

COMPOSTAGE DES BOUES DE STATION D'ÉPURATION URBAINE EN FRANCE ÉTAT DES LIEUX

Manuel Bermejo*, Bruno Macquet*, Gérard Goma** et Jean-Luc Rols**

* Biotrade, Insa Toulouse, ** Département de génie biochimique et alimentaire, Insa Toulouse

Parmi les filières de traitement des boues de station d'épuration urbaine, le compostage est une solution de valorisation de ce sous-produit. Cet article permet d'établir un état des lieux du fonctionnement des plates-formes de compostage de boues urbaines en France, suite à une enquête réalisée en 1996 auprès des exploitants de ces sites. Il est notamment mis en évidence la diversité d'application de cette filière (matières premières, procédés, débouchés, etc.).

Composting of municipal sludge from waste water treatment plants enables this by-product to be commercialised. This article details how this system operates within France and is based upon replies obtained from site exploiters in 1996. It has noticeably shown the diversity of applications in this domain (initial substrates, processes, markets, etc.).

INTRODUCTION

Dans le cadre de la mise en place d'une station d'épuration, il est indispensable de prendre en compte le devenir des sous-produits et notamment des boues d'épuration. En France, la production annuelle en boues de station d'épuration urbaine s'élève à 900 000 tonnes sur la base de 20 % de matière sèche^[1]. Le traitement de ce sous-produit suit différentes filières telles que le recyclage agricole par épandage ou compostage (50 %), la mise en décharge (35 %) et l'incinération (15 %). A partir de l'an 2002, seuls les déchets ultimes seront acceptés en décharge, ce qui devrait favoriser le développement de la filière agricole. Le compostage des boues urbaines est une technique qui peut déboucher dans certaines conditions sur une valorisation commerciale du produit composté. Elle conduit à une réduction du volume brut initial, une augmentation de la teneur en matière sèche, une hygiénisation du produit final par la chaleur, et l'obtention d'un résidu riche en matières humifiées, sels minéraux et micro-organismes^[2].

Une enquête a été réalisée par le Critt Bio-Industries de Midi-Pyrénées (juillet 1996) afin d'établir un état des lieux sur le compostage des boues de station d'épuration urbai-

ne en France. L'objectif était de recueillir et d'analyser les principales données techniques, scientifiques et économiques sur des sites de compostage en état de fonctionnement afin de cerner au mieux la réalité du terrain.

Les principales rubriques de l'enquête portaient sur :

- les boues : qualité, quantité, etc. ;
- le support carboné : source, qualité, proportion, etc. ;
- le procédé : compostage en tas, andin, bioréacteur, etc. ;
- le compost : qualité, débouchés, etc. ;
- la plate-forme : surface, matériels, nombre de personnes, etc.

La principale source d'identification des sites de compostage en France a été l'Ademe de Midi-Pyrénées. La liste fournie recensait toutes les matières compostables (ordures ménagères, déchets verts, boues, lisiers, etc.). Seuls les sites de compostage utilisant les boues urbaines comme principal substrat compostable ont été contactés. Parmi ceux-ci, certains sont exploités par des sociétés ayant également assuré la conception et la construction de la plate-forme.

Sur 16 plates-formes interrogées, 12 ont répondu à l'enquête (taux de retour de 75 %). Le dépouillement des réponses s'est avéré délicat pour la simple raison que les questions étaient précises, et de fait l'exploitant était contraint à « dévoiler son procédé ». Même si les grands principes du compostage sont connus^[3,4], lorsqu'on rentre dans le détail, il apparaît que cette technique possède encore de nombreux côtés « empiriques », notamment dans la conduite du procédé. En définitive, chaque exploitant a acquis un savoir-faire élaboré au fur et à mesure de l'exploitation de sa plate-forme, et il ne souhaite évidemment pas le divulguer. Les résultats de l'enquête sont exploités selon les rubriques reprises par les chapitres suivants.

LES BOUES

Quantité

Sur les 12 plates-formes ayant répondu, 11 ont précisé les quantités de boues traitées par an :

- une seule traite moins de 1 000 tonnes,

- 5 traitent entre 1 000 et 4 000 tonnes,
- 3 traitent entre 4 000 et 10 000 tonnes,
- 2 traitent plus de 10 000 tonnes (jusqu'à 20 000 tonnes).

