



# Panorama des techniques de traitement des Déchets d'Assainissement

- Matières de Vidange
- Déchets Gras
- Déchets Sableux



## LE MOT DU PRÉSIDENT

---

Les ouvrages d'assainissement (réseaux publics de collecte, stations d'épurations, chambres à sable, bacs dégraisseurs, fosses septiques, ...) doivent être entretenus régulièrement pour assurer leur bon fonctionnement et limiter l'impact des eaux usées sur le système d'assainissement et sur le milieu naturel.

Ces entretiens génèrent des volumes importants de déchets d'assainissement (matières de vidange, déchets gras, déchets sableux) dont les exutoires sont à ce jour jugés insuffisants sur le territoire national.

Pour répondre à la préoccupation des entreprises et de leurs partenaires sur cette question à l'interface du cycle de l'eau et de la gestion des déchets, la FNSA (Fédération Nationale des Syndicats de l'Assainissement et de la maintenance industrielle) et le SNEA (Syndicat National des Entreprises de services d'hygiène et d'Assainissement) ont pris deux initiatives, à savoir :

1. assurer le recensement national des sites d'accueil et de traitement des déchets d'assainissement, en partenariat avec l'ADEME, dont les résultats sont disponibles sur le site Internet [www.sinoe.org](http://www.sinoe.org),
2. rédiger le présent guide dont l'objectif est de recenser les techniques de traitement des déchets d'assainissement.



Je tiens à remercier et féliciter toutes les personnes qui ont contribué à ce travail et vous souhaite une bonne lecture.

**Patrick BROUD**

*Président de la FNSA*

# Sommaire

COMMENT UTILISER CE GUIDE ?	4
AVERTISSEMENTS	5
GLOSSAIRE	6
INTRODUCTION	9
DOMAINE D'APPLICATION • LISTE DES DÉCHETS CONCERNÉS	10
TECHNIQUES ET FILIÈRES PAR CATÉGORIE DE DÉCHET	11
TECHNIQUES DE TRAITEMENT	12
▶ <b>Traitements physico-chimiques</b>	<b>12</b>
> COAGULATION-FLOCCULATION	13
> SÉPARATION PHYSIQUE : <i>décantation gravitaire et flottation</i>	16
> DÉCANTATION DYNAMIQUE	23
> DÉSHYDRATATION	26
> LAVAGE DE SABLE	28
▶ <b>Traitements biologiques</b>	<b>32</b>
> COMPOSTAGE	33
> MÉTHANISATION DES BOUES	37
> AIRE DE PAILLAGE	40
> CULTURES LIBRES : <i>le lagunage et les réacteurs biologiques</i>	43
> CULTURES FIXÉES : <i>l'épandage et des filtres plantés</i>	49
REMERCIEMENTS	57

# Comment utiliser ce guide ?

**R**éduire, traiter, valoriser. Tels sont les enjeux environnementaux actuels auxquels nous sommes tous sensibilisés. Les déchets d'assainissement présentent des caractéristiques intrinsèques différentes, diversifiant ainsi les techniques de traitement et de valorisation applicables.

Cet ouvrage décrit les différentes étapes d'une filière d'élimination des déchets en présentant dans une première partie les techniques de traitement physico-chimiques puis les techniques de traitement biologiques.

Le glossaire en début d'ouvrage permet de définir les termes utilisés dans ce guide. Les définitions sont volontairement rédigées dans une optique « déchet ».

Les pages qui suivent vous invitent à découvrir différentes filières de traitement adaptées aux déchets d'assainissement. Elles s'adressent suivant leurs caractéristiques, aux matières de vidange, déchets gras ou aux déchets sableux ; certaines acceptant plusieurs typologies de déchets.

Pour orienter votre recherche, un tableau de synthèse a été élaboré et vous est proposé en page 11. Nous vous invitons à en prendre connaissance avant de commencer votre lecture. Vous verrez ainsi d'un coup d'œil les types de déchets acceptés par chaque filière et les possibilités d'unités mobiles qui en découlent.

Suivant les filières, les déchets peuvent ne pas être acceptés « bruts » mais nécessiter un pré-traitement. Dans cette hypothèse, il en sera clairement fait mention dans le détail des fiches.

Etant donné l'hétérogénéité des déchets et l'importance du contexte géographique, vous ne trouverez pas dans ces pages de coûts de traitement des déchets.

Pour identifier les centres de traitement vous intéressant plus particulièrement, nous vous conseillons d'utiliser la base de données SINOE disponible sur Internet (<http://www.sinoe.org>). Ce site vous permettra de trouver les coordonnées des interlocuteurs qui pourront venir compléter les informations présentes dans cet ouvrage par leur expertise de terrain.





La vocation de ce document est d'être un outil simple et pratique à destination des personnes travaillant dans le domaine de l'assainissement, et intéressées par les différentes techniques identifiées pour le traitement des déchets d'assainissement.

Il s'agit d'un recueil d'informations, destiné à faire connaître les techniques de traitement et le cas échéant être considéré comme un outil d'aide à la décision.

Ce document n'est pas exhaustif et ne peut en aucun cas être considéré comme une référence scientifique pour la conception, le dimensionnement, la mise en œuvre ou l'entretien d'ouvrages et d'équipements.

Les informations fournies dans ce guide sont volontairement synthétiques. Leur utilisation dans le cadre d'un projet implique systématiquement la participation active d'un tiers expert.

Des éléments complémentaires pourront/devront être recherchés au cas par cas, notamment selon les contraintes locales (environnementales, techniques et réglementaires).

La FNSA et le SNEA, rédacteurs du présent ouvrage, ne sauraient en aucun cas être tenus pour responsables d'un choix technique et/ou économique conséquent à sa lecture.

Par ailleurs, des démarches administratives sont nécessaires auprès des administrations (Préfecture, mairie...) pour obtenir les autorisations préalables à la réalisation d'unités de traitement (autorisation préfectorale, permis de construire, convention de déversement...). Ces autorisations imposent à l'exploitant un certain nombre d'obligations qu'il doit satisfaire, entre autres : contrôle d'acceptation des déchets entrants, contrôle des sous-produits et effluents issus des unités de traitement, maîtrise des impacts environnementaux (air, sol, eau, déchets,

intégration paysagère), bilans de fonctionnement.

Ces aspects non abordés dans ce document ne doivent pas être oubliés dans le cadre d'une réflexion sur la mise en place d'exutoires.

Enfin, avant de concevoir une filière de traitement, il est important de bien connaître l'origine et les caractéristiques des déchets à traiter et d'identifier les exutoires des sous-produits issus du traitement. Cela déterminera les traitements applicables.



► Installation de filtres plantés dans le Bas-Rhin

# Glossaire

<b>Aérobic</b>	Condition remplie en présence d'oxygène libre et lié.
<b>Amendement</b>	Apport d'un produit fertilisant destiné à améliorer la qualité des sols.
<b>Anaérobic</b>	Condition remplie en l'absence d'oxygène libre et lié (nitrates, nitrites, sulfates...).
<b>Anoxie</b>	Condition remplie en l'absence d'oxygène libre mais en présence d'oxygène lié.
<b>Assainissement non collectif (ANC)</b>	Système d'assainissement effectuant la collecte, le traitement et l'évacuation des eaux usées domestiques des immeubles non raccordés au réseau public de collecte.
<b>Coagulant</b>	Produit chimique ajouté afin de déstabiliser des suspensions ou des émulsions.
<b>Combustion</b>	Réaction chimique exothermique, c'est-à-dire accompagnée d'une production d'énergie sous forme de chaleur entre un combustible (ex: papier) et un comburant (ex: dioxygène). La combustion est effectuée dans l'enceinte de chaudières où le déchet a acquis un statut de combustible. C'est une filière de valorisation privilégiée pour les graisses qui ont un pouvoir calorifique élevé.
<b>Cultures fixées</b>	Procédé de traitement biologique consistant à utiliser le métabolisme des micro-organismes comme mode épuratoire des eaux usées. Ces micro-organismes sont fixés sur des supports rigides au lieu d'être en suspension dans le liquide. Pour obtenir le contact entre les eaux à épurer et les micro-organismes, les supports sont par exemple arrosés des eaux à épurer dans le cas des lits bactériens ou plongés directement dans le volume à épurer comme pour les disques biologiques.
<b>Cultures libres</b>	Même définition que précédemment à l'exception que les micro-organismes sont libres. Remarque: dans les deux types de cultures, il peut s'agir de micro-organismes vivant en aérobic ou anaérobic. Dans tous les cas, le choix est fixé par les paramètres physico-chimiques du milieu dans lequel ils se trouvent.
<b>Déchet d'assainissement</b>	Déchets résultant du fonctionnement ou de l'entretien des dispositifs de collecte, de prétraitement et d'épuration des eaux usées.
<b>Déchet gras (G)</b>	Déchets d'assainissement issus de l'entretien des dispositifs de prétraitement des eaux usées chargées de graisses, issues des ateliers de préparation de repas (restaurants, traiteurs, charcuteries...), d'industries agro-alimentaires, ou en amont des stations d'épuration urbaines: bacs dégraisseurs, séparateurs à graisse, flottateurs, déshuileurs-dégraisseurs... Les déchets sont très chargés en matières organiques (lipides hydrophobes,...), dont la densité est inférieure à celle de l'eau.
<b>Déchet sableux (S)</b>	Déchets d'assainissement issus de l'entretien des ouvrages du système de collecte (chambres à sable, collecteurs, bassins d'orage...), de traitement des eaux usées (dessableurs), ou de l'entretien des voiries (balayures de voirie). Très chargés en matière minérale (environ 80% de la matière sèche globale), leur densité est supérieure à celle de l'eau.
<b>Dégrilleur</b>	Appareil mécanique destiné à séparer et éliminer les macrodéchets des déchets entrants.

# Glossaire (suite)

<b>Dessableur</b>	Appareil mécanique destiné à séparer et éliminer les graviers, sables ou matières minérales similaires aux déchets entrants.
<b>Eaux usées</b>	Toutes combinaisons d'eaux en provenance d'activités domestiques, industrielles ou commerciales, d'eaux de ruissellement, et accidentellement d'eaux d'infiltration.
<b>Digestat</b>	Résidu, ou déchet « digéré », issu de la méthanisation des déchets organiques. Il est constitué de bactéries excédentaires, de matières organiques non dégradées et de matières minéralisées.
<b>Effluent</b>	Terme générique désignant une eau usée urbaine ou industrielle, et plus généralement tout rejet liquide véhiculant une certaine charge polluante.
<b>Équivalent - Habitant (EH)</b>	Unité d'évaluation de la pollution non domestique par référence à une pollution domestique fixée par la Directive européenne « Eaux résiduaires urbaines » du 21 mai 1991 à 60 g de DBO5 par habitant et par jour. Il peut aussi se définir par d'autres paramètres : 130-145 g DCO/j, 55-70 g de MES, 15g de NTK ...
<b>Fermentescible</b>	Composé exclusivement de matière organique biodégradable.
<b>Floculant</b>	Produit chimique ajouté afin de produire des agrégats (flocs) ou pour accroître la taille ou la cohésion des flocs.
<b>Flottateur</b>	Ouvrage d'épaississement des boues par remontée en surface des matières en suspension, sous l'effet de l'entraînement par un gaz..
<b>Incinération</b>	Méthode de traitement thermique des déchets qui consiste en une combustion des matières à éliminer. Les fumées qui se dégagent sont traitées spécifiquement ainsi que les déchets produits (mâchefers, résidus d'épuration des fumées...). La chaleur dégagée par l'incinération fait l'objet de valorisation énergétique (production de chaleur et/ou électricité) dans la plupart des unités.
<b>Intrinsèque</b>	Propre à lui-même.
<b>Lixiviat</b>	Liquide résiduel provenant de la percolation de l'eau à travers des matériaux chargés de substances polluantes minérales et organiques.
<b>Matières de vidange (MV)</b>	Boues et graisses extraites des installations d'assainissement non collectif.
<b>Matières en suspension</b>	Ensemble des particules minérales et/ou organiques présentes dans une eau naturelle ou usée.
<b>Matières organiques</b>	Matières carbonées produites par les êtres vivants (glucides, protéides, lipides,...) souvent biodégradable.
<b>Micro-organismes</b>	Organismes vivants microscopiques (bactéries, protozoaires, algues...)
<b>Plan d'épandage</b>	Dossier répondant à un ensemble de procédures fixées réglementairement pour l'épandage des boues (MV, boues de STEP), des digestats sur des sols agricoles par exemple.
<b>Procédé extensif</b>	Mode de traitement adapté en France aux eaux usées des petites et moyennes collectivités (pollution inférieure à 2000-5000 EH). Ex: lagunage
<b>Procédé intensif</b>	Mode de traitement adapté en France aux eaux usées des moyennes et grandes collectivités (pollution supérieure à 2000-5000 EH). Ex: station d'épuration

<b>Remblaiement</b>	<p>Ajout de matériaux de terrassement mis en œuvre par compactage et destinés à surélever le profil d'un terrain ou à combler une fouille.</p> <p>C'est en outre un moyen de valoriser des déchets sableux. Une fois criblés, lavés et essorés, leur siccité est comprise entre 82 et 90% et leur teneur en matière organique généralement comprise entre 3 et 5%. Ces sables sont alors valorisables, après agrément officiel du Ministère de l'Ecologie pour l'utilisation en techniques routières (remblaiement ou couche de forme), selon leurs qualités ou leurs caractéristiques.</p>
<b>Siccité</b>	<p>Pourcentage massique de matière sèche.</p>
<b>Stockage (installation de)</b>	<p>Installation classée recevant des déchets ultimes c'est à dire non valorisables dans les conditions techniques et économiques du moment.</p> <p>On distingue plusieurs types d'installations en fonction des déchets accueillis:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ISDI : Installation de Stockage des Déchets Inertes (ancien CET classe 3) --&gt; on appelle déchets inertes, les déchets qui ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune autre réaction physique, chimique ou biologique de nature à nuire à l'environnement (ex: déchets des mines et carrières)</li> <li>- ISDnD : Installation de Stockage des Déchets non Dangereux (ancien CET classe 2) --&gt; ex: résidus plastiques papiers des centres de tri</li> <li>- ISDD : Installation de Stockage des Déchets Dangereux (ancien CET classe 1) --&gt; ex: résidus d'épuration des fumées d'incinération.</li> </ul> <p>Les déchets, en se dégradant, peuvent libérer des gaz communément appelés «biogaz». Ces gaz peuvent être valorisés énergétiquement.</p> <p>Les eaux rentrées en contact avec les déchets sont chargées et appelées «lixiviats». Les lixiviats font l'objet d'un traitement spécifique des eaux usées.</p>
<b>Traitement primaire</b>	<p>Traitement des eaux usées par un procédé physique et/ou chimique comprenant la décantation des matières solides en suspension ou par d'autres procédés par lesquels la DBO5 des eaux usées entrantes est réduite d'au moins 20 % avant le rejet et le total des matières solides en suspension des eaux usées entrantes est réduit d'au moins 50 %.</p>
<b>Traitement secondaire</b>	<p>Traitement des eaux usées par un procédé comprenant généralement un traitement biologique avec décantation secondaire ou par un procédé permettant de répondre aux conditions de rejet vers le milieu naturel fixées dans la réglementation en vigueur.</p>
<b>Traitement tertiaire</b>	<p>Procédé complémentaire permettant une épuration plus poussée que celle obtenue à la suite d'un traitement primaire et secondaire en vue d'atteindre un niveau de traitement de qualité supérieure à ce que l'on pourrait normalement attendre d'un traitement secondaire. Le traitement tertiaire peut viser un enlèvement plus poussé pour des paramètres conventionnels comme les matières en suspension ou encore viser certains paramètres pour lesquels il y a peu d'enlèvement dans un traitement secondaire, comme le phosphore.</p>

# Domaine d'application

- La liste suivante est basée sur l'annexe II de l'article R. 541-8 du Code de l'Environnement et le décret N°2002-540 du 18 avril 2002, relatif à la classification des déchets (JO du 20 avril 2002).
- Les intitulés relatifs à l'origine des déchets sont volontairement adaptés aux ouvrages dont sont extraits les déchets d'assainissement.

