

Circulaire n° 97/655 du 30 septembre 1997
portant publication de recommandations sanitaires
de la section des eaux du Conseil supérieur d'hygiène publique de France
vis-à-vis des risques liés à l'épandage des boues résiduaires des stations d'épuration urbaines ou mixtes

Le ministre de l'emploi et de la solidarité
à
Mesdames et messieurs les préfets de région
Direction régionale des affaires sanitaires et sociales

Mesdames et messieurs les préfets de départements
Direction départementale des affaires sanitaires et sociales

Depuis quelque temps, le problème de la destination des boues de stations d'épuration est perçu de manière cruciale, dans certains secteurs, pour plusieurs raisons :

- l'augmentation prévisible de la production de boues, découlant des objectifs fixés par les textes réglementaires pris en application de la Directive du Conseil du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires (91/271/CEE) ;
- les nouvelles dispositions réglementaires concernant l'élimination des déchets qui entraîneront notamment, la suppression de l'élimination des boues en décharge ;
- les interrogations soulevées par de nombreux partenaires sur les conséquences, à terme, de l'épandage agricole des boues.

Le Conseil supérieur d'hygiène publique de France a mené une réflexion sur ce thème, et examiné les aspects sanitaires liés aux trois types de contaminants :

- les agents biologiques ;
- les éléments traces ;
- les micro-polluants organiques, qui n'avaient jusqu'alors pas été pris en compte dans les précédents textes réglementaires

A partir de ces travaux, qui feront l'objet prochainement d'une publication scientifique, le Conseil supérieur d'hygiène publique de France a émis un avis, portant recommandations sanitaires, dont vous trouverez ci-joint une copie.

Ces recommandations portent sur les boues des stations d'épuration des collectivités. Elles ont été émises sous réserve de connaître la position du Comité interministériel sur les encéphalopathies subaiguës spongiformes transmissibles (ESST) quant au rejet de certains établissements agroalimentaires dans les réseaux urbains. Cet avis vient d'être porté à connaissance ; vous en trouverez ci-joint copie sous forme d'extrait. Il préconise «d'éviter le recyclage de produits potentiellement dangereux pour l'alimentation humaine et animale au travers de l'épandage des boues issues des industries d'équarrissage». Dans ces conditions, il apparaît que les rejets à risque des établissements d'équarrissage dans les réseaux d'assainissement collectifs devraient être interdits. Le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement a été saisi de cet avis afin d'établir les suites réglementaires et administratives qu'il convient de mettre en oeuvre. Je rappelle que l'article L 35.8 du Code de la santé publique permet aux maires de refuser certains rejets dans les réseaux d'assainissement collectifs.

Vous voudrez bien porter l'ensemble de ces recommandations à la connaissance du Conseil départemental d'hygiène. Les travaux préparatoires ont, par ailleurs, contribué à la réflexion interministérielle en cours, dans le cadre de la refonte de la réglementation relative à l'épandage des boues, qui devrait intervenir prochainement.

Plusieurs points de ces recommandations peuvent, d'ores et déjà, être mis en application, et notamment :

- privilégier les mesures de prévention de la pollution à la source dans les réseaux d'assainissement ;
- acquérir une meilleure connaissance de la quantité des boues par la réalisation d'analyses permettant de constituer progressivement une banque de données.

D'une manière générale, pour les raisons déjà évoquées, le problème de l'élimination et du devenir des boues doit constituer une préoccupation sur le plan sanitaire et une attention particulière doit être portée sur le devenir des boues tant pour les installations d'épuration déjà suivies que pour les projets qui vous sont soumis pour avis, afin que les dispositions adoptées dans chaque cas, assurent une filière de qualité et pérenne aux boues produites.

Conseil supérieur d'hygiène publique de France

Préambule - L'avis du CSHPF présenté ci-après définit des orientations permettant de guider les autorités locales et les responsables de projets ayant à traiter de problèmes liés à l'épandage des boues résiduelles sur des terrains agricoles, de loisir, en forêt ou les épandages réalisés en vue d'une reconstitution ou d'une revégétalisation des sols. **Cet avis concerne les boues issues des stations de traitement biologique ou physico-chimique d'eaux usées domestiques et/ou urbaines à l'exception de celles provenant des installations classées pour la protection de l'environnement réglementées au titre de la loi du 19 juillet 1976 modifiée.**

Il est émis en considérant la nécessité :

- de prendre en compte l'augmentation du volume des boues produites par les stations d'épuration des eaux usées et l'interdiction, à terme prochain, de leur mise en décharge ;
- de protéger impérativement la santé des populations concernées par la consommation des productions animales et végétales récoltées sur les champs d'épandage et par l'accès aux terrains de sport ou de loisir qui peuvent recevoir les boues ;
- de protéger la santé des travailleurs appelés à manipuler les boues ;
- de protéger les ressources en eau, en particulier celles pouvant être utilisées pour l'alimentation, qu'elles soient souterraines ou superficielles.

Il définit comme principe prioritaire la prévention de la contamination des boues.