Structure

Seule 1 plate-forme sur les 12 utilise des boues à structure liquide, toutes les autres traitant des boues à structure pâteuse dont la siccité est comprise entre 10 et 20 %. Lorsqu'une partie des boues a une origine primaire (boues primaires ou mixtes), un prétraitement de digestion suivie d'une filtration est utilisé. Lorsque les boues ont une origine secondaire, un prétraitement de déshydratation par centrifugation ou passage sur filtre-pressé ou filtre à bande est plus généralement utilisé.

LE SUPPORT CARBONE

Nature

Différents types de supports sont utilisés comme agent structurant et source de carbone par les 11 plates-formes ayant répondu, à savoir : les écorces d'arbre (en général de résineux), les déchets verts, les rafles de maïs, la sciure de bois et la paille. Les deux supports carbonés les plus utilisés sont la sciure et l'écorce (figure 1). Ils peuvent être utilisés seuls ou mélangés à d'autres déchets végétaux. La sciure présente l'intérêt de pouvoir être utilisée directement, alors que l'écorce et tous les autres substrats nécessitent un prétraitement qui consiste généralement en un broyage suivi ou non d'un criblage. Lors de l'utilisation d'écorce, le criblage peut cependant être effectué après la phase de fermentation du compost, et avant la phase de maturation. Cette dernière procédure permet le recyclage du substrat grossier et un meilleur contrôle de la granulométrie du compost.

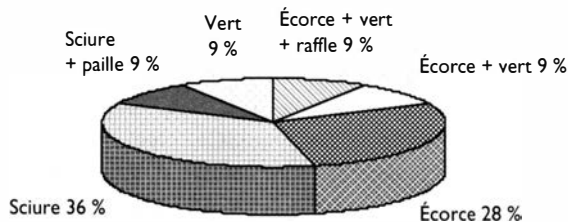


Figure 1 : Nature du support carboné utilisé par 11 plates-formes de compostage

Prix d'achat

Parmi les 7 plates-formes ayant répondu, le prix d'achat du support carboné est très différent (part du transport). Une gamme de prix d'achat des deux principaux supports carbonés peut cependant être donnée : 20 à 200 F la tonne d'écorce et 38 à 200 F la tonne de sciure.

LE PROCÉDÉ

Proportions du mélange boue/support carboné

Sur les 9 plates-formes ayant répondu à cette question, les résultats sont très différents : les proportions entre le même support et la boue peuvent être inversées d'une exploitation à l'autre (tableau 1). Ceci montre bien que le compostage des boues fait appel à un savoir-faire propre à chaque plate-forme.

Tableau 1 : Composition du mélange boue/support carboné pour 9 plates-formes de compostage

Taux de réponse (%)	Proportions du mélange Boue	Support	Nature du support carboné
45	1	1,5	Écorce/sciure/sciure + paille
22	1	1	Sciure/vert
11	1	0,7	Sciure
11	1	2,5	Écorce + vert
11	2	1	Écorce

Méthode -volume

La question sur la méthode de compostage utilisée (bioréacteurs, tas ou andins) est la seule du questionnaire à laquelle toutes les plates-formes consultées ont répondu (figure 2). La moitié des plates-formes utilise une disposition en andins pour réaliser le compostage. Les estimations des volumes unitaires sont de 100 à 300 m³ pour les tas et de 80 à 950 m³ pour les andins (moyenne : 330 m³). Aucune précision n'a été donnée pour les bioréacteurs.

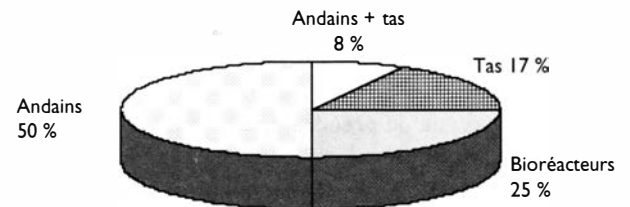


Figure 2 : Choix du procédé pour 12 plates-formes de compostage

Température

La température est un paramètre important de la phase de fermentation thermophile. Les exploitants des plates-formes ont été interrogés sur le temps nécessaire à la montée en température, sur la valeur moyenne de la température, et sur la durée de cette phase. La période de montée en température varie de 1 à 8 jours pour l'ensemble des plates-formes, les réponses les plus rencontrées étant entre 3 et 5 jours. La température généralement atteinte est comprise entre 55 et 75 °C, soit une moyenne de 65 °C pour l'ensemble des réponses. La durée de cette phase thermophile varie de 10 à 67 jours. Sur 10 réponses obtenues à cette question, une seule plate-forme a annon-

cé une durée extrême de plus de 40 jours (67 jours). 4 plates-formes estiment la durée comprise entre 21 et 35 jours et 5 d'entre elles annoncent une durée comprise entre 10 et 20 jours.

