



Le traitement de l'eau produit des boues qu'il est nécessaire de traiter pour en limiter le volume et les nuisances. Leur déshydratation constitue un enjeu majeur du traitement, et doit être réalisée en fonction de la nature des boues et de la filière d'épuration.

Sandrine PAROTIN,
OIEau.



Boues d'épuration : la déshydratation au cœur du traitement

Boues primaires, boues chimiques, boues biologiques : voici une partie des déchets issus du traitement des eaux usées.

Caractérisées par leurs volumes et leurs compositions chimiques, elles doivent être traitées pour limiter les volumes de stockage et les nuisances olfactives

qu'elles peuvent générer. Sur chaque station d'épuration (Step), la file de traitement des boues doit répondre à ces deux prérogatives mais doit aussi être en adéquation avec la filière d'évacuation des boues : valorisation agricole, incinération, mise en centre d'enfouissement technique.

Pourquoi les boues ne sont pas déshydratables en l'état ?

Les boues liquides produites par les Step se présentent sous la forme d'un mélange « eau-matières », matières caractérisées par une prédominance de colloïdes de nature hydrophile, plus ou

III

III moins marquée selon leur nature. Le terme « colloïde » désigne des particules, dotées d'une charge électrique négative et dont la taille est comprise entre 1 et 100 nm, qui les classe ainsi entre les matières en suspension et les matières dissoutes.

La nature hydrophile d'une boue se traduit par des attractions entre la surface des colloïdes et les molécules d'eau. Cette « enveloppe » d'eau constitue une partie de l'eau liée qu'il sera difficile d'extraire lors de la déshydratation des boues. L'eau liée comprend l'eau d'hydratation colloïdale et l'eau microcapillaire, emprisonnée mécaniquement dans les interstices créés par les pontages que forment les exopolymères à la surface des micro-organismes.

La déshydratation des boues nécessite en amont la modification de la structure des particules. Il s'agit donc de contrecarrer la nature colloïdale des boues et de diminuer la fraction d'eau liée aux particules. C'est le rôle du conditionnement des boues.

Des boues inégales face à la déshydratation

Les boues d'épuration n'ont pas toutes la même aptitude à la déshydratation. L'origine des boues, mais aussi la nature des effluents traités interviennent sur la déshydratabilité des boues. Ainsi, des boues primaires, constituées de matières en suspension facilement décantables, seront plus facilement traitables que des boues biologiques, beaucoup plus colloïdales. Ce caractère colloïdal est d'autant plus renforcé que les eaux à traiter contiennent de matières organiques facilement biodégradables à l'image par exemple d'effluents issus de l'industrie agro-alimentaire.

Ceci étant dit, il est des facteurs aggravants de la difficulté des boues à être déshydratées. La septicité des boues en est un. En effet, la fermentation des boues se traduit par une hydrolyse des matières en suspension, aggravant la nature colloïdale des boues. L'indice de

boues Ib en est un autre. Un Ib élevé se traduira par une moindre déshydratabilité des boues.

Le conditionnement des boues avant déshydratation

Selon la nature des boues, l'équipement de déshydratation employé et la destination finale des boues, différents types de conditionnement et dosages sont envisageables.

D'une manière générale, la déshydratation sur filtre presse à plateaux nécessite en amont un conditionnement : — « traditionnel », minéral : chlorure ferrique et chaux éteinte ; — ou mixte : chlorure ferrique et polyélectrolyte.

Un conditionnement organique est mis en œuvre sur des boues à déshydrater par centrifugeuse ou filtre à bandes presseuses. Ce point est détaillé ci-dessous.

Le conditionnement organique par ajout de polyélectrolytes

Les polyélectrolytes, aussi appelés polymères ou floculants, sont des molécules organiques et entièrement synthétiques. Les monomères polymérisés sont issus de la pétrochimie. Plusieurs familles de polymères existent sur le marché mais, dans le domaine du traitement des boues, ce sont les floculants acryliques qui sont employés. Les polymères sont très nombreux et se caractérisent par leur ionité, leur poids moléculaire, la structure de la molécule et leur présentation initiale.

L'ionité d'un polymère définit le caractère ionique positif (cationique) ou

négatif (anionique) du produit. La densité de charges est variable selon les produits. Dans le domaine du traitement des boues urbaines, les polymères mis en œuvre sont pour l'essentiel cationiques. Le choix du degré de cationité est ensuite guidé par le type de boues à traiter et plus particulièrement par le pourcentage de matières organiques présent dans les boues. Ainsi, des boues biologiques, colloïdales, nécessiteront un produit fortement à très fortement cationique alors qu'un polymère faiblement cationique suffira pour conditionner des boues primaires.

Le poids moléculaire d'un polymère représente la masse de l'assemblage de tous les monomères constituant la molécule. Ce poids moléculaire est conséquent car il peut aller jusqu'à quelques millions de grammes par mole. Cette caractéristique impacte directement sur la taille des flocs à produire et permet aux flocs de s'adapter aux différentes contraintes de compression ou de cisaillement générées par les outils de déshydratation. La centrifugation des boues nécessite en amont de créer de gros flocs, très rigides, présentant une forte résistance aux forces de cisaillement. Dans cet objectif, l'ajout d'un polymère à haut poids moléculaire est nécessaire. Au contraire, les polymères à faible poids moléculaires produisent de petits flocs, pouvant être traités par filtration sous pression.