Celle-ci doit résulter d'un ensemble coordonné d'actions sur les différentes sources de contamination pour en réduire progressivement l'émission dans les réseaux d'assainissement, ce qui suppose notamment :

- le contrôle du flux pluvial et de sa charge en éléments traces métalliques et en contaminants organiques ;
- l'inventaire des rejets non domestiques en faisant pour chacun d'eux une étude particulière avant leur admission dans les réseaux ;
- des actions auprès des PME-PMI, artisans, commerçants, professionnels de la santé et établissements de soins, centres d'enseignements et de recherche, pour examiner avec eux les conditions de gestion des déchets et effluents particuliers ;
- le développement des « technologies propres » ;
- le développement des « éco-produits » à toxicité intrinsèque réduite ;
- une politique de gestion des déchets ménagers spéciaux (solvants, peintures, piles, médicaments, etc) permettant de prévenir des rejets dans les réseaux, en proposant des filières d'éliminations spécifiques, clairement identifiées.

Avis - Le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France considère que l'épandage des boues et des produits qui en sont dérivés, purs ou en mélange, sur des terrains à usage agricole ou de loisir, en forêt, sur les sols reconstitués ou revégétalisés, peut être autorisé sous les réserves définies ci-après :

Réserves concernant les contaminants biologiques des boues résiduelles - L'épandage des boues ou des produits qui en sont dérivés, purs ou en mélange, sur les champs de culture maraîchers et des produits consommés crus et en contact avec le sol, ainsi que sur les terrains de sport ou de loisir et en forêt ouverte au public, nécessite l'emploi de produits traités et hygiénisés tels que définis en annexe no 1 du présent avis.

La culture de produits maraîchers ou de produits consommés crus et en contact avec le sol, la pratique de sports ou les activités de loisirs, sont interdits sur les terrains ayant reçu un épandage de boues non hygiénisées ou de produits dérivés, depuis moins de douze mois.

Pour les terrains ayant reçu des boues et consacrés à d'autres usages, la gestion du risque sanitaire biologique peut être faite par la limitation de l'exposition des populations sensibles, humaines ou animales, grâce à des contraintes d'usage, convenablement appliquées à des produits traités, et définies en annexe n° 2.

Les boues et produits dérivés non traités sont très fortement déconseillés pour l'épandage.

Si toutefois celui-ci s'avérait la seule solution possible, notamment pour les boues issues d'installations d'épuration de très faible capacité, l'enfouissement dans les sols dans les 24 heures suivant l'épandage, est à imposer en complément des contraintes d'usage définies en annexe no 2.

Réserves concernant les éléments traces dans les boues résiduelles - Le CSHPF souligne en priorité la nécessité de prendre en compte la mobilité et la biodisponibilité des éléments traces apportés au sol avec les boues, ainsi que de ceux qui y sont présents naturellement. Des recherches devront être poursuivies afin de mieux évaluer la mobilité

et de mieux connaître la spéciation des éléments dont dépendent la mobilité et la biodisponibilité.

Il rappelle que l'épandage n'est autorisé que sur les sols, dont le pH est égal ou supérieur à 6.

Il admet, qu'en l'état actuel des données disponibles, les flux maximum admissibles et les teneurs limites d'éléments traces, définis par les tableaux 1 et 2, compatibles à la fois avec l'application de la norme NFU 44-041 et de la directive 86/278 CEE peuvent être temporairement acceptés.

Dans le cas de l'épandage de boues sur pâturage, et en raison de l'ingestion possible de terre et de boue en même temps que la ration herbacée par l'animal pâturant, il est recommandé de limiter la quantité maximale de boues applicable à 15 tonnes de matière sèche par hectare et sur 10 ans (au lieu de 30 tonnes pour les terres labourables), en fractionnant les apports sur une base, annuelle, biennale ou triennale. Cette quantité peut toutefois être augmentée pour des considérations agronomiques de fertilisation, sous réserve que le flux cumulé sur dix ans d'éléments traces métalliques lié à l'épandage des boues soit inférieur aux valeurs limites indiquées dans le tableau 3 pour chaque éléments traces.

Il demande qu'un réexamen de ces valeurs limites et de leurs modalités d'application, intervienne si nécessaire, en fonction des résultats des recherches à venir, dans un délai maximum de quatre années après la publication du présent avis. Au cours de cette période transitoire des décisions dérogatoires peuvent être localement envisagées pour abaisser ou dépasser les seuils fixés dans le cas de certains sols particuliers, en raison de leur nature géochimique. Ces dérogations doivent être justifiées par des études pédologiques et biochimiques approfondies sur la mobilité et la biodisponibilité des éléments concernés.

Réserves concernant les micropolluants organiques - Le CSHPF constate, ici aussi, la nécessité de développer les connaissances sur les micropolluants organiques présents dans les boues et dans les sols. Il convient notamment d'étendre les programmes de mesure en terme de nombre de substances analysées et de stations d'épuration échantillonnées.

Il estime que les données actuellement disponibles permettent de proposer pour les concentrations de certains HAP susceptibles d'être présents dans les boues et les produits dérivés, les valeurs guides données par le tableau 4. Pour les PCB et autres micropolluants organiques, il estime que dans l'attente de l'amélioration des connaissances, la fixation de valeurs guides est prématurée. Il demande que la mise en oeuvre d'un suivi analytique soit dès à présent largement développée pour un ensemble de composés organiques dont la liste sera à définir à partir des spécificités françaises. Pour ce faire, un premier «balayage» des composés susceptibles d'être présents dans les boues est nécessaires, afin de permettre ensuite de resserrer la liste sur un nombre restreint de substances à suivre en routine. L'attention initiale devra porter, outre sur les HAP, les PCB, et autres dérivés chlorés, sur les produits de dégradation des détergents courants et sur certains phtalates, notamment ceux qui sont suspectés d'effets oestrogéniques. Elle devra porter également sur les composés utilisés dans la fabrication des matières plastiques (cf. annexe 3)

Il demande qu'un examen de cette liste et des valeurs guides, ainsi que l'éventualité de la fixation de valeurs limite impératives pour les concentrations dans les boues et dans les sols, assorties de modalités d'application adaptées, intervienne dans un délai maximum de quatre années après la publication du présent avis.

