

# Conception des stockages et gestion par lots des boues d'épuration épandues en agriculture

Jacques Wiart

*Le stockage correct des boues de stations d'épuration est un facteur-clé pour fiabiliser les épandages, respecter leur conformité aux valeurs-limites réglementaires et optimiser leur valorisation agronomique. Outre les nombreuses recommandations issues des expériences les plus récentes dans ce domaine, ce texte présente le concept d'organisation des stockages par lots homogènes : valeur fertilisante, degré de maturité, niveau d'hygiénisation, teneur des boues en éléments-traces métalliques et en composés-traces organiques.*

La nécessité de stocker les boues d'épuration et les déjections animales (les *entreposer*, pour reprendre le terme utilisé par la réglementation), en attente de l'épandage, est clairement reconnue par les agronomes qui gèrent, conseillent ou contrôlent les opérations d'épandage. Il s'agit d'épandre ces matières aux seules périodes agricoles propices, selon le calendrier cultural, et de les contenir en dehors de ces périodes.

Ce texte a été principalement conçu sous l'angle « boues d'épuration urbaines », mais la réflexion est transposable à l'ensemble des matières organiques faisant l'objet d'un épandage contrôlé, et notamment les déjections animales.

## Considérations générales

En première approche, la conception des stockages est d'abord un problème de dimensionnement : stocker un certain volume sur une certaine durée.

La durée minimale de stockage se déduit du raisonnement de la fertilisation sur le périmètre d'épandage concerné. Elle correspond à la période la plus longue séparant deux campagnes possibles d'épandage. Il s'agit d'une donnée qui peut être admise comme constante, dans un contexte donné. Cette durée est fonction des systèmes de culture (notamment proportion entre cultures d'hiver et de printemps), des contraintes agro-pédo-climatiques (exemples : sols argileux nécessitant des labours d'automne ; pluviosité et vitesse de

ressuyage des sols déterminant l'accessibilité des parcelles), et des prescriptions réglementaires, assez nombreuses au demeurant (Directive nitrates, Code de bonnes pratiques agricoles, législation des installations classées, législation loi sur l'eau, règlement sanitaire départemental...).

Le volume du stockage est en revanche fonction de la production effective sur la période considérée. Dans le cas des boues d'épuration, deux éléments font l'objet de débats : d'une part le ratio kg MS produit/kg DBO5 éliminé à arrêter, mais ce point est de mieux en mieux connu pour une filière d'épuration donnée ; d'autre part le rapport charge raccordée/charge nominale, la tentation étant grande de ne pas construire d'emblée la capacité de stockage correspondant à la charge nominale, pour des raisons d'économie. Le risque réside alors dans une sous-estimation de la montée en charge de la station d'épuration, avec la difficulté de mobiliser à nouveau les financements du maître d'ouvrage sur un investissement que celui-ci considère à juste titre comme récent, bien fait, et « définitif ». L'administration demande de plus en plus que la capacité de stockage soit dimensionnée sur la charge nominale.

La conception du stockage est également fonction des données de l'environnement du stockage (odeur, habitats, zone de loisir, zone inondable...) et des contraintes réglementaires (encadré 1, p. 18), notamment la maîtrise des lixivats.

La définition, proprement dite, du mode de stockage dépend *in fine*:

Cet article rédigé par Jacques Wiart résulte d'un travail collectif auquel ont contribué une soixantaine de praticiens de terrain dont la liste figure à la fin de cet article.

### Les contacts

Jacques Wiart,  
ADEME  
10, rue des Émeraudes,  
69006 Lyon

- de la configuration du site ;
- des contraintes liées aux caractéristiques du produit, des traitements subis et de la filière d'élimination (on ne stocke pas de la même façon des boues liquides, pâteuses ou solides. Il en est de même pour les déjections animales) ;
- des spécificités agricoles et culturelles ;
- des contraintes naturelles, c'est-à-dire du milieu physique et du degré de vulnérabilité du réseau hydraulique de surface et souterrain ;
- du budget disponible pour l'aménagement.

À ces données de base largement partagées (ADEME *et al.*, 1993 ; ISWA, 2000 ; Riotte et Gros, 2000), s'ajoutent des considérations plus récentes – ou dont l'importance s'est accrue – notamment les notions de lot, de constance de composition et d'hygiénisation des matières à épandre.

## L'intérêt de la notion de lot appliquée au cas des boues d'épuration

### Le contexte

L'idée d'appliquer la notion de lot à l'utilisation agricole des boues d'épuration repose d'abord sur l'éventualité (forte ou faible selon les stations) de leur variation de composition au cours du temps, et donc sur l'impossibilité objective de définir à l'avance des caractéristiques précises. La composition peut être *très probable* (c'est souvent le cas), elle n'est pas pour autant *certaine*, tant qu'il n'existe pas de bulletin d'analyse la spécifiant.

