

Le traitement des boues des stations d'épuration

R. Moletta

« Moletta Méthanisation »

rene.moletta@yahoo.fr

(Rédaction 2003)

Document d'information générale - Diffusion référencée libre

Les stations d'épuration urbaines ou industrielles ont des déchets qui sont : les refus issus du dégrillage et de tamisage, les graisses, les sables issus du dessablage-dégraissage, et les boues de décantation.

Les sables et les refus de dégrillage vont généralement en décharges, les graisses sont incinérées ou transformées sur place en micro-organismes (des boues) par des réacteurs biologiques spéciaux, et les boues subissent des traitements séchages, hygiénisation divers en fonction de leurs destinations.

Les boues issues des stations physico-chimiques sont très minéralisées (à cause des additifs). Par contre celles qui sont issues des stations à boues activées urbaines ont des teneurs en matières organiques plus bien plus élevées. On s'intéressera principalement à ces dernières ci dessous.

1 Composition des boues

La composition et la quantité de ces boues vont dépendre de leurs origines : urbaines ou industrielles, issues de stations biologiques ou physico-chimiques, de la nature de l'industrie qui produit l'eau usée. Leurs compositions sont donc extrêmement variable en fonction du site ou elles sont produites.

En sortie des décanteurs elles sont aux alentours à 10-15 g/litre en matière sèche. Les tableaux 7.1 et 7.2 donnent des exemples de composition de boues urbaines et de boues obtenues lors du traitement d'effluents vinicoles.

	Matières organiques	Azote N	Phosphore P	Potassium K	Calcium Ca
Teneur en % de la matière sèche	60-80	3,5-4,5	2-2,5	0,2-0,3	5-15

Tableau 7.1 : Composition des boues urbaines obtenues par le mélange des boues des décanteurs primaires et secondaires de stations d'épurations à boues activées. (Elle est exprimée sur une base de la matière sèche.

	Matière organique	azote total Nt	Phosphore P	Potassium K	Magnésium Mg
Teneur en % de la matière sèche	57,8	4,9	3,07	1,81	0,011

Tableau 7.2 : Composition des boues issues du traitement des effluents vinicoles par le procédé des boues activées (exprimé sur la base de la matière sèche)

L'analyse des ces boues montre qu'elles possèdent un grand nombre d'éléments très intéressants pour l'agriculture comme la matière organique (nécessaire aux sols) l'azote, le phosphore, le potassium, le magnésium que l'on doit souvent apporter sous forme d'engrais chimique pour avoir une bonne récolte.

Les boues sont-elles dangereuses ?

On ne peut pas tout identifier ce qu'il y a dans les boues, car ce serait un travail énorme. Par contre, on sait ce qu'elles contiennent en produits indésirables identifiés par la législation.

Les produits indésirables qui peuvent être trouvés dans les boues d'origines urbaines sont principalement des micro-organismes pathogènes (qui donnent des maladies aux hommes, animaux domestiques et aux plantes), des virus, des métaux lourds, et des molécules toxiques... Si ces produits sont dans les boues c'est que la plus part du temps, ils arrivent avec les eaux usées.

De sérieux efforts ont été faits pour minimiser les risques d'introduction de produits indésirables avec les eaux usées arrivant aux stations d'épuration urbaines en les récoltant à la source même. Cela s'est traduit par des stations d'épurations et des ramassages spécifiques dans des usines (stations physico-chimiques pour piéger les métaux lourds des usines de traitement de surface qui étaient raccordées aux réseaux de collecte urbaine, récolte spécifique par des réseaux de collecte des produits dangereux...).

La qualité des boues actuelle est devenue nettement meilleure et on ne peut plus les comparer à celle qui était générée il y a une dizaine d'année.

2 Production de boues

Les traitements en stations d'épurations urbaines par boues activées donnent des quantités de boues qui sont de 40 à 60 g par habitant et par jour et ont un volume de 0,4 à 0,8 litres.

En France les stations d'épuration urbaines ont produit en 2000 environ 850 000 t par an de boues (exprimée en matière sèche) ce qui fait environ 9 millions de tonnes de boues humides. Avec l'amélioration des rendements des stations d'épuration, et l'augmentation de leur nombre, on estime qu'en 2005, c'est 1 100 000 t/an (exprimé en matière sèche) soit 11 000 000 t/an exprimé en matière humide qu'il faudra traiter.

