2003	1998 2002/2003	2002/2003
Masse de boues produites (matières sèches)	66 300 70 000	83 000 57 000	160 000 160 000	83 150 82 000	244 500 246 000	191 000 192 000	827 950 807 000
Filières d'élimination							
Agriculture	66% 63%	95% 90%	79% 68%	54% 46%	41% 36%	81% 81%	66% 60%
Incinération	8% 8%	0% 0%	9% 13%	15% 24%	28% 28%	9% 9%	14% 16%
Mise en centre de stockage	26% 22%	5% 10%	12% 19%	29% 23%	29% 34%	4% 4%	17% 20%
Autre (revégétalisation, pistes de ski...)	0% 7%	0% 0%	0% 0%	1% 7%	2% 2%	6% 6%	2% 3%

Tableau 2. Disparités géographiques et temporelles dans la gestion des boues de stations d'épuration urbaines (sources : en bleu Adler [2001], en vert Club AtoutBoues [2005])

Les disparités géographiques vis-à-vis de la pratique de l'incinération des boues sont importantes. L'incinération est beaucoup utilisée dans les bassins Rhône-Méditerranée-Corse et Rhin-Meuse (où elle concerne de l'ordre de 25% des boues), alors que le pourcentage de boues incinérées dans le bassin Artois-Picardie est nul.

Bien que la mise en centre de stockage de déchets non-ultimes soit théoriquement interdite sur le plan réglementaire, cette filière d'élimination des boues d'épuration reste bien représentée dans la plupart des bassins ainsi qu'au niveau national.

En définitive, l'épandage agricole des boues de station d'épuration urbaine constitue actuellement la principale voie d'élimination. Au niveau national, les quantités de boues épandues annuellement sont estimées à 6,6 millions de tonnes brutes, soit 550 000 tonnes de matières sèches [Club AtoutBoues, 2005]. En tant qu'intrant organique, l'épandage des boues est en concurrence avec les déjections animales issues de l'élevage, dont l'épandage représente annuellement environ 40 millions de tonnes de matières sèches sur 45% de la SAU.

Avant d'être épandues aux périodes propices (printemps et fin d'été), les boues liquides sont en général stockées dans des silos ou dans des lagunes imperméables pendant des périodes allant de 4 à 8 mois. La tendance actuelle est à l'augmentation des capacités de stockage sur les stations d'épuration. En pratique, le stockage peut avoir une durée variable, fonction des quantités produites au niveau de la station. Les boues solides/pâteuses sont stockées

pendant les mêmes durées sur des aires proches des lieux d'épandage. La filière boues des abattoirs de porcs et de volailles est caractérisée par un stockage de longue durée (6 à 10 mois) [Pompée, 2003]. La plupart des boues de laiteries sont stockées 9 mois (communication Agence de l'Eau Seine Normandie, 2004).

Pour plus d'informations complémentaires sur les différentes étapes et les acteurs de l'épandage des boues, sur le matériel et le déroulement d'un chantier d'épandage et sur les types de cultures mises en place après les épandages de boues, le mémoire de M.-L. Piqué [2004] pourra être consulté.

4 REGLEMENTATION RELATIVE AUX EPANDAGES DE BOUES DE STATION D'EPURATION

4.1 LA REGLEMENTATION EN VIGUEUR EN FRANCE

La réglementation en vigueur en France relative aux épandages de boues peut découler d'initiatives nationales ou européennes (règlement ou transposition de directives). D'une façon générale,

- L'épandage de boues urbaines ou industrielles ICPE soumises à simple déclaration est encadré par la loi sur l'eau, le décret 97-1133 et son arrêté d'application sur sols agricoles du 8 janvier 1998.
- L'épandage de boues industrielles soumises à autorisation au titre des ICPE est encadré par la loi ICPE, et l'arrêté du 2 février 1998 modifié.

4.1.1 Définition des boues dans la réglementation française

4.1.1.1 Définition des boues

Selon le décret n°97-1133 du 8 décembre 1997, les boues sont « les sédiments résiduaux des installations de traitement ou de pré-traitement biologique, physique ou physico-chimique des eaux usées ».

De plus, ce décret assimile à des boues :

- les matières de vidange des dispositifs d'assainissement non collectif ;
- les matières de curage des ouvrages de collecte des eaux usées à condition qu'elles aient subi un traitement destiné à en éliminer les graisses et les sables (l'épandage des graisses et des sables étant interdit).
- Enfin, le décret précise que les boues ont statut de déchet au sens de la loi du 15 juillet 1975 la personne qui les produit est donc responsable de leur élimination dans des conditions telles que les effets nocifs sur l'environnement soient évités

4.1.1.2 Statut des boues

D'après le décret 97-1133, les boues sont donc des déchets. Mais elles peuvent accéder au statut de produit dans certains cas, elles sont alors réglementées par :

- la loi n°79-595 du 13 juillet 1979 relative à l'organisation du contrôle des matières fertilisantes (code rural articles L.255-1 à L.255-11) ;
- le décret n°80-478 du 16 juin 1980 relatif à la répression des fraudes sur les matières fertilisantes.

Lorsqu'elles sont considérées comme des déchets ayant un intérêt pour la fertilisation des sols et des plantes, les boues font l'objet d'un suivi agronomique.

Lorsqu'elles bénéficient d'une homologation ou d'une autorisation provisoire de vente (statut de produit), les boues et les composts de boues répondant à la norme NF U 44-095 (composts contenant des matières d'intérêt agronomique issues du traitement des eaux, arrêté de mise en application obligatoire le 18 mars 2004) sont exclues du champ d'application du décret 97-1133 du 8 décembre 1997.