En matière d'épandage, cette difficulté se doit d'être surmontée pour deux raisons :

- 1) la nécessité agronomique de connaître précisément la valeur fertilisante des boues le jour de l'épandage, afin de fixer la dose d'application et d'ajuster la fertilisation minérale de complément si elle est nécessaire ;

- 2) l'obligation réglementaire de connaître la teneur des boues en éléments-traces métalliques (ETM) et en composés-traces organiques (CTO) afin de vérifier leur conformité aux valeurs-limites fixées, et d'enregistrer les flux d'ETM et CTO épandus par parcelle pour rendre compte d'un historique sur dix ans (teneur x dose).

Or les variations de composition peuvent intervenir à deux niveaux :

- 1) dans le processus d'élaboration de la boue, compte-tenu : (a) de la qualité des eaux usées entrantes et de leur charge plus ou moins fluctuante en nutriments et contaminants chimiques (une bonne police des réseaux peut fortement atténuer les aléas en ce domaine), et (b) de la régularité de gestion des procédés épuratoires et d'élaboration des boues (réduction et respect des consignes d'exploitation, analyse des incidents de fonctionnement...);

- 2) lors du stockage prolongé des boues, avec des phénomènes de maturation-minéralisation affectant des caractéristiques importantes comme la matière sèche (MS), la matière organique (MO), l'azote (N) et le phosphore ( $P_2O_5$ ).

La production de boues étant continue, il s'en suit qu'un stock de production de six mois, par exemple, peut présenter en sa masse des différences notables de composition. Il est alors difficile d'affecter une composition moyenne qui soit significative de la masse à épandre et qui réponde de façon satisfaisante et imparable aux obligations définies plus haut. Dans le cas des boues liquides, le problème est facilement résolu par la présence d'un brasseur mécanique qui homogénéise les boues ; ce n'est pas possible si les boues sont pâteuses ou solides. D'où l'idée de découper la production globale en quantités élémentaires supposées avoir une composition plus homogène ou à variation acceptable car de peu d'ampleur : les lots.

Il est à noter que la gestion par lots n'est pas prévue *littéralement* par la réglementation, mais elle y invite assez explicitement. Outre les bénéfices en termes de rigueur et d'image de la filière, cette méthode permet aussi aux collectivités d'économiser des envois en centre de traitement de stocks entiers suspectés d'être contaminés en ETM ou CTO, alors que seule une petite partie serait effectivement non conforme. Fondamentalement, la gestion par lots est un élément fort de la crédibilité de la filière d'utilisation agricole des boues d'épuration.

#### Encadré 1

##### Stockage : Les principaux textes réglementaires

Décret du 8 décembre 1997 (boues urbaines)

Arrêté du 8 janvier 1998 (boues urbaines)

Arrêté du 17 août 1998 (texte applicable aux boues industrielles)

Règlement sanitaire départemental

La consultation des textes réglementaires est accessible par Internet – <http://www.legifrance.gouv.fr>

### La définition d'un lot

Un lot de boues peut se définir comme une quantité de matières, produite dans des conditions uniformes, au cours d'une période donnée (date début et date fin), dûment identifiée (nom, code, ou numéro affecté de façon unique au lot considéré), caractérisée sur le plan analytique, et présentant une composition homogène en tout point.

Il est difficile de fixer une taille minimale ou maximale à un lot : il revient à chaque station de définir ce qu'elle appelle « un lot ». Certains professionnels de l'épandage proposent que la taille des lots soit proportionnelle à la taille du parcellaire agricole : faire des lots de grande taille pour des grands parcellaires. En effet, mieux vaut éviter l'épandage de lots différents (sous-entendu de composition différente et de petite taille) sur une même parcelle, car cela complique singulièrement les calculs de fertilisation. D'autres professionnels militent pour caler le nombre de lots sur le nombre réglementaire d'analyses à réaliser, ou encore sur le nombre d'agriculteurs. En tout état de cause, c'est le critère « homogénéité des caractéristiques analytiques » qui doit être considéré comme important dans le choix final à opérer. Les données disponibles montrent qu'un lot ne doit pas dépasser deux mois de production (différence de composition entre une boue fraîche et une boue âgée).

Appliquer la gestion par lot à l'épandage des boues d'épuration a forcément une incidence sur la stratégie d'échantillonnage et le nombre d'analyses, ainsi que sur la conception des stockages.

