



21237



Agence de l'eau  
Rhin-Meuse

# matériels de reprise des boues résiduaires urbaines après stockage



**CONNAÎTRE POUR AGIR**  
Guides et cahiers techniques

Ademe



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



**B c m a** T R A M E





# Sommaire

---

AVANT-PROPOS	7
--------------	---

---

INTRODUCTION	9
--------------	---

---

<b>1 - LE CHARGEUR FRONTAL SUR TRACTEUR AGRICOLE</b>	<b>15</b>
1.1 - DESCRIPTION DU CHARGEUR FRONTAL	15
1.2 - CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES CHARGEURS FRONTAUX POUR TRACTEURS	15
1.3 - DÉTERMINATION DE LA FORCE DE LEVAGE D'UN CHARGEUR	17
<b>1.3.1 - Principes de base déterminant la force de levage</b>	17
<b>1.3.2 - Les autres paramètres caractérisant les possibilités d'un chargeur</b>	18
1.4 - DES PROBLÈMES MÉCANIQUES À NE PAS SOUS-ESTIMER	19
1.5 - LES OPTIONS EN ÉQUIPEMENTS ET ACCESSOIRES	19
<b>1.5.1 - Le cadre d'attelage automatique</b>	19
1.5.2 - Indicateur de niveau	20
<b>1.5.3 - Maintien de la position horizontale de la benne pendant son élévation</b>	21
1.5.4 - Branchement des circuits hydrauliques	21
<b>1.5.5 - Clapet anti-choc</b>	21
<b>1.5.6 - Commande des mouvements du chargeur</b>	22
<b>1.5.7 - Pesée du chargement</b>	22
1.6 - COMPARAISON DES CARACTÉRISTIQUES ET DES PERFORMANCES ENTRE CONSTRUCTEURS	23
1.7 - PERFORMANCES DES MATÉRIELS	23
1.8 - PRECAUTIONS À PRENDRE LORS DE L'UTILISATION DU CHARGEUR FRONTAL	24
1.9 - DÉTERMINATION DU COÛT D'UTILISATION D'UN TRACTEUR ÉQUIPÉ D'UN CHARGEUR FRONTAL	24

---

<b>2 - LES CHARGEURS AUTOMOTEURS À BRAS TÉLESCOPIQUE</b>	<b>27</b>
2.1 - DESCRIPTION ET PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT	27
2.2 - PERFORMANCES DES CHARGEURS AUTOMOTEURS À BRAS TÉLESCOPIQUE	28
2.3 - DÉTERMINATION DU COÛT D'UTILISATION D'UN CHARGEUR AUTOMOTEUR À BRAS TÉLESCOPIQUE	29