Ces dernières réponses ne permettent cependant pas d'établir une corrélation entre la durée de la phase thermophile du compostage et la nature du substrat car, par exemple, pour des plates-formes utilisant essentiellement la sciure comme support carboné, les durées de fermentation varient de 16 à 67 jours. Seuls le choix du procédé et son mode d'aération permettent d'expliquer ces différences de temps.

Aération

3 modes d'aération sont utilisés par les 11 plates-formes ayant répondu à cette question. Il s'agit de l'aération par retournement de la masse (5 plates-formes) et de 2 systèmes d'aération forcée : aération par aspiration (3 plates-formes) et aération par aspiration et ventilation par une soufflante (3 plates-formes).

Certains sites utilisant une aération par retournements de la masse n'ont pas donné de réponse sur la fréquence des retournements, qui est pourtant un paramètre très important de la technique. Les réponses obtenues sont très variables : certaines plates-formes appliquent des retournements journaliers pendant toute la phase thermophile, d'autres n'effectuent qu'un retournement par semaine au début de la phase thermophile pour diminuer ensuite la fréquence. Le problème des odeurs semble général aux sites pratiquant l'aération par retournements, le seul traitement qui ait été cité est simplement une augmentation passagère de la fréquence des retournements. Plusieurs des plates-formes confrontées à ces problèmes ont avoué être à l'étude d'un système complémentaire d'aération forcée.

Maturation

Une seule des plates-formes consultées a déclaré ne pas effectuer cette étape du compostage, « les composts étant utilisés en grande culture et ne nécessitant pas de maturation », alors que toutes les autres finissent le compostage par une phase de maturation. Les durées annoncées du maintien en maturation sont encore ici très variables et oscillent entre 50 et 180 jours (moyenne 105 jours). Seule une plate-forme a déclaré se référer à la méthode respirométrique pour déterminer l'achèvement du processus, alors que toutes les autres se basent généralement sur l'aspect visuel et l'odeur, après la baisse de température. Cette dernière étape ne nécessitant pas de maintenance, les tas de compost en maturation lente sont généralement stockés sous un hangar aéré ou même en extérieur.

LE COMPOST

Qualité

Le pourcentage de matières sèches du compost obtenu par

DÉCHETS

SCIENCE &
TECHNIQUE

APPEL À PUBLICATIONS

Nous souhaitons publier dans cette revue et nous espérons pouvoir ouvrir nos colonnes à tous les travaux relatifs aux différents aspects du problème des déchets :

- Collecte, tri, préparation, transfert, stockage,
- Valorisation énergétique : énergie, matière première, matériaux, agriculture,
- Analyse et caractérisation, tests de comportement, nomenclature, classification,
- Traitements thermiques,
- Traitements biologiques,
- Traitements chimiques et physico-chimiques,
- Stabilisation-solidification : procédés et comportement à long terme,
- Déchets, sol et sous-sol,
- Procédés propres,
- Déchets-santé,
- Droit et législation.

Présentation des articles

- 5 Pages incluant textes, figures et références soit l'équivalent de 15 000 signes au maximum.
- Les textes originaux doivent être expédiés sur disquette 3,5 pouces (Mac ou PC) accompagnés d'une version papier en 3 exemplaires pour le comité de lecture dont une version originale comportant tableaux, figures, ou photographies éventuels. Les fichiers de tableaux ou de figures existants doivent être joints sur la disquette avec originaux papier.
- Le nom du logiciel utilisé doit être spécifié.
- L'article doit impérativement comporter les éléments suivants si possible dans cet ordre :
 - titre,
 - nom, qualité et coordonnées de l'auteur,
 - résumé de 50 mots en français et en anglais,
 - introduction,
 - matériels et méthodes,
 - résultats,
 - discussion,
 - conclusion,
 - références.

Nous publions également les résumés de thèses qui nous sont envoyés ainsi que les résumés de mémoires de DEA ou de DESS lorsqu'ils sont accessibles, sur demande, aux lecteurs.

