

### DEVENIR DES BOUES D'ÉPURATION

La production de boues générées par les stations d'épuration françaises ne cesse d'augmenter : entre 2000 et 2002, la production a augmenté de plus de 40%, passant de 850 000 t à 1 200 000 t de matières sèches (voir Memotec n° 21). Or, les filières d'élimination traditionnelles sont actuellement mises à mal, voire tendent même à disparaître : les boues ne sont théoriquement plus acceptées en CET (Centre d'Enfouissement Technique) depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2002, à l'exception des boues présentant une siccité supérieure à 30% (voir la définition en fin de document). Quant à la valorisation agricole, elle pose, entre autre, le problème de la présence de métaux lourds et de micro-polluants dangereux pour la santé.

L'alternative à ces deux filières consiste en la destruction des boues par valorisation thermique, filière qui se développe malgré des coûts engendrés élevés. En fonction du procédé retenu (incinération, co-incinération avec les ordures ménagères, ou oxydation par voie humide), les siccités requises pour l'admission des boues seront différentes : la co-incinération et l'oxydation par voie humide peuvent se satisfaire de siccités basses (respectivement de 21% et 5% minimum), alors que l'incinération nécessite des siccités élevées, de l'ordre de 60 à 90%. Les boues doivent alors être préalablement séchées.

### RÉGLEMENTATION

Depuis juillet 2003, les unités de séchage doivent respecter la norme ATEX 137 99/92/EG concernant la mise sur le marché d'appareils et de systèmes de protection destinés aux atmosphères explosibles. En outre, chaque installation doit faire l'objet d'études de sécurité HAZOP (HAZard and OPerability), et être validée par un organisme agréé par l'INERIS.

différentes techniques de séchage

### Le séchage sur lit (voir Memotec n°22)

C'est sans aucun doute la solution la plus économique pour sécher les boues qui sont simplement étalées sur des surfaces drainantes. Les percolats sont récupérés et retournés en tête de station. Cette technique n'est bien sûr pas utilisable sous tous les climats, et il peut être nécessaire d'utiliser des serres afin de protéger les boues de la pluie : celles-ci ont l'avantage d'accélérer encore le séchage lorsque la ventilation est efficace, et qu'il est procédé périodiquement au retournement des boues. Le confinement des lits ainsi réalisés permet de traiter les odeurs sur des unités spécifiques.

### Le séchage thermique direct

Ce procédé met en contact direct les boues à sécher avec un fluide caloporteur (figure 1) : le séchage se fait alors par convection. Le fluide utilisé peut être une fumée de combustion ou de l'air chauffé. De plus, ce fluide est en général recyclé car les quantités nécessaires sont assez importantes. La vapeur d'eau extraite des boues est évacuée avec les gaz.

Ce procédé utilise peu d'équipements mécaniques, les risques d'abrasion sont alors limités.

### Le séchage thermique indirect

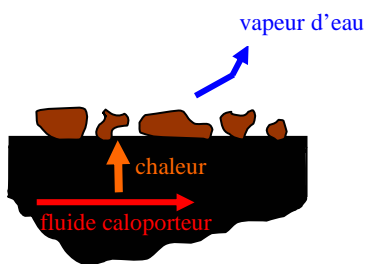


Figure 2

Dans ce cas, le séchage des boues se fait par conduction (figure 2) : la chaleur est transmise aux boues à travers une paroi chauffée par un fluide caloporteur. L'eau évaporée est évacuée par un courant d'air de balayage. Ce procédé implique un brassage mécanique des boues afin d'augmenter et de garantir le contact de celles-ci avec la surface d'échange, sur laquelle l'épaisseur de boues ne dépasse pas quelques millimètres. L'utilisation d'équipements mécaniques pour le brassage permet aussi l'évacuation des boues.

Cette technique n'est pas à utiliser dans tous les cas et notamment dans le cas de boues abrasives ; elle produit en outre des poussières (d'où des risques d'inflammation).

### Le séchage thermique mixte

Ce procédé combine les séchages direct et indirect. En France, les sécheurs mixtes ne représentent qu'une faible part de l'offre globale en séchage thermique.

### Les équipements périphériques

Quel que soit le mode de séchage des boues envisagé – direct, indirect ou mixte, il faut disposer, en plus du corps du sécheur, d'équipements périphériques, à savoir :

- un système de production directe ou indirecte de chaleur. De façon directe, c'est un gaz de combustion ou de l'air chaud généré par pompe à chaleur, par exemple, qui est utilisé pour sécher les boues. De façon indirecte, le gaz de combustion réchauffe un fluide (en général de l'air vicié) via un échangeur. Ce dernier système consomme plus d'énergie, mais le recyclage du gaz permet de limiter les quantités d'air vicié à traiter ;
- un système de traitement des buées, composé d'un séparateur buées-granulés de boues, ainsi que d'un système de condensation des buées. Du fait des odeurs, l'air ne peut être rejeté dans l'atmosphère, et il est donc nécessaire de le traiter : il est incinéré, et dans ce cas il faut aussi traiter les fumées, ou bien il est recirculé ;
- un équipement optionnel de granulation de boues peut être recommandé, car il permet d'éliminer les granulés trop gros ou trop fins en sortie du sécheur.