Type de déchet	Origine	N° de Rubrique
<b>Matières de vidange</b>	Boues de fosses septiques et graisses issues des bacs à graisse des installations d'ANC	20 03 04
<b>Déchets gras</b>	Mélange de graisses et d'huiles (restaurant, traiteur, commerce,...)	19 08 09
	Mélange de graisses et d'huiles issues du prétraitement de stations d'épuration des eaux usées urbaines	19 08 09
	Déchets gras issus de l'industrie de transformation de la viande, des poissons et des autres aliments d'origine animale (à l'exception des établissements présentant un risque lié au prion)	02 02 01 02 02 04
	Déchets gras issus de l'industrie de transformation des légumes, des céréales, des huiles alimentaires, du cacao, de la production de conserves,...	02 03 01 02 03 05
	Déchets gras issus de l'industrie de transformation des produits laitiers	02 05 02
	Déchets gras issus de l'industrie de boulangerie, pâtisserie, confiserie	02 06 03
	Déchets gras issus de l'industrie des cosmétiques	07 06 12
	Huiles et matières grasses alimentaires	20 01 25
<b>Déchets sableux</b>	Déchets issus des réseaux d'assainissement public	20 03 06
	Déchets issus du balayage des voiries publiques	20 03 03
	Sables issus du prétraitement de stations d'épuration des eaux usées urbaines	19 08 02
	Mélanges de déchets provenant de dessableurs	13 05 08
	Autres déchets sableux	
		20 02 03

# Techniques et filières

**TABLEAU DE SYNTHÈSE DES TECHNIQUES ET FILIÈRES ADAPTÉES  
POUR LES MATIÈRES DE VIDANGE (MV), DÉCHETS GRAS (G) ET DÉCHETS SABLEUX (S)**

		Page	Matières de Vidange	Déchets gras	Déchets sableux
Techniques de traitement physico-chimique	Coagulation-floculation	13	F & M	F & M	
	Séparation physique	16	F & M	F & M	F & M
	Décantation dynamique	23	F & M	F & M	F & M
	Déshydratation	26	F & M	F & M	
	Lavage de sable	28			F & M
Techniques de traitement biologique	Compostage	33	F	F	
	Méthanisation	37	F	F	
	Aire de paillage	40	F	F	
	Lagunage	44	F	F	
	Réacteurs biologiques	46	F	F	
	Épandage	50	F		
	Filtres plantés	53	F		
Filières de valorisation et/ou d'élimination	Incinération/Combustion		F	F	
	ISDI				F
	ISDnD		F	F	F
	Remblaiement				F
	Sous-couche routière				F

## LÉGENDE

	• Possible		• « Impossible » ou non recommandé dans l'état des connaissances actuelles	• M : unité Mobile réalisable • F : unité Fixe
--	------------	---	--	---

## TRAITEMENTS PHYSICO-CHIMIQUES



▶ Coagulation-floculation.....	13
▶ Séparation physique: décantation gravitaire et flottation.....	16
• DÉCANTATION GRAVITAIRE.....	16
• FLOTTATION.....	21
▶ Décantation dynamique.....	23
▶ Déshydratation.....	26
▶ Lavage de sable.....	28

## COAGULATION - FLOCCULATION

### Conditions d'admission des déchets d'assainissement :

- MV : brutes (après dégrillage/dessablage)
- G : brutes
- S : non admis

### Filières d'élimination ou de valorisation des sous produits sortants :

- Déshydratation (page 26) ; Séparation physique (page 16), Décantation dynamique (page 23) ; Lagunage (page 44) ; Réacteurs biologiques (page 46) ; Compostage (page 33) ; Filtres plantés (page 53)

### PRINCIPE

La coagulation-floculation est une technique de prétraitement physico-chimique, qui consiste à injecter des produits chimiques appelés « coagulant » ou « floculant » à des eaux brutes pour agglomérer les particules en suspension entre elles et favoriser leur décantation.

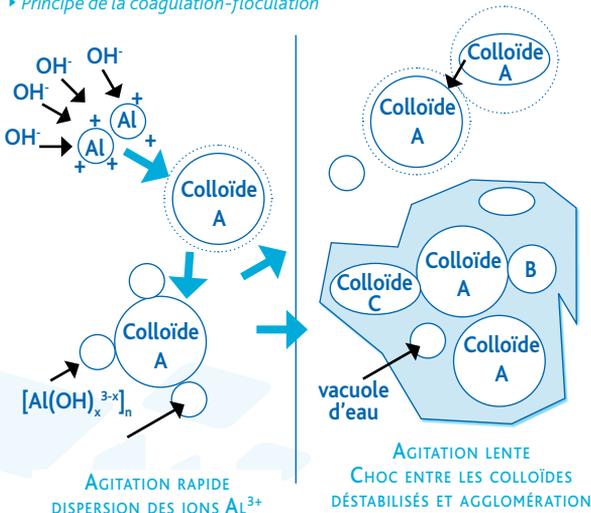
#### Ⓜ Elle a lieu en trois étapes :

1. Hydrolyse du coagulant ajouté
2. Coagulation
3. Floculation

La coagulation a pour objectif de « déstabiliser » les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. Cette opération se caractérise par l'injection et la dispersion de produits chimiques (ajout de sels métalliques en général) appelés coagulants.

La floculation a pour objectif de favoriser les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former des floccs qui peuvent être éliminés par décantation, flottation ou filtration. Les floculants sont des produits chimiques utilisés comme adjuvants. Ils favorisent l'agglomération des floccs. Leur emploi conduit à améliorer la qualité de l'eau interstitielle et la concentration des boues produites.

#### ► Principe de la coagulation-floculation



Ce type de traitement assure une bonne rétention des particules en suspension. Cependant son efficacité vis à vis de la pollution dissoute reste très limitée. La mise en place seule d'une technique de coagulation-floculation ne garantit pas l'obtention d'un effluent épuré conforme aux prescriptions applicables au rejet des eaux usées industrielles. L'élimination de la charge polluante dissoute nécessite la mise en œuvre d'un traitement complémentaire des effluents recueillis généralement par traitement biologique aérobie.

## TECHNIQUES DE MISE EN PLACE DE LA COAGULATION-FLOCCULATION

### Ⓣ Détermination du bon coagulant/floculant: les essais « Jar tests »

La concentration, les volumes de coagulant ou floculant à ajouter sont estimés par des essais appelés « Jar tests ».

L'échantillon d'eaux brutes est réparti dans 6 béchers. Ces derniers sont placés dans un flocculateur avec agitation réglable.

Plusieurs essais sont réalisés:

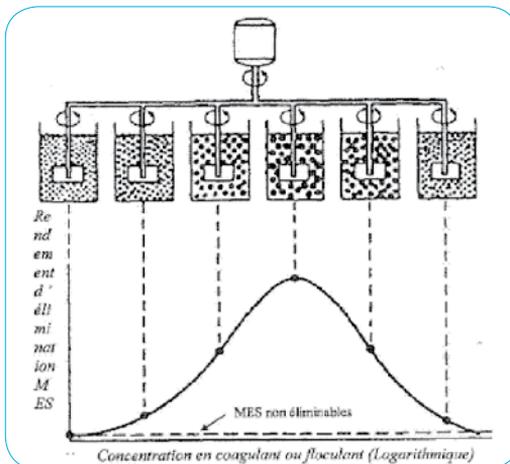
1. détermination du bon coagulant/floculant à pH fixe
2. concentration de coagulant fixe/pH variable pour trouver le pH optimal
3. variation de la concentration en coagulant/floculant à pH fixe pour déterminer la concentration optimale

L'appréciation des essais est visuelle; on note alors:

- en fin d'agitation: la quantité, la taille, l'aspect des floccs formés
- après l'arrêt de l'agitation: l'aptitude à sédimenter, la vitesse de chute des particules.

Une filtration séparant la phase liquide de la phase solide permettra d'obtenir les floccs et d'évaluer leur résistance à une déshydratation future.

Les essais « Jar tests » peuvent donc être combinés à des essais de déshydratation.



► Schéma de principe des essais Jar Test

### Ⓣ Dispositifs d'injection

Plusieurs dispositifs d'injection de coagulant sont possibles:

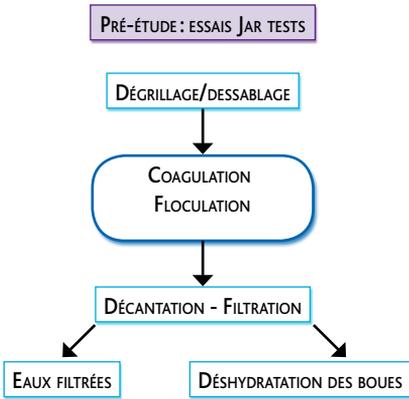
- conduite turbulente
- réacteur à pâles tournantes
- réacteur à insufflation d'air
- réacteur avec plusieurs chicanes
- chute d'eau

Le temps de réaction des effluents bruts avec le coagulant est de quelques minutes. La coagulation doit se faire à agitation rapide.

Les dispositifs utilisés pour flocculer sont des systèmes d'agitation mécanique ou des lits de boues. Les temps de réaction sont supérieurs à ceux de la coagulation et de l'ordre de 15 à 30 minutes.

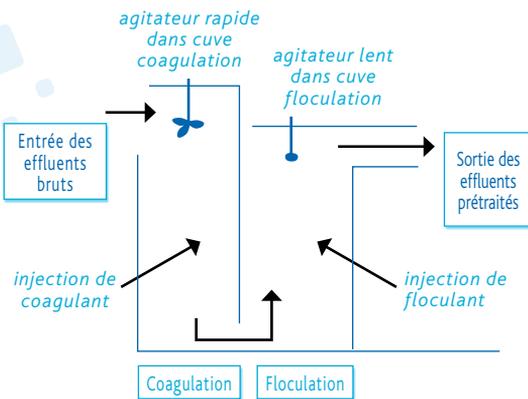
La floculation doit se faire à agitation lente.

## ÉTAPES DE TRAITEMENT



► Boue floculée sur table d'égouttage

### Exemple d'une installation de coagulation-floculation



► Exemple de matières de vidange floculée

## AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE LA COAGULATION-FLOCCULATION

	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
ASPECT TECHNIQUE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faible emprise au sol.</li> <li>• Adaptabilité à des extensions.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paramétrage des dosages et des agitateurs.</li> <li>• Nécessité d'un opérateur qualifié et expérimenté.</li> </ul>
ASPECT FINANCIER		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût des coagulants et des floculants.</li> </ul>
ASPECT ENVIRONNEMENTAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technique acceptant des variations brutales de charges polluantes.</li> </ul>	
ASPECT ORGANISATIONNEL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatisation de l'installation (si flux régulier en qualité).</li> <li>• Possibilité d'unité mobile.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filière de prétraitement nécessitant un traitement en aval.</li> </ul>

## SÉPARATION PHYSIQUE

### Décantation gravitaire et flottation

#### Conditions d'admission des déchets d'assainissement :

- MV : brutes après coagulation-floculation (page 13)
- G : brutes après coagulation-floculation (page 13)
- S : bruts

#### Filière d'élimination ou de valorisation des sous produits sortants :

- Boues : Aire de paillage (page 40) ; Méthanisation (page 37) ; Réacteurs biologiques (page 46) ; Épandage (page 50)
- Sables décantés : Lavage de sable (page 28)

- La décantation et la flottation sont des procédés de séparation liquide/solide basés sur des différences de densité. Lorsque les particules ont des faibles densités, il est difficile de les séparer par décantation. On préférera alors la flottation.

### Décantation gravitaire

#### PRINCIPE

On parle de décantation lorsqu'on cherche à clarifier un liquide. On parle de sédimentation ou d'épaississement lorsqu'on cherche à former une boue concentrée.

La décantation est une technique de séparation des particules présentes dans l'eau sous l'effet de la gravité, que ces particules existent dans l'eau brute ou qu'elles résultent d'une coagulation/floculation réalisée en amont.

L'objectif d'un décanteur est donc d'instaurer un régime hydraulique favorable à la décantation des particules en suspension.

#### TECHNIQUES DE MISE EN PLACE DE LA DÉCANTATION

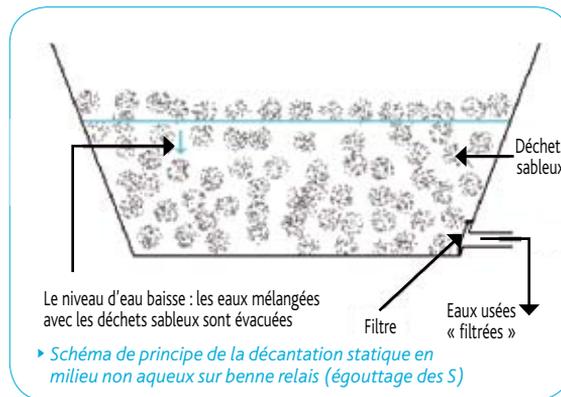
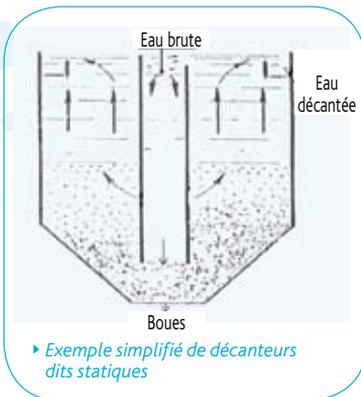
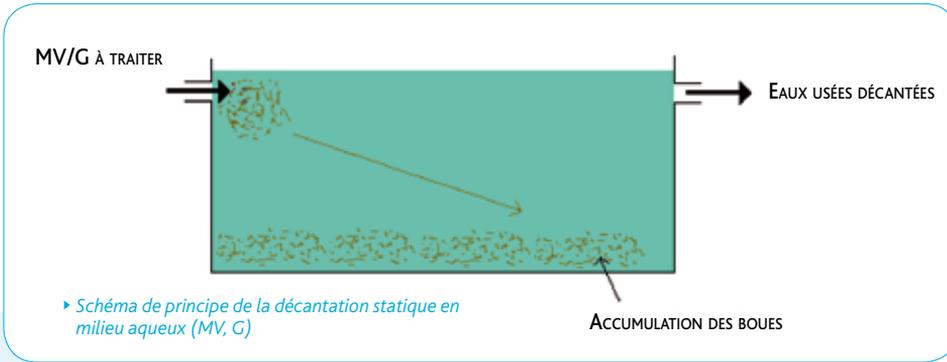
Il existe différents types de décanteurs :

1. Statiques.
2. Accélérés :
  - à contact de boues (à recirculation de boues, à lits de boues),
  - à micro-sable ou à floc lesté.
3. À plaques et décanteurs lamellaires.

Pour dimensionner un décanteur (surface et volume), on définit une vitesse ascensionnelle ou une charge hydraulique et un temps de séjour au sein de l'ouvrage.

## ▷ Décantateur statique

Un décantateur statique est un décantateur à flux vertical. Dans ce type d'ouvrage, l'eau suit un trajet vertical. La décantation des particules ne peut avoir lieu que si la vitesse de sédimentation (chute) des particules est supérieure à la vitesse ascensionnelle ou d'écoulement de l'eau, en tenant compte des forces de frottement et de la poussée d'Archimède.



Les vitesses hydrauliques au sein des décantateurs statiques sont comprises entre 0.5 et 5 m/h (Lyonnaise des Eaux, Mémento du Gestionnaire de l'Alimentation en Eau et de l'Assainissement). L'épaississement des boues est faible (moins de 5 g/l).

### Ⓛ Décanteurs accélérés

#### > Décanteur à lit de boues

Un décanteur à lit de boues est un décanteur à flux vertical.

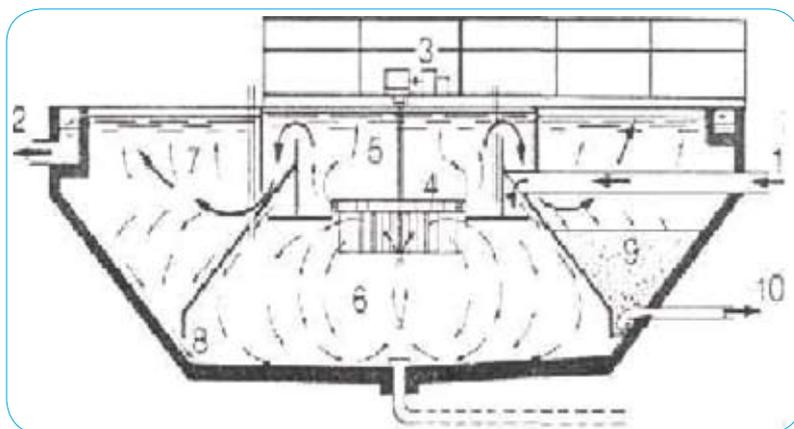
Les boues formées par floculation constituent une masse en expansion appelée « Lit de boues ».

Les vitesses hydrauliques au sein d'un décanteur à lit de boues sont comprises entre 3 et 10 m/h (*Lyonnaise des Eaux, Mémento du Gestionnaire de l'Alimentation en Eau et de l'Assainissement*). L'épaississement des boues est faible (moins de 10 g/l).

#### > Décanteur à recirculation de boues

Un décanteur à recirculation de boues est un décanteur à flux vertical.

Les boues sont séparées de l'eau clarifiée dans une zone de décantation. Elles sont ensuite recirculées vers une zone centrale de réaction où elles sont mélangées à « l'eau brute » avant de repasser dans la zone de décantation. L'enrichissement en boues qui en résulte permet une floculation rapide et la formation de flocs denses.