### Les conséquences sur la stratégie d'échantillonnage et le nombre d'analyses

Si un lot est obligatoirement caractérisé par une analyse, cela implique une étape d'échantillonnage, suivie d'une analyse. *Grosso modo*, il existe deux façons de raisonner :

**Option 1 – Échantillonnage uniquement sur lot en place, peu avant l'épandage.** C'est l'idéal sur le plan agronomique, car la composition des boues le jour de l'épandage est parfaitement connue. De nombreuses études (ADEME, 2001 ; Anjou Recherche *et al.*, 2000 ; Anjou valoristaion et ADEME, 1996 et 1997 ; District urbain de Reims *et al.*, 1992 et 1994 ; MRAD du Haut-RHIN et ADEME, 1998 ; Ville de Blois *et al.*, 1996 ; Ville de Tours *et al.*, 1998 ; Wiart *et al.*, 1997) ont montré que le délai de quinze jours à un mois entre l'échantillonnage,

la réception des résultats et l'épandage affecte peu la composition des boues. Le principe de la vérification réglementaire des contaminants chimiques, préalablement à l'épandage, est également satisfait. Dans de nombreuses situations, la contamination inattendue d'un lot de boues est rare. Toutefois, si un lot doit être déclassé pour cette raison, on peut alors regretter d'avoir stocké sur une longue période des boues non conformes et penser qu'il aurait été judicieux de s'en apercevoir plus tôt pour éliminer sans attendre le lot non conforme. Surtout, cela retarde la mise en œuvre des enquêtes visant à identifier l'origine de la contamination, ce qui peut être préjudiciable à leur efficacité.

**Option 2 – Échantillonnage et analyse en sortie de l'atelier de production des boues.** Cette façon de procéder permet d'identifier immédiatement un lot ou fraction de lot non conforme, et de l'éliminer. Cela suppose un échantillonnage en continu ou à des pas de temps rapprochés. C'est idéal sous l'angle contamination chimique, mais coûteux. En outre, c'est peu intéressant pour la valeur fertilisante, car la composition des boues le jour de l'épandage peut varier de celle connue le jour de l'échantillonnage (variation au cours du stockage prolongé).

### La solution idéale réside dans la mutualisation des avantages entre ces deux options:

- échantillonnage au fur et à mesure de la production et constitution, à partir de tous les prélèvements élémentaires, d'un échantillon final réduit représentatif du lot constitué, puis analyse unique des caractéristiques ETM et CTO, pour vérification de la conformité. La stratégie d'échantillonnage doit donc être précisément formalisée : rédaction du protocole opératoire, spécification des matériels et outillages, formation des opérateurs, vérification de la bonne exécution des opérations ;

- échantillonnage sur lot en place des caractéristiques agronomiques, peu de temps avant l'épandage (fonction du délai de réponse du laboratoire).

### La mise en œuvre selon le type de boues et la taille des stations

La notion de lot s'applique sans problème au cas des boues liquides (station de petite taille en général, en milieu rural). La production de six mois de boues liquides, contenue dans un silo et correctement homogénéisée, constitue sans conteste un lot, tel que nous l'avons défini précédemment. Une petite station peut donc élaborer deux, voire trois lots de boues par an.

Toutefois, si on veut garantir que l'intégralité de la boue liquide livrée à l'agriculture a été analysée, il ne faut pas introduire – en toute rigueur – de nouvelles boues dans l'unité de stockage entre l'échantillonnage et l'épandage. Un silo de pré-stockage doit donc être créé pour contenir les boues nouvelles produites depuis l'échantillonnage. Ces boues ne seront pas épandues, même si la période est favorable, puisqu'aucune analyse de caractérisation ne sera disponible. Une fois l'unité principale vidée, les boues en attente y seront alors transférées pour constituer le lot à épandre de la prochaine campagne. La capacité du silo de pré-stockage doit être de un à deux mois, pour tenir compte des aléas climatiques qui conditionnent la date exacte de vidange du silo principal. En revanche, une compartimentation du silo principal n'est pas utile dans la mesure où un brasseur peut assurer l'homogénéité des boues produites, quelle que soit leur date d'arrivée dans l'unité de stockage. Ce point de vue est à reconsidérer si une performance d'hygiénisation est revendiquée (cf. Le stockage et l'hygiénisation des boues).

Pour des stations de plus grande taille produisant des boues « pelletables » (boues pâteuses et solides, quels que soient les traitements, y compris les composts de boues), la gestion par lot implique une séparation physique des différents lots dans le site de stockage car l'homogénéisation de la production n'est pas matériellement envisageable. Cette séparation ne nécessite pas obligatoirement d'ouvrages de contention si les boues sont parfaitement solides, auquel cas un simple espacement des lots suffit à les différencier. Toutefois, si on veut optimiser le ratio tonne brute stockée/m<sup>2</sup> au sol (TB/m<sup>2</sup>), ou si les boues sont pâteuses (cas encore fréquent), une véritable séparation matérielle (cloison, muret) est nécessaire (cf. Recommandations techniques pour la conception des stockages de boues).

