



HAL
open science

Les filières de traitement et de valorisation des boues d'épuration en France. Rapport d'enquête

Murielle Richard, Marilys Pradel

► To cite this version:

Murielle Richard, Marilys Pradel. Les filières de traitement et de valorisation des boues d'épuration en France. Rapport d'enquête. irstea. 2014, pp.47. hal-02600921

HAL Id: hal-02600921

<https://hal.inrae.fr/hal-02600921>

Submitted on 16 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Année de programmation 2013-2015 – Thème 3 – L'eau en espace urbanisé - Action n°48



Les filières de traitement et de valorisation des boues d'épuration en France

Rapport d'enquête

Rapport final

Marion RICHARD (Irstea)
Marilys PRADEL (Irstea)

Décembre 2014

- **AUTEURS**

Marion RICHARD, Ingénieur d'études (Irstea), marion.richard@irstea.fr

Marilys PRADEL, Ingénieur d'études (Irstea), marilys.pradel@irstea.fr

- **CORRESPONDANT**

Onema : Céline LACOUR, chargée de mission « Eau et les aménagements urbains »,
celine.lacour@onema.fr

Droits d'usage : accès libre

Niveau géographique : National

Couverture géographique : France

Niveau de lecture : citoyens, professionnels, experts



- **RESUME**

Irstea, en partenariat avec l'Onema, étudie les impacts environnementaux des filières de traitement et de valorisation/élimination des boues d'épuration présentes dans les stations de traitement des eaux usées (STEU) en France. Dans le cadre de la conception et de la structuration d'un outil ACV simplifié, la connaissance des filières boues mises en place en France est nécessaire.

Ainsi, une enquête au niveau national a été menée en 2014. L'objectif de cette enquête est dans un premier temps d'identifier l'ensemble des STEU à boues activées présentes sur chaque département français et dans un deuxième temps d'identifier la ou les filière(s) boues complète(s) (traitement + valorisation/élimination) de chaque STEU identifiée.

Les agences de l'eau, les services d'assistances techniques aux STEU (SATESE notamment) et les missions « boues » hébergées par les chambres d'agricultures ont été interrogés.

Un total de 3 153 filières de traitement des boues a été recensé.

Les résultats mettent en évidence une grande diversité tant au niveau des procédés de traitement des boues utilisés qu'au niveau des filières boues mises en place sur le parc épuratoire français. Même si quelques filières boues se distinguent des autres, il semble impossible de formuler des généralités sur la structuration des filières boues « types » françaises tant elles sont diverses et variées.

- **MOTS CLES**

Boues d'épuration, Enquête, Analyse du Cycle de Vie, Filières



Les filières de traitement et de
valorisation des boues d'épuration
en France– Rapport d'enquête
Rapport final
Richard M., Pradel M.



- **ABSTRACT**

Irstea, in partnership with Onema, is studying the environmental impacts generated by sewage sludge management in French wastewater treatment plants (WWTP). In the context of designing and structuring a LCA software tool, the knowledge of sewage sludge lines (with both sludge treatment and disposal routes) used in France is necessary.

As a consequence, a national survey was conducted in 2014. The aims of this survey were (i) to identify all the WWTP with activated sludge process in each French department and (ii) to identify the sewage sludge line for each WWTP.

French water agencies, technical support services to WWTP and agricultural extension services were surveyed.

A total of 3 153 sewage sludge treatment lines were inventoried.

Results showed that, in France, sewage sludge processes are diversified as well as sewage sludge lines. Even if it is possible to distinguish the main sewage sludge lines, it seems impossible to make generalities on the French sewage sludge lines structuration.

- **KEY WORDS**

Sewage sludge, French survey, Life Cycle Assessment (LCA)



• SYNTHÈSE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE

Contexte général

Irstea, en partenariat avec l'Onema, étudie les impacts environnementaux des filières de traitement et de valorisation/élimination des boues d'épuration présentes dans les stations de traitement des eaux usées (STEU) en France.

