

SÉCHAGE THERMIQUE

Comment atteindre une diminution pondérale des boues par procédé de séchage

Le principe du séchage thermique est de permettre, via une source de chaleur, d'évaporer l'eau de la boue. En séjournant suffisamment longtemps à une température suffisamment élevée, la boue séchée se retrouve hygiénisée. Cet article vise à clarifier l'adéquation température et durée de stockage pour garantir le caractère hygiénisant des boues.

Contexte

De nombreuses technologies existent qui nécessitent des pré-traitements ou des post-traitements de la boue (prégranulation, prémélange, postgranulation...). Dans le cas du sécheur direct (cf. schéma ci-dessus), la boue déshydratée est introduite dans le sécheur et déposée sur une bande. La boue sur la bande est alors séchée par mise en contact avec un air sec et chaud, qui se charge en humidité en passant au travers de la boue. L'eau transférée dans l'air sera condensée au moyen d'échangeurs thermiques, puis évacuée.

Panorama des équipements existants

Ce qui est important pour l'hygiénisation des boues concerne essen-

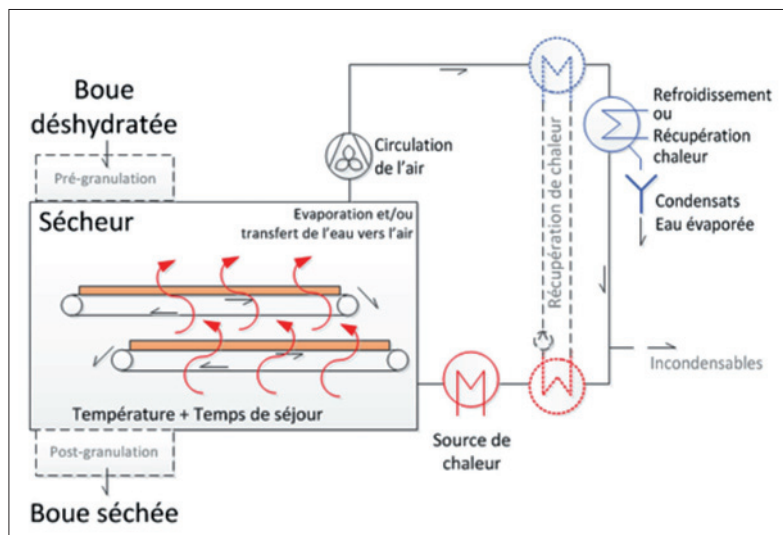


Schéma de principe d'une installation de séchage thermique

tiellement l'intérieur du sécheur thermique. On peut citer par ordre d'importance :

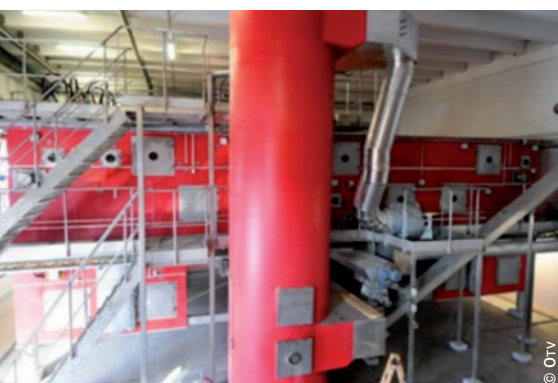
- la température atteinte en tout point de la boue;
- le temps pendant lequel cette température est atteinte;
- la vitesse à laquelle cette température est atteinte;
- les flux d'air dans le sécheur (contaminations éventuelles);
- une siccité finale uniforme sur l'ensemble de la production (pas de recontamination ultérieure lors du stockage).