► Schéma de principe de fonctionnement d'un décanteur à circulation (Type Accelator® de Degremont Technologies)

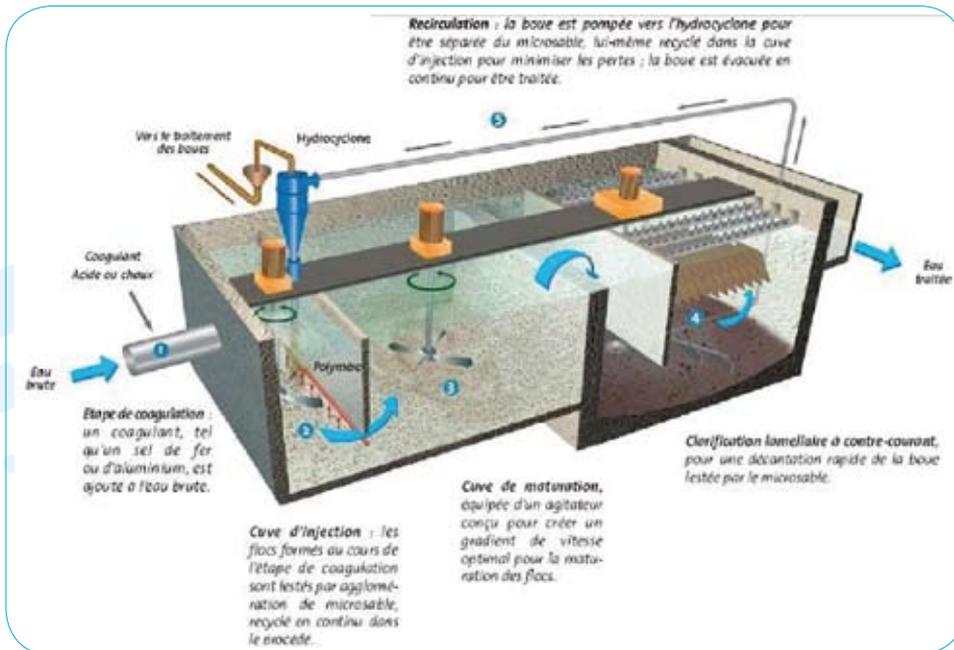
- |                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| 1 - Arrivée de l'eau brute   | 6 - Zone de mélange secondaire |
| 2 - Départ de l'eau décantée | 7 - Eau clarifiée              |
| 3 - Groupe d'entraînement    | 8 - Recirculation des boues    |
| 4 - Turbine                  | 9 - Concentrateurs de boues    |
| 5 - Zone de mélange primaire | 10 - Boues en excès évacuées   |

### > Décanteur à floc lesté

Exemple du procédé ACTIFLO® de VEOLIA EAU

Deux principes sont utilisés dans ce procédé :

- un microsaible sert de lest et de noyau pour la formation des floccs afin d'accélérer leur vitesse de décantation
- la décantation lamellaire permet de réduire la surface du bassin de décantation.



► Synoptique d'une installation utilisant le procédé ACTIFLO®

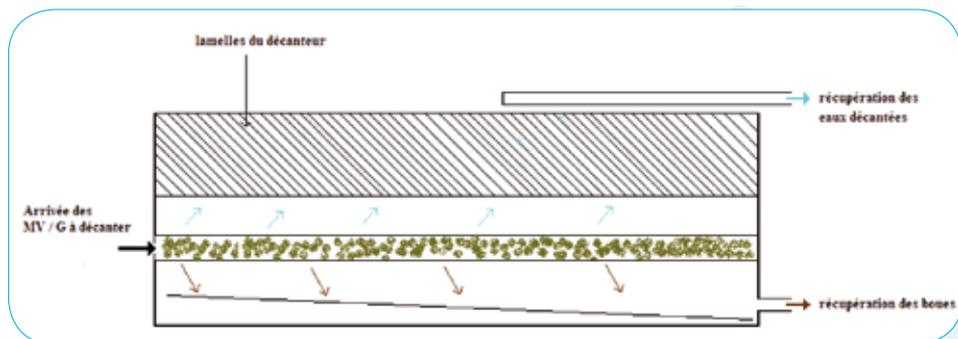
### 🕒 Décanteur lamellaire

Un décanteur lamellaire est un décanteur à flux horizontal.

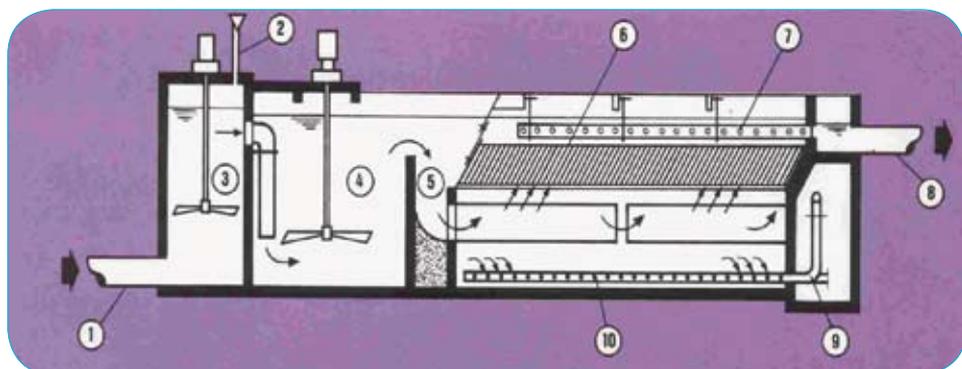
L'inclinaison et la succession des lamelles dans la partie supérieure du décanteur permettent de diminuer la surface d'occupation du sol en augmentant la surface de décantation.

Les matières de vidange et les graisses sont généralement floculées avant d'être admises en décantation.

L'eau et les « boues », par effet de densité, circulent en sens inverse: l'eau remonte le long des lamelles, et les boues s'accablent dans le fond.



► Schéma de principe de la décantation à lamelles



► Schéma du procédé Multiflo © OTVVEOLIA EAU

- |                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1 - Arrivée d'eau à décanter        | 6 - Modules lamellaires            |
| 2 - Injection des réactifs          | 7 - Tubes de reprise d'eau décanée |
| 3 - Zone de mélange rapide          | 8 - Sortie d'eau décanée           |
| 4 - Zone de coagulation/floculation | 9 - Système de reprise des boues   |
| 5 - Admission en décantation        | 10 - Évacuation des boues          |

## Flottation

### PRINCIPE

La flottation est un principe de séparation « gravitaire » : la densité des particules est artificiellement diminuée par ajout de microbulles ce qui provoque leur remontée. Les boues s'accumulent en surface avant d'être évacuées par une goulotte. L'eau séparée des particules est reprise.

À noter qu'il peut aussi exister une flottation dite naturelle lorsque la différence de masse volumique est naturellement suffisante pour séparer deux phases liquides par exemple (ex : eau/huile).

### TECHNIQUES DE MISE EN PLACE DE LA FLOTTATION

On ne parlera pas ici de la flottation naturelle mais de la flottation artificielle.

Les matières solides sont rassemblées à la surface par insufflation d'air sous forme d'écume qui est ensuite retirée par raclage à la surface de l'eau.

On peut distinguer deux cas :

1. Les bulles d'air favorisent la remontée des particules naturellement flottables. On parle de flottation assistée.
2. Les bulles d'air très fines s'accrochent aux particules fines à éliminer (la masse volumique de l'ensemble « particules-bulles d'air » devient inférieure à celle du liquide, provoquant leur remontée). On parle alors de flottation provoquée.

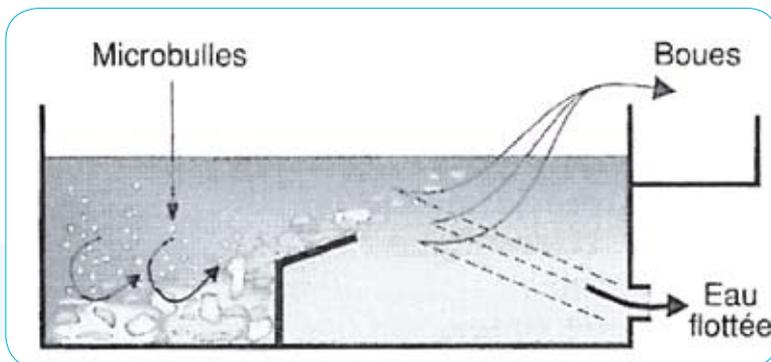
On distingue trois principaux schémas de flottation :

- flottation par air dissous avec pressurisation partielle ou totale du débit d'alimentation.
- flottation par air dissous avec pressurisation d'un débit de recyclage.
- flottation par air induit ; l'introduction de l'air est réalisée à l'aide de diffuseurs.

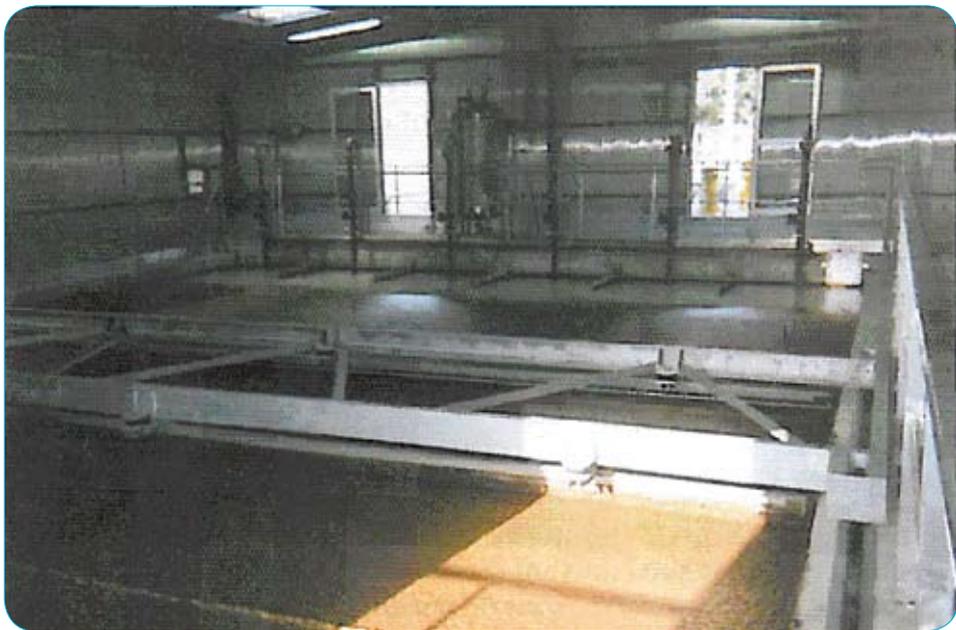
**Remarque : La flottation par air dissous trouve aujourd'hui de nombreuses applications dans le pré-traitement des eaux résiduaires industrielles ou mixtes pour l'élimination :**

- des graisses ou de matières grasses
- d'huiles ou d'hydrocarbures
- des résidus solides difficiles à éliminer (amidon, coquilles d'œufs, fibres textiles...)

**Parallèlement la flottation est utilisée dans l'épaississement des boues biologiques ou d'hydroxydes.**



► Schéma de flottation à l'air dissous (schéma extrait du guide technique de l'assainissement)



► Vue d'ensemble du flottateur de Dinan - Côtes d'Armor (photo extraite du Mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau et de l'assainissement)

## AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE LA FLOTTATION

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
• La flottation ne nécessite pas forcément de flocculateur.	• Dépenses d'énergie importantes.
• Les boues flottées ont une bonne siccité.	
• Souplesse d'emploi : le démarrage de l'installation est très rapide, pratiquement instantané.	

### 🕒 Ouvrages à consulter :

Marc Satin, Bechir Selmi, *Guide technique de l'assainissement*, Editions Le Moniteur.  
Lyonnaise des Eaux, *Mémento du Gestionnaire de l'Alimentation en Eau et de l'Assainissement*,  
Tome 1, Lavoisier Tec&Doc.

## DÉCANTATION DYNAMIQUE

### Conditions d'admission des déchets d'assainissement :

- MV : brutes après coagulation-floculation (page 13)
- G : brutes après coagulation-floculation (page 13)
- S : non admis

### Filière d'élimination ou de valorisation des sous produits sortants :

- Aire de paillage (page 40) ; Compostage (page 33) ; Méthanisation (page 37) ; Filtres plantés (page 53)

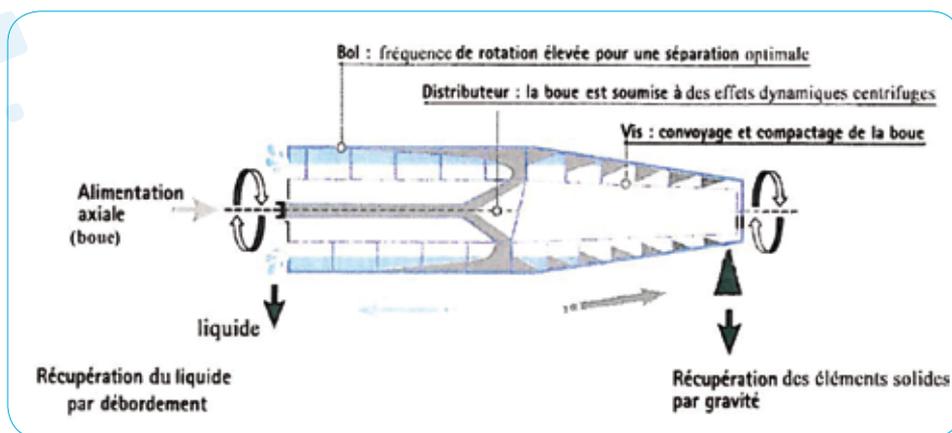
Décantation  
dynamique

### PRINCIPE

La décantation dynamique a pour objectif d'obtenir une séparation des phases liquide/solide sous l'effet conjugué de la différence de densité et de la cinétique (vitesse).

Cette technique est notamment utilisée lorsque la séparation liquide/solide par décantation statique est jugée insuffisante ou trop lente.

La centrifugation est une technique de décantation dynamique, à chaud de préférence. Ce procédé utilise la force centrifuge pour séparer des fluides de densité différente et/ou isoler des composants en suspension dans un mélange liquide.



En l'occurrence, on développera ci-dessous plus particulièrement le procédé de centrifugation des graisses brutes (procédé LIPOVAL®). Le but du procédé est de centrifuger le déchet gras entrant afin d'en extraire trois sous-produits le constituant compte tenu des différences de densité entre chaque sous-produit :

- les éléments de densité inférieure à 1 : phase légère = graisse pure surnageante,
- les éléments de densité supérieure à 1 : phase lourde = sédiments également appelés « culot de centrifugation »,
- les éléments de densité environ égale 1 : interphase aqueuse = centrat.

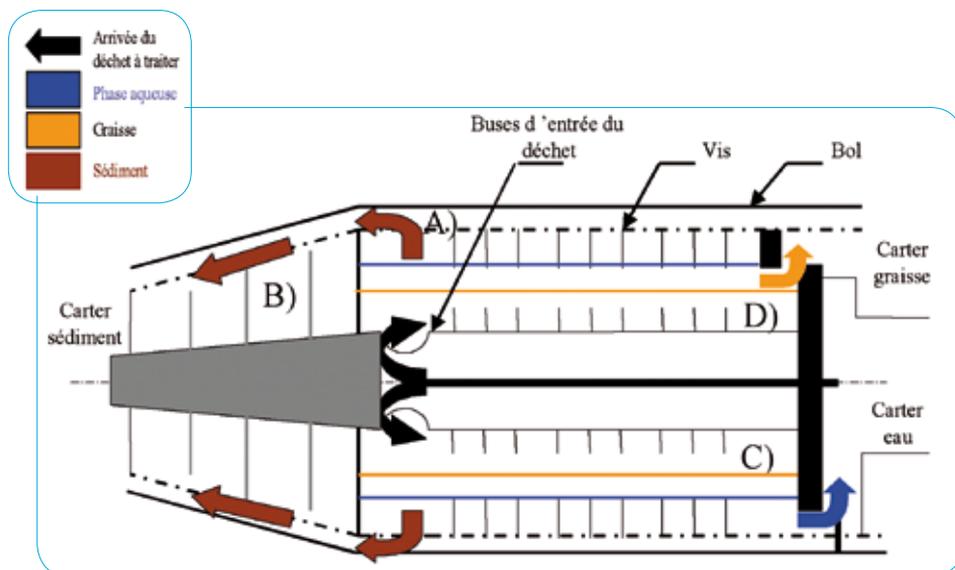
Le chauffage préalable des graisses brutes permet une meilleure séparation en cours de centrifugation et empêche la graisse pure, qui en est extraite, de se figer.

Par construction, les centrifugeuses sont constituées d'un bol de forme cylindro-conique à axe horizontal tournant à grande vitesse, et d'une vis sans fin hélicoïdale disposée coaxialement. Cette vis, épousant parfaitement la surface interne du bol et tournant à une vitesse inférieure à celui-ci, permet le convoyage et l'égouttage des sédiments.