La présence possible et actuellement mal appréciée de micropolluants organiques justifie particulièrement la limitation plus sévère, précédemment envisagée, de l'épandage des boues et produits dérivés sur les pâturages, qui semblent représenter le risque sanitaire le plus grand, à un apport maximum autorisé de 15 tonnes (matières sèches) par hectare et pour 10 ans, en recommandant des apports fractionnés sur une base annuelle, biennale ou triennale. Si cette quantité est augmentée pour des considérations agronomiques de fertilisation, le flux cumulé sur dix ans à l'épandage des boues doit être inférieur, pour les HAP, aux valeurs guides indiqués dans le tableau 5 pour chaque HAP considéré.

Considérations générales- Pour chaque épandage, l'ensemble des réserves ci-dessus énoncées doivent être simultanément respectées.

Les conditions d'épandage définies en annexe no 2 doivent être notamment respectées dans tous les cas où sont appliqués des produits non soumis à la réglementation particulière des produits homologués ou normalisés.

- Le contrôle de la nuisance olfactive doit être une préoccupation permanente des responsables de l'épandage.

- Les résultats des divers suivis analytiques qui seront effectués sur les boues, les sols ou les récoltes, doivent systématiquement être recueillis et centralisés en vue d'une meilleure exploitation des données acquises. Les banques de données ainsi créées, qui pourraient être gérées soit par les Agences de l'Eau, soit par le Réseau National des Données sur l'Eau (RNDE), doivent porter mention des procédures d'échantillonnage et des méthodes d'analyse utilisées.

- Les études à venir doivent s'inscrire clairement dans une démarche générale de recherche concernant l'identification des dangers, l'évaluation et la gestion des risques.

Elles doivent relever de différentes disciplines : épidémiologie, toxicologie, microbiologie, métrologie des expositions, économie, sociologie, ... associées à l'agronomie et aux sciences de la terre et du sol.

- Le présent avis concerne les composts totalement ou majoritairement fabriqués à partir des boues résiduelles, étant entendu qu'il ne prend pas en compte les risques particuliers auxquels sont exposés les travailleurs au sein même des installations de compostage (risques liés notamment à la présence de champignons et de mycotoxines).

Le CSHPF demande que soient examinés tant au niveau national qu'international (notamment communautaire), comparativement avec les exigences émises en matière d'utilisation des boues issues du traitement des eaux usées domestiques et/ou urbaines, concernées par le présent avis, les risques liés :

- à l'épandage des produits d'origine agricole tels que lisiers, purins, fumiers, déjections solides, produits de lavage des locaux d'exploitation agricole, et tous les produits qui en seraient directement ou indirectement dérivés ;
- à l'épandage des boues et produits dérivés en provenance des installations classées pour la protection de l'environnement, réglementées en France au titre de la loi du 19 juillet 1976 modifiée (1)(1) Le comité interministériel sur les encéphalopathies subaiguës spongiformes bovines transmissibles a été consulté sur l'épandage des rejets en provenance des abattoirs et des équarrissages et a émis l'avis joint aux présentes recommandations. ;
- à la consommation de produits maraîchers importés de pays où les contraintes sanitaires relatives à l'épandage des boues et produits dérivés, ne sont pas conformes aux recommandations du présent avis

Tableau 1

Cas général : Concentration des éléments traces dans les boues pour un épandage limité à un tonnage maximum de boue correspondant à 30 tonnes de matières sèches (hors ajout éventuel de chaux) sur 10 tonnes

Eléments traces dans les boues	Valeurs guides* (mg/kgMS)	Valeurs limites (mg/kgMS)
Cadmium	20	40
Chrome	850	1 700
Cuivre	850	1 700
Mercure	10	20
Nickel	200	400
Plomb	600	1 200
Sélénium	100	200
Zinc	2 000	4 000
Chrome+Cuivre+Nickel+Zinc	3 500	7 000

* Ces valeurs guides doivent être considérées comme des objectifs de valeurs limites, sous réserve que les recherches conduites entre temps confirment leur validité.

Tableau 2

Valeurs limites des concentrations des éléments traces admissibles dans les sols (mg.kg, MS)(*)

(*) L'épandage n'est autorisé que sur les sols dont le pH est égal ou supérieur à 6.(**)

(**) Des décisions dérogatoires peuvent être localement envisagées pour abaisser ou dépasser les seuils fixés dans le cas de certains sols particuliers, en raison de leur nature géochimique. Ces dérogations doivent être justifiées par des études pédologiques et biochimiques approfondies sur la mobilité et la biodisponibilité des éléments concernés.

Eléments traces dans le sol	Valeur limite pour des sols
Cadmium	2
Chrome	150
Cuivre	100
Mercure	1
Nickel	50
Plomb	100
Sélénium	10
Zinc	300

Tableau 3

Cas particulier des pâturages : flux cumulé maximum éléments traces dans les boues par hectare et sur 10 années(4)

(4) Ces valeurs sont calculées sur la base : (Valeurs guides x 0,5) x 30 t . MS.