Envoi des articles

Alain Navarro, Laboratoire d'analyses environnementales des procédés et systèmes industriels (LAEPSI) - INSA bâtiment 404 - 20, avenue Albert Einstein - 69621 Villeurbanne cedex - Tél. : 04 72 43 84 30 - Fax : 04 72 43 87 17. Secrétariat : Norma Renard (Tél. : 04 72 43 87 72 - Fax : 04 72 43 80 84)

l'ensemble des plates-formes est compris entre 35 et 70 %, avec une valeur moyenne de 50 %. Pour les proportions de carbone et d'azote, les valeurs moyennes sont respectivement de 29,5 % et 4,2 %. Le pH final du compost peut être considéré comme neutre pour l'ensemble des plates-formes, toutes les valeurs annoncées étant comprises entre 6,5 et 7,5.

Sur 10 réponses obtenues, seulement 3 plates-formes ont déclaré effectuer un criblage final du compost. Cette pratique n'est pas systématique et dépend des exigences du client et de la granulométrie du support carboné (supports grossiers tels que les écorces et les déchets verts). Le compost obtenu est généralement stocké en bout de site, sous un hangar ou plus généralement à l'extérieur dans un champ annexé à la plate-forme.

Débouchés

8 des 11 plates-formes ayant répondu à la question sur le devenir du compost ont déclaré vendre leur produit final. Le prix de vente du compost est compris entre 40 et 250 F/m³, la moyenne étant de 150 F/m³. Sur les 3 plates-formes ne vendant pas actuellement le compost, 2 ont déclaré être à l'étude de débouchés pour procéder à la commercialisation de leur produit.

LA PLATE-FORME

Les résultats obtenus sur les questions relatives à la surface totale des plates-formes, au personnel permanent y travaillant et au coût annuel d'entretien sont très disparates. La plupart des plates-formes consultées utilisent généralement une extension d'un site de station d'épuration pour l'activité de compostage, et les deux activités étant liées, les informations sur le fonctionnement propre de la station de compostage ne peuvent être interprétées.

Le coût d'investissement moyen d'une plate-forme ramené à la production annuelle de compost est de 250 F/tonne. Cependant, le faible nombre de réponses (6 sur 12) n'a pas permis d'évaluer le coût d'investissement par type de procédé (tas, andins ou bioréacteurs). Par contre, 9 plates-formes ont bénéficié d'aides à l'investissement représentant 20 à 80 % du coût total.

CONCLUSION

Il ressort de cette enquête qu'à ce jour, le compostage des boues de station d'épuration urbaine est une technique qui a fait les preuves de son bon fonctionnement. Néanmoins, même si les différentes méthodes de compostage utilisées (bioréacteur, tas, andin) sont connues dans leurs grandes lignes, il est impossible d'avoir accès en détail à toutes les étapes du procédé ainsi qu'à son mode de conduite de par la confidentialité exigée par exploitants et constructeurs. Seul le constructeur de la plate-forme pourra, grâce à l'expérience acquise sur d'autres réalisations, fournir tous les détails nécessaires au bon fonctionnement de la plate-forme.

En définitive, toutes les techniques de compostage utilisées actuellement sont bien maîtrisées et produisent un compost de bonne qualité. Le choix du compostage par rapport aux autres filières (épandage, incinération, etc.) dans un contexte donné ne pourra se faire qu'après avoir pris en compte en détail les trois points suivants : les boues (quantité, qualité, micropolluants), les sources de support carboné (quantité, qualité, pérennité de la filière d'approvisionnement), et le devenir du compost (quantité, qualité agronomique, distribution aux particuliers ou aux collectivités).

* Manuel Bermejo, Bruno Macquet,

Biotrade - Hall G. Durand - Insa, Complexe scientifique de Rangueil - 31077 Toulouse cedex 4

** Gérard Goma, Jean-Luc Rols,

Département de génie biochimique et alimentaire - Centre de Bioingénierie Gilbert Durand - UMR CNRS 5504 - LA Inra - Insa, Complexe scientifique de Rangueil - 31077 Toulouse cedex 4

Bibliographie

[1] Brunet (1997). *Valorisation agricole : enjeux, contraintes et avenir*. Conférence Européenne Boues de stations d'épuration et boues industrielles assimilées à des boues urbaines, Paris, décembre.

[2] Villessot et Fery (1994). *Le compost de boues de stations d'épuration : aspects techniques, réglementaires et commerciaux*. TSM, 12, 722-728.

[3] Mustin (1987). *Le compost, gestion de la matière organique*. Éditions F. Dubusc, Paris, 954 pages.

[4] Martel (1992). *Le compostage des boues en France, en Europe et aux USA*. Étude Inter-Agences de l'Eau, Hors Série, 110 pages.