> **Les différentes étapes de la centrifugation sont récapitulées ci-dessous :**

1. Le déchet est introduit par le biais d'un tube d'injection et est évacué par les 4 buses d'entrée en vis à vis 2 à 2.
2. La phase sédimentaire, la plus lourde, est plaquée contre les parois puis raclée par une vis et évacuée dans le carter sédiment (vers l'arrière de la centrifugeuse). Les sédiments sont raclés par la partie « A » de la vis sans fin, puis par la partie « B » de la vis sans fin avant d'être expulsées.
3. La phase aqueuse, qui peut contenir des graisses hydrolysées, rejoint le carter eau.
4. La graisse pure à valoriser s'écoule par débordement dans des buses menant au carter graisse.

*Une remarque toute particulière est à apporter sur la décantation dynamique des déchets gras. Ce type de déchets nécessite l'utilisation de chaleur en amont de la centrifugation (afin de chauffer le déchet) ainsi que l'utilisation de centrifugeuses très particulières, id est, des centrifugeuses 3 phases (1 entrée/3 sorties). La sortie supplémentaire permet à la fraction légère (l'huile) d'être récupérée spécifiquement.*



► Schémas simplifiés de la centrifugeuse : éléments principaux et répartition des 3 phases séparées

## AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE LA DÉCANTATION DYNAMIQUE

	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<b>ASPECT TECHNIQUE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faible emprise au sol.</li> <li>• Appareils robustes.</li> <li>• Décanteuse triphasique : la matière grasse pure extraite possède un PCI élevé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Machine à haute technologie demandant un personnel qualifié pour son exploitation, et pour sa maintenance.</li> <li>• La variabilité de la composition des déchets nécessite la modification des réglages.</li> </ul>
<b>ASPECT FINANCIER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décanteuse triphasique : la graisse pure extraite peut être commercialisée en tant que combustible (chaudière ou four).</li> <li>• Siccité souvent élevée des sous-produits extraits, permettant de réduire les coûts de transport et d'élimination.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investissement significatif (surtout pour les machines 3 phases).</li> <li>• Nécessité d'équipements en amont destinés à protéger la décanteuse/centrifugeuse (élimination des filasses, des sables...).</li> <li>• Nécessité d'un traitement en aval de la phase aqueuse (avant rejet au réseau d'assainissement ou au milieu naturel).</li> <li>• Coût de maintenance souvent non négligeable (env. 5-10 K€/an).</li> </ul>
<b>ASPECT ENVIRONNEMENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorisation de la graisse pure extraite en tant que bio-combustible.</li> <li>• Consommation d'eau limitée à la mise en eau et au rinçage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Machine bruyante.</li> <li>• Emission d'odeurs si traitement du déchet chauffé : nécessité d'une extraction et d'un traitement des odeurs.</li> </ul>
<b>ASPECT ORGANISATIONNEL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unité de décantation potentiellement mobile.</li> <li>• Automatisation de l'installation possible et simple.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surveillance nécessaire (suivi de la qualité des sous-produits sortant, prévention des débordements éventuels...).</li> </ul>

**Décantation  
dynamique**

## DÉSHYDRATATION

### Conditions d'admission des déchets d'assainissement :

- MV: brutes après coagulation-floculation (page 13)
- G: brutes après coagulation-floculation (page 13)
- S: non admis

### Filière d'élimination ou de valorisation des sous produits sortants :

- Aire de paillage (page 40); Compostage (page 33); Méthanisation (page 37)

### PRINCIPE

Ces techniques visent principalement à réduire le volume des déchets à évacuer, à valoriser ou à traiter en lui donnant une consistance physique plus ou moins solide.

#### 🕒 Le filtre presse

Le filtre presse est une technique de déshydratation mécanique à fonctionnement discontinu. Elle permet de séparer l'eau des boues sous l'effet d'une pression. Le filtre est constitué de plateaux verticaux reliés entre eux et recouverts d'une toile filtrante. Les déchets sont comprimés entre deux plateaux. La toile filtrante retient les matières solides et laisse passer l'eau. Le filtre presse assure une siccité entre 30 et 40 % des déchets pressés.



► Filtre-presse à plateaux VEOLIA EAU

Au préalable: conditionnement organique des matières de vidange avec un floculant (et éventuellement un coagulant type chlorure ferrique).

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"><li>• Technologie reconnue.</li><li>• Consommation d'énergie faible.</li><li>• Siccité supérieure à 30 %.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fonctionnement par bûches - Procédé discontinu.</li><li>• Matériel encombrant.</li><li>• Coût d'investissement élevé.</li></ul>

#### 🕒 Le filtre bande

Le filtre bande présente un fonctionnement continu nécessitant un conditionnement préalable des déchets à traiter avec un polymère afin de faciliter la séparation de l'eau et de la matière (il s'agit d'une floculation). Une fois conditionnés, les déchets sont déversés sur une première bande filtrante puis sont pressés lors de la convergence avec une deuxième bande filtrante s'enroulant autour de tambours perforés. Le filtre bande assure une siccité comprise entre 15 et 20 % des déchets pressés.



► Table d'égouttage + filtre-bande SOMES SARP VEOLIA PROPRETE

- Rendement optimal du filtre-bande obtenu en réglant plusieurs paramètres: la tension de la toile, l'intensité de pressage et la vitesse de défilement des 2 toiles.
- Système adapté aux petites et moyennes installations (Volumes à traiter > 100 m<sup>3</sup>).

# TRAITEMENTS PHYSICO-CHIMIQUES

Déshydratation

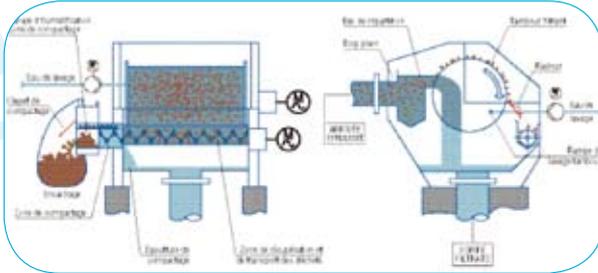
AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procédé continu et bonne vision des phases de déshydratation (égouttage, essorage, cisaillement, pressage ultime)</li> <li>• Exploitation aisée</li> <li>• Robustesse de l'installation</li> <li>• Investissement et maintenance réduits</li> <li>• Consommation d'énergie faible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colmatage des toiles possible selon l'origine du déchet</li> <li>• Forte consommation d'eaux de lavage</li> <li>• Système encombrant</li> </ul>

## Autres systèmes

Citons les plus connus: le tambour filtrant (procédé en continu), la presse à vis (procédé en continu), les cylindres filtrants-pressants (procédé en discontinu, c'est-à-dire à la bâchée). Leur principe réside toujours dans l'égouttage des matières solides à travers un média filtrant (toile plastique ou maille métallique), puis dans le pressage (plaques de pressage ou vis,...).

### > Tambour filtrant avec racleur

- Filtration eau/particules fines de matières de vidange sur la grille
- Récupération des refus de tamisage collectés par le tambour grâce au racleur.
- Refus collectés au niveau du compacteur à vis



▶ Coupe longitudinale et transversale d'un système couplé tambour filtrant avec racleur + vis de compactage

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opération en continu.</li> <li>• Entretien simple.</li> <li>• Investissement abordable.</li> <li>• Faible consommation d'énergie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Système encombrant</li> <li>• Siccité faible, surtout pour tambour seul (environ 10 à 12 % de MS)</li> </ul>



### > Presse à vis

On appelle « débâtissage » des boues l'ouverture des filtres, ce qui permet de récupérer le « gâteau » de déchets déshydratés.

▶ Presse à vis et tambour rotatif filtrant en aval

## LAVAGE DE SABLE

### Conditions d'admission des déchets d'assainissement :

- MV: non admises
- G: non admises
- S: bruts après Séparation physique (page 16)

### Filière d'élimination ou de valorisation des sous-produits sortants :

- Déchets grossiers: ISDnD
- Refus lavés: ISDnD
- Matière organique: Aire de paillage (page 40); Compostage (page 33); Incinération
- Sable lavé: Remblaiement/Sous-couche routière; ISDI

### PRINCIPE

La fonction du laveur de sable est d'effectuer une séparation physique entre le sable (partie valorisable principale) et les autres matériaux constituant les déchets sableux bruts (eau, éléments grossiers, matière organique,...). Ce type de traitement spécifique répond entièrement à l'objectif fixé par la directive 75/442/CEE du 15 juillet 1975.

Le laveur de sable accepte les déchets issus du balayage de voiries, du curage de réseaux et autres déchets du même type. L'objectif est de valoriser les phases minérales et organiques et/ou de réduire le coût d'élimination de l'ensemble.



- ▶ Eau plus ou moins chargée
- ▶ Boues
- ▶ Sable

Lorsque les déchets sableux sont dépotés, ils sont caractérisés par trois phases :

- Une phase aqueuse plus ou moins chargée,
- Une phase boueuse chargée en encombrants,
- Une phase sableuse qui constitue la partie valorisable principale du déchet.

La fraction minérale la plus intéressante à valoriser présente une granulométrie comprise entre 0,08 et 10 mm, cette fraction représente environ 60 % de la matière sèche du déchet.

La récupération de la fraction minérale nécessite la réalisation des opérations suivantes :

- le calibrage du sable par des étapes de tri granulométrique des fractions grossières et fines,
- la production d'un sable débarrassé de l'essentiel des matières organiques au contact du matériau (pépins, noyaux...) ou qui forment une gangue adhérent aux fines particules.

Après extraction, cette matière minérale constituée essentiellement de sables peut être utilisée en techniques routières (remblais, couche de forme) selon sa qualité et ses caractéristiques.

Les procédés existants sont mis en œuvre dans deux types d'installations :

- les installations appartenant pour la plupart à des sociétés d'assainissement ou de collecte des déchets : il s'agit des centres de traitement spécialisés qui doivent être équipés d'une unité de pré-traitement des eaux usées résiduaires (nécessité de conformité aux conventions de rejet du réseau d'assainissement) ;
- les installations situées sur la station d'épuration d'une commune ou d'une collectivité. Les eaux de lavage sont envoyées généralement en tête de station. Le lavage des sables ne peut être envisagé que sur des stations d'épuration de grande capacité équipée d'un dispositif de dépotage. La charge en DCO des déchets sableux accueillis doit être inférieure à 20 % de celle admissible dans la station d'épuration.

Les procédés existants combinent dans les configurations diverses plusieurs des opérations élémentaires suivantes :

## > **criblage** :

cette opération permet d'éliminer les fractions grossières (cailloux, feuilles, canettes, bois...) ; elle peut être réalisée en plusieurs étapes dans des équipements plans (crible) ou rotatifs (trommel), en associant une opération de lavage ;

## > **hydroflottation** :

cette opération consiste en une séparation densimétrique des matières les plus légères, essentiellement organiques (brindilles, plastiques...), à l'aide d'un courant d'eau ascensionnel : les matières minérales sont maintenues en fluidisation, tandis que les matières organiques sont entraînées en surverse ;

## > **hydrocyclonage** :

cette opération permet de réaliser une séparation granulométrique des particules les plus fines, plus chargées en métaux lourds ; l'alimentation par une pompe de l'hydrocyclone permet en outre de faciliter l'élimination d'une partie de la gangue organique des particules ;

## > **essorage** :

cette opération permet d'enlever la matière sèche du sable : les techniques comprennent les classificateurs à vis ou palettes et les tablesessoreuses vibrantes.

## 🕒 **Sous-produits de traitement**

Le lavage de sable conduit à la formation de différents sous-produits :

### > **sable lavé** :

destiné à une valorisation en techniques routières, à condition qu'il présente les caractéristiques exigibles des utilisateurs et des autorités publiques de contrôle (granulométrie constante, faible teneur en matières organiques...). Il peut également prétendre à un stockage en ISDI ;

### > **déchets ménagers et assimilés** :

issus des opérations de criblage, d'hydrocyclonage, d'hydroflottation, ou de traitement physico-chimique éventuel de la phase aqueuse (boues). Ces refus et boues issues du traitement d'eau représentent environ 30 à 40 % du déchet sec entrant ;

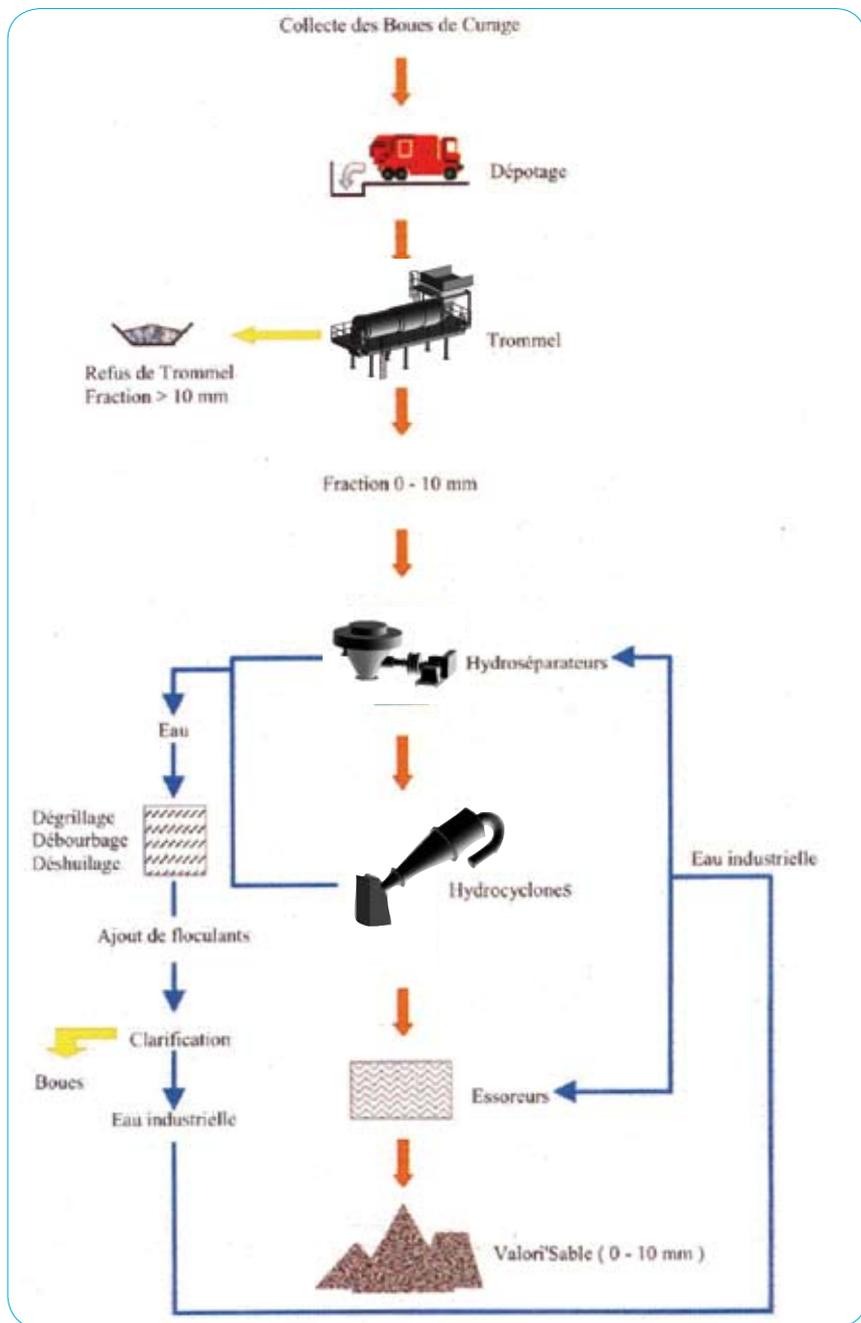
### > **matière organique** :

issue de la récupération des flottants. Cette matière peut être utilisée en compostage ou en aire de paillage, si elle répond aux conditions d'admissibilité sur centres de traitements. Elle sera éliminée en incinération ou en ISDnD si une valorisation n'est pas possible ;

### > **eaux usées** :

elles pourront faire l'objet, selon le type d'installation, d'un prétraitement physico-chimique avant réutilisation dans le procédé ou avant rejet au réseau d'assainissement. Ce rejet nécessite une convention de rejet avec le gestionnaire du réseau d'assainissement.