La structure de base du polymère se présente sous la forme d'une molécule linéaire. Pour répondre aux besoins notamment des centrifugeuses, les fabricants de floculants ont modifiés la structure de leurs produits. Sur le marché, sont aussi proposés des polymères ramifiés, III

 **le choix final d'un floculant n'interviendra qu'après (...) des essais industriels** 

III ou réticulés pour lesquels les chaînes linéaires sont reliées entre elles par d'autres molécules (ponts méthylène).

Les polymères sont commercialisés sous formes solides (poudres ou microbilles) ou sous formes liquides (émulsion ou dispersion). Les réactifs solides restent les plus utilisés, en raison de leur moindre coût et de leur grande variété de choix, mais les floculants liquides progressent en raison de leurs spécificités : facilité de mise en œuvre, performances pour les applications centrifugation ou égouttage.

Les polymères sous forme de poudre ont l'avantage d'être simples à produire donc moins coûteux. Par contre, leur préparation est délicate car ils sont susceptibles, lors de leur préparation avec de l'eau, de produire des grumeaux. Ces éléments peuvent boucher les pompes

doseuses et globalement, le taux de traitement appliqué en polymère peut être moindre que ce qu'il devait être. Les polymères en microbilles nécessitent des étapes supplémentaires dans leur fabrication mais ont l'avantage de se dissoudre plus rapidement dans l'eau que les poudres.

Pour ces formes solides, le pourcentage en polymère, défini comme la concentration en matières actives, est quasiment de 100 %.

Pour les émulsions, les monomères sont mélangés à un solvant, puis polymérisés. A la fin de la polymérisation, un tensio-actif est ajouté pour rendre diluable l'émulsion dans l'eau. La concentration en matières actives se situe entre 35 et 50 %. L'avantage des émulsions réside dans sa facilité de dissolution dans l'eau.

Comment identifier le polymère adéquat selon les contextes ?

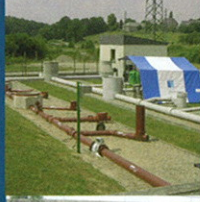
Le choix du polymère approprié doit satisfaire à plusieurs exigences : — la taille et la stabilité adéquates des flocs : la centrifugation requiert de gros flocs résistants aux forces de cisaillement générées par la force centrifuge à l'intérieur du bol. Les filtres à bandes presseuses impliquent des flocs moins gros, d'environ 1 à 2 cm, granuleux et homogènes dans leur taille. La déshydratation par filtre presse à plateaux exige des flocs plus fins mais résistants aux forces de compression régnant entre les plateaux.

Ces deux critères renvoient sur le degré d'ionité du floculant, son poids moléculaire et son dosage ;

— les conditions de mélange entre le polymère et la boue : lors de son arrivée III



**FORMATION
EAU
DECHETS**



Office International de l'Eau

CNFME

Centre National de Formation aux Métiers de l'Eau

Plus de 5000
professionnels de l'eau

Formés lors de 500
sessions par an

Par nos 25
formateurs permanents

Et plus de 50 experts



Formations
inter-entreprise et
intra-entreprise

Formations en
situation réelle
sur plates-formes
pédagogiques

22 rue E. Chamberland - 87065 Limoges
Tél: 05.55.11.47.70 - Fax: 05.55.11.47.01

www.oieau.org/cnfme



**FORMATION
EAU
DECHETS**





III dans l'outil de déshydratation, la boue doit être totalement floculée. Cela implique que le point d'injection du produit soit optimisé en fonction de la distance entre le point d'injection et l'entrée de l'équipement de déshydratation, de la configuration du point d'injection dans la canalisation d'arrivée des boues à traiter, en mettant à profit des équipements mécaniques tels qu'une pompe à boues pouvant participer au mélange floculant-boues. Les caractéristiques du polymère impactent aussi sur sa viscosité, et par conséquent sur les conditions de mise en contact avec la boue : poids moléculaire et concentration de préparation du floculant ; — les conditions de dissolution du polymère : celles-ci sont facilitées par l'utilisation de floculants conditionnés sous forme liquide.

La majorité des fournisseurs de polymères a élaboré des grilles de présélection, constituant ainsi la première étape dans le choix d'un produit.

L'étape suivante consiste, pour le fournisseur de produits, à réaliser sur site des essais laboratoire et ce, afin de travailler avec des boues les plus représentatives possibles du fonctionnement de la Step. Chacun dispose de son mode opératoire. Celui présenté ci-après est mis en œuvre à l'Office International de l'Eau à l'occasion de formations professionnelles portant sur le traitement des boues mais aussi lors d'études techniques à la demande de clients.

Ces essais en laboratoire sont basés sur la mise en œuvre de tests de floculation en béchers. Ils sont réalisés par mise en contact entre un volume de boues prédéfini et des dosages variables de polymères.