L'expérience montre (Anjou valorisation et ADEME, 1996 et 1997 ; District urbain de Reims *et al.*, 1992 et 1994 ; MRAD du Haut-Rhin et ADEME, 1998 ; Ville de Tours *et al.*, 1998 ; Wiert *et al.*, 1997) qu'un lot de boues pelletables ne doit pas dépasser deux mois de production. Une station doit donc produire au minimum six lots de boues par an. Dans le cas de grandes stations d'épuration, il peut être envisageable de produire des lots de quinze jours de production, voire des lots hebdomadaires. En pratique, il convient de se caler sur la fréquence analytique minimale prévue par la réglementation (arrêté du 8 janvier 1998 pour les boues municipales, ou arrêté du

18 août 1998 – complété par l'arrêté d'autorisation d'exploiter de l'usine qui fixe la fréquence d'analyse en fonction des résultats de l'étude préalable – pour les stations d'épuration industrielles). L'application de la notion de lot peut cependant amener à dépasser la fréquence minimale requise, notamment dans le cas des stations de taille modeste, ce qui suppose un effort financier particulier de la part du producteur de boues, donc une sensibilisation à la démarche de progrès proposée.

### Le stockage et l'hygiénisation des boues

Le stockage prolongé des boues est reconnu pour abaisser leur charge en agents biologiques pathogènes. Toutefois, pour être efficace de ce point de vue, le stockage doit être très long (12 à 18 mois, voire davantage), surtout si l'on désire répondre aux critères d'hygiénisation fixés par l'arrêté du 8 janvier 1998.

Le lien le plus explicite entre stockage et hygiénisation concerne la famille des boues chaulées (ADEME, 2001). L'adjonction de chaux vive ou éteinte peut revêtir un effet hygiénisant sous réserve de respecter un taux de chaulage minimum (30 % sur MS) et une durée de contact chaux-boues suffisante (trois mois). Dans ce cas de figure, la nécessité de différencier la production, avec marquage et séparation physique des lots, s'en trouve renforcée. En effet, il est impératif (comme dans le cas de l'attente du retour des résultats d'analyses) de ne pas épandre les lots de moins de trois mois, même si les conditions agro-climatiques sont favorables. Il faut donc prévoir un certain sur-dimensionnement du stockage, ou concevoir un pré-stockage (aire de « maturation » ou d'hygiénisation), nettement séparé de l'aire de stockage principale ou des aires délocalisées éventuelles.

À noter aussi que certaines stations d'épuration de montagne, produisant des boues physico-chimiques (souvent chaulées), ont testé avec succès le stockage de longue durée (trois ans) qui permet une maturation très avancée des boues. Les quantités en jeu étant faibles, l'emprise au sol est également faible. Dans ces situations, c'est d'abord la réduction de masse qui est recherchée.

La question des boues liquides chaulées (cas de figure peu répandu en France) pose un problème particulier si une performance d'hygiénisation est

revendiquée. Il n'est plus envisageable d'imaginer une capacité unique de stockage car des boues âgées, hygiénisées par l'action prolongée du stockage et du chaulage, seraient sans cesse « contaminées » par l'arrivée de boues nouvelles fraîchement chaulées, non encore hygiénisées. Des ouvrages distincts (deux, voire trois) sont donc nécessaires (Lyonnaise des Eaux *et al.*, 1998). Ce problème de recontamination par les boues fraîches produites se pose aussi pour les lits plantés à macrophytes qui permettent de stocker pendant cinq ans, selon les constructeurs, les boues produites avant curage et épandage.

En conclusion, à l'exception du cas des boues chaulées et de quelques configurations particulières, il apparaît difficile et coûteux de concevoir les stockages par rapport à un objectif d'hygiénisation car les capacités à créer seraient très élevées.

## Recommandations techniques pour la conception des stockages de boues

### Les principes généraux

#### LA STABILISATION DES BOUES

Veiller à ne stocker que des boues préalablement stabilisées (cette recommandation est impossible à atteindre avec les traitements de stabilisation classiques en station). L'adoption d'un test de stabilisation des boues serait un repère utile pour les opérateurs de terrain (travaux scientifiques en cours). À défaut d'une parfaite stabilisation, cerner et maîtriser les conséquences des nuisances olfactives éventuelles.

#### LA CAPACITÉ DU STOCKAGE

Prévoir une capacité équivalente à neuf à douze mois de stockage. Cette capacité est à déterminer précisément dans chaque contexte agro-climatique local et en prévoyant une marge de sécurité d'un mois environ. Pas de stockage inférieur à 4 ou 6 mois, selon les régions.

#### LA COUVERTURE DU STOCKAGE

De manière générale, la couverture des stockages préserve la qualité des boues. C'est un élément de progrès, mais un facteur évident de surcoût qu'il n'est pas toujours aisé de faire accepter par le producteur de boues. Si le stockage se trouve hors station, la demande d'un permis de construire est nécessaire.

### L'ACCESSIBILITÉ ET LA LOCALISATION

#### DU STOCKAGE

– penser aux facilités d'échantillonnage : modes de prélèvement des échantillons unitaires, sécurité des opérateurs ;

– rechercher et privilégier la proximité stockage-zone d'épandage. À titre de repère on peut considérer la distance stockage-zone d'épandage comme optimale quand le temps de rotation est inférieur à 30 minutes par matériel. À défaut, il est possible de mettre en œuvre des dépôts relais de courte durée (48 heures) lors de la campagne d'épandage. La réglementation permet des dépôts de durée plus longue si les boues sont solides et stabilisées ;

– privilégier le stockage sur le site de la station d'épuration, pour des raisons d'acceptabilité de ce genre d'ouvrage, de même pour faciliter la gestion des lixiviats dans le cas de boues pelletables ;

– penser aux facilités d'accès des matériels. Toute configuration impliquant des manœuvres est à éviter.