4.1.1.3 Réglementation de la pratique d'épandage

Du fait de la présence de substances chimiques indésirables et de micro-organismes pathogènes dans les boues de stations d'épuration urbaines et industrielles, la réglementation française encadre les pratiques d'épandage de façon à garantir l'innocuité pour les hommes, les animaux, et l'environnement. L'épandage de boues de stations d'épuration urbaines et industrielles est ainsi réglementé :

- la loi n°92-3 du 3 janvier 1992, dite loi sur l'eau (code de la santé publique) ;
- par le décret n°97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées (transcription de la directive européenne n°86-278 du 12 juin 1986 relative à la protection de l'environnement, et notamment des sols, lors de l'utilisation des boues d'épuration en agriculture) ;
- la loi du 19 juillet 1976 (code de l'environnement) pour les boues industrielles issues d'installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

L'utilisation des boues d'épuration sur les sols agricoles (dont les vergers) est le seul usage actuellement réglementé en France (arrêté du 8 janvier 1998 pour les boues urbaines, arrêté du 17 août 1998 pour les boues industrielles et arrêté du 3 avril 2000 pour les boues papetières). L'utilisation des boues sur cultures forestières et en revégétalisation constitue les deux autres principaux usages des boues par épandage évoqués dans l'article 1 du décret de 1997 (aucun arrêté spécifique ne les concerne aujourd'hui).

4.1.2 Modalités techniques d'épandage des boues

Les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles sont fixées par :

- le décret n° 97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées domestiques ;
- l'arrêté du 8 janvier 1998 pris en application de ce décret ;
- l'arrêté intégré du 2 février 1998 modifié relatif aux boues ICPE soumises à autorisation ;
- l'arrêté type du 3 avril 2000 relatif aux boues papetières.

Ces prescriptions concernent :

- les restrictions des terrains susceptibles d'être amendés et les contraintes météorologiques ;
- les distances d'isolement ;
- les délais minimaux à respecter ;
- les contraintes sur la réalisation de l'épandage.

4.1.2.1 Les restrictions des terrains susceptibles d'être amendés et les contraintes météorologiques

L'article 15 du décret n°97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées énonce les objectifs qui conduisent à la définition de restrictions des terrains susceptibles d'être amendés et de contraintes météorologiques, à savoir :

- la capacité d'absorption des sols ne doit pas être dépassée, compte tenu des autres apports de substances épandues et des besoins des cultures ;

- il ne doit pas pouvoir se produire de stagnation prolongée sur les sols, de ruissellement en dehors de parcelles d'épandage, ni de percolation rapide.

En conséquence, il est interdit d'épandre des boues de stations d'épuration :

- dans les zones d'infiltration en communication reconnue avec des ressources en eau utilisées pour l'alimentation en eau potable ;
- en dehors des terres régulièrement travaillées et des prairies normalement exploitées ;
- sur les sols de pH inférieur à 5 ;
- pendant les périodes où le sol est pris en masse par le gel ou abondamment enneigé, sauf pour les boues solides ;
- pendant les périodes de forte pluviosité ;
- sur les terrains en forte pente, dans des conditions qui entraîneraient leur ruissellement hors du champ d'épandage.

4.1.2.2 Distances d'isolement

D'après l'article 15 du décret n°97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées, des distances minimales doivent être respectées par rapport :

- aux berges des cours d'eau, aux lieux de baignade, aux piscicultures et zones conchylicoles, aux points de prélèvements d'eau et aux terrains affectés par des phénomènes karstiques, de manière à préserver la qualité des eaux souterraines et superficielles ;
- aux habitations et établissements recevant du public, de manière à protéger la salubrité publique et limiter les nuisances olfactives.

Ces distances d'isolement minimales des épandages sont précisées dans les sources réglementaires suivantes :

- l'article 13 de l'arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur des sols agricoles pris en application du décret n°97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées ;
- l'article 37 de l'arrêté du 17 août 1998 modifiant l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ;
- l'article 12 de l'arrêté du 3 avril 2000 relatif à l'industrie papetière.

Le tableau 3 présente les distances d'isolement minimales des épandages, extraites des textes précités.

Ces distances d'isolement s'appliquent sous réserve de prescriptions fixées en application de l'article L. 20 du Code de la santé publique (concernant les périmètres de protection des captages d'eau destinée à l'alimentation humaine).

Type d'activité à protéger	Distance d'isolement minimale	Domaine d'application
points de prélèvement d'eau, aqueducs transitant des eaux destinées à la consommation humaine en écoulement libre, installations souterraines ou semi-enterrées de stockage d'eau destinée à la consommation humaine ou l'arrosage des cultures maraîchères	35 m	tous types de boues si le terrain a une pente inférieure à 7%
	100 m	tous types de boues si le terrain a une pente supérieure à 7%
plan ou cours d'eau	35 m	Cas général à l'exception des cas ci-dessous
	100 m	boues solides et stabilisées si le terrain a une pente supérieure à 7%
	200 m	boues non solides ou non stabilisées si le terrain a une pente supérieure à 7%
	5 m	boues stabilisées et enfouies immédiatement après épandage si le terrain a une pente inférieure à 7% boues industrielles (issues d'ICPE soumises à autorisation et de l'industrie papetière) non fermentescibles et enfouies immédiatement après épandage si le terrain a une pente inférieure à 7%
lieu de baignade	200 m	boues issues d'ICPE soumises à autorisation et de l'industrie papetière
habitations ou locaux occupés par des tiers, des zones de loisirs ou établissements recevant du public	100 m	tous types de boues à l'exception des boues hygiénisées, des boues stabilisées et enfouies immédiatement après épandage et des boues papetières non odorantes
	50 m	boues papetières non odorantes
	sans objet	boues hygiénisées et boues stabilisées et enfouies immédiatement après épandage
zones conchylicoles (et piscicoles pour les boues papetières)	500 m	tous types de boues sauf boues hygiénisées et sauf dérogation liée à la topographie

Tableau 3. Distances d'isolement des épandages de boues de stations d'épuration (article 13 de l'arrêté du 8 janvier 1998 ; article 12 de l'arrêté du 17 août 1998 modifiant l'arrêté du 2 février 1998 et article 37 de l'arrêté du 3 avril 2000)

4.1.2.3 Délais minimaux à respecter

Les délais minimaux à respecter entre la réalisation de l'épandage et la reprise de certaines activités agricoles sont précisés dans les textes réglementaires suivants :

- l'article 13 de l'arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur des sols agricoles ;
- l'article 37 de l'arrêté du 17 août 1998 modifiant l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ;
- l'article 12 de l'arrêté du 3 avril 2000 relatif à l'industrie papetière.