Dans le cadre de la conception et de la structuration d'un outil ACV simplifié qui commencera début 2015, la connaissance des filières boues mises en place en France est nécessaire. Ces informations guideront les choix portant sur la conception de cet outil. *Quelles sont les principales filières boues rencontrées ? Quels types de filières trouve-t-on selon la taille des STEU ? Y-a-t-il des filières types et représentatives ? Quelle est la proportion d'utilisation de chaque procédé de traitement des boues ?*

Afin d'identifier les filières boues mises en place sur les STEU françaises, il a donc été décidé de mener une enquête dont l'objectif est dans un premier temps d'identifier l'ensemble des STEU à boues activées présentes sur chaque département et dans un deuxième temps d'identifier la ou les filière(s) boues complète(s) (traitement + valorisation/élimination) de chaque STEU identifiée.

Méthodologie

Les Agences de l'eau, les services d'assistances technique aux STEU (SATESE notamment), les DDT et les missions « boues » hébergées par les chambres d'agriculture ont été interrogés.

Un certain nombre d'informations a été demandé à chaque interlocuteur pour chaque STEU recensée :

- La capacité nominale en Equivalent Habitant (EH)
- L'identification de tous les procédés de traitement des boues utilisés, de l'épaississement jusqu'à l'évacuation des boues
- La quantité de boues évacuées exprimée en tonnes de matières sèches (MS) (boues + réactif)
- La destination des boues

Résultats

Les données collectées dans le cadre de cette enquête concernent **71 départements** français pour un total de **3 678 STEU** correspondant à **59 154 430 EH** et **590 604 tonnes MS de boues** évacuées.

53% des STEU, 92% de la population en EH et 87% des boues évacuées référencés dans la base de données sur les eaux résiduaires urbaines du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE)¹ ont été recensés dans cette enquête, ce qui indique tout de même une bonne représentativité des résultats. Les STEU recensées ont été classées dans 4 catégories de STEU selon leur capacité nominale :

- < 2 000 EH
- [2 000 ; 10 000 [EH
- [10 000 ; 100 000 [EH
- > 100 000 EH

Le Tableau 1 montre la répartition des STEU dans ces quatre catégories de capacité nominale.

¹ <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/>

Tableau 1: Généralités sur les données collectées

	NB STEU		EH		t MS évacuées	
	NB	%	NB	%	NB	%
< 2000 EH	1 672	45	1 591 854	3	10 825	2
[2 000 ; 10 000 [EH	1 363	37	5 907 531	10	52 201	9
[10 000 ; 100 000 [EH	555	15	16 834 562	28	169 498	29
> 100 000 EH	88	2	34 820 483	59	358 080	61
Totaux	3 678	100	59 154 430	100	590 604	100

Une grande majorité des STEU françaises sont plutôt des STEU « rurales » puisque 82% des STEU recensées sont des petites STEU de moins de 10 000 EH. Toutefois, le tonnage de boues évacuées par ces STEU ne représente que 11% du tonnage total et 13% des EH.

Un total de **3 153 filières de traitement des boues** a été recensé et analysé dans cette enquête. Toutes ces filières de traitement ont été réparties dans 4 catégories :

- Les filières de traitement boues liquides
- Les filières de traitement boues déshydratées
- Les filières de traitement boues digérées
- Les filières de traitement boues séchées

La répartition de ces 3 153 filières de traitement des boues dans ces 4 catégories est présentée dans le Tableau 2.

Tableau 2: Répartition du nombre de filières différentes dans les 4 catégories de filières identifiées

Catégorie de filières boues	NB filières de traitement	%
Boues liquides	1 368	43
Boues déshydratées	1 653	52
Boues digérées	53	2
Boues séchées	79	3
TOTAL	3153	100

Les filières de traitement boues liquides et boues déshydratées représentent 95% des filières recensées dans cette enquête. Les filières de traitement boues digérées et boues séchées ne représentent à elles seules que 5% de ces filières.

Par ailleurs, l'existence d'une grande variété de filières boues a été mise en évidence puisque **104 filières de traitement des boues différentes ont été identifiées** pour un total de **244 filières boues « complètes » (traitement + élimination/valorisation) différentes**.