Eléments traces dans les boues	Pâturage (en kg)
--------------------------------	------------------

Cadmium	0,300
Chrome	12,750
Cuivre	12,750
Mercure	0,150
Nickel	3,000
Plomb	9,000
Sélénium	1,500
Zinc	30,000
Chrome+Cuivre+Nickel+Zinc	52,500

Tableau 4

Cas général : Concentration des HAP dans les boues pour un épandage limité à un tonnage maximum correspondant à 30 tonnes de matières sèches (hors ajout éventuel de chaux) sur 10 années

Paramètres	Valeurs guides*
Fluoranthène	4 mg/kgMS
Benzo(b)Fluoranthène	4 mg/kgMS
Benzo(b)Fluoranthène	4 mg/kgMS
Benzo(ghi)Pérylène	4 mg/kgMS
Benzo(a)Pyrène	1,5 mg/kgMS
Indéno(123cd)Pyrène	4 mg/kgMS

* Ces valeurs guides doivent être considérés comme des objectifs de valeurs limites, sous réserve que les recherches conduites entre temps confirment leur validité.

Tableau 5

Cas particulier des pâturages : Flux cumulé maximum indicatif des HAP par hectare et sur 10 années

Paramètres	Flux cumulé*
Fluoranthène	60 g
Benzo(b)Fluoranthène	60 g
Benzo(b)Fluoranthène	60 g
Benzo(ghi)Pérylène	60 g
Benzo(a)Pyrène	20 g
Indéno(123cd)Pyrène	60 g

* Ces valeurs guides sont calculées sur la base : (valeurs guides x 0,5) x 30 t.MS

Annexe 1 : Définition des boues traitées et hygiénisées

La valorisation agricole des boues résiduelles, et toute autre forme d'usage permettant un retour au sol des boues, peut se faire après traitement selon deux voies.

1 - Boues traitées et hygiénisées, à restriction limitée d'usage - Les boues sont considérés comme hygiénisées quand, à la suite de traitement spécifique les 3 types d'agents pathogènes (Salmonella, Entérovirus et oeufs d'helminthes viables) sont non détectables (critères de conformité).

Elles devront présenter en sortie de process les concentrations suivantes :

Salmonella	< 8 NNP/10gMS*
Entérovirus	< 3 NPPUC/10gMS*

Il n'est pas possible pour des raisons techniques et économiques d'assortir en routine l'autorisation d'épandage à une vérification permanente du critère de conformité.

Ces analyses (bactériologiques, virologiques et parasitologiques) seraient réalisées au cours de la phase d'étude d'un procédé en vue de l'agrément du système proposé et lors de la phase de réception d'une installation nouvelle dans une station d'épuration.

Parallèlement les coliformes thermotolérants sont analysés en sortie de filière. Le niveau observé sert de référence au moment de l'usage.

Il permet :

- L'évaluation des phénomènes de recroissance ;
- L'évaluation d'une recontamination (mélange de boues).

Seuls les coliformes thermotolérants seraient à rechercher au moment de l'usage.

De façon opérationnelle, il est donc proposé :

- que la vérification du critère de conformité (recherche Salmonelles, virus, helminthes) soit effectuée uniquement lors de l'établissement des performances d'une nouvelle filière et lors de la mise en service d'une installation nouvelle avec une filière connue ;
- qu'un contrôle simple (recherche des coliformes thermotolérants) soit effectué au moment de l'usage pour évaluer les phénomènes de croissance et/ou recontamination (du fait de mélange de boues par exemple), les systèmes d'acquisitions de données permettant de montrer, lors des contrôles, que les installations sont gérées dans les règles de l'art.

Il est proposé de plus :

- que d'autres indicateurs d'efficacité de traitement (taux de matières organiques, de matières sèches...) soient suivis régulièrement ;
- qu'un carnet sanitaire, tenu sous l'autorité de l'exploitant de la station d'épuration, consigne l'ensemble des données obtenues sur les boues (Coliformes thermotolérants et paramètres complémentaires), et plus généralement, porter mention des incidents de fonctionnement de la station d'épuration.

2 - Boues traitées, non hygiénisées, à restrictions renforcées d'usage - Une boue traitée est une boue qui, sans atteindre les caractéristiques des boues hygiénisées, a cependant subi un traitement ayant pour objet d'améliorer de façon significative sa stabilité afin de réduire de l'épandage, les nuisances les plus sensibles (notamment les odeurs). Les travaux du TC 308 doivent permettre d'apporter une réponse précise quant au choix et à la valeur des indicateurs de traitement les mieux adaptés (taux de matière organique, de matière sèche...) à la définition des boues traitées. Un carnet sanitaire doit porter mention des variations de ces indicateurs et des incidents de fonctionnement de la station d'épuration.

Ces boues sont utilisées avec restriction d'usage. Elles font l'objet de recommandations de bonnes pratiques.

3 - Méthodes - Les méthodes indiquées ci-dessous le sont à titre indicatif et toute autre méthode équivalente peut être utilisée.

3.1 - Méthodologie du quantification des salmonelles - Méthodologie de dénombrement basée sur le Nombre le Plus Probable (NPP) :

- Phase d'enrichissement ;
- Phase d'isolement ;
- Phase d'identification présomptive ;
- Phase de confirmation : sérovars.
- Expression des résultats :

Seuil de quantification pour 3 x 10g ; 3 x 1g ; 3 x 0,1g de boues exprimés en matière sèche :

0 <ou= 3 <ou= 16 salmonelles

Seuil de quantification pour 5 x 10g ; 5 x 1g ; 5 x 0,1g de boues exprimés en matière sèche :

0 <ou= 2 <ou= 7 salmonelles

NB : Afin de prendre en compte l'hétérogénéité de la distribution des salmonelles dans les boues l'échantillonnage porte sur l'analyse de 3 ou 5 échantillons suivant le niveau de sensibilité désiré.