Le tableau 4 présente les délais minimaux figurant dans les textes précités.

Type d'activité à protéger	Délai minimum	Domaine d'application
herbages ou cultures fourragères	6 semaines avant le pâturage ou la récolte	tous types de boues, sauf boues hygiénisées et sauf boues industrielles (issues d'ICPE soumises à autorisation et de l'industrie papetière) en l'absence de risques liés à la présence de pathogènes
	3 semaines avant le pâturage ou la récolte	boues hygiénisées ou boues industrielles (issues d'ICPE soumises à autorisation et de l'industrie papetière) en l'absence de risques liés à la présence de pathogènes
Cultures maraîchères et fruitières à l'exception des cultures d'arbres fruitiers	pas d'épandage pendant la période de végétation	tous types de boues
Cultures maraîchères et fruitières en contact direct avec les sols ou susceptibles d'être consommés crus	18 mois avant la récolte, et pendant la récolte elle-même	tous types de boues, sauf boues hygiénisées et sauf boues industrielles (issues d'ICPE soumises à autorisation et de l'industrie papetière) en l'absence de risques liés à la présence de pathogènes
	10 mois avant la récolte, et pendant la récolte elle-même	boues hygiénisées ou boues industrielles (issues d'ICPE soumises à autorisation et de l'industrie papetière) en l'absence de risques liés à la présence de pathogènes

Tableau 4. Délais minimaux à respecter dans le cadre de la réalisation d'épandages de boues de station d'épuration (article 13 de l'arrêté du 8 janvier 1998 ; article 12 de l'arrêté du 17 août 1998 modifiant l'arrêté du 2 février 1998 et article 37 de l'arrêté du 3 avril 2000)

Ces délais minimaux s'appliquent sous réserve de prescriptions fixées en application de l'article L. 20 du Code de la santé publique (concernant les périmètres de protection des captages d'eau destinée à l'alimentation humaine).

4.1.2.4 Exécution de l'épandage

L'aérodispersion est interdite pour les boues liquides s'il y a un risque de produire de brouillards fins (article 15 du décret n°97-1133 du 8 décembre 1997).

4.1.3 Les systèmes de valeurs seuils de la réglementation française

4.1.3.1 Paramètres pris en compte

Les éléments traces métalliques pris en compte dans la réglementation française sur les boues de station d'épuration sont les suivants : cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, sélénium et zinc.

Les composés traces organiques sont pris en compte par le biais des paramètres suivants : la somme des 7 principaux PCB (composés polychlorobiphényles numéros 28, 52, 101, 118, 138, 153 et 180), le fluoranthène, le benzo[b]fluoranthène et le benzo[a]pyrène.

Si certains micro-organismes pathogènes peuvent, du fait de la nature particulière des effluents traités, être présents en quantité significative dans les boues, alors ils doivent être analysés. De plus, dans le cas de l'épandage de boues hygiénisées pour lequel des distances d'isolement et des délais minimaux réduits sont appliqués, les salmonelles, les œufs d'helminthes et les entérovirus doivent être analysés lors de la mise en route de l'unité de traitement, puis uniquement les coliformes thermotolérants en routine, après validation du procédé.

4.1.3.2 Les valeurs seuils dans la réglementation française sur les épandages de boues

Les différentes prescriptions réglementaires concernant les valeurs limites sur les éléments traces métalliques et composés traces organiques dans les boues et les sols sont présentées dans le tableau 5. Ces prescriptions, définies par l'article 11 de l'arrêté du 8 janvier 1998, sont exprimées en termes de teneurs maximales en certains éléments (éléments traces métalliques et composés traces organiques) dans les sols et dans les boues, ainsi que de flux maximum d'apport au sol de ces substances sur 10 ans.

En conséquence, les boues ne peuvent pas être épandues si l'une des valeurs limites du tableau 5 est dépassée dans les sols ou dans les boues, ou en raison d'un flux cumulé sur 10 ans de ces substances apporté au sol trop important.

De plus, l'épandage de boues sur des sols dont le pH est inférieur à 6 n'est autorisé que si le sol a été chaulé, que son pH est supérieur à 5 et que les flux sur 10 ans spécifiques à ces sols (tableau 5) sont respectés.

Des dérogations aux prescriptions relatives aux teneurs limites en éléments traces métalliques dans les sols peuvent être accordées par le préfet (teneurs naturelles élevées) sur la base d'études du milieu concerné montrant que les éléments traces métalliques des sols ne sont ni mobiles ni biodisponibles (article 11 de l'arrêté du 8 janvier 1998). La nature des études n'est pas précisée dans la réglementation française, mais un guide visant à proposer une méthodologie de réalisation de ces études ou de ces évaluations a été rédigé [Baize et al., 2005].

	Teneur limite dans les boues (mg/kg MS)	Apports maximaux totaux cumulés sur 10 ans (g/ha)		Teneur limite dans les sols (mg/kg MS)
		sols de pH > 6	pâturages ou sols de pH < 6	
cadmium	10	150	150	2
chrome	1 000	15 000	12 000	150
cuiivre	1 000	15 000	12 000	100
mercure	10	150	120	1
nickel	200	3 000	3 000	50
plomb	800	15 000	9 000	100
sélénium	-	-	1 200 ***	-
zinc	3 000	45 000	30 000	300
Cr + Cu + Ni + Zn	4 000	60 000	40 000	-
PCB (somme des 7)	0,8	12	12	-
fluoranthène	5 **	75	60	-
benzo[b]fluoranthène	2,5	40	40	-
benzo[a]pyrène	2 **	30	20	-

MS : matières sèches ; ** 4 mg/kg de fluoranthène et 1,5 mg/kg de benzo[a]pyrène dans le cas de prairies ; *** pour les pâturages uniquement.

Tableau 5. Teneurs limites dans les boues et dans les sols en substance chimique pour la réglementation française actuelle (article 11 de l'arrêté du 08/01/1998)

Pour les boues industrielles issues d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, ainsi que spécifiquement pour de l'industrie papetière, les systèmes de seuils sur les substances chimiques sont fournis dans :

- l'article 38 de l'arrêté du 17 août 1998 modifiant l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ;
- l'article 12 de l'arrêté du 3 avril 2000 relatif à l'industrie papetière.