Un important effort de recherche a été réalisé pour minimiser la quantité de boues produites. Cela passe par des couplages des traitements aérobies avec des procédés physico-chimiques (oxydation des boues par un traitement à l'ozone par exemple) ou par une utilisation plus rationnelle de la digestion anaérobie pour traiter les effluents industriels par exemple.

Lorsque la quantité de boues est importante, il faut essayer de réduire leurs volumes avant les traitements qui les préparent à leur destination finale.

La législation a largement réglementé les contraintes de rejet dans les réseaux urbains et les traitements et compositions des boues avant leurs destinations finales.

3 Traitements des boues

Les filières de traitement des boues sont très variées et dépendent de leurs compositions et de leurs destinations finales. La figure 7.27 représente les différentes étapes possibles de cette filière.

L'« épaissement ». C'est la première étape qui consiste à éliminer une partie de l'eau en utilisant des techniques comme la décantation, la flottation, la centrifugation, soit le drainage qui consiste à passer un espèce de "grand peigne tournant" pour permettre à l'eau de descendre plus facilement. Il permet d'obtenir des boues qui ont jusqu'à 5% de matière sèche. Les différentes étapes du traitement des boues mettent en œuvre des procédés physico-chimiques ou microbiologiques. Il s'agit ici d'appliquer des techniques de traitement des déchets solides.

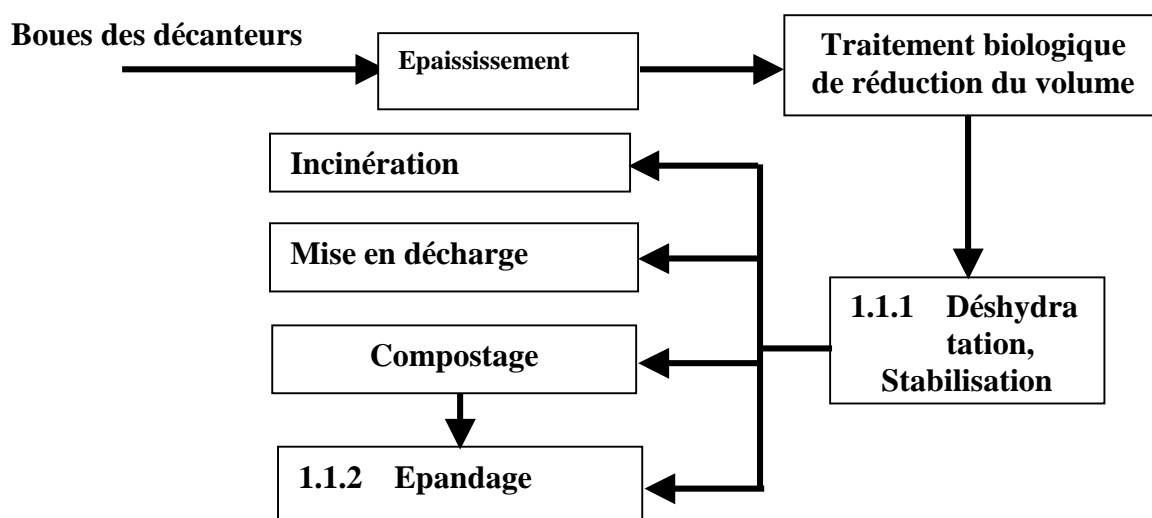


Figure 7.27 : Exemple des différentes étapes du traitement des boues.

3.1 La méthanisation

La réduction du volume par traitement biologique se fait en aérobiose parfois, mais la voie la plus intéressante est l'anaérobiose c'est à dire la méthanisation des boues.

Ce traitement consiste à mettre les boues dans des réacteurs anaérobies, les digesteurs qui vont transformer une partie des boues anaérobies en méthane et gaz carbonique (le biogaz). Ces digesteurs sont chauffés à 35 ou 55°C et éliminent 40 à 50 % de la masse des boues. Ils produisent environ 350 m³ de méthane par tonne de matière organique éliminée sous forme d'un biogaz à 65-70 % de méthane et le reste en gaz carbonique.