<b>3-</b>	<b>AUTRES TYPES D'ÉQUIPEMENTS POUR LA REPRISE</b>	
	<b>DES BOUES PELLETABLES</b>	<b>31</b>
3.1	- LES TRACTOPELLES	31
3.2	- LES CHARGEUSES SUR PNEUS À CHASSIS ARTICULÉ OU NON	31
3.3	- LES CHARGEURS COMPACTS À CHANGEMENT DE DIRECTION PAR RIPAGE	32
3.4	- LES MINI-CHARGEURS	33
3.5	- GRUES PORTÉES OU SEMI-PORTÉES SUR TRACTEUR	33
3.6	- LES CHARIOTS TOUT TERRAIN À MÂT	35
3.7	- LES AUTRES MODES DE REPRISE DES BOUES PELLETABLES	36
3.7.1	- <b>Chargeur épandeur automoteur</b>	36
3.7.2	- <b>Grappin de reprise coulissant sur monorail</b>	36
3.7.3	- <b>Déversement direct de la remorque dans l'épandeur</b>	37
<b>4-</b>	<b>CHOIX DU TYPE DE MATÉRIEL ET DE L'ORGANISATION DU CHANTIER</b>	
	<b>DE TRANSPORT OU D'ÉPANDAGE DES BOUES PELLETABLES</b>	<b>39</b>
4.1	- COMPARAISON DES DIFFÉRENTS MATÉRIELS	39
4.2	- APPROCHE DU TEMPS ANNUEL D'UTILISATION	43
4.3	- TEMPS DE REMPLISSAGE D'UN MATÉRIEL DE 10 TONNES	43
4.4	- NOMBRE DE REMORQUES NÉCESSAIRES POUR UNE UTILISATION EN CONTINU D'UN MATÉRIEL DE REPRISE	44
4.5	- SYNTHÈSE : PLAGE D'UTILISATION OPTIMALE DES DIFFÉRENTS MATÉRIELS DE REPRISE	46
<b>5-</b>	<b>QUELQUES ELEMENTS SUR LA REPRISE DES BOUES LIQUIDES</b>	<b>47</b>
5.1	- LES PRINCIPES DE BASE DU POMPAGE PAR TONNE À LISIER	47
5.2	- LES PERFORMANCES DE REMPLISSAGE	48
5.2.1	- <b>Débit de remplissage</b>	48
5.2.2	- <b>Temps de remplissage</b>	48
5.2.3	- <b>Taux de remplissage</b>	49
5.3	- L'INTÉRÊT DU BRAS DE POMPAGE AUTOMATIQUE SUR TONNE À LISIER	49
5.3.1	- <b>Les dispositifs en deux éléments séparés</b>	5
5.3.2	- <b>Les dispositifs en un seul élément</b>	5:
5.4	- LES AUTRES SYSTÈMES DE REPRISE DES BOUES LIQUIDES	5:
	<b>CONCLUSION</b>	<b>5:</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>5'</b>



---

FICHES :

CARACTÉRISTIQUES DES DIFFÉRENTS MATÉRIELS DE REPRISE  
DES BOUES PELLETABLES (Informations exactes au 31 décembre 1995)

57

**FICHE 1 : Chargeurs frontaux sur tracteurs agricoles**

**59**

**FICHE 2 : Chargeurs automoteurs à bras télescopique**

**69**

**FICHE 3 : Tracto-pelles**

**75**

**FICHE 4 : Chargeuses sur pneus**

**79**

**FICHE 5 : Chargeurs compacts**

**83**

**FICHE 6 : Mini-chargeurs**

**89**

**FICHE 7 : Grues portées et semi-portées**

**95**

---

ADRESSES UTILES :

CONSTRUCTEURS ET DISTRIBUTEURS DE MATÉRIELS DE REPRISE

99

---

COLLECTION ADEME

“VALORISATION AGRICOLE DES BOUES D’ÉPURATION URBAINE”

103



# Introduction

Les boues de station d'épuration sont produites toute l'année mais ne peuvent être apportées au sol qu'à des périodes restreintes du calendrier cultural : au printemps en mars-avril, ou après les récoltes estivales. La parution du Code des Bonnes Pratiques Agricoles, fin 1993, a renforcé les prescriptions en ce domaine. Une bonne valorisation des boues en agriculture nécessite donc de les stocker pendant plusieurs mois dans des ouvrages appropriés. La reprise de ces boues pour épandage demande de faire appel à des moyens de reprise efficaces, adaptés aux produits et aux quantités à manipuler.

## Choix de filière et cohérence des équipements

Entre la plus grosse station d'épuration qui produit quelque 140 000 tonnes de boues solides et celle qui ne produit que 500 m<sup>3</sup> de boues liquides, il existe toute une gamme d'installations dont l'équipement en matériels de reprise, de transport et d'épandage doit être judicieusement raisonné, tout en restant dans les limites financières du service d'assainissement. Le type de boues à produire et le choix des équipements retenus doivent notamment tenir compte des besoins spécifiques des agriculteurs sur leurs exploitations et de leurs spéculations (élevage, grandes cultures, cultures pérennes,...). Enfin, le choix de filière implique une parfaite compatibilité entre les différents équipements. De la production de la boue à l'épandage proprement dit, une ou plusieurs opérations de reprise peuvent intervenir (voir schéma page suivante). Ces points sont autant de goulets d'étranglement possibles, si la réflexion d'ensemble les a négligés.