### Le cas particulier des boues liquides

#### L'ÉPAISSISSEMENT DES BOUES AVANT STOCKAGE

Les silos-concentrateurs (assurant à la fois épaissement et stockage) sont à éviter car ils renvoient en tête de station une charge septique à l'origine de dysfonctionnements biologiques (foisonnement de bactéries filamenteuses), laborieux à rectifier par la suite et nuisibles dans l'immédiat aux performances épuratoires de la station. Mieux vaut séparer les fonctions dans deux ouvrages distincts : un silo épaisseur d'une part, un silo de stockage d'autre part.

#### LES CONFIGURATIONS POSSIBLES DE STOCKAGE

Les silos hors-sol sont à utiliser de préférence, voire les fosses ou lagunes. Les systèmes de type poche ou réservoir souple sont plutôt intéressants pour des stockages relais (dépôts logistiques) mis en œuvre lors des épandages ; mais certains les préconisent de façon plus systématique.

#### LA COUVERTURE

Elle apparaît souhaitable. En revanche le confinement des boues est à éviter (dégazage), sauf si un traitement de désodorisation est explicitement prévu.

#### LE BRASSAGE

La présence d'un brasseur électrique est obligatoire, en veillant à ce qu'il soit correctement



dimensionné et mis en œuvre. Il est judicieux de prévoir un système de programmation et de déclenchement automatique du brasseur, une fois les consignes de bon fonctionnement vérifiées et entérinées. Les silos de section circulaire permettent une meilleure homogénéisation des boues que les silos carrés ou rectangulaires.

#### LE CONTRÔLE DU VOLUME

Le volume doit pouvoir être évalué par un système simple par graduations à l'intérieur du silo, ou bien par un débitmètre de mesure des boues pompées pour le recyclage agricole.

#### PURGE ET SOUTIRAGE

- prévoir un système de purge du tuyau d'extraction pour éviter le salissement de l'aire de travail ;
- l'aire de soutirage doit être aisée à nettoyer (aire bétonnée plutôt que bitumée), et disposer d'un point d'eau à proximité, avec un retour en tête de station des eaux de lavage.

#### OPTIONS INTÉRESSANTES/OU EN DÉBAT

- implantation d'un silo de pré-stockage des boues non échantillonnées ;
- compartimentation du silo principal si les boues sont chaulées dans l'objectif d'obtention d'un effet hygiénisant ;
- un brassage régulier (journalier) des boues est souhaitable pour limiter l'incidence des fermentations anaérobies et favoriser une maturation lente en cours de stockage, phénomène favorisé si le brassage se conjugue avec une aération ;
- prévoir un système d'accès par le haut du silo pour réaliser facilement les prélèvements d'analyses et vérifier le bon fonctionnement du brassage. Toute innovation permettant d'automatiser la prise d'échantillons de boues est à favoriser ;
- afin d'éviter les connexions manuelles, un dispositif d'arrimage automatique entre le stockage et le matériel d'épandage ou le matériel de transport est souhaitable (tonne à lisier, camion citerne...). Le dispositif peut aussi être constitué d'une boucle d'arrimage adaptable et orientable ;
- les stockages délocalisés de boues liquides posent le problème de l'alimentation électrique du brasseur, or celui-ci est indispensable. Il existe cependant des brasseurs mécaniques (branchés sur la prise de force du tracteur), mais d'un usage moins commode que les brasseurs électriques. Des stockages en poche synthétique ou citerne métallique

mobile en bord de champ sont possibles pour alimenter des systèmes d'épandage par rampe.

#### Le cas particulier des boues pâteuses

Les opérateurs de terrain, dans leur majorité, déconseillent ce choix de filière pour deux raisons : instabilité fermentaire des boues (nuisances olfactives) et médiocre tenue en tas. Mais certaines configurations matérielles donnent des boues de bonne tenue. Un test de mesure de l'état physique des boues apparaît indispensable aux opérateurs de terrain. Les travaux du Cemagref sur le sujet mériteraient une rapide diffusion en France.