Les principales filières de traitement recensées pour chaque catégorie de filière sont présentées dans le Tableau 3.

Tableau 3: Les principales filières de traitement des boues recensées

Catégories de filières	Principales filières de traitement recensées	Occurrence	% sur un total de 3 153 filières de traitement
Filières boues liquides	Epaisseur stockeur	794	25
	Table égouttage - Stockage	359	11
	E. statique - Stockage	118	4
	Grille égouttage - Stockage	42	1
Filières boues déshydratées	LS	353	11
	LSPR	332	11
	Centrifugation - Stockage	227	7
	Centrifugation - Chaulage - Stockage	135	4
	E. statique - Centrifugation - Stockage	130	4
	Filtre bande - Stockage	119	4
Filières boues digérées	E. statique - DA - Centrifugation - Stockage	12	0.4
	E. statique - DA - Centrifugation - Chaulage - Stockage	9	0.3
	E. statique - DA - Filtre à bandes - Stockage	5	0.2
	Flottation - DA - Centrifugation - Stockage	4	0.1
	Table égouttage - DA - Centrifugation - Stockage	4	0.1
Filières boues séchées	Centrifugation - Séchage solaire - Stockage	35	1
	Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	5	0.2
	E. statique - DA - Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	5	0.2
	Filtre bande - Séchage solaire - Stockage	5	0.2
Autres filières		460	15
TOTAL		3 153	100

Le Tableau 3 montre que les filières boues les plus courantes en France sont des filières relativement simples. En ce qui concerne la destination des boues, le Tableau 4 ci-dessous montre la répartition des différents types de boues dans les différentes filières de valorisation et d'élimination des boues.

Tableau 4: Répartition des différents types de boues dans les différentes filières de valorisation et d'élimination des boues

Type de boues	Epandage	Compostage	Incinération	ISDND	Valorisation industrielle	TOTAL
Liquides	81	15	4	1	0	100
Déshydratées	28	35	32	2	3	100
Digérées	52	21	15	0	12	100
Séchées	22	34	21	3	20	100

Le Tableau 4 montre clairement que l'épandage des boues est la filière de valorisation privilégiée pour tous les types de boues.

Conclusion

Ces résultats mettent en évidence une grande diversité des filières boues mises en place sur le parc épuratoire français. Même si quelques filières boues se distinguent des autres, il semble impossible de formuler des généralités sur les filières boues françaises tant elles sont diverses et variées. Finalement, cette enquête aura permis de fixer des filières boues « types » pour lesquelles il serait intéressant d'évaluer les impacts environnementaux par la méthode ACV.

En ce qui concerne l'outil ACV simplifié, il serait plus pertinent de s'orienter vers un fonctionnement modulaire. Chaque procédé de traitement des boues et chaque voie d'élimination/valorisation des boues seront équivalents à un module. Ainsi, par assemblage de module, il sera possible pour l'utilisateur de modéliser toutes les filières boues possibles et imaginables.

- **SOMMAIRE**

1. Introduction	1
2. Méthodologie	2
2.1. Identification des interlocuteurs et prise de contact	2
2.2. Gestion des données brutes	3
2.2.1. Catégories des STEU recensées	3
2.2.2. Procédés de traitement recensés sur les STEU	4
2.2.3. Recensement des filières de valorisation/élimination des boues	5
3. Résultats et discussion	5
3.1. Caractéristiques et représentativité des données collectées	5
3.2. Présentation des résultats par procédés de traitement et par filières d'élimination/valorisation des boues d'épuration	10
3.2.1. Epaissement	10
3.2.2. Déshydratation	12
3.2.3. Stabilisation des boues	13
3.2.4. Séchage et oxydation des boues	14
3.2.5. Elimination/valorisation des boues	14
3.3. Filières de traitement et de valorisation/élimination des boues	16
3.3.1. Filières de traitement boues liquides	17
3.3.2. Filières de traitement boues déshydratées	19
3.3.3. Filières de traitement boues digérées	25
3.3.4. Filières de traitement boues séchées	27
4. Conclusion	30
5. Sigles & Abréviations	33
6. Bibliographie	34
7. Table des figures et des tableaux	35
Remerciements	36

1. Introduction

Dans le cadre d'un projet de recherche, Irstea, en partenariat avec l'Onema, étudie les impacts environnementaux des filières de traitement et de valorisation/élimination des boues d'épuration présentes dans les stations de traitement des eaux usées (STEU) en France.