Les valeurs seuils auxquelles sont soumises ces boues industrielles spécifiques sont les mêmes que celles proposées dans le cadre de l'arrêté du 8 janvier 1998, la seule différence étant l'absence de seuils sur les concentrations dans les boues et sur les flux apportés au sol pour les éléments cadmium et chrome dans l'arrêté du 17 août 1998 relatif aux ICPE.

En ce qui concerne les boues hygiénisées (article 16 de l'arrêté du 8 janvier 1998), les valeurs limites en pathogènes qui doivent être respectées lors de la mise en service de l'unité de traitement (en plus d'une analyse des coliformes thermotolérants) sont les suivantes :

- Salmonella : 8 NPP (nombre le plus probable) / 10 g MS ;
- Entérovirus : 3 NPPUC (nombre le plus probable d'unités cytopathologiques) / 10 g MS ;
- Œufs d'helminthes pathogènes viables : 3/10 g MS.

Les traitements d'hygiénisation font ensuite l'objet d'une seule surveillance des coliformes thermotolérants.

4.1.3.3 Les valeurs seuils dans la réglementation en vigueur en France sur les aliments destinés à l'homme et à l'animal

Les textes réglementaires relatifs à la qualité des produits d'origine végétale et animale destinés à l'alimentation de l'homme ou de l'animal proposent également des valeurs de concentrations seuils en certains contaminants dans les produits. Ces seuils s'appliquent autant aux produits issus de parcelles agricoles amendées par des boues que les autres, et peuvent alors constituer une façon alternative de gérer le risque sanitaire lié à la présence de substances chimiques indésirables dans les boues, mais uniquement pour la voie d'exposition relative à l'ingestion de produits cultivés sur des parcelles amendées et sous réserve de disposer de données dans les aliments.

4.1.3.3.1 Les denrées alimentaires destinées à l'homme

La fixation de teneurs maximales réglementaires ou recommandées pour certains contaminants dans les denrées alimentaires vise à réduire la présence de ces contaminants dans certains de ces produits, afin d'obtenir un niveau élevé de protection de la santé des consommateurs.

Le tableau 6 fait la synthèse des teneurs maximales réglementaires et recommandées existantes pour les substances et les denrées alimentaires en rapport avec la problématique des épandages de boues.

Le règlement européen (CE) n° 466/2001 du 8 mars 2001 relatif aux teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires ¹, qui s'impose sans nécessité de traduction en droit français, fixe les teneurs maximales de certains contaminants (nitrates, aflatoxines, plomb, cadmium, mercure, monochloro-propane-1, 2 diol, dioxines, ochratoxine A, patuline et étain inorganique) dans les denrées alimentaires, au-delà desquelles ces denrées ne doivent pas être mises en circulation. Le tableau 6 se restreint à présenter les teneurs limites en cadmium, plomb et dioxines. En effet, les seuils sur le mercure concernent uniquement les produits issus de la pêche, les seuils sur l'étain sont à mettre en rapport avec la composition des boîtes de conserve ou de boisson, et les autres substances considérées ne sont pas prises en compte dans la réglementation relative à la valorisation agricole des boues.

Les concentrations maximales en mercure dans les produits alimentaires d'origine végétale (légumes, fruits, céréales) recommandées par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF - 10 décembre 1993) figurent également dans le tableau 6.

¹ modifié par les règlements (CE) n°2375/2001 du 29 novembre 2001, n°221/2002 du 6 février 2002, n°257/2002 du 12 février 2002, n°563/2002 du 2 avril 2002, n°1425/2003 du 11 août 2003, n°2174/2003 du 12 décembre 2003, n°242/2004 du 12 février 2004, n°684/2004 du 13 avril 2004.

		CE 466/2001			CSHPP 1993 *	Codex alimentarius	
		Cd	Pb	PCDD+PCDF	Hg	As	
produits alimentaires		mg/kg MF		pg TE/g de graisses **	mg/kg MF		
Aliment d'origine végétale	céréales, sauf son, germe, grain de blé et de riz	0,1	0,2	-	0,03	1	
	son, germe, grain de blé et de riz, graine de soja	0,2	0,2	-	0,03		
	légumineuses	0,05	0,2	-	-		
	légumes sauf légumes feuilles, légumes racines et légumes tiges, herbes fraîches	0,05	0,1	-	0,03		
	légumes feuilles, Brassicacées, herbes fraîches	0,2	0,3	-	0,03		
	légumes tiges, légumes racines et pommes de terre	0,1	0,1	-	0,03		
	fruits	0,05	0,1	-	0,03		
	baies et petits fruits	0,05	0,2	-	0,03		
	huiles	-	0,1	0,75	-		0,1
	jus de fruits, concentrés et nectars	0,02 *	0,05		0,01		0,2
vins	-	0,2	-	-	1		
Aliment d'origine animale	lait de vache	-	0,02	3	-	1	
	œufs			3	-		
	viande de bovin, de mouton, de porc et de volaille	0,05	0,1	3 (ruminants) 2 (volaille) 1 (porc)	-		
	viande de cheval	0,2	-	3	-		
	abats comestibles de bétail, moutons, porc et volaille	0,5 (foie) 1 (rein)	0,5	6 (foie)	-		

* recommandation du CSHPP, ** picogramme d'équivalent toxique par gramme de graisse

Tableau 6. Concentrations maximales réglementaires ou recommandées en France dans certains aliments

De plus, dans le cas de l'arsenic, la commission du *Codex alimentarius* recommande :

- depuis 1984 : des concentrations n'excédant jamais 1 mg/kg, quels que soient les produits alimentaires ;
- depuis 1992 : des concentrations plus spécifiques pour les huiles, les jus de fruits et les nectars.

4.1.3.3.2 Les aliments destinés aux animaux

L'arrêté du 12 janvier 2001 et ses arrêtés modificatifs (du 14 août 2002, du 5 août 2003, du 17 mai 2004 et du 5 juillet 2004) fixent les teneurs maximales pour les substances et produits indésirables dans l'alimentation des animaux.