## ÉTAPES DE TRAITEMENT D'UN LAVEUR DE SABLES



Lavage de sable

## AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS D'UN LAVEUR DE SABLES

	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
ASPECT TECHNIQUE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vitesse de traitement des sables.</li> <li>• Grande offre de matériels selon les besoins et les objectifs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessité de mettre en place un débourbeur/ déshuileur pour éviter le départ de sable fin dans le réseau (risque d'obstruction).</li> <li>• Maintenance régulière.</li> <li>• Nécessité d'avoir un quai de déchargement ou un matériel adapté pour le chargement de la trémie de réception.</li> <li>• Nécessité d'un dispositif de pré-traitement des eaux de rejet.</li> <li>• Efficacité moindre sur les produits présentant d'importantes concentrations d'argile et de graisse.</li> <li>• Usure rapide de certains équipements du fait de l'abrasivité du sable.</li> </ul>
ASPECT FINANCIER	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vente du sable lavé*.</li> <li>• 50 à 75% des résidus valorisables.</li> <li>• Avantage commercial dans le thème du développement durable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investissement relativement élevé en matériel.</li> <li>• Main-d'œuvre spécialisée pour la maintenance.</li> <li>• Pièces d'usure.</li> </ul>
ASPECT ENVIRONNEMENTAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 à 75% des résidus ne partent plus en centre de traitement*.</li> <li>• Quantité faible de matières organiques dans le sable lavé.</li> <li>• Sable lavé à 90 % de siccité.</li> <li>• Pour les installations avec traitement d'eau, abattement important de la pollution sur site, pas de perturbation du fonctionnement des stations d'épuration.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation d'eau et d'électricité.</li> </ul>
ASPECT ORGANISATIONNEL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Équipements potentiellement mobiles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Appareillages encombrants.</li> </ul>

\* si le sable lavé est conforme aux exigences des utilisateurs



► Hydrocyclones en situation - Site de Bonneuil sur Marne

## TRAITEMENTS BIOLOGIQUES



▶ Compostage.....	33
▶ Méthanisation des boues.....	37
▶ Aire de paillage.....	40
▶ Cultures libres: le lagunage et les réacteurs biologiques.....	43
> LE LAGUNAGE.....	44
> LES RÉACTEURS BIOLOGIQUES.....	46
▶ Cultures fixées: l'épandage et des filtres plantés.....	49
> L'ÉPANDAGE.....	50
> LES FILTRES PLANTÉS.....	53

## COMPOSTAGE

### PROPOS PRÉLIMINAIRES

L'acceptation des déchets sur plate-forme dépend du régime de l'installation et des exigences de l'exploitant. L'arrêté du 07/01/02 pour les plates-formes de compostage à déclaration ne prend en compte que les boues de STEP et l'arrêté du 22/04/08 pour celles à autorisation renvoie à la liste des déchets autorisés indiqué dans l'arrêté d'autorisation d'exploiter de chaque plate-forme.

Seule la norme NF U44-095 sur les composts de MIATE (Matière Intérêt Agronomique Issue du Traitement des Eaux) permet d'envisager le compostage des matières de vidange puisque issues du traitement des eaux mais elle exclut clairement les graisses, les sables et les produits de curage de réseaux.

#### Conditions d'admission des déchets d'assainissement :

- MV : brutes après dégrillage ; après coagulation-floculation (page 13) ; après séparation physique (page 16) ; après décantation dynamique (page 23) ; après déshydratation (page 26) ; après méthanisation (page 37) ; après filtres plantés (page 53)
- G : brutes (faible quantité et si possible mélangées) ; après coagulation-floculation (page 13) ; après séparation physique (page 16) ; après décantation dynamique (page 23) ; après déshydratation (page 26) ; après méthanisation (page 37)
- S : bruts non admis - Possibilité de valoriser en compostage la matière organique récupérée du lavage du sable.

#### Filière de valorisation des produits :

- Compost normé => Commercialisation en agriculture voir Epannage (page 50)

#### Filière de valorisation des déchets :

- Compost non normé => Plan d'Epannage (page 50)
- Compost non valorisable en agriculture => Elimination (stockage ou incinération)

### PRINCIPE

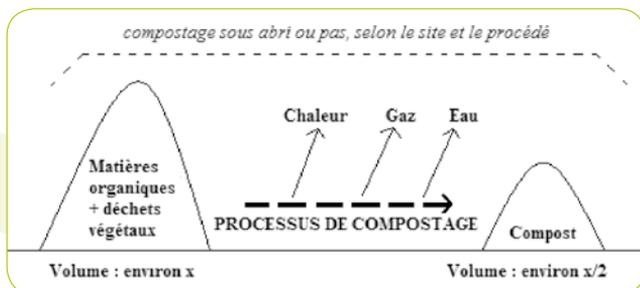
Le compostage est un processus contrôlé de dégradation biologique par transformation aérobie des déchets organiques apportés en mélange équilibré de matières azotées et carbonées. Ce procédé conduit à la production de gaz (dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$ , ammoniac  $\text{NH}_4$ ,...), de chaleur et d'un produit fini : le compost.

Le compost est un amendement organique stabilisé par dégradation / réorganisation de la matière organique compostée. Il est source d'éléments fertilisants et d'humus pour le sol.

Les matières de vidange contribuent à équilibrer le rapport C/N (Carbone/Azote) dans le mélange initial et concourent au succès du processus de compostage (le rapport C/N doit être compris entre 25 et 35).

L'acceptation des matières de vidange sera soumise aux contraintes spécifiques de l'exploitation. Il pourra être demandé une siccité minimale (de l'ordre de 15% pour être pelletable). Les sites équipés de fosses pour réception en liquide pourront prendre les matières à 1 ou 2 % de matière sèche.

Cette technique de traitement permet d'hygiéniser les produits entrants, la température montant à plus de 70°C en phase de dégradation active.



► Schéma de principe du compostage

► *Andains en cours de maturation*



## Compostage

Ce procédé se fait en général en andains (longs tas étroits - hauteur de 3 à 5 m environ et largeur entre 3 et 6 m) de longueur variable (en fonction de la quantité de déchets et des surfaces disponibles) ou en tas simples pour de plus petites quantités. La part d'admission des MV par rapport aux autres déchets est variable (elle peut varier de 0 à 40 %). Elle dépend de la siccité, du rapport C/N des produits entrants et de l'équilibre qu'il convient d'opérer en les mélangeant pour être dans les conditions optimales de compostage.

### TECHNIQUES DE COMPOSTAGE EXISTANTES

#### > *Compostage - retournement* :

Méthode la plus courante pour les petites plates-formes traitant essentiellement des déchets verts. Le retournement se fait via une agitation mécanique et un mélange des matières depuis la surface vers le centre. Cette méthode permet d'ajouter de l'air. Le retournement peut se faire à l'aide du tracteur-pelle (chargeur) ou d'appareils spécialement conçus pour le retournement du compost. La fréquence du retournement est variable selon l'évolution des teneurs en eau et des températures.

#### > *Compostage - aération active* :

L'aération active suppose l'intervention d'un système mécanique qui force l'air à pénétrer dans l'andain ou à l'extraire de celui-ci. Il s'agit habituellement de systèmes où des ventilateurs sont raccordés à des tuyaux perforés sous le centre de l'andain. Le retournement mécanique reste nécessaire pour une homogénéisation du produit. Associés à des sondes de températures et d'oxygénation, ces systèmes permettent de piloter plus précisément le compostage et d'obtenir des produits de qualité constante dans le temps.

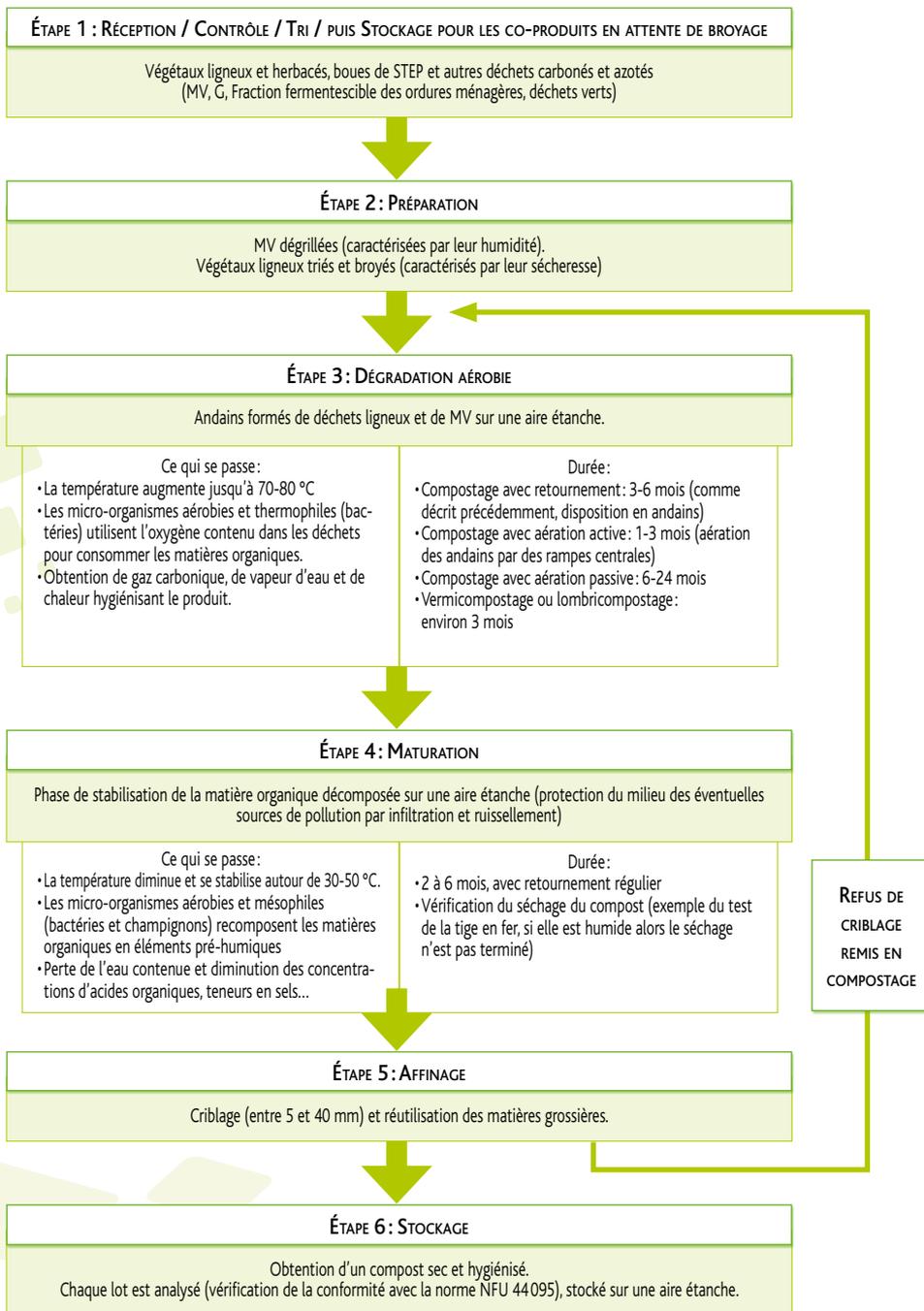
#### > *Compostage - aération passive* :

L'aération passive suppose l'installation de tuyaux d'aération dans ou sous le tas. On laisse l'air circuler passivement dans les tuyaux. L'air pénètre difficilement sur plus de 1 à 2 m de hauteur de matière compostée.

#### > *Vermicompostage ou lombricompostage* :

Compostage réalisé par des vers pour faciliter la décomposition de la matière organique. Cette technique s'adresse plus aux particuliers.

## ÉTAPES DE TRAITEMENT SUR UNE PLATEFORME DE COMPOSTAGE



Compostage

# Techniques de traitement

## INFORMATIONS PRATIQUES

- Surface de la plate-forme: environ 1 ha pour 10 000 t/an de déchets traités (tous déchets confondus) suivant la configuration du terrain pour le compostage et l'entreposage.
- Terrain légèrement en pente (0,5 à 3 %) pour favoriser l'écoulement de l'eau, la récupération des eaux pluviales utilisables et les lixiviats en périphérie du site.
- Distance minimale de 8 mètres entre les aires/équipements spécifiques de l'installation et les limites de propriété du site lorsqu'il ne s'agit pas d'un bâtiment fermé.
- Distances minimales par rapport aux habitations, campings, établissements recevant du public, ... (au moins 50 m), puits, forages, sources, berges,... (au moins 35 m), zones de baignade, plages (au moins 200 m), piscicultures, zones conchylicoles (au moins 500 m).
- Site clos à une hauteur minimale de 2 m.

## AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DU COMPOSTAGE

TYPE DE COMPOSTAGE	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
COMPOSTAGE - RETOURNEMENT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mélange uniforme des matières organiques.</li> <li>• Réduction des risques de points chauds et points froids.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Main d'œuvre et temps de retournement importants.</li> <li>• Fréquence de retournement.</li> <li>• Consommation d'énergie fossile</li> </ul>
COMPOSTAGE - AÉRATION ACTIVE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fiabilité de l'aération si équipée des capteurs nécessaires et si gestion pointue.</li> <li>• Réduction de l'impact carbone.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conception et investissements.</li> <li>• Nécessité d'engins de manutention.</li> <li>• Besoin d'un minimum de retournement.</li> </ul>
COMPOSTAGE - AÉRATION PASSIVE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demande peu de main-d'œuvre.</li> <li>• Méthode la plus simple.</li> <li>• Méthode la moins coûteuse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tas de petite taille.</li> <li>• Qualité hétérogène.</li> </ul>
VERMICOMPOSTAGE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bonne destruction des agents pathogènes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technique d'utilisation des vers, réservée au compostage de petite échelle (les particuliers).</li> </ul>
ASPECT TECHNIQUE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtention d'un produit commercialisable uniquement si respect de la norme NFU 44-095 ou valorisable en plan d'épandage.</li> <li>• Technique permettant le traitement des déchets organiques de toute nature du moment qu'ils respectent les qualités nécessaires à la valorisation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite une composition équilibrée des déchets traités (rapport Carbone sur Azote C/N de 15 à 30), selon la norme: &lt; 20 sur le compost final.</li> <li>• Technicité du procédé.</li> <li>• Besoin de maintien d'une bonne aération.</li> <li>• Processus durant plusieurs mois.</li> <li>• Emprise au sol.</li> <li>• Récupération et traitement des eaux de ruissellement.</li> <li>• Nécessité d'une bonne séparation des indésirables (plastiques, métaux...) pour respecter le niveau de qualité agricole.</li> <li>• Contraintes réglementaires.</li> </ul>
ASPECT FINANCIER	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilité de vendre le compost selon sa qualité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Main-d'œuvre, matériels, aires étanches, et entrepôt.</li> </ul>
ASPECT ENVIRONNEMENTAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filière de traitement respectant la réglementation européenne incitant la valorisation des déchets organiques.</li> <li>• Restitution aux terres agricoles de la matière organique.</li> <li>• Elimination des agents pathogènes.</li> <li>• Réduction du volume des déchets.</li> <li>• Utilisateurs locaux du compost : diminution des flux routiers.</li> <li>• Logique déchets &gt; Logique produit (NFU 44-095).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risques d'odeurs si mauvaise maîtrise du procédé.</li> <li>• Traitement des eaux de lixiviation chargées en matières organiques si présence en excès.</li> </ul>
ASPECT ORGANISATIONNEL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procédé bien adapté au milieu rural et péri-urbain pour être proche des sources de déchets.</li> </ul>	

## 📄 Documents de référence à consulter

Norme NFU 44-095 qui établit les conditions nécessaires pour que le compost issu de la dégradation des déchets d'assainissement puisse être intégré dans une logique de produit commercialisable.

Arrêté du 22 avril 2008 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les installations de compostage.

## MÉTHANISATION DES BOUES

### Conditions d'admission des déchets d'assainissement :

- MV : brutes ; après réacteurs biologiques (page 46) ; après séparation physique (page 16) ; après décantation dynamique (page 23) ; après déshydratation (page 26)
- G : brutes ; après réacteurs biologiques (page 46) ; après séparation physique (page 16) ; après décantation dynamique (page 23) ; après déshydratation (page 26)
- S : non admis

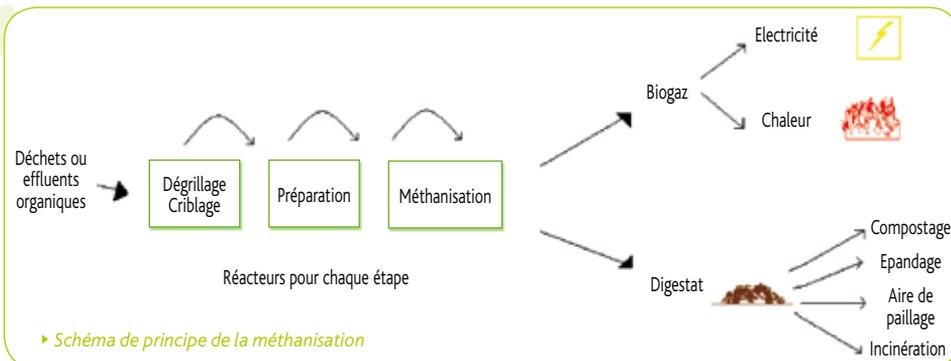
### Filière d'élimination ou de valorisation des sous produits sortants :

- Compostage (page 33)
- Épandage (page 50)

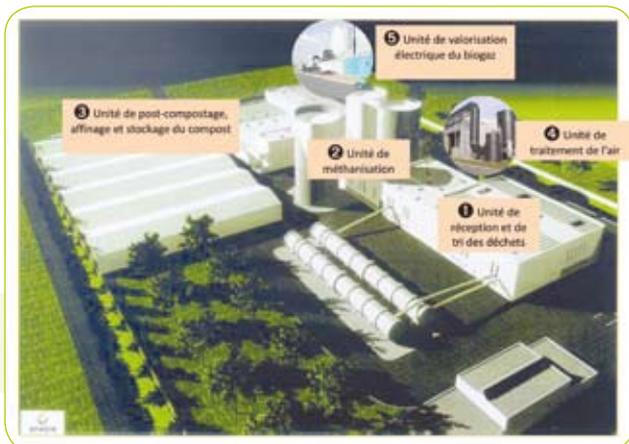
### PRINCIPE

La méthanisation est un traitement biologique par voie anaérobie (en l'absence d'oxygène) de matières organiques. Cette technique conduit à une production combinée de :

- biogaz convertible en énergie. Ce gaz est composé majoritairement de méthane (environ 60 %) et de dioxyde de carbone (40 %), provenant de la décomposition biologique des matières organiques.
- digestat : ensemble constitué de matières organiques non dégradées, de matières minéralisées et de bactéries excédentaires.