Ce projet de recherche pluriannuel a un double objectif :

- (i) la réalisation d'une Analyse du Cycle de Vie (ACV) des filières de traitement et de valorisation/élimination des boues dans le but de contribuer à identifier les filières les plus respectueuses de l'environnement et à optimiser les procédés de traitement et de valorisation des boues identifiés comme impactants (2013 – 2014)
- (ii) le développement d'un outil ACV simplifié qui permettra aux acteurs de l'assainissement (exploitants de STEU par exemple) de calculer l'impact environnemental d'une ou plusieurs filière(s) boues (2015 – 2016)

Dans le cadre de la conception et de la structuration de cet outil ACV simplifié qui commencera début 2015, la connaissance des filières boues mises en place en France est nécessaire. Ces informations guideront les choix portant sur la conception de cet outil. *Quelles sont les principales filières boues rencontrées ? Quels types de filières trouve-t-on selon la taille des STEU ? Y-a-t-il des filières types et représentatives ? Quelle est la proportion d'utilisation de chaque procédé de traitement des boues ?*

Un état des lieux avait été réalisé en 2010 par Irstea [1] sur les filières de traitement et de valorisation des boues d'épuration en France. Cette étude donnait une première idée des types de filières boues existantes en France. La majorité des informations présentées dans cette enquête provenaient des Agences de l'eau. A l'issue de cette enquête, une typologie des principales filières de traitement et de valorisation des boues avait été réalisée en fonction des grands types de boues (liquides, pâteuses, solides, sèches etc.).

Cette enquête a mis en évidence la difficulté à obtenir des informations détaillées sur les filières boues auprès des Agences de l'eau. En effet, chaque agence possède son propre fonctionnement dans la façon de gérer et stocker ses données. Ainsi, le degré de précision des données diffère d'une agence à l'autre.

Afin d'identifier les filières boues mises en place sur les STEU françaises, il a donc été décidé de mener une enquête plus poussée. Les informations ont été cherchées à la source, c'est-à-dire auprès des organismes réalisant des prestations d'assistance technique aux STEU (SATESE², syndicats mixtes etc.). Ces organismes présents sur tous les départements français sont ceux qui communiquent les informations sur les STEU françaises aux agences de l'eau dont ils dépendent.

L'objectif de cette enquête est dans un premier temps d'identifier l'ensemble des STEU à boues activées présentes sur chaque département et dans un deuxième temps d'identifier la ou les filière(s) boues complète(s) (traitement + valorisation/élimination) de chaque STEU identifiée.

Les résultats de cette enquête sont présentés dans ce rapport ainsi que la méthode utilisée pour collecter les données. Dans un premier temps, nous présenterons les résultats portant sur les procédés de traitement des boues, et dans un deuxième temps ceux sur les filières boues avant de conclure.

² Service d'Assistance Technique aux Exploitants de Stations d'Épuration

2. Méthodologie

2.1. Identification des interlocuteurs et prise de contact

La première étape de cette enquête a été d'identifier les organismes susceptibles de pouvoir répondre à cette enquête.