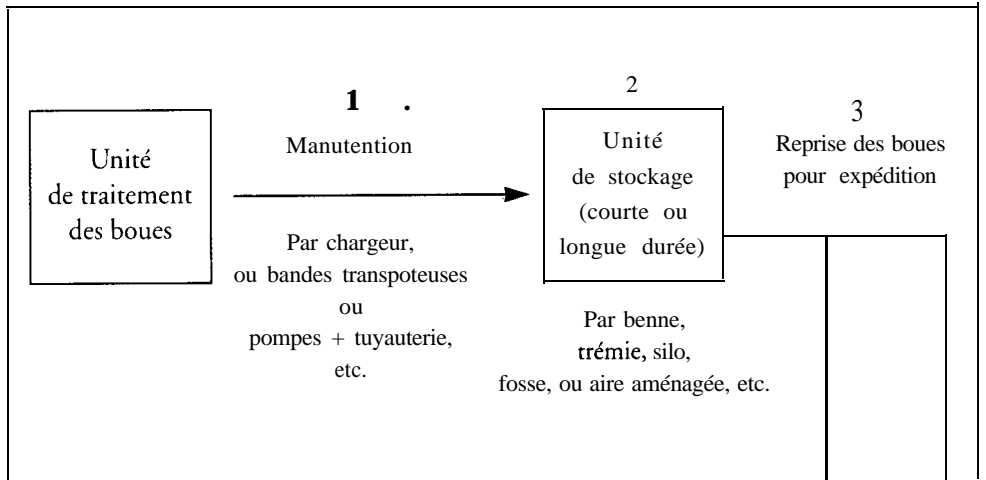
## États physiques des boues

Les boues se présentent sous différents états physiques : liquides, pâteux ou solides. Il existe aussi des boues pulvérulentes ou granulées, obtenues par séchage thermique, ainsi que des boues compostées présentant un aspect de "terreau". Si cette différence d'état a des conséquences importantes sur la conception des dispositifs de stockage ou le choix des matériels d'épandage, elle s'avère de moindre impact dans le cas des matériels de reprise. *Grosso-modo*, la simple distinction boues liquides / boues non liquides peut suffire : pour les boues liquides la reprise se fait par tonne à lisier, tandis que des chargeurs sont utilisés pour les boues pâteuses et solides ; d'où le terme générique de boues "pelletables" également donné à cette grande catégorie de boues. Le seul point délicat concerne les boues de viscosité intermédiaire entre l'état liquide et l'état pâteux. Pour ces produits "flasques",

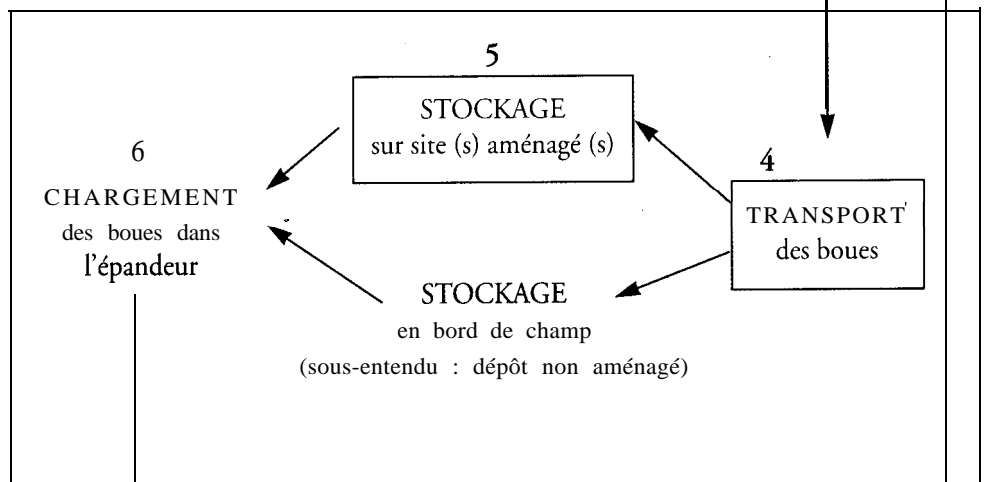
## LOGISTIQUE "STOCKAGE - REPRISE - ÉPANDAGE"