#### CONFIGURATION DU STOCKAGE

- prévoir un silo couloir fermé. Le stockage sur simple aire est déconseillé car il présente un trop faible ratio TB/m<sup>2</sup> (0,3 TB/m<sup>2</sup>), sauf si la production est faible. Le stockage en fosse n'est pas commode pour la manœuvre des engins (problème de pente et de patinage des engins) ;
- réaliser la compartimentation du stockage avec des murets délimitant des alvéoles. Le nombre d'alvéoles à créer est déterminé en fonction du nombre et de la taille des lots à stocker. La configuration idéale correspond à des lots d'un mois de production (moins si la production est importante). Le volume de chaque lot ne doit pas dépasser deux mois ;
- pour la fermeture des alvéoles, éviter les systèmes à charnières, trop fragiles, et préférer une fermeture solide et rustique par batardeaux (encore appelés bastaings) par exemple ;
- la couverture du stockage est obligatoire. Le confinement n'est à envisager que si un dispositif de désodorisation est prévu, celui-ci étant d'ailleurs conseillé à proximité des zones récréatives ou résidentielles ;
- la reprise des boues est réalisée par un chargeur ou par un grappin (ADEME et FNDAE, 1993 ; Riotte et Gros, 2000). Dans ce dernier cas, vérifier l'adéquation entre le débit du grappin et le temps d'immobilisation acceptable des engins de transport (création éventuelle d'une trémie de chargement) ;
- le recueil des lixiviats produits doit être prévu et il convient de prévoir un circuit d'évacuation en vue de leur traitement en tête de station. Si le stockage est décentralisé, un traitement rustique est à prévoir avant rejet dans le milieu naturel (simple décantation, ou petite lagune plantée), ou encore un recueil en cuve étanche avec vidange périodique et épandage si les caractéristiques le permettent.

### Le cas particulier des boues solides, des boues solides chaulées et des boues compostées

L'état physique des boues solides permet d'éviter le cloisonnement matériel du site de stockage. Une simple séparation physique des lots peut en effet suffire. Toutefois, si on veut maximiser le ratio TB/m<sup>2</sup> la création d'alvéoles est obligatoire.

La couverture du stockage n'est pas indispensable, mais reste souhaitable pour assurer une qualité constante aux matières stockées et minimiser la production de lixiviats. Le cas échéant, un simple bacheage pourrait suffire, mais les professionnels le déconseillent (contraintes de mise en œuvre, rétention des odeurs, condensation de la vapeur d'eau puis écoulement).

Dans le cas des boues chaulées, il se produit souvent un égouttage plus ou moins important, surtout dans le premier mois de la production (ADEME, 2001). Il faut donc prévoir le recueil et l'évacuation de ces lixiviats. Le problème ne se pose pas pour les composts de boues.

### Le cas particulier des boues séchées thermiquement (> 90 % MS)

Les préconisations portent sur les points suivants :

- procéder au refroidissement préalable des boues pour éviter les phénomènes d'auto-combustion ;
- organiser le stockage selon les principes utilisés pour les engrais minéraux : silos métalliques, ou hangars compartimentés, ou big-bags ;
- la couverture est obligatoire car la réhumectation intempestive des boues, outre les problèmes d'odeur conséquents à la relance des fermentations, modifierait leur état physique, et donc l'adéquation de la chaîne aval de manutention et d'épandage ;
- un soin particulier doit être apporté à la maîtrise des poussières : sécurité sanitaire du personnel, risque de détonation, qualité des épandages.

### Le stockage à même le sol des boues d'épuration, sans aménagement particulier

La réglementation de 1998 (arrêtés du 8 janvier et du 17 août) admet la possibilité de stocker les boues à même le sol, sur les parcelles d'épandage, et sans travaux d'aménagement, sous réserve de satisfaire simultanément à quatre conditions :

- les boues doivent être solides et stabilisées ;
- les lixiviats doivent être maîtrisés afin d'éviter la percolation rapide vers les eaux superficielles ou souterraines ou tout ruissellement ;
- les distances d'isolement prévues pour l'épandage doivent être respectées, et une distance de plus de 3 m vis-à-vis des routes et des fossés doit être observée ;
- la quantité stockée doit correspondre aux besoins de la fertilisation du parcellaire visé sur la période d'épandage considérée (sauf pour les boues hygiénisées pour lesquelles une durée plus longue est possible).

Il convient cependant de ne pas confondre dépôt (temporaire ou de transit, non aménagé) et stockage (durable, aménagé), (ADEME *et al.*, 1993). La création de dépôt de boues peut se comprendre dans une chaîne logistique d'évacuation et d'épandage des boues. Elle facilite la coordination des différents intervenants par la souplesse qu'elle permet. La réglementation limite ce dépôt à 48 heures si les conditions listées au paragraphe précédent ne sont pas remplies (notamment boues solides et stabilisées).

La tendance est alors d'utiliser les conditions prévues pour s'affranchir de la création de véritables unités de stockage aménagées. En outre, si les boues sont hygiénisées, le dépôt peut durer une année. De la notion de dépôt on passe à celle de stockage. Une telle facilité ne coûte rien et évite de solliciter les propriétaires des terrains et les communes concernées.