Les organismes contactés ont été :

- **Les Agences de l'eau** : elles mettent en œuvre les objectifs et les dispositions des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux en favorisant une gestion équilibrée et économe de la ressource en eau et des milieux aquatiques.
- **Les services d'assistance technique aux STEU** (SATESE, syndicats mixtes...) : ils apportent aux collectivités éligibles une assistance dans le domaine de l'eau en visant l'amélioration des installations de traitement des eaux usées, tant sur leur fonctionnement que sur leur conception. Ils communiquent les informations spécifiques de chaque STEU aux agences de l'eau dont ils dépendent.
- **Les missions « boues » hébergées par les chambres d'agricultures** (MVAB³, MESE⁴, MRAD⁵ etc..) : elles rendent un avis d'expert sur les conditions d'épandage agricole des boues issues du traitement des eaux usées, elles apportent une assistance technique aux agriculteurs et aux maîtres d'ouvrages de STEU, elles ont pour missions le suivi des épandages et de la qualité agronomique, pédologique et sanitaire des boues, elles centralisent et valorisent des données relatives aux boues.
- **Les DDT** (Directions Départementales des territoires) : elles mettent en œuvre des politiques publiques d'aménagement et de développement durable des territoires.

Les organismes ont été contactés par téléphone et/ou par courriel.

Le but de cette démarche était dans un premier temps d'identifier toutes les STEU à boues activées présentes sur le territoire couvert par l'organisme contacté. Cette étude se focalise sur les STEU à boues activées car d'après la base de données sur les eaux résiduaires urbaines du MEDDE⁶ [2] (Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie), 95% des boues d'épuration produites proviennent de ces STEU.

Dans un deuxième temps, le but était d'identifier la filière « boues » de chaque STEU recensée.

Pour cela, un certain nombre d'informations a été demandé à chaque interlocuteur pour chaque STEU recensée :

- La capacité nominale en Equivalent Habitant (EH)
- L'identification de tous les procédés de traitement des boues utilisés, de l'épaississement jusqu'à l'évacuation des boues
- La quantité de boues évacuées exprimée en tonnes de matières sèches (MS) (boues + réactif)
- La destination des boues

³ Mission de Valorisation Agricole des Boues

⁴ Mission d'Expertise et de Suivi des Epandage

⁵ Mission de Recyclage Agricole des Déchets

⁶ <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/>

2.2. Gestion des données brutes

Les informations ont été synthétisées dans un tableau présenté sous la forme suivante (Tableau 1).

Tableau 1: Compilation des données collectées

n° dept	Nom STEU	EH	Tranche de capacité	Pas de filières boues recensées/filières boues incomplètes
10	STEU exemple	15 000	[10 000 ; 100 000[EH	

...

Epaississement			Déshydratation		
Table égouttage	Epaississeur statique	...	Centrifugation	Filtre-presse	...
	1			2	

...

Stabilisation		Séchage		Stockage		
Chaulage	Digestion anaérobie	Solaire	Thermique	Silo	Hangar	...
					3	

...

Destination				Tonnages évacuées			
Epandage	Compostage	Incinération	...	Epandage	Compostage	Incinération	...
x	x			46	72		

2.2.1. Catégories des STEU recensées

Toutes les STEU recensées sont listées dans ce tableau (Tableau 1). Pour chaque STEU, le numéro de département dans lequel elle se situe est indiqué ainsi que sa capacité nominale en EH.

Les STEU sont classées dans des tranches de capacité nominale. Les tranches de capacité nominale utilisées par le MEDDE [2] ont été retenues, c'est-à-dire :

- < 2 000 EH
- [2 000 ; 10 000[EH
- [10 000 ; 100 000[EH
- [100 000 ; ...[EH

Pour un certain nombre de STEU, la filière boues n'a pas pu être identifiée ou est incomplète (soit la filière boues est inexistante soit l'organisme contacté n'en a pas connaissance). Dans ce cas, cette STEU est marquée d'une croix « x » dans la colonne « Pas de filière boues dans la STEU/Filière boues incomplète » ce qui permettra de l'isoler lors de l'exploitation des données.

Afin d'indiquer clairement la filière boues de chaque STEU, une colonne par procédé a été créée.

2.2.2. Procédés de traitement recensés sur les STEU

Chaque procédé est rangé par catégorie de STEU selon sa fonction, c'est-à-dire :

- Les procédés d'épaississement
- Les procédés de déshydratation
- Les procédés de stabilisation des boues
- Les procédés de séchage et d'oxydation des boues

Le Tableau 2 liste l'ensemble des procédés recensés dans cette enquête.