3.2 - Technique de dénombrement et viabilité des oeufs d'helminthes - (Méthode EPA, 1992 modifiée)

Prélever X g de boue correspondant à 10 g de MS.

Filtrer la boue à 160 um avec 5 L d'eau par échantillon.

Recueillir le filtrat dans les mêmes bidons de 5 L.

Aspirer le surnageant au maximum et mettre le sédiment dans un flacon de 450 mL à centrifuger - Rincer 2 à 3 fois

les bidons de 5 L.

Centrifuger à 400 g pendant 3 mn.

Verser le surnageant et resuspendre le culot 150 mL avec du ZnSO₄ (d=1,3).

Homogénéiser avec une spatule.

Centrifugation à 400 g pendant 3 min.

Verser le surnageant de ZnSO₄ dans un flacon de 2 L et diluer au moins avec 1 L d'eau.

Laisser sédimenter 3 h.

Aspirer un maximum de surnageant et resuspendre le culot en agitant, le vider dans 2 tubes de 50mL et rincer 2 à 3 fois avec de l'eau désionisée mettre le liquide de rinçage dans les tubes de 50 mL.

Centrifuger à 480 g pendant 3 min.

Regrouper les culots dans 1 tube de 50 ml et centrifuger à 480 g pendant 3 min.

Resuspendre le culot dans 15 ml de solution d'acide d'alcool (H₂SO₄ 0,1 N/C₂H₅OH 35 %) et ajouter 10 ml d'éther éthylique.

Agiter et ouvrir de temps en temps pour laisser échapper le gaz.

Centrifuger à 660 g pendant 3 mn.

Éliminer les restes d'éther par un lavage avec 10 mL H₂SO₄ 0,1 N.

Centrifuger 3 min. à 400 g.

Éliminer le surnageant.

Diluer le culot avec 10 mL H₂SO₄ à 0,1 N.

Incuber à 26 °C pendant 4 semaines avec remise en suspension du culot régulièrement.

Centrifuger 3 min. à 400 g.

Diluer le culot dans 1,5 ml H₂SO₄ 0,1 N.

Lecture en cellule de Sedgwick-Rafter.

3.3 - Analyse virologique -

1 Extraction des entérovirus (à partir de 100 grammes de culot de boues).

2 Concentration (PEG 6 000).

3 Détection des entérovirus infectieux par inoculation sur culture de cellules BGM.

4 Quantification selon la technique du NPPUC.

5 Expression des résultats NPPUC par 10 grammes de matières sèches.

La méthode à l'extrait de boeuf-Précipitation par le PEG 6 000 :

- Ajouter à 100 gr de culot de boues, 200 ml de tampon borate - 3 % d'extrait de boeuf pH 9 ;
- Après agitation magnétique pendant 15 minutes soumettre aux ultrasons (100 W - 1 min. + 4 °C) ;
- Clarification par centrifugation (10 000 g, 45 min. + 4 °C) ;
- Récupérer le surnageant et le neutraliser ;
- Ajouter du PEG 6 000 jusqu'à une concentration finale de 10 % et laisser en contact 1 nuit à + 4 °C ;
- Centrifuger la solution (10 000 g, 90 min. + 4 °C) ;
- Remettre le culot en suspension dans 40 ml de tampon borate - 3 % d'extrait de boeuf pH 9 ;
- Agitation magnétique pendant 15 minutes ;
- Centrifuger la solution (10 000 g, 30 min. + 4 °C) ;
- Récupérer le surnageant et le neutraliser ;
- Ajouter du PEG 6 000 jusqu'à une concentration finale de 10 % et laisser en contact 1 nuit à + 4 °C ;
- Centrifuger la solution (10 000 g, 90 min. + 4 °C) ;
- Remettre le culot en suspension dans 10 ml de PBS. Ce protocole est schématisé dans le tableau suivant.

Extraction-concentration des virus des boues par la méthode à l'extrait de boeuf - précipitation par le PEG 6 000

ÉCHANTILLONNAGE

100 g de culot de boues

addition de 200 ml de tampon borate -3% d'extrait de boeuf ph 9

Agitation magnétique 15 min

ULTRASONS 1 min.

CENTRIFUGATION 10 000 g. 45 min. + 4 °C.

CULOT REMIS EN SUSPENSION DANS 40 ml DE TAMPON BORATE - 3%

D'EXTRAIT DE BOEUF pH 9

Agitation magnétique 15 min.

CENTRIFUGATION 10 000 g. 30 min + 4 °C.

SURNAGEANT NEUTRALISE

addition de PEG 6000 jusqu'à une concentration finale de 10 %

contact 1 nuit à + 4 °C

CENTRIFUGATION 10 000 g. 90 min. + 4 °C.

CULOT REPRIS DANS 10 ml de PBS

Références bibliographiques -

1. Anonymes (1992). Environmental Regulations and Technology : Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge. EPA/625/R92/013.
2. Baleux B, Alibou J, Troussellier M, Got P (1988). Utilisation du bouillon sélénite F modifié pour dénombrer Salmonella dans les milieux aquatiques. Rev. Sciences Eau I, 401-408.
3. Galés P, Baleux B (1992). Influence of the Drainage Basin Input on a Pathogenic Bacteria (Salmonella) Contamination of a Mediterranean Lagoon (the Thau lagoon - France) and the Survival of this Bacteria in Brackish Water. Wat. Sci. Tech. 12, 105-114.
4. Schwartzbord L (1995). Effect of Human Viruses on Public Health Associated with the Use of Wastewater and Sewage Sludge in Agriculture and Aquaculture. WHO, Geneva.
5. Yanko WA, Jakubowski W (1988). Occurrence of Pathogens in Distribution and Marketing Municipal Sludge EPA/600/1-87/014.