Le tableau 7 présente les seuils réglementaires existants sur les substances chimiques en rapport avec la problématique des épandages de boue (As, Cd, Hg et dioxines) dans certains produits alimentaires destinés aux animaux. Dans le cadre de la problématique des épandages de boues, les produits alimentaires présentés sont les aliments à destination d'animaux habituellement consommés par l'homme et pouvant être au moins partiellement d'origine végétale. Ce sont en effet ces produits qui font entrer les substances chimiques indésirables, à partir du sol et des boues, dans la chaîne alimentaire conduisant à l'homme.

	Teneur maximales pour une humidité de 12% des aliments pour animaux				
	As	Cd	Hg	Pb	PCDD+PCDF
	mg/kg				pg TE/g
Matières premières des aliments pour animaux hors fourrage vert, farine d'herbe, de luzerne, de trèfle, pulpe de betteraves sucrières	2	1	0,1	10	0,75
Fourrage vert	2	1	0,5	40	0,75
Farine d'herbe, de luzerne, de trèfle, pulpe de betteraves sucrières séchées et mélassées	4	1	0,5	10	0,75
Aliments complets pour :					
- bovins, ovins, caprins adultes ;	2	1	0,1	5	0,75
- autres animaux.	2	0,5	0,1	5	0,75
Aliments complémentaires pour bovins, ovins, caprins	4	0,5	0,2	10	0,75

Tableau 7. Teneurs maximales en certaines substances chimiques dans certains aliments pour animaux (Arrêté du 12/01/2001 pour le Cd et le Hg, et les arrêtés modificatifs du 17/05/2004 pour les dioxines et du 05/07/2004 pour l'As et le Pb).

4.1.4 Entreposage des boues

L'article 5 de l'arrêté du 8 janvier 1998 présente les modalités de stockage des boues. Les lieux de stockage des boues peuvent être soit des ouvrages d'entreposage soit des dépôts temporaires.

Les ouvrages d'entreposage sont dimensionnés pour faire face aux périodes pendant lesquelles l'épandage n'est pas possible et sont conçus pour retenir les lixiviats libérés pendant la période d'entreposage.

Les dépôts temporaires de boues, sur les parcelles d'épandages et sans travaux d'aménagement, sont autorisés si les quatre conditions suivantes sont remplies simultanément :

- les boues sont solides et stabilisées ; à défaut la durée maximale du stockage est inférieure à 48 heures ;
- toutes les précautions ont été prises pour éviter une percolation rapide vers les eaux superficielles ou souterraines ou tout ruissellement ;
- le dépôt respecte les distances d'isolement présentées dans le tableau 3, ainsi qu'une distance d'au moins 3 m vis-à-vis des fossés et des routes ;
- seules sont entreposées les quantités de boues nécessaires à la période d'épandage considérée. Cette dernière condition n'est pas applicable aux boues hygiénisées.

Les ouvrages d'entreposage comme les dépôts temporaires doivent minimiser les émissions odorantes perceptibles par le voisinage, notamment lors des phases d'apport et de reprise des boues.

4.1.5 Déclaration et autorisation des épandages de boues

Les différents acteurs qui prennent part à un plan d'épandage sont détaillés dans le mémoire d'élève-ingénieur sanitaire de M.-L. Piqué (Ecole Nationale de Santé Publique, Rennes, 2004).

Les épandages de boues de station d'épuration peuvent être soumis à deux grands types d'autorisation et de déclaration :

- soit l'autorisation ou la déclaration au titre de la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau (code de la santé publique) ;
- soit l'autorisation au titre de la loi n°76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement (code de l'environnement).

4.1.5.1 La loi sur l'eau

La valorisation agricole des boues de station d'épuration par épandage est encadrée par la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992, dite loi sur l'eau, complétée par les décrets :

- n° 93-743 du 29 mars 1993 relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration en application de l'article 10 de la loi sur l'eau ;
- n° 93-742 du 29 mars 1993 relatif aux procédures d'autorisation et de déclaration prévues par l'article 10 de la loi sur l'eau.

L'épandage de boues issues du traitement des eaux usées est soumis à la procédure préalable d'autorisation ou de déclaration au titre de la loi sur l'eau en fonction des quantités de boues destinées à être épandues. Ainsi, selon le décret « nomenclature » du 29 mars 1993 (rubrique 5.4.0) et l'article 18 du décret n°97-1133 du 8 décembre 1997, l'épandage relève du régime :

- de la déclaration pour les unités de traitement dont la quantité de boues produite et épandue dans l'année est comprise entre 3 et 800 t MS /an (ou le flux d'azote total est compris entre 0, 15 et 40 t/an) ;

- de l'autorisation pour les unités de traitement dont la quantité de matières sèches produite et épandue est supérieure à 800 t MS /an (ou le flux d'azote total est supérieur à 40 t/an).

Les filières d'épandage relevant de la rubrique 5.4.0 de la loi sur l'eau font donc l'objet d'une **étude préalable** (ou plan d'épandage) incluse dans le dossier de demande de déclaration ou d'autorisation (article 8 du décret n°97-1133 du 8 décembre 1997). Cette étude préalable comporte notamment (article 2 de l'arrêté du 8 janvier 1998) :

- une étude du gisement des boues (origine, quantité, caractéristiques des boues) ;
- l'analyse des contraintes environnementales liées au milieu naturel et aux activités ;
- les caractéristiques des sols, les systèmes de culture et la description des cultures envisagées ;
- une analyse des sols en un point de référence représentatif de chaque unité culturale ;
- les préconisations générales d'utilisation des boues ;
- description de l'organisation de la filière d'épandage (réalisation technique de l'épandage, modalité de suivi, capacité d'entreposage, prévision d'une filière d'élimination des boues alternative) ;
- la cartographie des parcelles et la caractérisation de leur aptitude à recevoir les boues
- l'accord des utilisateurs de boues mettant à disposition leurs parcelles.

Les dossiers de demande d'autorisation doivent, en plus de cette étude préalable, comporter une **étude d'incidence**, c'est-à-dire un document évaluant les impacts environnementaux et sanitaires de la filière d'épandage.