Tableau 2: Les procédés de traitement des boues

Les procédés d'épaississement des boues	Table d'égouttage Tambour d'égouttage Grille d'égouttage Epaississeur statique Epaississeur-stockeur Décanteur lamellaire Flottation Géotube
Les procédés de déshydratation des boues	Centrifugeuse Sac filtrant Lit de Séchage (LS) Lit de Séchage Plantés de Roseaux (LSPR) Filtre à bandes Filtre presse Presse à vis
Les procédés de stabilisation des boues	Chaulage Digestion anaérobie (DA)
Les procédés de séchage et d'oxydation des boues	Séchage solaire Séchage thermique Pyrolyse Oxydation par Voie Humide (OVH)

Ensuite, un numéro est associé à chaque procédé constituant la filière boues selon leur ordre d'apparition dans la filière.

Par exemple, une filière boues de type « Epaississeur statique + centrifugation + chaulage + stockage » sera indiquée comme telle dans le tableau de compilation des données (Tableau 3) :

Tableau 3: Constitution des filières boues

Nom STEU	EH	Epaissement	Déshydratation	Stabilisation	Stockage
		<i>Epaisseur statique</i>	<i>Centrifugation</i>	<i>Chaulage</i>	<i>Aire bétonnée</i>
STEU exemple	10 000	1	2	3	4

De cette manière, il sera possible de suivre l'enchaînement des procédés entre eux.

Des colonnes ont aussi été créées pour les différents types de stockage mais cette information ne sera pas utilisée dans l'exploitation des données car elle n'apporte pas de plus-value à l'étude.

2.2.3. Recensement des filières de valorisation/élimination des boues

Concernant les filières de valorisation/élimination des boues, une colonne par destination a été créée. Les différentes destinations retenues sont les suivantes :

- Epandage
- Compostage
- Incinération
- ISDND (Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux)
- Valorisation industrielle (papeterie, cimenterie, méthanisation avec les déchets ménagers)

Dans ces colonnes sont indiquées les quantités de boues évacuées dans chacune des voies de valorisation/élimination.

Au final, 2 tableaux comme celui présenté en Tableau 1 ont été créés :

- 1 pour les filières uniques : liste les STEU produisant un seul type de boues
- 1 pour les filières multiples : liste les STEU produisant plusieurs types de boues

Dans le cas du tableau « filières uniques », une ligne équivaut à une STEU. Dans le cas du tableau « filières multiples », une ligne correspond à une filière de traitement des boues conduisant à la production d'un type de boues.

3. Résultats et discussion

3.1. Caractéristiques et représentativité des données collectées

Les données collectées dans le cadre de cette enquête concernent **71 départements** français pour un total de **3 678 STEU** correspondant à **59 154 430 EH** et **590 604 tonnes MS de boues** évacuées. Selon les départements interrogés les années de référence des données varient : elles vont de 2011 à 2014. La carte ci-dessous (Figure 1) montre les départements pour lesquels des données ont été collectées (en rouge) et ceux pour lesquels aucune donnée n'a été collectée (en blanc). L'hypothèse a été faite que les tonnages et filières ne variaient pas d'une année sur l'autre afin d'exploiter l'ensemble des données recensées.



Figure 1: Départements français représentés dans l'enquête
(Source : <http://www.cartesfrance.fr>)

Pour vérifier la représentativité des données collectées, celles-ci ont été comparées à celles présentes dans la Base de Données sur les Eaux Résiduaire Urbaines (année de référence : 2012) créée par le MEDDE [2]. Cette base de données a été considérée comme une référence tout au long de cette enquête.

Le Tableau 4 présente les caractéristiques des données collectées pour chaque département. La source des données, l'année de référence des données, le nombre de STEU recensée ainsi que le nombre d'EH concerné et la quantité de boues évacuées par département sont indiqués.

Les trois derniers paramètres sont comparés à ceux extraits de la base de données du MEDDE [2], un % représentant les valeurs de cette enquête par rapport à celles du MEDDE est calculé et intégré dans le Tableau 4.

