

Chapitre 13: Traitement des boues

- ↳ Les procédés de traitement biologique ou physico-chimique entraînent la production de boues
- ↳ boues= effluents liquides fortement chargés en matières solides (avec des concentrations en solide de l'ordre de 1 à 10 %, soit 10 à 100 g/L).
- ↳ boues: inertes chimiquement ou fermentescibles (odeurs)
- ↳ le traitement des boues est un problème additionnel à celui du traitement de l'eau

Les différentes classes de boues

- ↳ Tableau p 13-1.1 et 2: type, source (industrie, traitement), composants
- ↳ boue organique hydrophile
- ↳ boue huileuse hydrophile
- ↳ boue huileuse hydrophobe
- ↳ boue minérale hydrophile
- ↳ boue minérale hydrophobe
- ↳ boue fibreuse

Caractérisation des boues:

- ☞ concentration en matière sèche
- ☞ teneur en matière volatile
- ☞ composition élémentaire (C, H, N, P, alcalins et métaux)
- ☞ tests de filtrabilité: détermination de la résistance spécifique à la filtration, r . filtration sous vide ou sous pression
(r =pente de la courbe volume filtré vs temps)
- ☞ coefficient de compressibilité (r vs P)

Filières de traitement

- ☞ Objectifs du traitement:
 - la réduction du volume des boues
 - la réduction voire l'élimination du pouvoir fermentescible
- ☞ 1) Épaississement (2)
- 2) Stabilisation (1) (bloquer les fermentations)
- 3) Conditionnement, Déshydratation
- 4) Séchage
- 5) Disposition ou incinération
(voir tableau p 13-1.3)

Épaississement:

- ↳ L'épaississement permet d'augmenter la concentration en solide de la boue.
- ↳ Les deux techniques principales sont la **décantation et la flottation**. (tableau p. 13-1.4: valeurs pour les flux massiques et les concentrations des boues épaissies)
- ↳ Dans certains cas:
 - floculation préliminaire (par ajout de polymères organiques)
 - une stabilisation chimique (par exemple ajout de chaux)

Floculation:



Stabilisation

- ☞ mise en oeuvre sur des boues riches en matière biodégradable.
- ☞ stabilisation par procédés aérobie ou anaérobie; aussi appelée digestion.
- ☞ digestion aérobie: oxydation de la matière organique suivant un métabolisme endogène (qui va donc entraîner une réduction de la biomasse).

Stabilisation aérobie:

- ☞ Sur la base d'une cinétique du premier ordre, la variation en matière solide volatile (MSV) s'exprime pour un système batch ou piston suivant :

avec	X_e	MSV de l'effluent
	X_n	MSV non dégradabile
	X_0	initial MSV
	k_d	constante cinétique de 0.02 à 0.5 d ⁻¹
	t	temps

$$\frac{(X_e - X_n)}{(X_0 - X_n)} = e^{-k_d t}$$

Stabilisation aérobie (suite)

- ☞ Pour un système complètement mélangé, le modèle est alors

$$\frac{(X_e - X_n)}{(X_0 - X_n)} = \frac{1}{1 + k_d t}$$

t= volume du réacteur/débit
t=temps de séjour hydraulique

Stabilisation chimique:

- ☞ pour diminuer voire bloquer, au moins temporairement, le pouvoir fermentescible des boues.
- ☞ La chaux du fait de son faible coût, de son alcalinité et de sa capacité à renforcer aussi la structure de la boue est le réactif de choix.
- ☞ Les autres réactifs possibles sont le chlorure ferrique, l'alun et les polymères organiques.
- ☞ La stabilisation chimique peut cependant nuire à la valorisation agricole des boues ainsi traitées.

Stabilisation aérobie par compostage

- ☞ Pour les boues biologiques urbaines ou agroalimentaires ou papétières
- ☞ Mélange de la boue avec coproduit lignocellulosique (sciure, copeaux, écorces, cartons, ordures ménagères triées); aération pendant plusieurs semaines => composte

Conditionnement

- ☞ pour modifier la structure des boues (en réduisant leur stabilité colloïdale) afin de faciliter l'étape ultérieure de filtration.
- ☞ conditionnement chimique: ajout de réactifs chimiques favorisant la floculation: chlorure ferrique, chlorosulfate ferrique, sulfate ferrique, sulfate ferreux. L'ion Fe^{3+} (sous forme de $FeCl_3$ ou $FeSO_4Cl$) est le plus efficace pour les boues biologiques. De plus, un ajout de chaux est toujours avantageux pour améliorer la filtrabilité.