Annexe 2 : Recommandations sur les contraintes d'utilisation des boues autorisées pour l'épandage

1 - Mise en place d'une organisation d'épandage - Le contrôle du bon fonctionnement des procédés d'épuration générateurs des boues autorisées pour l'épandage doit être effectué systématiquement.

Il doit être particulièrement renforcé dans le cas de la production, par des filières agréées, de boues traitées et hygiénisées à restriction d'usage limitée et doit respecter strictement les recommandations définies en annexe no 1.

- Chaque épandage fait l'objet d'un «plan d'épandage » respectant l'ensemble des règles et bonnes pratiques à promouvoir en la matière.

Un registre d'épandage consigne les protocoles d'applications suivis et précise les éléments d'identification des lots de boues épandues. Il est tenu sous la responsabilité de l'exploitant agricole.

Les réglementations en vigueur constituent la base minimale de l'organisation d'épandage à mettre en place.

2 - Recommandations sur les conditions matérielles de l'utilisation des boues

2.1 - Manipulation des boues : précautions d'hygiène du personnel d'exploitation ou de l'agriculture utilisateur - Il est recommandé :

- de porter des vêtements spécifiques lors de l'épandage. Ces vêtements ne doivent entrer ni dans les bâtiments d'habitation, ni dans les locaux d'élevage. Ils doivent être laissés dans un vestiaire, et régulièrement lavés ;
- d'utiliser des gants de travail lors du soutirage de boues liquides, si la connexion entre la tonne à lisier et les tuyauteries de soutirage se fait manuellement. Pour éviter cette connexion manuelle et le contact direct avec la boue, l'équipement des tonnes à lisier avec un bras de pompage à branchement automatique est fortement conseillé ;
- de porter un masque si les conditions de l'épandage sont susceptibles de créer des aérosols ;
- de laver le matériel d'épandage en fin de journée, ou en cours de journée si nécessaire.

Ces recommandations s'appliquent même en cas de boues hygiénisées.

2.2 - Stockage des boues

2.2.1 - **Cas général** - Le stockage des boues, entre chaque campagne d'épandage et sur une longue période, doit être réalisé dans des dispositifs étanches, interdisant tout rejet dans le milieu naturel. Il peut être couvert pour limiter l'intrusion d'eaux de ruissellement, voire fermé pour maîtriser s'il y a lieu les nuisances olfactives et collecter les odeurs en vue de leur traitement.

Les zones de reprise des boues stockées (aire de soutirage ou aire de chargement) doivent être conçues de façon à permettre un nettoyage aisé. Une prise d'eau et une évacuation des eaux de nettoyage sont à prévoir.

Le stockage des boues à même le sol, en tête de parcelle, et sur une courte période avant épandage (maximum 4 semaines pour les boues pâteuses) est possible, à condition que toutes dispositions soient prises pour prévenir des écoulements de boues ou de lixiviats dans le milieu naturel. La configuration physique du site de stockage (pente), la nature des sols et l'impact paysager constituent des éléments de la prise de décision.

Les distances minimales prévues au paragraphe 3.2 pour la protection des ressources en eau devront être respectées.

2.2.2 - Cas de boues non hygiénisées - La localisation de ces stockages temporaires doit respecter une distance minimale d'implantation de 100 mètres vis-à-vis des immeubles occupés par des tiers et, plus généralement, être judicieusement choisie pour éviter toute gêne, quelle qu'elle soit, vis-à-vis du voisinage.

2.2.3 - Cas de boues hygiénisées - Les distances minimales d'implantation vis-à-vis des tiers peuvent être réduites, dans le respect des contingences paysagères et relationnelles.

2.3 - Transport - Les matériels de transport doivent être parfaitement étanches pour éviter les pertes sur la voirie. Les dispositifs de fermeture et d'ouverture doivent garantir toute sécurité. Les déversements accidentels de boues sur la voirie doivent être nettoyés dans les plus brefs délais. En cas de salissement accidentel, le matériel de transport doit être lavé avant d'accéder à la voirie commune.

Le cas échéant, le matériel de transport peut être fermé pour limiter les nuisances olfactives tout au long du transport, notamment lors de la traversée d'agglomérations.

Les recommandations ci-dessus s'appliquent même en cas de boues hygiénisées.

3 - Épandage

3.1 - Conditions générales d'épandage

3.1.1 - Cas général - Les matériels d'épandage utilisés doivent être rigoureusement étanches, et régulièrement entretenus et lavés.

Les dispositifs suivants permettent de réduire la production d'odeurs et d'aérosols, tout en améliorant la précision des épandages :

- pour les boues liquides : tonnes à lisier ou appareils automoteurs équipés de dispositifs d'épandage localisés au ras du sol rampe d'épandage classique ; ou rampe équipée d'un dispositif basse pression avec pendillards) ou avec enfouissement direct (socs enfouisseurs, injecteurs, etc.) ;
- pour les boues pâteuses : appareils de dispositifs d'épandage à plateaux surbaissés limitant les projections de boue en hauteur ;
- pour les boues solides : épandeurs équipés de dispositifs d'émiettement et de tables d'épandage assurant un bon fractionnement des gâteaux de boue et une dispersion régulière sur une grande largeur.