(Extrait de la brochure " Les différents procédés de stockage des boues d'épuration avant valorisation en agriculture". Collection ADEME, 1993).

### Etape 1 : sur le site de la station



### Etape 2 : à l'extérieur de la station



### Etape 3 : Épandage

(Cas d'un épandage direct à partir de la station)

des pompes spéciales sont nécessaires, tant pour la reprise que pour l'épandage. Mais, dans la mesure du possible, il faut éviter de produire ce type de boues.

La filière "boues liquides" concerne de nombreuses stations d'épuration en zone rurale : environ **80 %** du parc français de stations d'épuration est composé de ces petites unités. Les aspects techniques propres à cette filière sont donc importants. Le principe de la reprise des boues liquides par tonne à lisier a peu évolué ces dernières années. La pompe à vide donne satisfaction, sous réserve que les matières aspirées soient fluides et homogènes, et que soient respectées les lois de l'hydraulique. Quelques améliorations sont toutefois signalées dans ce document : la généralisation du branchement latéral et la percée des bras hydrauliques de pompage.

La reprise des boues pelletables demeure un point faible

Pour les stations de taille plus importante - à partir de 5 000 équivalents-habitants et plus particulièrement de plus de 10 000 équivalents-habitants - les filières "boues pelletables" deviennent courantes. Au cours des années **1980**, un grand nombre de ces stations ont abandonné la filière "boues liquides" au profit de la filière "boues pelletables", avec un avantage évident : les quantités à manipuler sont divisées par cinq. Mais trop souvent les aspects stockage, reprise et épandage ont été mal appréciés. Si, peu à peu, la filière s'est perfectionnée, d'abord sur le plan du matériel d'épandage puis sur celui du stockage, la reprise des boues demeure un point faible. Il est paradoxal d'observer, dans bien des chantiers, des chargeurs poussifs remplissant des épandeurs rutilants, et de perdre ainsi, en temps de chargement, ce qu'on a gagné en volume à épandre. Une tonne à lisier pompe 8 tonnes de liquide en 4 mn, alors qu'un chargeur sous-dimensionné remplit un épandeur de 8 tonnes en 20 mn, soit en 5 fois plus de temps !

Les différents matériels de reprise des boues pelletables

L'importance du problème de la reprise des boues pelletables a justifié que l'essentiel de la brochure soit consacré aux différents types de matériels adaptés à ces boues. Un certain nombre de points communs caractérisent cette famille de matériels : qu'il soit automoteur ou porté sur tracteur, le chargeur utilisé doit assurer la reprise du produit, son élévation au-dessus des ridelles de la remorque ou du camion de transport vers le champ ou le dépôt, son bennage dans la remorque ou le camion, avec un minimum de manoeuvres et de déplacement entre le tas et le matériel de transport. Compte tenu de la consistance des boues, celles-ci sont manipulées de préférence avec un godet ou une benne placée à l'extrémité du ou des bras du chargeur.