Conditionnement

- ☞ utilisation de polymères (ou polyélectrolytes), pour l'obtention de floccs volumineux (voir figure 611).
- ☞ Les polyélectrolytes cationiques ont de plus une action coagulante.
- ☞ Dosages en polyélectrolytes varient de 1 à 9 kg/tonne de MES.

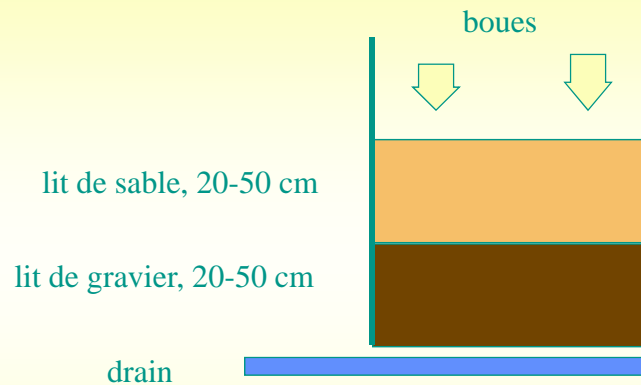
Conditionnement thermique

- ☞ on porte la boue à des températures de 150 à 200 °C pendant 30 à 60 minutes
- ☞ afin de détruire ses caractéristiques colloïdales, et augmenter sa densité de particules.
- ☞ conjointement cependant, on peut assister à la solubilisation de certaines matières en suspension ainsi qu'à la précipitation d'autres matières solubles.
- ☞ les avantages de ce procédé nécessitant un fort investissement sont :
 - versatilité d'application sur tous les types de boues
 - stabilité des performances (réglage du temps et de la température de cuisson)
 - épaississement important (MES de 100 à 200 g/L)
- ☞ -filtration sans apport de réactifs, gâteaux de filtration avec une bonne siccité (50% en matière sèche)

Deshydratation

- ☞ L'objectif est de retirer l'eau de la boue
- ☞ Pour les petites installations les lits de séchage sont très utilisés.
- ☞ Le lit de séchage combine à la fois les mécanismes de filtration et d'évaporation.

Deshydratation: lit de séchage



- ☞ Au Québec le lit n'est alimenté qu'en été (4 à 6 fois). Les boues sèches en surface sont alors enlevées mécaniquement (pelle ou racleur mécanique).