La digestion anaérobique des boues permet l'élimination de bactéries pathogènes et de virus. En France en 2002, c'est la production de boues urbaines équivalente à 20 millions d'habitants qui sont traités de cette manière. Cela conduit à un taux d'élimination de 14 % du total des boues urbaines produites.

3.2 Déshydratation et stabilisation chimique

La déshydratation a pour but d'amener les boues aux teneurs en matière sèche désirée pour les traitements ultérieurs. Elle est réalisée par des procédés mécaniques de filtration (par filtres à bande ou filtres presses) ou de centrifugation et/ou **thermiques via des fours. Leurs**

teneurs en matière sèche peuvent atteindre 70 à 80 % en fonction de leurs destinations finales.

Une boue qui est à 50% de matière sèche a perdu 90% de son volume.

Le mélange des boues avec des produits stabilisants empêche les fermentations et détruit des micro-organismes pathogènes. Pour cela on mélange les boues avec de la chaux par exemple.

Dans les petites stations d'épuration du secteur rural on utilise d'autre technique de déshydratation. Dans les zones très ensoleillées, on épand les boues sur des surfaces de sable et de graviers ou elles vont sécher et au soleil.

On peut aussi accumuler des boues dans un bassin et y mettre des plantes adaptées. Pendant plusieurs années les racines des plantes vont et l'eau drainée l'eau vers le fond et les feuilles vont éliminer de l'eau grâce à l'évapotranspiration.

Les eaux récoltées dans les deux cas retournent à la station d'épuration.

3.3 L'incinération

Les boues déshydratées sont brûlées dans des incinérateurs, seules avec d'autres combustibles. Il existe de nombreuses technologies de combustion des déchets et donc des boues.

L'incinération des boues génère des cendres de 5 à 6% de la matière sèche entrante et les normes de rejets gazeuses sont très réglementées (poussières, métaux, composés organiques volatiles...)

Cette voie élimine environ 12 % des boues urbaines produites en France.

3.4 La mise en décharge

Les décharges ou encore « Centres d'Enfouissement Techniques » (C.E.T.) sont des sites où l'on stock des déchets solides. On a trois classes de décharge :

- Classe 3 : elles n'accueillent que les déchets inertes comme les gravats, les déchets du bâtiment ...donc les déchets qui ne fermentent pas, qui ne brûlent pas.
- Classe 2 : elles accueillent les déchets de types ordures ménagères ou assimilés. Donc les produits qui peuvent fermenter et évoluer avec le temps.
- Classe 1 : elles reçoivent les déchets toxique et dangereux.

Les boues vont en classe 2 si elles ne contiennent pas de produits toxiques sinon elles vont en classe 1. La législation française va vers l'interdiction de la mise en C.E.T. des produits fermentescibles et donc des boues dans les décharges.

Le stockage des déchets en C.E.T. de classe 2 se fait par «casiers » qui sont d'immenses bacs de plusieurs milliers de m³. Quand un casier est plein on en remplit un autre !

Les C.E.T. génèrent des liquides issus des déchets eux même et des précipitations pluie, neige que l'on nomme les lixiviats. Ces lixiviats sont potentiellement très polluants. C'est pourquoi les C.E.T. sont réalisés dans des sols étanches ou rendus étanches par des géotextiles afin de les récupérer pour les traiter.

Dans ces C.E.T. une méthanisation s'installe naturellement et leurs durées de vie est de 20 à 30 ans. Le recyclage des lixiviats dans la masse de déchets permet d'abaisser la durée de vie d'une décharge à 6-8 ans car on accélère la méthanisation.

Quand les casiers sont pleins, on les couvre pour les rendre étanches, on récupère le biogaz (méthane et gaz carbonique) et on remet une couche de terre pour le revégétaliser en mettant de l'herbe, des arbustes.

En France, c'est 21% des boues de stations d'épurations urbaines qui sont mises en décharges. Ceci est théoriquement interdit depuis 2002.