En cas d'épandage sur cultures en place (cultures pérennes ou annuelles), toutes dispositions doivent être prises pour éviter d'épandre de la boue directement de la boue sur la végétation. Le recours à des dispositifs d'épandage localisé, amenant la boue directement au pied des végétaux ou au ras du sol, est à préconiser.

3.1.2 - Cas des boues non hygiénisées - L'épandage est interdit à moins de 100 mètres immeubles habités ou habituellement occupés par des tiers et des lieux recevant du public. Cette distance pourra être diminuée sans toutefois être inférieure à 50 mètres lorsque les boues sont enfouies dans le sol dans les 24 heures suivant l'épandage.

L'épandage par aspersion avec des canons haute pression est déconseillé en raison des risques de production d'aérosols et de leur transport possible sur une longue distance.

Un enfouissement rapide des boues après épandage, même superficiel, est à préconiser (sauf si épandage sur prairies) pour limiter notamment la possibilité d'un contact direct des boues avec l'homme ou l'animal, et réduire les éventuelles nuisances olfactives. Cet enfouissement intervient le jour même ou le lendemain de l'épandage.

3.1.3 - Cas de boues hygiénisées - Les distances limites et la contrainte d'un enfouissement rapide deviennent sans objet, sauf en cas de nuisances olfactives (boues insuffisamment stabilisées).

3.2 - Recommandations générales en vue de la protection des ressources en eau - L'épandage des boues doit satisfaire aux prescriptions générales ou particulières relatives aux périmètres de protection des captages ou prises d'eau destinée à l'alimentation humaine.

Un diagnostic hydrogéologique et pédologique est à inclure dans l'étude de mise en place du plan d'épandage pour déterminer l'aptitude des sols à l'épandage.

Il est en outre interdit d'effectuer un épandage :

Dans le cas de boues liquides, à moins de 200 mètres des cours d'eau, des puits et des forages.

Dans le cas général :

- à moins de 35 mètres :
- des puits, forages et sources,
- des aqueducs à écoulement libre transitant des eaux destinées à l'alimentation en écoulement libre,
- de toute installation souterraine ou semi-enterrée utilisée pour le stockage des eaux, que celles-ci soient destinées à l'alimentation ou à l'arrosage des cultures maraîchères,
- des berges des cours d'eau et des rivages ;
- à moins de 200 mètres des lieux de baignade ;
- en dehors des terres régulièrement exploitées ;
- pendant les périodes où le sol est gelé ou enneigé ;
- lorsque le sol est saturé d'eau ;

- si la pente du terrain est supérieure à 7 % ;
- lorsque la nappe phréatique en période de hautes eaux, est à une profondeur inférieure à 1 mètre.

L'épandage est généralement autorisé sous réserve des prescriptions suivantes :

- l'épandage des boues doit satisfaire aux prescriptions générales ou particulières relatives aux périmètres de protection des captages ou prises d'eau destinés à l'alimentation humaine ;
- un diagnostic hydrologique et pédologique est à inclure dans l'étude de mise en place du plan d'épandage pour déterminer l'aptitude des sols à l'épandage.

En tout état de cause, les dispositions doivent être prises pour que les eaux de ruissellement ne puissent en raison de la pente du terrain, atteindre les endroits ou les milieux protégés et ne soient la cause d'inconvénients pour la santé publique ou de nuisance pour le voisinage.

En aucun cas la capacité d'adsorption des sols ne devra être dépassée afin d'éviter la stagnation prolongée sur le sol, le ruissellement en dehors du champ d'épandage ou une percolation rapide vers les eaux souterraines.

Dans les zones définies comme vulnérables aux nitrates, en application du décret n° 93-1038 du 27 août 1993 relatif à la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole, l'épandage des boues devra être réalisé conformément aux plans d'action départementaux définis à partir du code de bonnes pratiques. La fertilisation doit tenir compte de l'apport en éléments fertilisants liés à l'épandage des boues.

4 - Recommandations particulières pour l'utilisation des boues sur certaines cultures

4.1 - Utilisation sur cultures fourragères

4.1.1 - Cas général - En cas d'épandage sur prairies permanentes ou temporaires, les épandages seront pratiqués sur herbe rase, immédiatement après un ensilage, une coupe ou un pâturage. L'épandage sur herbe haute est déconseillé, dans toutes les situations, pour conserver l'appétence de l'herbe ou pour prévenir un transfert d'éléments traces métalliques ou organiques par ingestion directe de boues.

4.1.2 - Cas de boues non hygiénisées - Le circuit de manutention des boues doit toujours se faire hors de l'enceinte d'élevage (respect de la distinction circuits propres/circuits sales).

Dans le cas d'épandage sur pâtures, la remise à l'herbe des animaux se fera au plus tôt 6 semaines après l'épandage. Des dispositifs particuliers d'enfouissement adaptés aux prairies (coutres incisant le tapis prairial) peuvent être préconisés pour réduire encore davantage la probabilité de risques d'un contact boues-animal.

Dans le cas de boues solides ou pâteuses, en raison de leur plus lente vitesse de dégradation à la surface du sol, l'épandage sur prairie est conseillé uniquement en fin de saison de végétation, après le départ des animaux.

4.1.3 - Cas de boues hygiénisées - Les délais de remise à l'herbe des animaux ou d'utilisation des fourrages deviennent sans objet du strict point de vue sanitaire.