À noter aussi qu'une pelletisation des boues peut être effectuée après séchage pour augmenter la

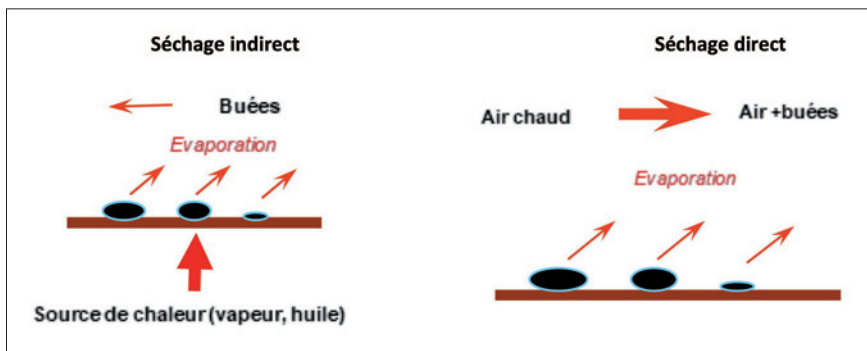
densité du produit final. Cette étape peut utiliser de l'eau industrielle pour humidifier les boues avant extrusion. Dans ce cas, une eau industrielle contaminée microbiologiquement peut induire une recontamination partielle.

Trois catégories de sécheurs existent :

- **les sécheurs indirects**, dans lesquels la boue n'est en contact qu'avec sa propre buée;
- **les sécheurs directs**, dont un flux d'air permet le séchage des boues;
- **les sécheurs « mixtes »**, qui utilisent les deux principes et sont considérés comme des sécheurs directs.



Sécheur à bandes



Principe des modes de séchage direct et indirect

Dans les deux cas, la mise en forme de la boue est essentielle pour que la partie centrale de la première boulette (cf. schéma ci-dessus) soit exposée à la température d'hygiénisation aussi vite et aussi longtemps que possible.

Dans le cas des sécheurs indirects, la circulation des buées à contre-courant du séchage évite une recontamination. Dans le cas des sécheurs directs, si l'air chaud n'a pas une température assez élevée, il peut alors contenir des pathogènes et potentiellement recontaminer la boue en fin de séchage.

C'est en ce sens que les sécheurs « très basse température » (< 70 °C, par exemple) ne sont pas considérés comme hygiénisant, sauf démonstration contraire.

D'une manière générale, un sécheur thermique qui propose un bon couple temps de séjour/température élevée en tout point de la boue aura de très bons niveaux d'abattements pour les pathogènes classiques (salmonelles, *E. coli*...).

Quelles possibilités pour démontrer le caractère hygiénisant des boues ?

Ainsi, au sens de la réglementation actuelle (article 16 de l'arrêté du 8 janvier 1998 modifié fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les 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) et du retour des analyses des exploitants, les sécheurs permettent de respecter, en très grande majorité, les exigences en concentrations sur le produit final pour les paramètres salmonelles, entérovirus, œufs d'helminthes et coliformes.

L'uniformité de la siccité du produit final est un bon indicateur de l'efficacité de l'hygiénisation (couple

température/temps uniformément respecté). Il est en effet possible que la boue moins sèche au cœur du granulé n'ait pas subi un couple température/temps suffisant pour être hygiénisée, contrairement à celle à l'extérieur du granulé.

De nouveaux traitements thermiques permettant d'atteindre des siccités supérieures à 65% apparaissent sur le marché. La **carbonisation hydrothermale**, par exemple, permet de rendre la matière sèche hydrophobe après un conditionnement thermique (température supérieure à 180 °C, temps de séjour supérieur à 2h, pression supérieure à 20 bars). Une séparation de phase permet alors d'atteindre des siccités élevées sans évaporation. L'hygiénisation y est atteinte par l'application intime, en phase liquide, d'un couple température/temps suffisant, comme avec des procédés de conditionnement de type hydrolyse thermique ou Porteous¹. La siccité élevée est suffisante pour éviter une recontamination rapide des boues après séparation des phases, la disponibilité de l'eau étant très faible pour les pathogènes.