Toutefois, même permise, est-ce une « bonne pratique » ? Les critiques que l'on peut faire sont les suivantes :

- l'image de stocks de matières organiques disséminés dans la nature, souvent sans marquage (la réglementation n'y oblige pas), sur une longue période, n'est pas positive ;
- le stockage des matières peut poser problème en période pluvieuse prolongée (accès difficile, voire impossible, des engins de transport) ;
- la reprise des matières peut également poser problème (dégradation du sol) ;
- le fort enrichissement en nitrates du sol sous les stockages doit être pris très sérieusement en compte (300 à 4 000 unités d'azote/ha), surtout si le stockage est de longue durée et se répète au même endroit année après année ; une rotation est à préfé-

rer systématiquement, (District urbain de Reims *et al.*, 1992 et 1994 ; Six et Pantigny, 1993) ;

– enfin, il est dans ce cas difficile de maîtriser de façon satisfaisante les lixiviats produits.

Le dépôt sur bâche plastique et le bâchage des tas peuvent limiter ces deux derniers phénomènes, mais ne s'avèrent pas commodes à mettre en œuvre. D'autres aménagements sommaires sont imaginables. Incontestablement, la création de stockages aménagés est plébiscitée par les gestionnaires des filières d'épandage, en ayant conscience des difficultés rappelées plus haut.

### Conclusion

Les notions de lot et de constance de composition sont appelées à largement se diffuser dans les « bonnes pratiques de gestion » des boues d'épuration

utilisables en agriculture, de même pour la notion d'hygiénisation, dans les contextes qui en justifient la mise en œuvre. Ces considérations retentissent directement sur la conception des stockages puisque ceux-ci doivent permettre la distinction de stocks bien identifiés et caractérisés. Ces principes sont largement transposables aux déjections animales mais, en raison des surcoûts qu'ils génèrent par rapport à des dispositifs traditionnels, il est vraisemblable que leur mise en œuvre sera plus difficile et plus lente.

La réflexion proposée dans ce texte traduit l'évolution des mentalités sur la requalification des matières fertilisantes issues des déchets et leur convergence croissante avec les qualités attendues des fertilisants du commerce. Des progrès restent encore à faire dans les dix ou vingt années à venir pour confirmer ces évolutions, tant techniquement que culturellement. □

#### Liste des membres du comité de rédaction

(CA : chambre d'agriculture ; CRA : chambre régionale d'agriculture)

Arnaud Marie-Thérèse, CRA PACA ; Audfray Jean-Luc, CA 56 ; Bely Hervé, CA 74 ; Brunet Hubert, SEDE ; Buatier Christian, Ager Conseil ; Carlotti Bruno, SEDE ; Cartegnie Frédéric, SEDE ; Daudin Daniel, Écotechnologie ; Dayot Cécile, CA 40 ; De La Roque Thierry, CA 69 ; Desenne Alain, CA 33 ; Dessa Thierry, CA 40 ; Durbec André, BURGEAP ; Effendiantz Michel, Anjou-valorisation ; Engelen Sandrine, CA 60 ; Faivre Julie, DDAF 19 ; Favre François, SEM/ CA 73. Flour Patrick, AEAG ; Forgue Isabelle, CA 25 ; Fourel Mickaël, CA 70 ; Gagneur Bruno, Agrodéveloppement SA ; Gendret Corinne, CA 17 ; Giavarina Grégory, GIRUS ; Gippet Bruno, ASTER ; Girard André, Agrodéveloppement SA ; Giron Robert, Valbé ; Guillouais Stéphane, CA 26 ; Harry Jean-Pierre, Agrodéveloppement SA ; Huard Maxime, BCEOM ; Huet Sabine, MRAD 68 ; Jolle Sébastien, Aqua-terra ; Lagriffoul Arnaud, PLER-groupe ESA ; Lalande Nadine, SEDE ; Lalevée Angélique, AESN ; Landais Vincent, Loire 21 ; Leduc Isabelle, consultante ; Maisonneuve Gwénaëlle, CA 82 ; Markiewicz Michel, Agrodéveloppement SA ; Mathieu Elisabeth, LDE 31 ; Mechin Gilles, CA 03 ; Ménégon Françoise, CA 71 ; Mindren Bourry Christelle, Geneopolis ; Moinaud Hervé, CRA Pays de la Loire ; Montagne Vanessa, TVD ; Montrozier Catherine, CA 05 ; Motte Catherine, MCEA 89 ; Moulin Thierry, MRAD 68 ; Mouquot Philippe, CA 33 ; Mozer Alexandre, CA 39 ; Nochez Véronique, CA 74 ; Pichard Patrick, DDE 87 ; Pinon-Guérin Philippe, CA 51 ; Piquet Agnès, ENITAC ; Rassineux Jacques, CA 86 ; Rémi Koller, ARAA ; Roure Samuel, Terra Sol ; Roussel Rachel, CA 39 ; Schultz Olivier, SMTS ; Sentex Michel, LDE 31 ; Six Pierre, SATEGE 59 ; Thierry Jean, SEDE ; Van de Kerchove Régis, CRA Lorraine ; Van Troys Eric, TVE ; Vauthier Benjamin, SEDE ; Zilliox Philippe, Valbé ; Wiart Jacques, ADEME.