Selon les textes réglementaires existants, les thèmes suivants doivent être abordés :

- les incidences de l'opération sur la ressource en eau, le milieu aquatique, l'écoulement, le niveau et la qualité des eaux, y compris de ruissellement (article 2 du décret n° 93-742 du 29 mars 1993) ;
- la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides, la protection contre toute pollution et la restauration de la qualité des eaux superficielles et souterraines et des eaux de la mer, le développement et la protection de la ressource en eau, la valorisation de l'eau comme ressource économique et la répartition de cette ressource (article 2 de la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992).

Ces points doivent être pris en compte de manière à satisfaire :

- les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population ;
- les exigences de la conservation et du libre écoulement des eaux et de la protection contre les inondations ;
- les exigences de l'agriculture, des pêches et des cultures marines, de la pêche en eau douce, de l'industrie, de la production d'énergie, des transports, du tourisme, des loisirs et des sports nautiques ainsi que de toutes autres activités humaines légalement exercées.

Pour les boues urbaines, il n'existe pas de document officiel présentant les critères sur lesquels le volet sanitaire de l'étude d'incidence doit reposer ; il se base alors sur le modèle des études d'impact relatives aux boues industrielles et agroalimentaires issues d'installations classées pour la protection de l'environnement.

A l'issue de la procédure administrative d'instruction des dossiers de demande, les déclarations et autorisations sont accordées par le préfet, généralement pour une durée de 10 ans.

4.1.5.2 La loi sur les installations classées pour la protection de l'environnement

La loi n°76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement (abrogée par l'ordonnance du 18/09/2000 du code de l'environnement) et son décret d'application n° 77- 1133 du 21 septembre 1977 fixent les dispositions applicables aux installations classées. Le contenu des dossiers de demande de déclaration est présent dans l'article 25 du décret du 21 septembre 1977 (modifié par le décret n° 2000-258 du 20 mars 2000). Les articles 2 et 3 de ce même décret précisent les éléments obligatoires constitutifs du dossier de demande d'autorisation.

Ce dossier d'autorisation doit notamment inclure une étude d'impact, prévue à l'article 2 de la loi du 10 juillet 1976, devant présenter successivement :

- une analyse de l'état initial du site et de son environnement ;
- une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents de l'installation sur l'environnement et en particulier sur les sites et paysages, la faune et la flore, les milieux naturels et les équilibres biologiques, sur la commodité du voisinage (bruits, vibrations, odeurs, émissions lumineuses) ou sur l'agriculture, l'hygiène, la santé, la salubrité et la sécurité publiques, sur la protection des biens matériels et du patrimoine culturel ;
- les raisons pour lesquelles, notamment du point de vue des préoccupations d'environnement, parmi les solutions envisagées, le projet présenté a été retenu ;
- les mesures envisagées par le demandeur pour supprimer, limiter et si possible compenser les inconvénients de l'installation ;
- les conditions de remise en état du site après exploitation ;
- un résumé non technique.

Bien que déjà introduit dans la loi n°76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature et le décret n° 77- 1133 du 21 septembre 1977 pris en application de la loi du 19 juillet 1976, l'examen des effets d'une installation et de son exploitation sur la santé des populations a longtemps été négligé ou très succinctement abordé dans les études d'impact. L'article 19 de la loi sur l'air du 30 décembre 1996 précise le concept de base du risque sanitaire afin qu'il soit mieux pris en compte dans les dossiers d'autorisation, mais c'est avec la circulaire du ministère de l'environnement du 17 février 1998 que le contenu du volet sanitaire pour toutes les études d'impact est explicité. De plus, les guides de l'INERIS (Guide méthodologique sur l'évaluation des risques sanitaires liés aux substances chimiques dans les études d'impact des installations classées pour la protection de l'environnement, 2003) et de l'InVS (Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact, 2000) ainsi que la circulaire DPPR du 19 juin 2000 et la circulaire DGS n°2001-185 du 11 avril 2001 relative à l'analyse des effets sur la santé dans

les études d'impact viennent apporter des éléments complémentaires en évaluation des risques sanitaires.

Cependant, dans le cadre spécifique des dossiers de demande d'autorisation pour les épandages de boues de station d'épuration, l'étude d'impact sanitaire ne comporte dans la pratique qu'une analyse des risques sanitaires réalisée de façon très qualitative.

4.1.6 Le suivi annuel des épandages

L'épandage des boues de station d'épuration dont le flux de pollution reçu par la station supérieur à 120 kg DBO₅/j (soit environ 2000 EH) fait également l'objet d'un suivi annuel par le producteur de boues. D'après le décret n°97-1133 du 8 décembre 1997, chaque année,

- un programme prévisionnel d'épandage doit être réalisé, définissant les parcelles concernées par la campagne annuelle, les cultures pratiquées et leurs besoins, les caractéristiques des boues et les analyses des sols, les préconisations d'emploi des boues, notamment les quantités pouvant être épandues, le calendrier d'épandage et les parcelles réceptrices, les modalités de surveillance ;
- un suivi agronomique, incluant des analyses des sols et des boues épandues, doit être mis en place ;
- un bilan agronomique à la fin de chaque campagne doit être fourni. Il comporte notamment l'exploitation du cahier d'épandage, le bilan de fumure, et les analyses réalisées sur les sols et les boues.

4.2 REVISION DE LA DIRECTIVE EUROPEENNE DE 1986 ²

4.2.1 Modalités techniques d'épandage des boues

4.2.1.1 Restrictions des terrains susceptibles d'être amendés et contraintes météorologiques

Le projet de révision de la directive européenne prévoit d'interdire l'épandage en forêt (à la différence de la réglementation française).

L'épandage de boues serait interdit :

- lorsque le pH des sols à amender est inférieur à 5 ;
- dans des sols saturés ou inondés ;
- dans des sols gelés ou couverts de neige.

En dehors de ces obligations réglementaires, le projet recommande la mise en place de codes de bonnes pratiques définissant des périodes durant lesquelles l'épandage est interdit pour des raisons climatiques et incluant des mesures ou des précautions visant à éviter les impacts sur la qualité des eaux souterraines et le lessivage des boues lorsqu'elles sont stockées avant épandage.

Le projet de révision de la directive européenne recommande également d'éviter le ruissellement.