4.2 - Utilisation sur cultures maraîchères et fruitières

4.2.1 - Cas de boues non hygiénisées - L'épandage des boues est interdit sur les terrains affectés ou qui seront affectés dans un délai de dix huit mois à des cultures maraîchères et fruitières qui sont normalement en contact avec le sol.

L'épandage reste possible sur les cultures d'arbres fruitiers et de légumes qui ne sont pas en contact le sol, ou le mélange sol/boues, ou destinés à être consommés cuits (pommes de terre).

4.2.2 - Cas de boues hygiénisées - Les délais préconisés ci-dessus ne s'appliquent plus. Le salissement d'une culture en place par un épandage de boues reste toutefois à éviter pour des raisons évidentes de présentation des produits agricoles.

4.3 - Utilisation en sylviculture

4.3.1 - Cas de boues non hygiénisées - L'épandage de boues non hygiénisées est interdit s'il s'agit d'une forêt ouverte au public. Il reste possible dans le cas de plantations d'alignement (peupleraies, boisement monospécifique, taillis à courte rotation).

4.3.2 - Cas de boues hygiénisées - L'épandage de boues hygiénisées est possible et aucune limitation d'accès ne paraît s'imposer.

Annexe 3 : Micropolluants organiques susceptibles d'être recherchés dans les boues (à titre indicatif)

Les micropolluants proposés par «Developing Human Health Related Chemical Guidelines for Reclaimed Wastewater and Sewage Sludge Application in Agriculture» (OMS, 1995),

- Aldrine
- Benzène
- Benzo(a)pyrène

- Chlorodane
- Chlorobenzène
- Chloroforme
- Dichlorophénols
- Tétrachloroéthane
- 2,4 D
- DDT
- Dieldrine
- Heptachlore
- Hexachlorobenzène
- Hexachloroéthane
- Pyrène
- Lindane
- Méthoxychlore
- Pentachlorophénol
- PCBs
- Tétrachloroéthylène
- Toluène
- Toxaphène
- 2,4,5-T
- 2,3,7,8 TCDD
- *Les 16 HAP proposés par l'US-EPA :*
- Acénaphthylène
- Acénaphthène
- Anthracène
- Benzo(3,4) fluoranthène
- Benzo(11,12) fluoranthène
- Benzo (3,4) pyrène
- Benzo (1,12) perylène
- Benzo(a)anthracène
- Chrysène
- Dibenzo(ah)anthracène
- Fluorène
- Fluoranthène
- Indéno (1,2,3-cd)pyrène
- Naphtylène
- Phénanthrène
- Pyrène
- *Des produits de dégradation de détergents couramment utilisés :*
- 4-nonyl-phénol
- nonyl-phénol-poluéthoxy-carboxylates : NP1EC, NP2EC, NP4EC
- *Des phtalates :*
- di-éthyl-hexyl-phtalate (DEHP)
- di-n-méthyl-, -éthyl-, -butyl-, -octyl- et butyl-benzyl-phtalate
- *Des organo-stanniques :*
- mono-butyl-étain
- di-butyl-étain
- tri-butyl-étain

Extrait de l'avis du Comité interministériel sur les ESST du 8 juillet 1997

Question n° 4 : - Le Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF) s'est interrogé sur les aspects liés à l'utilisation des boues résiduaires produites dans les stations d'épuration des eaux. Vous trouverez ci-joint l'argumentaire du CSHPF, concernant ce sujet et nous souhaiterions nous associer à la demande du ministère de l'environnement pour recueillir l'avis de votre Comité sur les questions qui découlent du constat effectué.

Réponse du Comité : - Les mesures de précaution qu'il convient de mettre en oeuvre pour l'épandage des boues doivent être considérées dans un contexte plus large que le risque lié aux seuls transmissibles non conventionnels (ATNC). Les procédés d'épuration des eaux usées et des eaux de lavage des installations (abattoirs et équarrissages) ne permettent pas d'inactiver de nombreux agents pathogènes, en particulier ceux liés à un «risque fécal». En premier lieu, il faut remarquer :

- l'absence de données scientifiques permettant d'évaluer un risque potentiel lié à l'épandage de boues, dans le cas particulier des ATNC à l'exception de l'expérience de Brown et Gajdusek (5)(5) Brown P, Gajdusek DC. Survival of scrapie virus after 3 years interment, Lancet, 1991, 337 : 269-270. en 1991 qui a montré la persistance de l'infectiosité de l'ATNC dans le sol après 3 ans ;
- l'estimation du risque infectieux des boues lié aux ATNC devrait prendre en compte de nombreux facteurs qu'il est impossible de hiérarchiser précisément ;
- les difficultés rencontrées pour mettre en place des expériences permettant une telle évaluation (qu'il faudra néanmoins envisager).

En second lieu, il convient de souligner que les risques relatifs aux ATNC, sans doute extrêmement limités, sont liés à l'importance du nombre d'animaux atteints. Le risque principal provient des multiples autres agents infectieux dangereux pour la santé publique humaine et animale qui sont présents dans les boues issues des équarrissages. Compte tenu de la présence massive de tissus provenant d'animaux infectés dans les usines d'équarrissage, les boues produites par les installations d'épuration de ces usines constituent un risque particulier.

En conséquence, par mesure de précaution, le comité préconise d'éviter le recyclage de produits potentiellement dangereux pour l'alimentation humaine et animale au travers de l'épandage des boues issues des industries d'équarrissage.

(circulaire et avis numérisés par le RESE)