Tous ces matériels de chargement fonctionnent en utilisant la force hydraulique fournie le plus souvent par une pompe entraînée par le moteur du tracteur ou de l'automoteur. Cette pompe alimente, au travers de distributeurs, des vérins simple ou double effets. Les performances de ces systèmes hydrauliques sont fonction des caractéristiques de débit et de pression de la pompe mais aussi du diamètre des vérins. L'ensemble chargeur plus automoteur ou tracteur constitue un tout dont l'équilibre est constamment modifié quand la charge se déplace, se lève, descend, etc.

Le matériel doit être conçu de façon à ce que le chauffeur ne puisse pas se trouver dans des situations dangereuses. C'est relativement plus facile à réaliser avec un chargeur automoteur à bras télescopique qu'avec un ensemble chargeur frontal tracteur.

## Plan de la brochure

Cette étude dresse un inventaire le plus complet possible des principaux équipements existant sur le marché. Toutefois, deux catégories de chargeurs sont fréquemment employées :

- les chargeurs frontaux à deux bras, montés sur tracteurs agricoles (chapitre 1).

Un développement approfondi a été fait sur cette catégorie de matériels, car elle est fort utilisée dans les stations d'épuration de petite et moyenne taille, sans être toujours optimisée sur le plan des performances de débit et des équipements nécessaires.

- les chargeurs automoteurs à bras télescopique (chapitre 2), qui font une forte percée dans le secteur agricole depuis quelques années.

Par ailleurs, on peut aussi trouver dans des stations importantes des tracto-pelles équipés d'une pelle rétro et, surtout, des chargeuses sur pneus dont les performances élevées permettent de limiter le temps consacré à la manutention des boues (chapitre 3). Dans quelques cas particuliers, il existe des matériels de taille beaucoup plus modeste :

- chargeurs frontaux montés sur mini-chargeurs ou chargeurs compacts,
- chariot tout terrain à mât.

Ils ne sont employés généralement que pour travailler dans des endroits difficiles d'accès avec les équipements classiques. Souvent la hauteur de levage de la benne de ces équipements est trop faible pour remplir remorques et camions, sauf à prévoir un quai de chargement. Pour être complet, il faut signaler les grues portées ou semi-portées sur tracteur agricole et les grues automotrices, qui sont des moyens de chargement assez rarement utilisés en France dans les chantiers d'épandage de boues, mais présentent des atouts intéressants.

L'ensemble de ces matériels permet de répondre aux besoins de publics variés allant de l'agriculteur à la compagnie fermière en passant par la collectivité locale ou la CUMA. Des éléments de méthode pour comparer les différents matériels sont proposés dans le chapitre 4.

Pour chaque type de matériel nous avons procédé à une description du matériel et de ses possibilités sous forme de fiches rassemblant les caractéristiques techniques principales et indiquant un ordre de prix. Ces fiches ne concernent que les boues pelletables et sont regroupées en fin de document pour ne pas surcharger le texte principal. Elles peuvent se lire indépendamment du reste de la brochure.

Les tableaux formant les fiches ont été réalisés en s'appuyant sur les informations fournies par les constructeurs, suite à l'envoi d'un courrier précisant les objectifs de l'étude. Les renseignements fournis sont plus ou moins complets selon les



constructeurs et, de ce fait, il n'a pas toujours été possible de renseigner systématiquement toutes les rubriques d'un tableau. La multiplicité des options, quoique intéressante pour le client, complique les comparaisons et ne permet pas d'indiquer très facilement des prix indicatifs. La difficulté est toujours de fournir les informations les plus judicieuses pour faciliter le choix. Enfin, quelques éléments sur la reprise des boues liquides par tonne à lisier sont exposés dans le chapitre **5**.

Depuis la date de recueil des informations et celle de parution de ce document, les données techniques présentées ici ont sans doute déjà évolué. Régulièrement, les modèles se perfectionnent et des innovations apparaissent. Aussi, notre souci est avant tout de contribuer à la qualité des opérations de terrains concernant la reprise des boues, par la diffusion d'un certain "bagage technique" à travers cette brochure, pour contribuer sur ce point précis de la reprise des boues à la qualité des opérations de terrain.