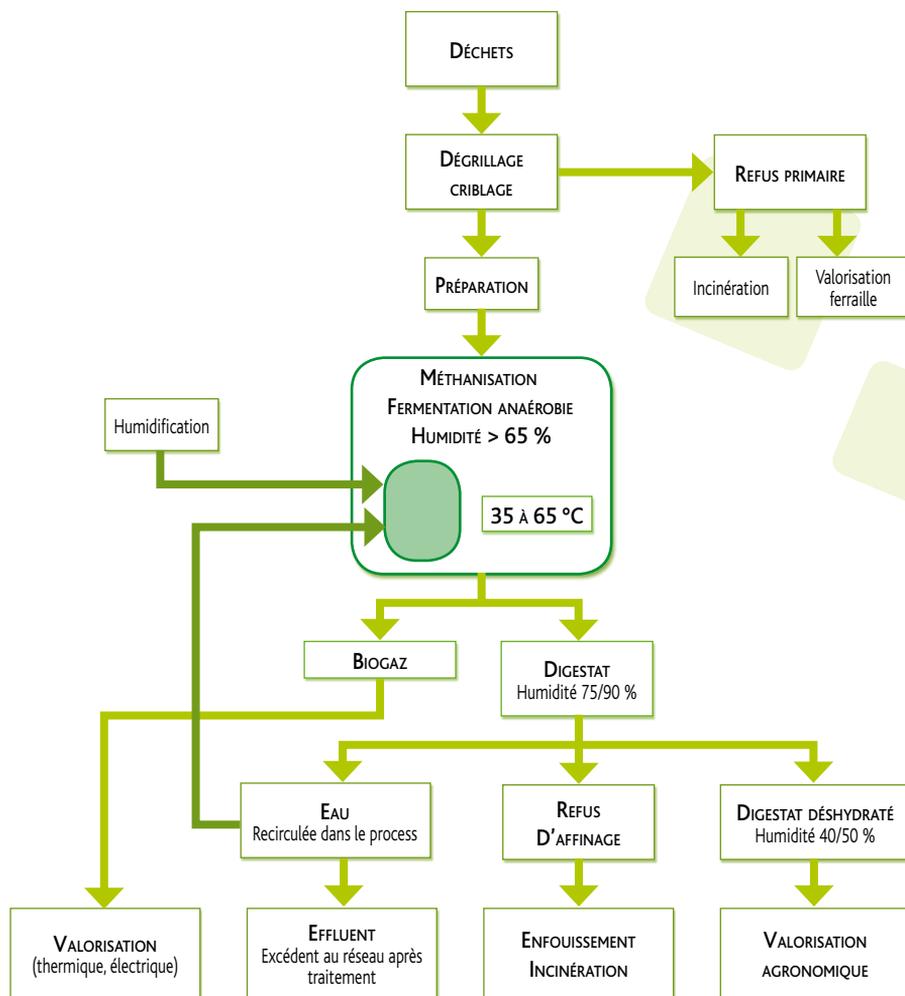


Méthanisation  
des boues



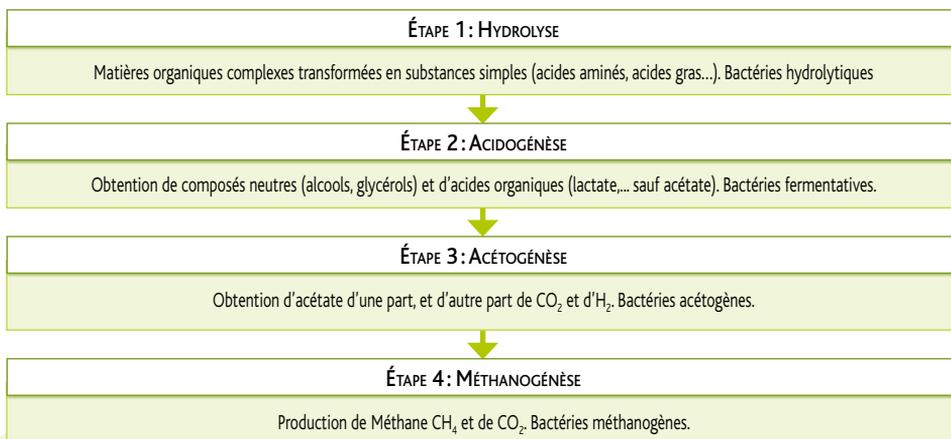
► Installation de méthanisation du Sivom de Varennes-Jarcy

## SYNOPTIQUE D'UNE FILIÈRE DE MÉTHANISATION



Méthanisation  
des boues

## FOCUS SUR LES ÉTAPES DE TRAITEMENT PAR MÉTHANISATION



## INFORMATIONS PRATIQUES

- La méthanisation est toujours précédée d'un prétraitement plus ou moins développé afin d'éliminer les matières non fermentescibles (criblage,...) et de préparer la fermentation (préfermentation broyage, réchauffage,...)
- Le processus de méthanisation dure entre 20 et 30 jours

## AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE LA MÉTHANISATION DES DÉCHETS

	AVANTAGES	CONTRAINTES
<b>ASPECT TECHNIQUE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déchets humides et autres déchets peuvent être méthanisés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technique complexe.</li> <li>• Traitement nécessaire des eaux usées en cas de bilan hydrique négatif (cas des déchets humides).</li> <li>• Nécessité d'homogénéiser le produit et d'éviter les sédimentations par agitation mécanique et pneumatique.</li> <li>• Nécessité de réchauffer le produit entrant à 35°C pour la fermentation.</li> <li>• Nécessité de tenir le digesteur en température à 60°C pour la fermentation thermophile, pour la production du biogaz.</li> </ul>
<b>ASPECT FINANCIER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vente possible du biogaz ou de l'énergie produite.</li> <li>• Avantage commercial dans le thème du développement durable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investissements initiaux élevés.</li> </ul>
<b>ASPECT ENVIRONNEMENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorisation organique et énergétique des déchets.</li> <li>• Faible consommation d'énergie, voire auto-suffisance.</li> </ul>	
<b>ASPECT ORGANISATIONNEL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessité de maîtriser des débouchés pour le biogaz et le compost.</li> <li>• Maîtrise du réacteur.</li> </ul>

Méthanisation des boues

## AIRE DE PAILLAGE

### Conditions d'admission des déchets d'assainissement:

- MV: brutes; après méthanisation (page 37); après séparation physique (page 16); après décantation gravitaire (page 17); après déshydratation (page 26)
- G: brutes (faible proportion et si possible mélangées); après méthanisation (page 37); après réacteurs biologiques (page 46); après séparation physique (page 16); après décantation gravitaire (page 17); après déshydratation (page 26)
- S: non admis

### Filière d'élimination ou de valorisation des sous produits sortants ::

- Épandage (page 50)

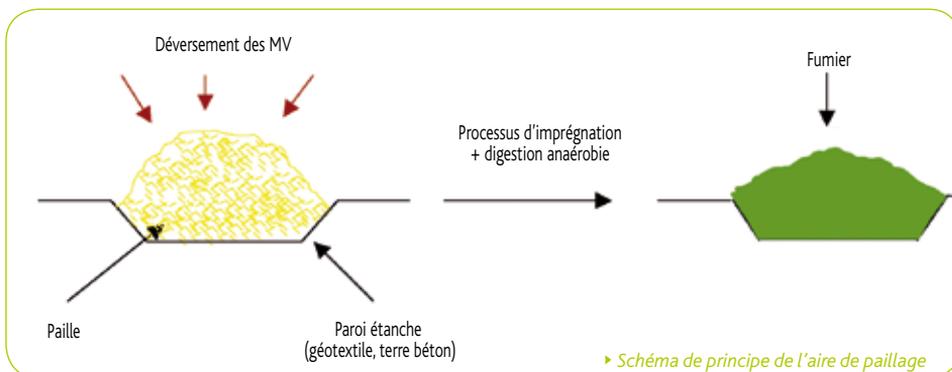
### PRINCIPE

Une aire de paillage se présente sous forme d'une cuvette étanche, sur laquelle a été déposée de la paille qui reçoit par arrosage régulier les MV. Après plusieurs mois de décomposition anaérobie, un fumier est obtenu dont la composition en valeur agronomique moyenne est la suivante:

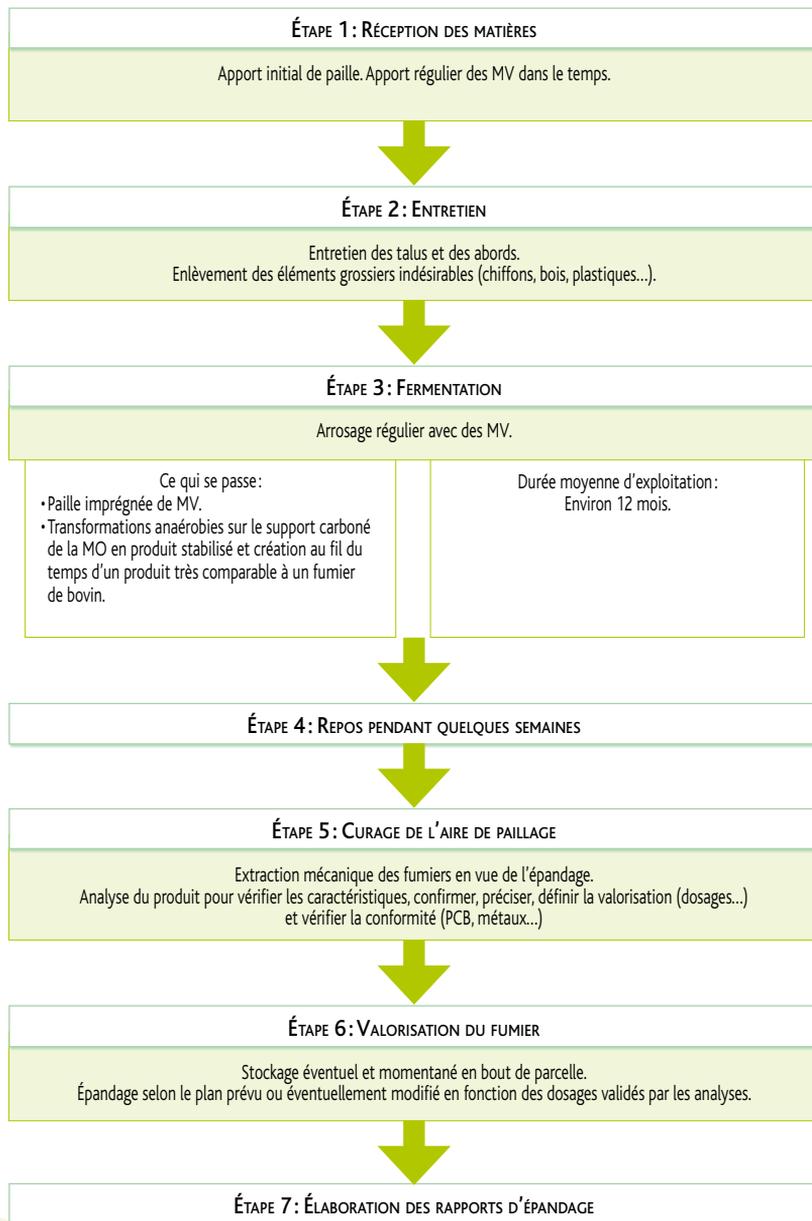
	pH	Matière Sèche (%MB)	Rapport C/N	Matière organique (%MS)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%MS)	K <sub>2</sub> O (%MS)	MgO (%MS)	CaO (%MS)	NTK (%MS)	N'NH <sub>4</sub> + (%MS)	N'NO <sub>3</sub> (%MS)	Norg (%MS)
<b>VALEUR MOYENNE*</b>	8.84	17.06	15.14	70.58	14.58	21.09	4.03	81.09	23.91	0.85	0.11	23.05

Ce fumier est valorisé par épandage sur des terrains agricoles dans le cadre d'un plan d'épandage.

► \* données de la Fumière de St Rémy en Bouzemont



## ÉTAPES DE TRAITEMENT SUR UNE AIRE DE PAILLAGE



Aire de paillage

# Techniques de traitement

## AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE L'AIRE DE PAILLAGE

	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS - CONTRAINTES
<b>ASPECT TECHNIQUE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principe simple.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arrosage régulier sans noyer l'aire de paillage.</li> </ul>
<b>ASPECT FINANCIER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coûts d'investissement et d'exploitation permettant, selon l'importance de l'installation, un coût compétitif à la mise en STEP.</li> <li>• Le service aux usagers est optimisé par la proximité des points de traitement-valorisation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surveillance.</li> </ul>
<b>ASPECT ENVIRONNEMENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Très peu d'impact paysager, aspect d'une meule de paille.</li> <li>• Amélioration structurelle et physico-chimique des matières destinées à l'épandage.</li> <li>• Filière de traitement respectant la réglementation européenne incitant à la valorisation des déchets organiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risque d'odeurs.</li> <li>• Les eaux parasites de ruissellement ne doivent pas pénétrer sur l'aire de paillage.</li> <li>• Nécessité d'un pré traitement des eaux avant rejet.</li> </ul>
<b>ASPECT ORGANISATIONNEL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilité de multiplier les sites de traitement à proximité des gisements.</li> <li>• Diminution des trajets (distance et temps).</li> <li>• La nécessité de fournir un service de vidange durant toutes les périodes de l'année n'est plus contrariée par la restriction des périodes d'épandage ou les intempéries.</li> <li>• De même, le service n'est pas dépendant des horaires d'ouverture parfois contraignants des STEP.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Épandage et valorisation du fumier (prévoir un plan et des conventions d'épandage avec les exploitants agricoles).</li> <li>• Pour des questions de responsabilités, il est très difficilement concevable de partager l'exploitation de cette filière entre plusieurs prestataires de service.</li> </ul>

## INFORMATIONS PRATIQUES

- Schématiquement, 1 000 m<sup>3</sup> de paille reçoivent 2 000 m<sup>3</sup> de MV par an réparties dans l'année et produisent 500 à 800 m<sup>3</sup> de fumier.
- Une cuvette ou une pointe de diamant permettent de maîtriser les excès d'apport ou les à-coups d'intempéries.
- Sauf à s'approcher de près, l'installation donne l'aspect d'une meule de paille.
- Exemple de mise en place d'une aire de paillage:

- Terrassement d'une cuvette trapézoïdale semi-enterrée ouverte et étanche (pas trop profonde).
- Déploiement d'une membrane argileuse imperméable qui gonfle au contact des liquides.
- Recouvrement de la membrane par une couche de terre pour la protéger lors des opérations de curage.

- L'arrosage des MV sur la paille doit être le plus régulier possible et uniformément réparti dans l'année de façon à ce que l'aire de paillage ne soit pas noyée.
- Les installations ne doivent pas dépasser une tonne de fumier/jour (1 100 à 1 600 m<sup>3</sup>/an de matières de vidange entrantes) si elles veulent rester en dessous du seuil ICPE (Installation Classée pour le Protection de l'Environnement).



► Aire de paillage dans l'Yonne

Aire de paillage

## CULTURES LIBRES :

### Le lagunage et les Réacteurs biologiques

#### Conditions d'admission des déchets d'assainissement :

- MV : brutes ou après coagulation-floculation (page 13)
- G : brutes, après coagulation-floculation (page 13)
- S : non admis

#### Filière d'élimination ou de valorisation des sous produits sortants :

- Refus du dégrilleur = > ISDnD
- Boues = > Épandage (page 50); Incinération

### PRINCIPE

Le principe du traitement biologique aérobie à cultures libres (ou fixées cf fiche suivante) repose sur une succession de traitements consistant à éliminer les matières organiques et à épurer l'eau en reproduisant et amplifiant les phénomènes naturels de dégradation par les organismes vivants (micro-organismes aérobies).