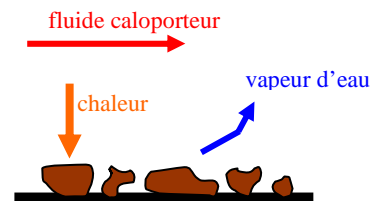


Figure 1

### Exigences particulières et considérations sur la sécurité des installations

Afin de ne pas endommager les pièces du sécheur, les boues déshydratées doivent avoir des teneurs minimales en sable et en matériaux abrasifs, et ce, quel que soit le procédé thermique utilisé.

En cours de séchage, les boues atteignent une siccité comprise entre 45 et 55 %, ce qui leur confère un caractère collant pouvant entraîner des bourrages du sécheur. Afin de remédier à ce problème, il est souvent pratiqué une recirculation des boues séchées avec la boue humide, en entrée du sécheur.

Enfin, il est nécessaire de choisir avec soin les réactifs de déshydratation précédant le séchage, car l'utilisation de chlorure ferrique peut accélérer la corrosion de certaines pièces du sécheur.

La sécurité des installations doit tenir compte des risques d'incendie et d'explosion liés à la réactivité des boues. En effet, plus la siccité des boues séchées est élevée, plus la teneur en matières volatiles est élevée, favorisant alors les phénomènes d'auto-inflammation et d'auto-échauffement (oxydation des matières volatiles pouvant mener à la formation d'un point chaud). En outre, les poussières d'une boue séchée à une siccité de 90% présentent un fort caractère explosible.

Ces risques sont maximum quand les trois critères suivants sont réunis simultanément :

- taux de poussières supérieur à 60 g/Nm<sup>3</sup> ;
- taux d'O<sub>2</sub> dans l'air supérieur à 12 % ;
- température de la chambre de séchage supérieure à 110°C.

Supprimer une de ces conditions revient à éliminer tout risque d'explosion ou d'incendie. La protection active des installations revient le plus souvent à n'introduire les boues dans le sécheur que lorsque la teneur en O<sub>2</sub> est inférieure à 10 %.

### OBJECTIFS DU SÉCHAGE THERMIQUE

En fonction de la destination finale des boues, les objectifs de séchage diffèrent pour s'adapter aux contraintes de fonctionnement des installations de valorisation :

- valorisation agricole : réduire le volume de boues et améliorer leur aspect ;
- mise en centre de stockage : atteindre la siccité minimale requise pour l'admission des boues (30%) ;
- co-incinération : élever le PCI\* des boues ;
- incinération : atteindre l'autothermicité, et hygiéniser et stabiliser les boues en vue d'un stockage à long terme.

Pour cela, on distingue trois degrés de séchage :

- le séchage partiel, à une siccité de 30 à 50% ;
- le séchage poussé, entre 60 et 90% de siccité ;
- le séchage total, au-delà de 90%.

### CONCLUSION

Suivant la destination finale des boues, il peut être nécessaire de procéder à un séchage préalable. En effet, certains incinérateurs ne peuvent admettre que des boues ayant des siccités supérieures à 60 %. Outre le séchage sur lit, deux techniques de séchage thermique existent. Le tableau 1 dresse une synthèse de leurs avantages et inconvénients respectifs :

	SÉCHAGE DIRECT (CONVECTION)	SÉCHAGE INDIRECT (CONDUCTION)
AVANTAGES	Technologie simple Bon rendement énergétique Risques de colmatage réduits Granulation plus aisée des boues Faible temps de séjour dans le sécheur Adapté aux grosses stations	Faibles volumes de gaz à traiter (d'où réduction de la taille des équipements périphériques) Facilement sécurisable Utilisable pour de faibles débits d'eau à évaporer
INCONVÉNIENTS	Grands volumes de gaz à traiter (gaz de fumées et vapeurs) Risques d'inflammation des gaz	Problèmes de transport et de brassage des boues le long du sécheur (état visqueux collant) pouvant entraîner un risque de casse des équipements Rendement énergétique plus faible

Tableau 1

Un des avantages les plus remarquables du séchage des boues est qu'il augmente leur PCI, ce qui facilite ensuite leur combustion dans les incinérateurs spécifiques ou co-incinérateurs. Par contre, il augmente singulièrement le coût de la filière « boues ». De ce fait, seules les stations d'épuration de très grande capacité (plus de 150 000 EH) peuvent investir dans de tels équipements.

Finalement, suivant la filière envisagée, et en prenant en compte les coûts engendrés, on trouvera au séchage plusieurs avantages :

- réduction du volume de boues, facilitant en aval le stockage et le transport ;
- stabilisation (limitation des nuisances olfactives) et hygiénisation des boues (destruction des germes pathogènes) ;
- concentration en éléments fertilisants ;
- stabilité du produit dans le temps.

\* **Siccité** : mesure de la matière sèche dans les boues.  $S = (M_2 \times 100) / M_1$  avec  $M_1$  : masse de l'échantillon dont on mesure la siccité et  $M_2$ , masse du même échantillon après séchage à 105°C jusqu'à obtenir une masse constante.

\* **PCI** : Pouvoir Calorifique Inférieur (kcal.kg<sup>-1</sup>) : quantité de chaleur générée par la combustion complète d'un corps par unité de masse