² Les éléments repris dans cette section sont issus du document de travail « *Proposal for a directive of the european parliament and of the council on spreading of sludge on land* », daté du 30 avril 2003 (67 pages avec annexes).

4.2.1.2 Distances d'isolement

L'épandage de boues ne doit pas générer de nuisances olfactives déraisonnables pour les habitations les plus proches.

Les risques que l'épandage de boues ait un effet négatif sur la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines doivent être minimisés.

4.2.1.3 Délais minimaux à respecter

L'épandage de boues hygiénisées est autorisé sans délai d'isolement sur les pâturages, les cultures fourragères, les terres arables, les cultures de fruits et légumes en contact avec le sol, les plantations d'arbres ou de vignes, les parcs et les sites en réhabilitation.

Pour les boues traitées non hygiénisées, le projet de directive européenne propose des délais d'isolement présentés dans le tableau 8.

Culture	Délai minimum
pâturages ou cultures fourragères	3 semaines avant le retour à l'herbe des animaux ou avant la prochaine récolte
terres arables	enfouissement immédiat (moins de 2 jours)
cultures de fruits et légumes en contact avec le sol	12 mois avant prochaine récolte
cultures de fruits et légumes en contact avec le sol et mangés crus	30 mois avant prochaine récolte
vergers, cultures forestières, vignes, revégétalisation	10 mois avant accès au public
parcs	interdit

Tableau 8. Délais minimaux à respecter suite à un épandage de boues dans le projet de directive européenne

4.2.1.4 Les contraintes sur la réalisation de l'épandage

Lors de l'épandage des boues, le projet de directive européenne recommande également :

- de minimiser la compaction du sol ;
- de minimiser la production d'aérosols.

4.2.2 Valeurs seuils proposées dans le projet de révision de la directive européenne

4.2.2.1 Paramètres pris en compte

- Les éléments traces métalliques

Dans le projet, les éléments traces métalliques pris en compte dans les sols et dans les boues sont les suivants : cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb et zinc.

A la différence de la réglementation française sur les épandages, la prise en compte du sélénium n'est donc pas imposée dans le cadre du projet de directive.

- Les composés traces organiques

Les composés traces organiques dans les boues sont pris en compte par le biais des paramètres suivants : les LAS (alkylbenzène sulfonates linéaires), le DEHP (di(2-éthylhexyl)phtalate), les HAP (somme des hydrocarbures aromatiques polycycliques suivants : acénaphène, phénanthrène, fluorène, fluoranthène, pyrène, benzo(bjk)fluoranthène, benzo(a)pyrène, benzo(ghi)pérylène et indéno (1,2,3-c,d)pyrène) et les PCB (somme des composés polychlorobiphénylés numéros 28, 52, 101, 118, 138, 153 et 180). Les dioxines (polychlorodibenzo-dioxines / dibenzofuranes) sont également prises en compte dans ce projet de directive européenne.

Le projet prévoit donc d'imposer le contrôle d'un panel de composés traces organiques dans les boues plus large que la réglementation française, laquelle se restreignait à trois HAP et à la somme des 7 PCB. Cependant, si des références de normes sont proposées pour la majorité des paramètres pris en compte, il n'y a pas d'accord sur les protocoles d'analyse des échantillons pour certains composés organiques et les dioxines.

- Les micro-organismes

Le producteur de boues doit fournir les résultats de l'analyse des salmonelles et d'*Escherichia coli* dans les boues. La réglementation française n'impose pas ce type de contrôle systématique.

4.2.2.2 Les seuils du projet de directive européenne sur les épandages de boues de station d'épuration

Les différents systèmes de seuils proposés par le projet de révision de la directive européenne portent sur les substances chimiques et sont présentés dans :

- le tableau 9 pour les teneurs limites en éléments traces métalliques dans les sols ;
- le tableau 10 pour les valeurs limites (teneurs et flux) sur les substances inorganiques dans les boues ;
- le tableau 11 pour les teneurs limites en substances organiques dans les boues.

En parallèle à la définition de ces seuils, le projet de directive européenne définit, pour chaque type de polluants chimiques (éléments traces métalliques, composés organiques, dioxines) une fréquence annuelle d'analyse dépendante de la quantité de boues produites par an sur la station. Le projet de directive définit également un nombre maximal d'échantillon pouvant dépasser les teneurs limites (en concentrations dans les boues) définies dans le tableau 10 et le tableau 11 : 1 échantillon jusqu'à une fréquence de 4 analyses par an, et 2 échantillons au-delà. Dans tous les cas, les dépassements ne devront pas excéder de 20% les teneurs limites définies dans le tableau 10 et le tableau 11.

Il est interdit de diluer une boue inapte à être épandue avec d'autres déchets ou produits puisque les seuils précités s'appliquent aussi aux boues avant mélange.

Elément trace métallique	Sols à vocation agricole			Sols non agricoles
	pH du sol entre 5 et 6	pH du sol entre 6 et 7	pH du sol supérieur à 7	pH du sol entre 6 et 7
cadmium	0,5	1	1,5	3
chrome (total)	50	75	100	150
cuivre	40	50	100	140
mercure	0,2	0,5	1	1,5
nickel	30	50	70	75
plomb	50	70	100	300
zinc	100	150	200	300

MS : matières sèches.

Tableau 9. Teneurs limites (mg/kg MS) en métaux lourds dans les sols avant épandage préconisées par le projet de directive européenne.

Quand les flux maximaux annuels en éléments traces métalliques pouvant être apportés au sol, qui sont présentés dans le tableau 10 (partie de droite), par les boues sont dépassés. Une dérogation à cette dernière prescription pourra être envisagée au cas par cas :

- dans la situation où un enrichissement massif en matières organiques est nécessaire ;
- pour les seuils sur le cuivre et le zinc dans la situation de sols pauvres en ces deux éléments essentiels où il est prouvé qu'un besoin pour les cultures existe.

	Valeurs limites de concentration dans les boues avant épandage (mg/kg MS)	Valeurs limites de quantité de métal ajoutée dans les sols annuellement (g/ha.an)
cadmium	10	15
chrome (total)	1 000	3 000
chrome VI	10	15
cuivre	1 000	3 000
mercure	10	10
nickel	300	750
plomb	750	1 500
zinc	2 500	7 500

MS : matières sèches.