Ces micro-organismes peuvent être libres (exemple « boues activées ») ou fixés (exemple « lit bactérien »).

On distingue plusieurs types de procédés de traitement :

#### > *Procédé extensif :*

- Lagunage naturel
- Lagunage artificiel

#### > *Procédé intensif*

- Boues activées en continu
- Boues activées à fonctionnement séquentiel

Un exemple de cultures libres en procédé extensif et intensif sera développé dans cette fiche.



#### Cultures libres

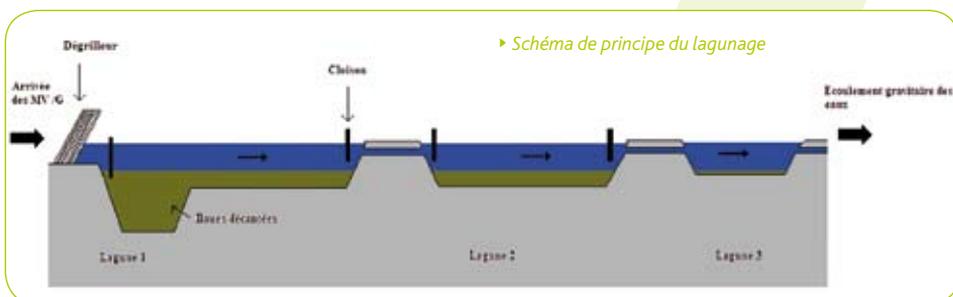
Le lagunage et les réacteurs biologiques

## Le lagunage

### PRINCIPE

Le lagunage est un procédé d'épuration des eaux usées extensif qui utilise le fonctionnement biologique des micro-organismes. Ce sont eux qui garantissent la dégradation des matières organiques. Ce procédé est adapté aux petites et moyennes collectivités (<5 000 EH).

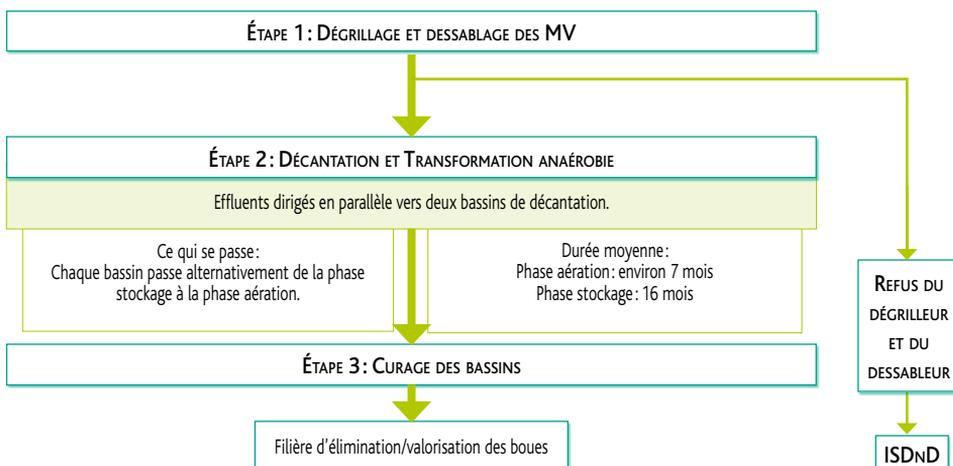
Une station de lagunage est constituée d'une succession de bassins (3 à 5) peu profonds (de l'ordre de 1 m), dans lesquels l'eau s'écoule par gravité. Le principe du lagunage repose sur la décantation des matières organiques dans ces bassins et sur un temps de séjour élevé (quelques semaines à quelques mois).



### 📄 Documents de référence à consulter

Norme NF EN 12 255-chapitre 5 de décembre 1999 relative au cycle de l'eau dans les stations d'épuration, niveau lagunage.

### ÉTAPES DE TRAITEMENT PAR LAGUNAGE



## AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DU LAGUNAGE NATUREL

	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
ASPECT TECHNIQUE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faible technicité requise pour l'exploitant.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emprise au sol importante.</li> <li>Contraintes de nature de sol et d'étanchéité.</li> <li>Nécessité de pelles mécaniques et de clôturer l'installation.</li> <li>Temps de séjour élevé lorsque peu d'ensoleillement.</li> <li>Curage des bassins tous les 3 à 5 ans.</li> </ul>
ASPECT FINANCIER	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coûts d'exploitation faibles (curage des boues et éventuellement maintenance des systèmes d'aération).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maîtrise foncière.</li> <li>Éventuels coûts d'étanchéification des bassins.</li> </ul>
ASPECT ENVIRONNEMENTAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bonne élimination des bactéries.</li> <li>Boues peu fermentescibles.</li> <li>Très faible consommation énergétique, voire nulle pour le lagunage naturel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Risque d'odeur en cas de mauvais fonctionnement, et au moment des dépotages.</li> <li>Qualité du rejet variable selon les saisons.</li> </ul>
ASPECT ORGANISATIONNEL	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peu de personnel (environ 4 h par semaine).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessité d'une autorisation de rejets des eaux usées traitées en sortie.</li> </ul>

## TECHNIQUES DE LAGUNAGE EXISTANTES

### > Lagunage naturel :

Cette technique traite les effluents dans des lagunes en aérobiose (en présence d'oxygène) par action des micro-organismes et du soleil. Le principe repose sur une succession de bassins dans lesquels se déroule un mécanisme de photosynthèse assurant le traitement des matières organiques.

Il est nécessaire que les bassins soient peu profonds et remplis d'eau pour que la photosynthèse ait lieu. La surface nécessaire est importante, de l'ordre de 1 ha pour 1000 EH (60 kg DBO5).

### > Lagunage aéré :

L'aération se fait artificiellement soit en surface par des aérateurs ou turbines, soit en immersion par insufflation d'air. En général, cette technique requiert deux lagunes d'aération profondes (environ 3 m) dans lesquelles les matières séjournent une quinzaine de jours par temps sec, et une lagune de finition profonde de 1 m où elles restent environ 2 jours.

Le lagunage aéré (aérateurs de surface fixes ou montés sur des équipements flottants) nécessite une emprise au sol moindre et permet des meilleures performances épuratoires que le lagunage naturel. En revanche, des coûts énergétiques supplémentaires sont à prévoir.



► Exemple de bassins de lagunage à Rochefort

### Cultures libres

Le lagunage et les réacteurs biologiques

## Les réacteurs biologiques

### Conditions d'admission des déchets d'assainissement :

- MV : brutes ; après coagulation-floculation (page 13) ; après séparation physique (page 16)
- G : brutes ; après coagulation-floculation (page 13) ; après séparation physique (page 16)
- S : non admis

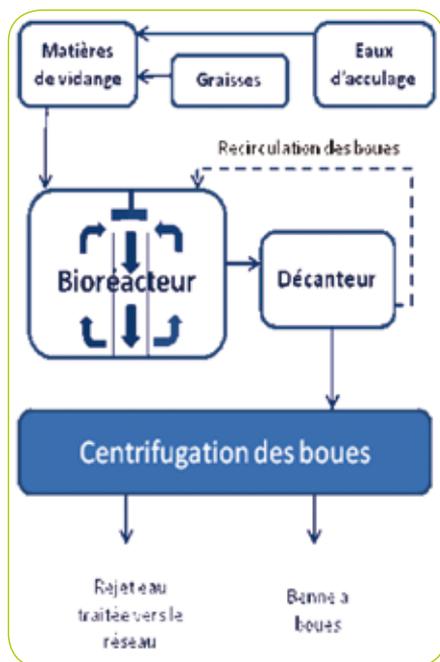
### Filière d'élimination ou de valorisation des sous produits sortants :

- Aire de paillage (page 40) ; Compostage (page 33) ; Méthanisation (page 37) ; Épandage (page 50) ; Incinération

Le procédé de traitement par boues activées est un procédé de traitement biologique à culture en suspension. Il est constitué d'un réacteur biologique dans lequel les eaux usées sont mélangées à une biomasse aérée et maintenue en suspension. Le substrat contenu dans les eaux usées sert de nourriture pour la multiplication et le développement des micro-organismes contenus dans la biomasse.

La biomasse est ensuite séparée par décantation et une partie de cette biomasse est recyclée dans le réacteur. La biomasse excédentaire est extraite du système et constitue les boues secondaires. Les systèmes de boues activées sont le plus souvent conçus pour être exploités en mode continu avec un réacteur biologique, un décanteur secondaire et des équipements de retour des boues du décanteur vers le réacteur.

Ce système permet de transformer la pollution organique en biomasse. Il est constitué d'un bassin d'aération, d'un équipement d'aération et de brassage, d'un clarificateur, d'un dispositif de recirculation des boues, d'un dispositif d'extraction et d'évacuation des boues en excès.



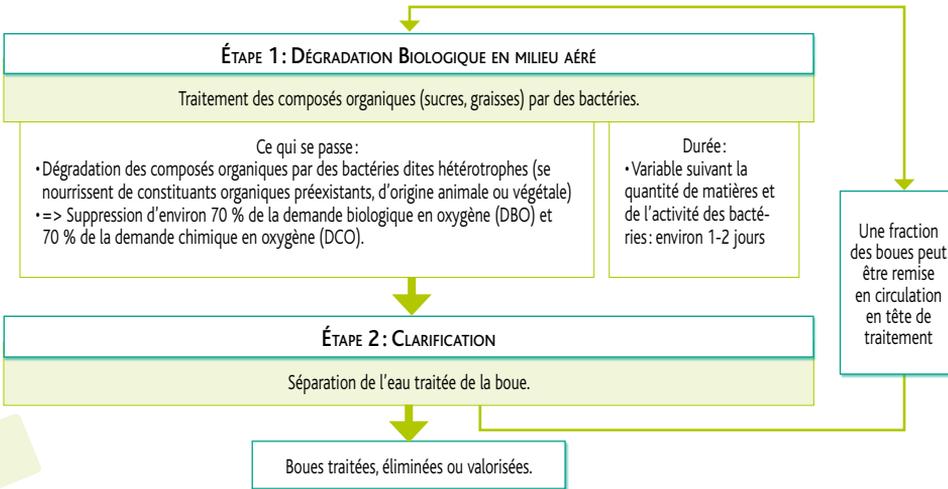
On retrouve deux phases :

1. une phase biologique (partie bassin d'aération)
2. une phase physique : séparation de la biomasse active de l'eau traitée par décantation (partie clarificateur)

Le volume des bassins d'aération doit être suffisant pour que le substrat ait le temps d'être transformé en biomasse. Cependant, il ne doit pas être trop grand, afin de pouvoir maintenir une concentration suffisante de biomasse dans les bassins tout en limitant l'âge des boues pour favoriser une qualité de biomasse propice à sa floculation et à sa décantation. Il faut aussi s'assurer que la masse biologique pouvant être engendrée sous différentes conditions d'exploitation est suffisante compte tenu du volume de réacteur choisi.

# TRAITEMENTS BIOLOGIQUES

## ÉTAPES DE TRAITEMENT PAR RÉACTEURS BIOLOGIQUES



## AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES RÉACTEURS BIOLOGIQUES

	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<b>ASPECT TECHNIQUE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emprise au sol relativement faible.</li> <li>• Traitement combiné des graisses et des matières de vidanges possible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durée de mise en route parfois importante.</li> <li>• Ne doit pas être arrêté sous peine d'être inopérant (apport d'ammoniac constant).</li> <li>• Formation de mousse possible (par prolifération de bactéries filamenteuses dues aux graisses).</li> <li>• Boues hétérogènes en cas de mauvaise aération.</li> </ul>
<b>ASPECT FINANCIER</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût d'investissement important.</li> <li>• Consommation énergétique plus ou moins importante selon les réacteurs.</li> </ul>
<b>ASPECT ENVIRONNEMENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bonne élimination de la pollution organique.</li> </ul>	
<b>ASPECT ORGANISATIONNEL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technique adaptable à toutes les échelles de traitement.</li> <li>• Automatisation de l'installation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessité de personnel qualifié et d'une surveillance régulière.</li> <li>• Extraction fréquente des boues.</li> <li>• Nettoyage régulier du média du réacteur.</li> </ul>

**Cultures libres**

Le lagunage et les réacteurs biologiques

## RÉACTEURS BIOLOGIQUES EXISTANTS

### > **Boues activées :**

Technique la plus utilisée. Le procédé de « boues activées » est un traitement biologique à culture libre. Les bactéries se développent dans des bassins aérés (l'oxygène est apporté par brassement ou insufflation d'air). Les bactéries, en suspension dans l'eau, sont en contact permanent avec les matières polluantes dont elles se « nourrissent ». La biodégradation dans le bassin d'aération est d'environ 30 heures (20 à 50 h). Un clarificateur permet ensuite de séparer les boues de l'eau (5 à 10 h). Une fraction des boues est recirculée en permanence afin d'assurer la présence de ces bactéries épuratrices.

### > **Biomaster® , Biolix® :**

Procédé de dégradation biologique aérobie (en présence d'oxygène) par des bactéries.

### > **Carbofil® :**

Traitement par technologie de brassage et d'oxygénation fondé sur une re-circulation du fluide dans un bassin et permettant d'apporter de grandes quantités d'oxygène tout en maîtrisant les phénomènes de moussage.



▶ Exemple d'installation Carbofil® dans l'Ain

## Cultures libres

Le lagunage et les réacteurs biologiques

## CULTURES FIXÉES

### L'épandage et les filtres plantés

#### Conditions d'admission des déchets d'assainissement :

- MV : brutes
- G : non admis
- S : non admis

#### Filière d'élimination ou de valorisation des sous produits sortants :

- Compostage (page 33)
- Épandage (page 50)

À l'image des « cultures libres », il existe plusieurs types de procédés :

#### > *Procédés extensifs :*

- Infiltration et percolation (cultures fixées sur support fin)
- Épandage souterrain et superficiel (biomasse fixée sur le sol en place)

#### > *Procédés intensifs :*

- Lits bactériens
- Disques biologiques
- Filtres plantés à écoulement vertical ou horizontal

Nous développerons ci-après un exemple d'un procédé extensif et intensif.



## L'épandage

### Conditions d'admission des déchets d'assainissement:

- MV: brutes; après aire de paillage (page 40); après compostage (page 33); après lagunage (page 44); après filtres plantés (page 53); après méthanisation (page 37); après réacteurs biologiques (page 46); après séparation physique (page 16)
- G: non admis
- S: non admis

### PRINCIPE

L'épandage est une technique consistant à répandre des matières organiques (les boues issues des STEP, les MV, les fumiers, les composts, les digestats de méthanisation ou encore les boues de lagunage), notamment sur des sols agricoles (notion d'intérêt agronomique).

Pour être épandables, les matières doivent être exemptes d'éléments grossiers et épandus hors des périodes d'excédent hydrique.

Les produits sont épandus sous forme liquide ou de granulats.

L'épandage agricole des déchets gras bruts ne présenterait qu'un intérêt agronomique très limité (teneurs en azote et en phosphore très faible) et pourrait engendrer :

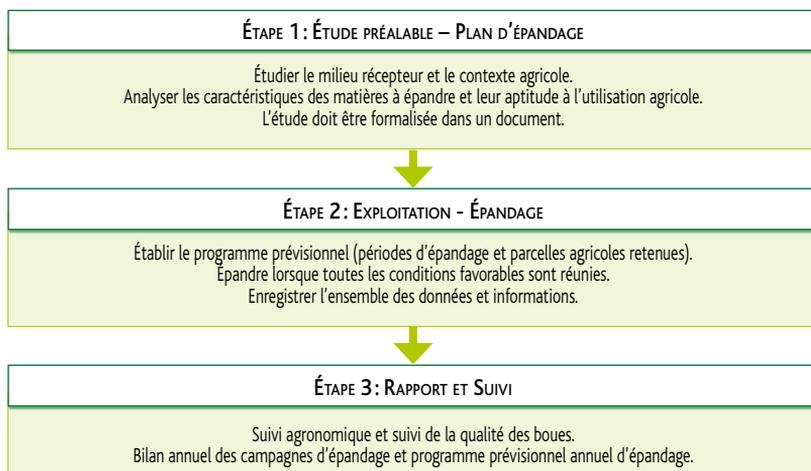
- l'asphyxie des sols (formation d'un film lipidique en surface: Beture - 1996);
- une mauvaise biodégradabilité des graisses sur les sols;
- l'inhibition de la germination (acidification du milieu par les acides gras: Helaine - 1995).

Cette filière est donc clairement interdite par la réglementation (arrêté du 8-12-97 et décret du 8-01-98).