### Résumé

Le stockage correct des boues d'épuration est l'un des facteurs-clés de la réussite des opérations d'épandage. Il s'agit trop souvent d'un chaînon faible, dont l'insuffisance contrarie par contrecoups une bonne gestion agronomique des matières à épandre. C'est un véritable point de progrès, crucial actuellement et pour l'avenir. Le texte propose les réflexions les plus actuelles en ce domaine et développe notamment l'intérêt de la notion de lot appliquée aux boues à épandre, avec les conséquences que cela induit dans la conception et la gestion des stockages.

### Abstract

A well-made design of sewage sludges storage is a key-factor for the success of land application operations. Too often, this step is a weak link that forbids a right agronomic management of fertilisation and sludge-treated soils. This article has been written by a committee of land engineers in order to investigate the numerous benefits related to batch management of sewage sludges and to analyse the manifold consequences on pattern of storages. A better storage appears to be the main way of progress for the next years in France.

### Bibliographie

ADEME, 2001, *Les boues chaulées des stations d'épuration municipales, Qualité, production et valeur agronomique*, ouvrage collectif réalisé en collaboration avec l'OIE, la chambre d'agriculture de Saône-et-Loire, et divers autres auteurs, ADEME Éditions, 224 p.

ADEME, INTER-AGENCES DE L'EAU, FNDAE, 1993, *Les différents procédés de stockage des boues d'épuration avant valorisation en agriculture*, ADEME Éditions, 124 p. + annexes.

ANJOU-RECHERCHE, CIRSEE, IRH-ENVIRONNEMENT, NANCIE, Faculté de pharmacie de Nancy, 2000, *Micropolluants organiques et germes pathogènes dans les boues résiduelles*, Rapport final, Avec le concours financier de l'Ademe, des Agences de l'eau et du ministère de l'Environnement, 247 p.

ANJOU-VALORISATION et ADEME, 1996, *Évolution de boues pâteuses en cours de stockage, Nature et importance des lixiviats*, Rapport dactylographié, 62 p. + photos, février 1996.

ANJOU-VALORISATION et ADEME, 1997, *Évolution de boues pâteuses en cours de stockage, Nature et importance des lixiviats (Poursuite des essais – simulation)*, Rapport dactylographié, 70 p. + photos.

DISTRICT URBAIN DE REIMS, SEDE, AESN et ADEME, 1992, *Analyse du comportement d'un stockage de boue et de ses jus d'écoulement, Expérimentation de mars 1991 à mars 1992*, Rapport d'étude dactylographié, 23 p., juillet 1992, Convention ANRED – District de Reims, 1991.

DISTRICT URBAIN DE REIMS, SEDE, AESN et ADEME, 1994, *Analyse du comportement d'un stockage de boue et de ses jus d'écoulement, Suite expérimentation mars 1993 – août 1993*, Rapport d'étude dactylographié, 12 p., février 1993, Convention ADEME - District de Reims.

ISWA, 2000, *Storage and transportation*, Chapitre III.7, rédigé par G. Leboucher, P. Fernandes, G. Coriton et E. Guibelin, Document ISWA.

LYONNAISE DES EAUX, CHAMBRE D'AGRICULTURE DE L'INDRE, AELB et ADEME, 1998, *Essai de chaulage de boues liquides*, Rapport dactylographié CA Indre, Étude réalisée avec l'aide financière de l'ADEME et par l'Agence de l'eau Loire-Bretagne.

MRAD du HAUT-RHIN et ADEME, 1998, *Évolution de la composition et du comportement de boues urbaines pâteuses au cours d'un stockage prolongé : comparaison entre stockages couverts et découverts*, Rapport dactylographié, 7 p. + annexes, août 1998, Anne Fayolle.

RIOTTE, M., et GROS, J., (STEREAU), 2000. Gestion automatisée du stockage des boues sur la station d'épuration de Besançon. *L'eau, L'Industrie, Les Nuisances*, n° 27, p. 49-51.

SIX, P., et PANTIGNY, L., 1993, *Étude portant sur le stockage des boues d'épuration en bout de champ*, Chambre d'agriculture du Nord, Rapport dactylographie, 6 p. + annexes.

VILLE DE BLOIS, AELB, CEO, 1996, *Définition des conditions de chaulage et de stockage des boues d'épuration*, Rapport d'étude, 60 p. + annexe.

VILLE DETOURS, SEDE, AELB et ADEME, 1998, *Analyse du comportement d'un stockage de boues au champ*, Rapport d'étude dactylographié, 30 p. + annexes, juin 1998.

WIART, J., BEISSON, C., BIRRAUX, D., DE GAIL, D., et MENEGON, F., 1997. Variation de la composition des boues chaulées au cours d'un stockage prolongé avant épandage en agriculture. *TSM*, 9, p. 47-56.