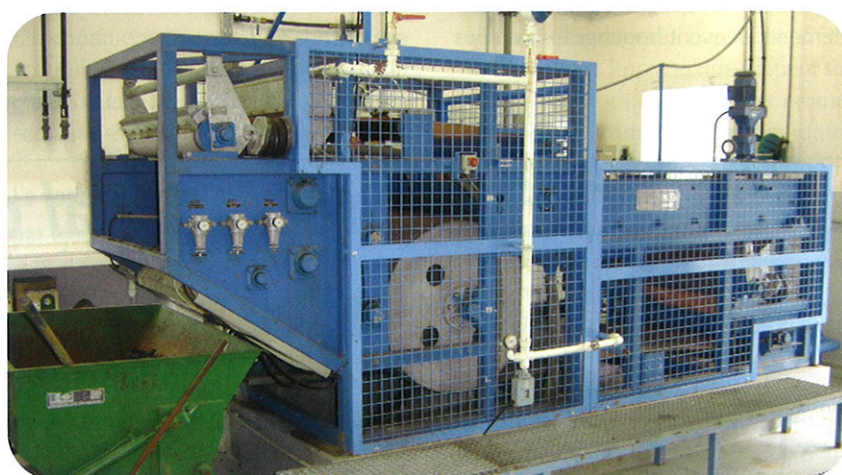
Ils permettent de caractériser, en fonction des observations visuelles des flocs : taille et homogénéité, et de l'eau interstitielle : limpidité, viscosité, les meilleurs compromis entre nature du polymère (ionité, poids et structure moléculaire) et dosage du produit.

Ils renseignent également sur le degré d'agitation et donc sur le positionnement

I Les bancs d'essais industriels de l'Office International de l'eau permettent de tester les floculants en conditions quasi-réelles, en fonction des boues et des équipements.



I Photo 1 : Filtre presse à plateaux membranaires.



I Photo 2 : Filtre à bandes presseuses.



I Photo 3 : Centrifugeuse équipée de tous les automatismes et de son skid de préparation de polymère

III du point d'injection optimal requis pour le mélange boues-polymère.

Les tests d'égouttage sur bûchner permettent d'orienter le choix des flocculants dédiés aux applications telles que systèmes d'égouttage et filtres à bandes presseuses. Le meilleur produit doit, après floculation en bûchers, libérer sur la toile de filtration du bûchner un maximum de volume d'eau en un minimum de temps (souvent 10 secondes). A la fin de la phase d'égouttage, l'aptitude des boues à se décoller de la toile doit être appréciée afin de confirmer le dosage et la qualité du mélange.

La sélection des polymères en vue d'une déshydratation par centrifugeuse nécessite d'appréhender l'aptitude des boues flocculées à résister aux forces de cisaillement. Après floculation des boues par retournements successifs d'un bûcher à l'autre, la résistance des flocs formés est éprouvée soit en appliquant des trans-

vasements supplémentaires entre bûchers, soit sous agitation mécanique calibrée. Le choix du meilleur réactif se porte alors sur le produit permettant de conserver la meilleure drainabilité après cassage des flocs. Le test employé à cette fin est la mesure du temps de succion capillaire, aussi nommé CST (capillary suction time).

Le choix du flocculant pour filtration sous forte pression reste plus difficile. Il est nécessaire d'étudier, en complément sur les produits prédéfinis par les tests de floculation et d'égouttage, le comportement de la boue conditionnée sous montée en pression. Cette évaluation peut être réalisée sur une cellule de mesure de résistance spécifique à la filtration, ou plus idéalement sur un mini filtre presse, que certains constructeurs d'équipements ont à leur disposition. Ces tests de présélection en laboratoire permettent d'aboutir à un nombre plus

limité de produits. Mais, le choix final d'un flocculant n'interviendra qu'après que le fournisseur en partenariat avec l'exploitant ait réalisé des essais industriels. Là encore, ceux-ci peuvent être réalisés à l'Office International de l'Eau sur plusieurs types d'équipements de déshydratation semi-industriels : filtre presse à plateaux membranes (photo 1), filtre à bandes presseuses (photo 2) et, dernière innovation en la matière, centrifugeuse équipée de tous les automatismes et de son skid de préparation de polymère (photo 3). ■

Pour aller plus loin :

- Stages thématique Boues, Office International de l'Eau :
— Stage « Filières de traitements et valorisation des boues de stations d'épuration »,
— Stage « Exploitation des systèmes de déshydratation des boues ».

AU NOM DE LA TERRE
RÉHABILITATION DE SITES ET SOLS POLLUÉS

RÉHABILITER
DÉPOLLUER
PROTÉGER
SURVEILLER
CONSEILLER
ANALYSER
TRAITER
DIAGNOSTIQUER

SITA REMEDIATION
la terre au sens propre®

17, rue du Périgord - 69330 MEYZIEU
Tel : +33 (0)4 72 45 02 22 / Fax : +33 (0)4 78 04 24 30
www.sitaremediation.fr

© Liber Mundi - Crédit photo Liber Mundi - 02/09