### 📌 Informations pratiques

- L'épandage des sables, des graisses et des éléments grossiers est interdit quelle qu'en soit la provenance.
  - L'épandage des boues sur des sols agricoles ne peut être pratiqué que si celles-ci présentent un intérêt pour les sols ou pour la nutrition des cultures et des plantations.
  - Tout épandage est subordonné à une étude préalable réalisée par le producteur de boues. Elle définit notamment l'aptitude du sol à recevoir ces boues, le périmètre d'épandage, les modalités de sa réalisation, y compris les matériels et dispositifs d'entreposage nécessaires.
  - Les producteurs de boues doivent mettre en place un dispositif de surveillance de la qualité des boues et des épandages.
  - L'épandage peut être interdit selon les conditions climatiques, la nature des sols, la pente des terrains, les distances par rapport aux différents points d'eau et certains établissements,...
- Périodes d'interdiction d'épandage (d'après la « directive nitrates », code de bonnes pratiques agricoles)*
- L'épandage est réglementé et contrôlé par l'État.
  - A noter que les épandages en forêt font l'objet d'une autorisation spéciale donnée après avis du CODERST (Conseil Départemental de l'Environnement, des Risques Sanitaires et Techniques). La demande d'autorisation comprend la description d'un protocole expérimental et d'un protocole de suivi.

## ÉTAPES DE LA FILIÈRE D'ÉLIMINATION PAR ÉPANDAGE



### ⓐ Informations complémentaires

- Les producteurs de boues communiquent régulièrement un registre aux utilisateurs et sont tenus de le conserver pendant dix ans.
- Le producteur de boues adresse au préfet, chaque année, une synthèse des informations figurant dans le registre. Celui-ci doit être présenté aux agents chargés du contrôle de ces opérations. Le préfet peut communiquer la synthèse du registre aux tiers qui en font la demande.
- Le préfet peut faire procéder à des contrôles inopinés des boues ou des sols.
- Des conditions spécifiques d'emploi peuvent être fixées dans chaque département par le préfet, pour tenir compte de la nature particulière des sols, des milieux aquatiques, du milieu environnant et du climat.

### ⓑ Quand épandre et quelles doses ?



► *Épandage en champ*

Il existe deux types de boues définis à partir du rapport C/N de celles-ci :

- Type I : boues à C/N > 8 : ce sont des boues à biodisponibilité réduite de l'azote, à court ou moyen terme (boues compostées, certaines boues chaulées, boues de lagunage naturel)
- Type II : boues à C/N < 8 : ce sont les boues dont le taux de biodisponibilité de l'azote, à court ou moyen terme, est considéré comme élevé, d'où une restriction assez forte des périodes d'épandage (boues liquides, pâteuses ou séchées).

# Techniques de traitement

En fonction de ces deux types, on peut établir le calendrier suivant :

Périodes d'interdiction d'épandage (d'après la « directive nitrates », code des bonnes pratiques agricoles)

CULTURES À VENIR	TYPE DE BOUES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CULTURES D'AUTOMNE	TYPE I												
	TYPE II												
CULTURES DE PRINTEMPS	TYPE I												
	TYPE II												
PRAIRIES DE + DE 6 MOIS	TYPE I												
	TYPE II												

En général, la dose moyenne de matière sèche observée pour une parcelle donnée se situe entre 1 et 2 t de MS/ha/an.

## > Exemples de doses d'épandage :

- Boues liquides: 50 à 75 m<sup>3</sup>/ha tous les ans ou tous les 2 ans
- Boues pâteuses: 15 à 25 tonnes brutes/ha tous les 2, 3, ou 4 ans
- Boues chaulées: 20 à 30 tonnes brutes/ha tous les 3 ou 4 ans
- Boues séchées: 2 à 4 tonnes brutes/ha tous les 2 ou 3 ans
- Boues compostées: 15 à 25 tonnes brutes/ha tous les 2 ou 4 ans

## AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE L'ÉPANDAGE

	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
ASPECT TECHNIQUE	• Technique adaptée au milieu rural.	• Apports de boues dépendant des conditions météorologiques, du sol et de la hauteur des cultures. • Choix d'un matériel d'épandage adapté pour une répartition homogène. • Nécessité de posséder une capacité de stockage suffisante pour pouvoir épandre aux périodes autorisées.
ASPECT FINANCIER		• Coûts multiples: étude préalable, stockage, suivi agronomique,...
ASPECT ENVIRONNEMENTAL	• Apport de matières organiques et d'éléments fertilisants sur des sols agricoles (= recyclage écologique: principe de retour au sol).	• Risque de pollution diffuse si lessivage des sols.
ASPECT ORGANISATIONNEL		• Étude préalable obligatoire. • Obtention de conventions d'épandage avec des exploitations agricoles.

## 📄 Documents de référence à consulter

Articles R211-26 à R211-47 du code de l'Environnement

Norme AFNOR NF U44-095 de mai 2004 – Amendements organiques – Composts contenant des matières d'intérêt agronomique, issues du traitement des eaux.

Décret n° 2009-550 du 18 mai 2009 relatif à l'indemnisation des risques liés à l'épandage agricole des boues d'épuration urbaines ou industrielles

ADEME, les boues d'épuration municipales et leur utilisation en agriculture – Dossier documentaire, 2000

## Les filtres plantés

### Conditions d'admission des déchets d'assainissement :

- MV : brutes après dégrillage ; après coagulation-floculation (page 13) ; après décantation dynamique (page 23)
- G : non admis
- S : non admis

### Filière d'élimination ou de valorisation des sous produits sortants :

- Compostage (page 33)
- Epandage (page 50)

### PRINCIPE

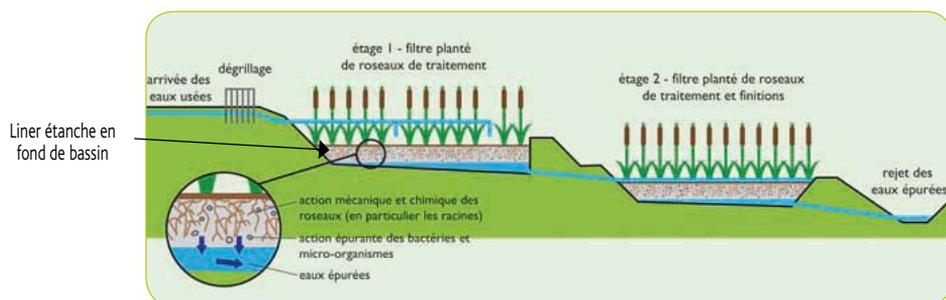
Les macrophytes sont des végétaux de grande taille dont les caractéristiques intrinsèques peuvent être favorablement exploitées pour participer au traitement des matières de vidange des installations de traitement des eaux usées pour l'assainissement non collectif.

Le procédé de traitement par lits plantés de macrophytes est un procédé biologique à cultures fixées sur des supports fins à grossiers (sables, graviers). Ces supports peuvent être naturels (sol en place) ou reconstitués.

Les racines des macrophytes constituent un réseau de drainage de l'eau. Les boues (matières de vidanges) s'accumulent sur les premiers centimètres des lits plantés et se minéralisent progressivement dans le temps grâce à la double action de l'air (présence d'oxygène) et des bactéries présentes près des racines.

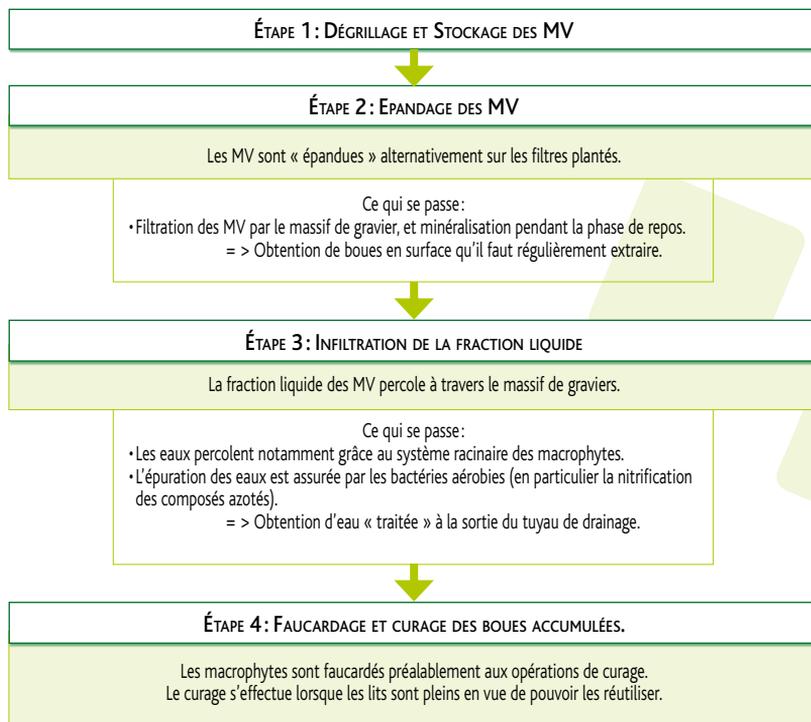
L'alimentation des lits plantés en matières de vidange se fait depuis un bassin de stockage situé en amont. Le dégrillage est obligatoire ; le dessablage et le dégraissage optionnels suivant la nature de l'effluent en entrée. Les lits plantés sont disposés en parallèle et alimentés en alternance. Cette alternance permet d'avoir des phases de repos nécessaires au ressuyage, à la minéralisation et la stabilisation des boues (matières de vidanges) accumulées. C'est aussi durant cette phase que la perméabilité du massif se régénère.

Plusieurs types d'écoulements sont possibles : écoulement vertical et horizontal. Dans le cadre du traitement des matières de vidange, il s'agira de filtres à écoulement verticaux.



► Schéma de principe des filtres plantés de macrophytes

## ÉTAPES DE TRAITEMENT SUR LITS PLANTÉS DE MACROPHYTES



### ► Informations pratiques

- De forme rectangulaire, les dimensions unitaires des lits doivent être compatibles avec la largeur des godets cureurs et permettre une alimentation en matières sur toute la longueur des lits.
- 1 m<sup>2</sup> de lit planté de macrophytes permet de traiter, selon la littérature et suivant la siccité, de 1 à 6 m<sup>3</sup> de MV brutes/an.
- 3 à 6 lits plantés en parallèle peuvent par exemple être alimentés alternativement en MV.
- Le curage des boues se fait environ tous les 5 à 10 ans suivant les apports et la taille des bassins.
- Le faucardage n'est pas obligatoire mais préconisé pour limiter les apports de matières organiques sur la surface des lits. Cependant les fanes des roseaux constituent un structurant carbonné qui dans les cas des matières de vidanges s'avère bénéfique pour le compostage de celles-ci. Reste que le faucardage dans les lits de boues est difficile à mettre en œuvre.

### ► Rôles des macrophytes

- Les roseaux (exemple de macrophytes) possèdent d'importants systèmes racinaires à partir desquels se développent des tiges qui perforent les couches du lit. Des « fissures » permettent à l'eau de s'infiltrer et d'éviter le colmatage.
- Le développement des racines augmente la surface de fixation des bactéries.
- Les macrophytes apportent de l'oxygène dans le milieu, apport d'autant plus important dans le cas des filtres horizontaux (milieu saturé).

# TRAITEMENTS BIOLOGIQUES

- Les végétaux évitent la dessiccation de la surface des matières de vidanges accumulées dans les lits qui peut générer une croûte imperméable et ralentir les processus de séchage et de minéralisation des couches inférieures.
- Le système racinaire apporte de la cohésion. Il fixe la masse de matières de vidange accumulées et minéralisée au massif de granulats sous-jacent et limite ainsi le risque de voir les nouveaux apports plus denses les faire décoller et flotter.
- Les eaux de pluies sont absorbées par les végétaux et évacuées vers la couche drainante grâce aux rhizomes, limitant ainsi la réhydratation des boues.



► Exemple de filtres plantés dans le Bas-Rhin (Berstett)

## AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES LITS PLANTÉS DE MACROPHYTES

	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<b>ASPECT TECHNIQUE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siccité des « boues » curées d'environ 20 %.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procédé non reproductible dépendant des contraintes locales (température, qualité de l'effluent...)</li> <li>• Emprise au sol des filtres plantés.</li> <li>• Nécessité du passage d'une pelle mécanique dans les allées pour l'extraction des boues de surface.</li> <li>• Les lits curés ne peuvent pas être alimentés immédiatement au risque d'écraser les nouvelles tiges ce qui compromettrait la repousse ultérieure.</li> </ul>
<b>ASPECT FINANCIER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence de consommation énergétique en cas d'écoulement gravitaire ; faible consommation si nécessité de pompes de relevage.</li> </ul>	
<b>ASPECT ENVIRONNEMENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Très bonne intégration paysagère (lits creusés dans le sol).</li> <li>• Qualité de l'eau traitée.</li> <li>• Réduction importante du volume total de boues total à éliminer.</li> </ul>	
<b>ASPECT ORGANISATIONNEL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bien adaptée aux territoires ruraux.</li> <li>• Entretien relativement simple.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obligation d'obtention d'un récépissé d'installation classée auprès de la police de l'eau.</li> <li>• Prévoir le faucardage régulier des macrophytes.</li> <li>• Prévoir le curage des lits.</li> </ul>

# Remerciements

« Le SNEA tient à remercier les membres du groupe de travail qui ont permis la concrétisation de ce projet, à savoir Bertrand LEJEUNE, Elisabeth MADALENO, Sophie GALLIER de Véolia Propreté, Pierre Leblanc et Daniel Flamme de Flamme Assainissement, Jean-Jacques LE GAL et Christophe CHAUSSY de Sanitra Fourier et Gilles CARVALLO. Une mention toute particulière est faite à Fabrice LEFEBVRE de Véolia Propreté qui a animé ce groupe avec enthousiasme et brio.

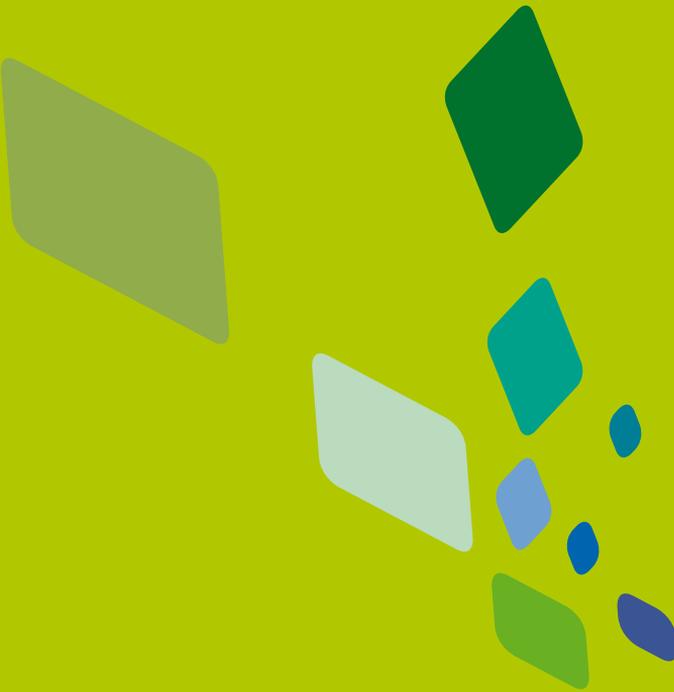
Le syndicat souhaite aussi remercier l'ensemble des contributeurs et des relecteurs qui ont veillé à la bonne cohérence de cet ouvrage. Au risque d'en oublier, nous n'avons pas souhaité publier leur nom mais ils se reconnaîtront. Qu'ils soient remerciés pour le travail effectué. »











La FNSA regroupe 600 entreprises,  
12 000 salariés et comprend  
5 syndicats nationaux de spécialité et  
une association.

**SNEA**

Syndicat National des Entreprises  
de services d'hygiène et d'Assainissement.

**SNDCL**

Syndicat National des Collecteurs  
de Déchets Liquides.

**SYFFA**

Syndicat National des Fabricants  
et Fournisseurs de matériel  
d'Assainissement.

**SYNABA**

Syndicat National des Bureaux d'études en  
Assainissement.

**SYNCRA**

Syndicat National des Contrôleurs  
de Réseaux d'Assainissement.

**APLICA**

Association Professionnelle des  
Laveurs Intérieurs de Citernes Agréés.

**La FNSA est présente sur  
tout le territoire avec  
19 délégations et  
37 délégués régionaux.**



Qualitas : la qualité dans  
l'assainissement.  
Qualification des professionnels  
de l'assainissement sous l'égide  
de la FNSA, en partenariat avec  
le bureau Veritas certification.

**FNSA**

91 avenue de la République  
75 540 Paris Cedex 11  
Tél. : +33(0)1 48 06 80 81  
Fax : +33(0)1 48 06 43 42  
email : [fnsa@fnsa-vanid.org](mailto:fnsa@fnsa-vanid.org)  
web : [www.fnsa-vanid.org](http://www.fnsa-vanid.org)