**Les informations sur les caractéristiques techniques  
des différents matériels ont été arrêtées au 31 décembre 1995.**

# Conclusion

La notion de “filière” peut se définir comme un ensemble cohérent d’éléments s’intégrant logiquement les uns aux autres, dans un enchaînement bien déterminé. Le choix privilégié d’une filière donnée par rapport à une autre relève, en matière de recyclage agricole des boues, de l’étude préalable de faisabilité des épandages. Parmi les différents points traités dans une telle étude, au premier rang desquels figurent les considérations sanitaires et agronomiques, les aspects logistiques doivent tenir toute leur place. Les options matérielles retenues sont alors justifiées et décrites avec précision.

Cette phase de réflexion préalable à l’action n’est jamais superflue, quelle que soit la taille de la station d’épuration, Il y a toujours un équilibre à trouver entre le type de boues à produire, les besoins en équipements à prévoir, et les capacités financières du maître d’ouvrage. Dans la séquence des équipements retenus, il suffit d’un maillon faible pour la fragiliser globalement. Ainsi, prévoir une filière “boues pelletables” en omettant de raisonner, soit le stockage, soit la reprise, soit le matériel d’épandage revient à hypothéquer tout l’espoir mis dans les investissements prévus ou déjà réalisés. Peut-être vaut-il mieux alors retenir une autre filière, moins coûteuse, moins prestigieuse éventuellement, mais donnant de meilleurs gages de fonctionnalité,... sans obérer cependant la nécessaire et légitime intégration des contraintes agricoles.

Les études de faisabilité sont courantes pour les grandes stations d’épuration, tant en raison de l’importance des sommes en jeu, que des routines de travail des services techniques. Pour les stations plus petites, cette phase d’étude peut apparaître lourde et paperassière. Souvent, l’exemple d’une réalisation voisine sert de modèle, avec ses qualités, mais aussi ses défauts. Aussi n’est-il pas inutile de remettre à plat les options possibles pour valider, avec recul et objectivité, le choix final à retenir. Cette étude peut prendre la forme d’un simple “examen de faisabilité”, comportant la vérification de quelques points-clefs, dont la reprise des boues.

Les abords du lieu de stockage, à la station ou dans les champs, doivent également être conçus pour faciliter les manoeuvres, tant du moyen de chargement que des remorques. Si dans les installations anciennes il n’est pas toujours facile d’accéder avec le matériel utilisé aujourd’hui, ces erreurs de conception ne doivent plus exister dans les stations récentes. Il est même souhaitable de prévoir un peu large pour faire face à une éventuelle augmentation de capacité des équipements.

Le présent document a montré les options possibles en matière de reprise des boues d'épuration. Une dizaine d'équipements différents sont proposés sur le marché. Dans le cas des boues liquides et si le stockage est enterré, le bras de pompage s'impose pour réaliser un travail dans de bonnes conditions de confort. Pour les boues pâteuses ou solides, le chargeur frontal et l'automoteur à bras télescopique sont les deux matériels les plus polyvalents et les plus fréquemment utilisés. Tous les autres matériels peuvent permettre de trouver une solution, dans une situation particulière. Sur l'ensemble de ces matériels, un effort remarquable d'innovation a été fait par les constructeurs. La pesée électronique sur chargeur est sans doute un accessoire à retenir systématiquement à l'avenir. D'un coût abordable, elle facilite le décompte des masses manipulées et le suivi des débits de chantiers.

La location a également été montrée comme un moyen astucieux et commode de bénéficier d'un chargeur aux performances professionnelles, sans avoir à assumer les coûts d'investissement et les charges de maintenance.

Enfin, des chronométrages de chantiers s'avèrent souvent fort instructifs pour identifier les points faibles dans l'organisation logistique existante, et réorienter certaines options initiales.