3.5 Le Compostage

Le compostage est une technique de fermentation aérobie de déchets solides. Elle peut se faire en réalisant des tas (des «andins») qui aérés par injection d'air par le sol et mélangés par retournement de temps à autres cela nécessite plusieurs mois. Il existe aussi des composteurs qui sont de grands cylindres en rotation ou le temps de résidence de la matière est plutôt de quelques jours.

Dans le compostage on a une consommation des molécules facilement fermentescible et une montée naturelle en température au-dessus de 70 °C. pendant plusieurs heures à plusieurs jours en fonction des conditions de réalisation. Cette chaleur est générée par les micro-organismes eux-mêmes et constitue une hygiénisation de la matière car elle réduit de manière importante la quantité de micro-organismes pathogènes.

Ce compostage se fait à partir de boues (partiellement déshydratées) et de déchets ligneux broyés (déchets verts, palettes...) qui jouent le rôle de structurants. Ils permettent ainsi à l'oxygène d'atteindre l'intérieur de l'andin.

En fin de compostage le produit obtenu est tamisé donnant un compost de qualité qui peut être utilisé en agriculture.

Par exemple le mélange de 1700 m³ de déchets verts (soit 600 tonnes) avec 750 m³ de boues liquides (soit 750 tonnes) sont compostées pendant 3 mois. Ce mélange subit ensuite un criblage à 25 mm de diamètre et génère 600 tonnes de compost. Le refus de déchets verts repart de nouveau en compostage avec des boues nouvelles.

Cette nouvelle technique élimine actuellement 2% des boues de stations d'épurations urbaines en France et est amenée à se développer rapidement.

3.6 L'épandage

L'azote, le phosphore, le potassium le magnésium contenu dans les boues sont des éléments fertilisants pour l'agriculture. La matière organique présente est aussi d'un grand intérêt pour certains sols.

L'épandage des boues sur sol agricole est réalisé depuis très longtemps. Les manques de connaissances de la composition des boues et de leurs conditions de mise en oeuvre en épandage, leurs qualités médiocres, ont conduit à des pratiques qui ont discrédité l'intérêt de ce mode d'élimination des boues.

Une législation récente a profondément modifié les contraintes d'application de cette technique. Le décret N° 97-1133 du 8 décembre 1997 est relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées, et l'arrêté du 8 janvier 1998 fixe les prescriptions techniques applicables aux épandages des boues sur les sols agricoles. Cette législation spécifie que le producteur de boues est responsable jusqu'à l'élimination finale du produit.

L'amélioration de la qualité des boues, l'augmentation de nos connaissances dans ce domaine ont conduit à définir les conditions des bonnes pratiques de l'épandage sur les sols agricoles. Il permet de réaliser des économies importantes pour les agriculteurs en limitant l'apport d'engrais et en améliorant la teneur en matières organiques des sols.

Les boues peuvent être épandues sous forme liquide ou plus ou moins déshydratées et enfouies immédiatement ou non suivant les techniques choisies.

La réglementation impose des conditions d'épandage très strictes :

- Tout épandage est subordonné à une étude préalable
 - L'épandage ne peut être pratiqué que si cela a un intérêt pour la plante
 - Les boues doivent avoir une qualité attestée par des analyses complètes
 - Les principes de transparence et de traçabilité doivent être respectés
 - La filière d'épandage doit être détaillée
 - Un suivi rigoureux doit être mis en place
-
- Les conditions techniques de mise en œuvre sont bien définies. Comme par exemple :
 - La pente doit être inférieure à 7%
 - La distance minimale des habitations est de 100 m ou 20 m s'il y a enfouissement immédiat des boues
 - Des délais minimums de récolte sont à respecter en fonction du type de culture (il y a des périodes d'épandage)
 - On ne peut pas épandre sur des sols enneigés, gelés ou pendant de fortes pluies (il faut donc prévoir des stockages) ;
 - On ne peut pas épandre sur des terres non régulièrement travaillées.

Quelle quantité à apporter ?

La quantité de boues que l'on peut épandre par année va dépendre des types de cultures réceptrices, de la composition des sols, de la composition des boues. C'est donc une donnée que l'on recalcule pour chaque cas. Cette quantité est de quelques tonnes de matière sèche par hectare et par an.

Actuellement en France 51 % des boues ont pour destination finale l'épandage.