Tableau 10. Valeurs limites s'appliquant aux métaux lourds dans les boues préconisées par le projet de directive européenne.

Composés organiques	Valeurs limites (mg/kg MS)
LAS	5 000
NPE	450
PAH	6
PCB	0,8
Dioxines	Valeurs limites (ng TE/kg MS)
PCDD/PCDF	100

MS : matières sèches ; TE : équivalent toxique.

Tableau 11. Teneurs limites des substances organiques dans les boues avant épandage préconisées par le projet de directive européenne.

Par rapport aux seuils actuellement en vigueur en France, le projet prévoit donc un abaissement des valeurs limites sur les éléments traces métalliques :

- pour ce qui est des concentrations maximales dans les sols, l'abaissement des seuils concerne le cadmium, le chrome et le zinc dans tous les cas et les autres éléments traces métalliques sous certaines conditions de pH dans les sols ;
- pour ce qui est des concentrations maximales dans les boues, l'abaissement des seuils concerne le plomb et le zinc ;
- pour ce qui est des flux maximaux apportés au sol par les boues, seul le mercure est concerné par un durcissement des seuils.

La concentration maximale en PCB dans les boues est identique dans la réglementation française et dans le projet de révision de la directive européenne.

5 GLOSSAIRE

AEROSOL : assemblage de particules solides ou liquides en suspension dans l'air.

BIOAEROSL : particules d'origine biologique en suspension dans l'air.

BOUES TRAITEES : boues ayant fait l'objet d'un traitement physique, biologique, chimique ou thermique, par entreposage à long terme ou par tout autre procédé approprié de manière à réduire de façon significative, sans atteindre toutefois les caractéristiques des boues hygiénisées, les nuisances les plus sensibles (et notamment les odeurs) à l'épandage, en particulier en réduisant leur pouvoir fermentescible et les risques sanitaires liés à leur utilisation. Le traitement des boues avant épandage est obligatoire. Toutefois, il peut être dérogé à l'obligation de traitement lorsque les deux conditions suivantes sont simultanément remplies : matières de vidange ou boues de petites stations (caractérisées par moins de 120 kg DBO₅/j) ou boues enfouies immédiatement après épandage.

BOUES SOLIDES : boues déshydratées qui, entreposées sur une hauteur de 1 mètre, forment une pente égale au moins à 30%.

BOUES STABILISEES : boues qui ont subi un traitement de stabilisation. Ce traitement consiste à produire des boues dont la fermentation est soit achevée, soit bloquée entre la sortie du traitement et la réalisation de l'épandage. La notion de stabilisation renseigne sur le niveau d'odeur de la boue (absence d'odeur, ou odeur faible, moyenne, forte).

BOUES (TRAITEES ET) HYGIENISEES : boues qui ont subi un traitement spécifique qui réduit à un niveau non détectable les trois types d'agents pathogènes suivants : salmonella, entérovirus et œufs d'helminthes viables.

EQUIVALENT HABITANT (EH) : quantité de matières polluantes réputée être produite journalièrement par une personne ; cette unité de mesure permet de comparer facilement des flux de matières polluantes.

POUSSIÈRE : matière particulaire en suspension dans l'air ; en hygiène professionnelle on distingue les poussières inhalables, thoraciques et alvéolaires en fonction de leur diamètre aérodynamique.

SOURCE PRIMAIRE DE CONTAMINATION : dans le cadre de cette étude, la source primaire de contamination éventuelle est considérée être la boue avant épandage.

SOURCE SECONDAIRE DE CONTAMINATION : dans le cadre de cette étude, la source secondaire de contamination éventuelle est considérée être le sol amendé par la boue.

6 REFERENCES

- A.N.D.INTERNATIONAL, 2002. *Evaluation des quantités actuelles et futures de déchets épandus sur les sols agricoles et provenant des activités industrielles hors agroalimentaire*. 77 pages.
- ADLER E., 2001. *Devenir des boues d'épuration en France en l'an 2001*. In CEMAGREF éditeur « Logistique des épandages des effluents d'élevage, de boues de station d'épuration et des déchets industriels », actes de colloque, Vichy, 8-9 octobre 2001, pp. 304-307.
- BAIZE D., STERCKEMAN T., PIQUET A., CIESIELSKI H., BERAUD J. et BISPO A., 2005. *Dérogations relatives à la réglementation sur l'épandage des boues de station d'épuration : comment formuler une demande pour les sols à teneurs naturelles élevées en éléments traces métalliques – Guide technique*. Disponible en ligne : www.ademe.fr
- CABINET ARTHUR ANDERSEN, 1999. *Audit environnemental et économique des filières d'élimination des boues d'épuration*. Les Etudes des Agences de l'eau, n°70, ISSN : 1161-0425.
- CHASSANDE C., 2001. *Les boues d'épuration municipales et leur utilisation en agriculture*. Dossier documentaire, Angers, ADEME.
- CLUB ATOUTBOUES, 2005. *Etude de marché « gestion biologique des déchets organiques »*. <http://www.atoutboues.fr.st/> (consulté en avril 2005).
- CMINTERNATIONAL, 2002. *Evaluation des quantités actuelles et futures de sous-produits épandus sur les sols agricoles provenant des industries agroalimentaires*. Rapport final pour le Ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire, 52 pages.
- EC, 2001. *Survey of wastes spread on land*. European Commission Directorate General for Environment: 3.
- IFEN, 2001. Plus de 60% des boues d'épuration municipales ont été épandues en 1999 sur 2% des sols agricoles. *Les données de l'environnement*, numéro 63, février 2001, 4 pages.
- OTV, 1997. *Traiter et valoriser les boues*. Collection OTV n°2, 457 pages.
- PIQUE M.-L., 2004. *Amélioration de la prise en compte des facteurs humains de l'exposition lors d'épandages de boues*. Mémoire d'élève ingénieur du Génie Sanitaire, Ecole nationale de la santé publique.
- POMPEE E., 2003. *Evaluation des risques sanitaires biologiques liés à l'épandage de boues issues d'abattoirs de porcs et de volailles : étude de faisabilité dans le contexte français*. Ecole nationale de la santé publique.