Tenir compte du stockage

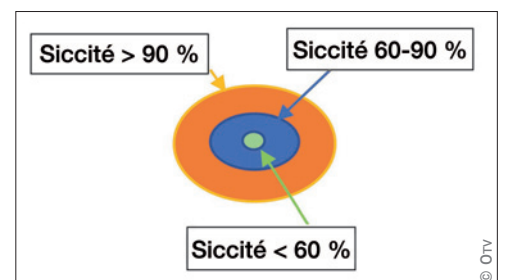
Le stockage des boues séchées doit être effectué en milieu couvert



Mise en forme de boues par « spaghettiage » et alimentation du sécheur à bandes



Sécheur à couche mince



Uniformité de la siccité pour un granulé

¹ Procédé plus ancien, qui n'est plus commercialisé, mais qui présente des bons résultats.



Boues séchées

(silo, bâtiment...) afin d'éviter une réhumidification des boues qui pourrait permettre le réensemencement des pathogènes.

Cette recontamination est toutefois lente (plusieurs mois) et partielle (certains pathogènes seulement). Des mesures ont été pratiquées sur une boue séchée à 95% contenant initialement 1 000 coliformes/g de matières sèches (MS), 1 000 entérocoques/g MS et 0 salmonelle/g MS, soumise à la pluie et aux intempéries pendant 9 mois. Elles n'ont montré un début de recontamination que lorsque la siccité des boues est descendue en dessous de 60%. Seul un développement des entérocoques (1 000 000/g MS) a été observé,

sans développement de coliformes ou de salmonelles. La siccité des boues étant élevée, la disponibilité de l'eau est trop faible pour un redéveloppement bactérien rapide et important.

Exemples d'hygiénisations

Il est important de noter que les exemples ci-dessous ne permettent pas d'effectuer une comparaison d'un type de technologie par rapport à un autre, les configurations à l'intérieur des technologies pouvant influencer les résultats. On voit ici que les paramètres d'hy-



Silos de stockage

giénisation (au sens de l'arrêté du 08/01/1998 modifié) sont couramment respectés pour les différentes technologies de sècheurs étudiés.

Conclusion

Le séchage thermique ou le conditionnement thermique des boues par carbonisation hydrothermale constituent une solution efficace pour un exploitant ou une collectivité qui recherche une hygiénisation des boues (respectant les conditions de l'arrêté du 08/01/1998 modifié) sur le long terme avant épandage.

Cette fiche a été réalisée par le sous-groupe de travail n° 6, rattaché au groupe de travail « Boues de station d'épuration » de la commission scientifique et technique Assainissement de l'Astee. Ont contribué à la rédaction et/ou la relecture de l'article : Sandra Bapst (SMRA68), Florent Boulter (Syn-teau), Hajar El Rhazouani (Syn-teau), Thierry Pichard (Antea Group France/IRH Ingénieur-Conseil), Nathalie Valentin (SMRA68).

Pathogènes	Arrêté du 8 janvier 1998 modifié	Sécheur direct haute température	Sécheur mixte	Sécheur deux étages (direct et indirect)	Sécheur à bande basse température 70 °C – 90 °C
		Boues mixtes digérées	Boues biologiques	Boues biologiques	Divers cas
Salmonelles	< 8 NPP/10 gMS	< 3	< 3	< 3	1
Entérovirus	< 3 NPP/10 g MS	2	< 0,3	5	< 0,3
Œufs d'helminthes viables	< 3 NPP/10 g MS	1	< 3	2,5	< 0,3
Bactéries coliformes	< 1 000 NPP/g MS		< 10	150	10-700
<i>E. coli</i>	< 1 000 NPP/1 g MS	64		< 100	
<i>Clostridium perfringens</i> (spores)	Pas de contrainte	10 638		2 300	100 000 à 500 000

NPP : nombre le plus probable; MS : matières sèches.

Tableau I. Résultats observés en sortie d'installations de séchage thermique