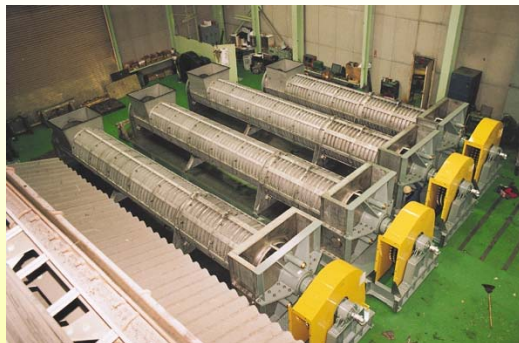
Deshydratation: filtres

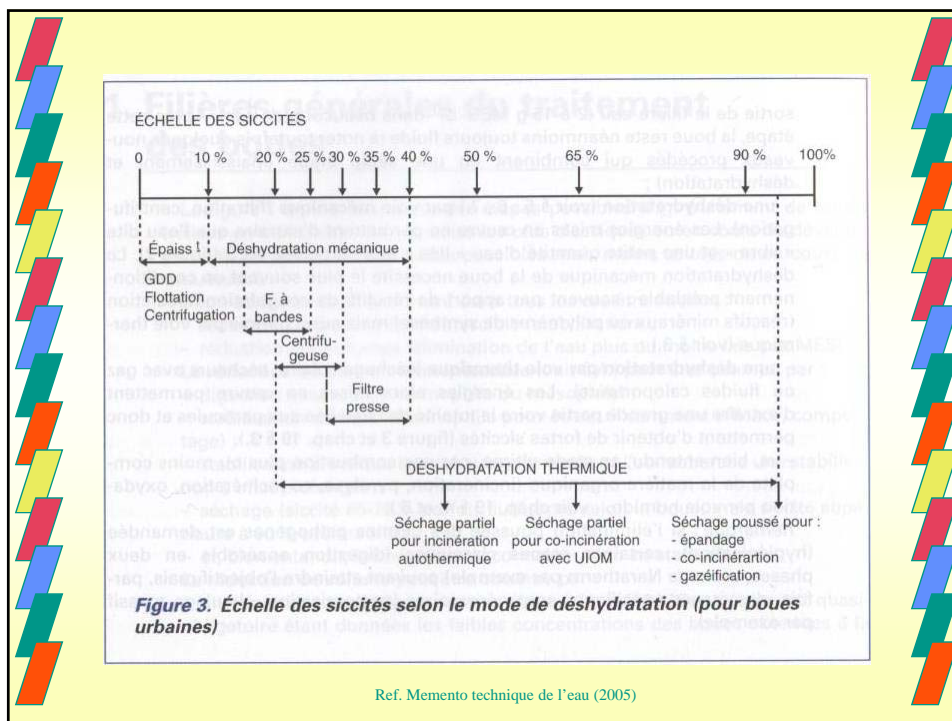
- ☞ filtre presse (opération discontinue)
- ☞ filtre à bande
- ☞ filtre presse à vis (pour des boues fibreuses)



Filtre à bande

Filtre à vis





Séchage

- Après déshydratation, le gâteau récupéré contient encore une fraction importante d'eau interstitielle (matière sèche de 10 à 50 %)
- Le séchage peut être nécessaire soit pour faciliter l'incinération ultérieure de la boue soit pour faciliter sa valorisation agricole sous forme sèche. On peut atteindre ainsi des siccités 90 %.
- Dans le sécheur rotatif (comme les fours de cimenterie) les boues sont mises en contact direct avec des gaz chauds de combustion. Le contact direct est aussi possible dans un lit fluidisé. Le séchage s'effectue aussi par contact indirect entre la boue et des parois chaudes.

Incinération ou disposition

- ☞ Incinération: ultime étape de réduction et de stabilisation par transformation des boues en cendres. Le pouvoir calorifique des boues est un critère important dans les coûts d'opération de l'unité. Prévoir aussi le Traitement des fumées
- ☞ valorisation agricole ou mise en décharge

Épandage/compostage des Matières Résiduelles Fertilisantes (MRF)

- ☞ On valorise au Québec plus de 1,7 million de tonnes humides de résidus par an, comme matières fertilisantes, dont environ 1 M de tonnes par épandage direct et 0,7 M tonnes par compostage.
- ☞ Le compostage et la valorisation (MRF) génèrent en outre une activité économique que le ministère de l'Environnement estime à plus de 55 M \$/an.

<http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/articles/valorisation.htm>

Épandage/compostage des boues

- ☞ En ce qui concerne les boues, plus spécifiquement, quelque 1,2 M de tonnes (humides) sont valorisées annuellement. Elles proviennent à 80 % de papeteries, à 15 % de municipalités et à 5 % d'industries agroalimentaires.
- ☞ Le Ministère estime que, sur les 160 000 t/an (base humide) de boues municipales récupérées, environ 60 % sont compostées et 40 % sont épandues directement au sol.
- ☞ RECYC-QUÉBEC (2003) estime pour sa part que sur les 218 000 tonnes de boues municipales générées au Québec en 2002 (données calculées sur base sèche), seulement 23 000 tonnes ont été récupérées, la majorité étant incinérées ou enfouies. La proportion de boues municipales récupérée est de 11 %.
- ☞ Le faible taux de récupération des boues municipales au Québec contraste avec la situation américaine où environ 50 % des boues municipales sont valorisées comme matières fertilisantes. Cette différence est notamment liée au faible coût de l'enfouissement sanitaire au Québec et à la présence d'incinérateurs dans les grandes villes, que ce soient des incinérateurs dédiés pour les boues (Montréal et Longueuil) ou servant à l'ensemble des résidus municipaux (Québec).

<http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/articles/valorisation.htm>

Traitement des boues:

Techniques de l'ingénieur:

C 5 221; J 3 944; G 1 450; G 1 451.

Techniques de l'ingénieur: G 1 250 - 6