Tableau 4: Caractéristiques des données collectées (Sources : [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9])

Départements	Sources des données	Années de référence des données obtenues	Nb de STEU recensées			EH			Quantité de boues évacuées (t MS)			
			Enquête	MEDDE	%	Enquête	MEDDE	%	Enquête	MEDDE	%	
01	Ain	SATESE de l'Ain	2012	109	112	97	626 020	749 878	83	6 145	6 730	91
02	Aisne	SATESE de l'Aine	2012 et 2013	33	68	49	226 147	504 035	45	2 566	5 329	48
03	Allier	Bureau départemental de la qualité de l'eau	2011	101	111	91	321 269	431 756	74	6 725	6 943	97
04	Alpes de Haute Provence	SATESE des Alpes de Haute Provence	2012 et 2013	44	46	96	211 687	182 254	116	2 075	1 729	120
05	Hautes Alpes	Agence de l'eau RMC	2012	15	7	214	285 400	73 900	386	2 401	922	260
06	Alpes Maritimes	Agence de l'eau RMC	2012	10	29	34	474 900	324 250	146	5 201	1 469	354
07	Ardèche	SATESE Ardèche-Drome	2011 et 2012	69	63	110	365 827	350 497	104	3 139	2 929	107
08	Ardennes	Chambre d'agriculture des Ardennes - MRAD	2012	33	33	100	264 260	304 520	87	3 618	4 050	89
09	Ariège				37			202 630			984	
10	Aube				47			410 734			3 124	
11	Aude	Agence de l'eau RMC	2012	16	179	9	353 100	679 203	52	3 128	5 180	60
12	Aveyron	SATESE de l'Aveyron	2013	36	36	100	535 023	501 256	107	5 403	4 348	124
13	Bouches du Rhone	Agence de l'eau RMC et ARPE	2012	83	77	108	3 211 405	1 199 177	268	25 992	13 510	192
14	Calvados	Chambre d'agriculture du Calvados - MVAB	2012	68	71	96	1 129 150	1 136 420	99	13 980	12 877	109
15	Cantal				56			169 760			1 245	
16	Charente	SATESE de la Charente	2013	33	37	89	288 800	291 658	99	3 250	3 135	104
17	Charentes maritimes	Internet	-	1	75	1	170 000	1 065 073	16	2 670	10 025	27
18	Cher	SATESE du Cher	2014	60	83	72	257 720	317 310	81	2 813	3 418	82
19	Corrèze				35			412 400			2 923	
2AB	Corse	Agence de l'eau RMC	2012	20	56	36	420 300	239 993	175	3 080	1 348	228
21	Côte d'Or	Agence de l'eau RMC	2012	10	76	13	182 955	504 289	36	2 953	6 276	47
22	Côtes d'Armor	Internet	-	1	85	1	140 000	662 060	21	1 480	6 689	22
23	Creuse				35			106 388			666	
24	Dordogne				67			238 985			2 452	
25	Doubs	Agence de l'eau RMC	2012	11	119	9	182 000	657 418	28	3 502	8 431	42
26	Drome	SATESE Ardèche-Drome	2011-2012	49	48	102	698 170	653 040	107	6 421	6 120	105
27	Eure	Chambre d'agriculture de Haute Normandie	2013	84	89	94	586 885	674 027	87	6 415	8 495	76
28	Eure et Loir	Agence Technique Départementale	2012 et 2013	100	108	93	370 333	473 582	78	3 835	1 867	205
29	Finistère	Internet	2012	3	94	3	341 700	1 179 830	29	3 757	12 903	29
30	Gard	Agence de l'eau RMC	2012	20	145	14	633 200	995 180	64	5 948	8 917	67
31	Haute-Garonne				101			1 535 006			18 137	
32	Gers	SATESE du Gers	2013	23	31	74	154 883	168 850	92	1 199	1 219	98
33	Gironde	SATESE de la Gironde	2012 et 2013	149	144	103	1 299 771	995 948	131	13 541	9 389	144
34	Hérault	SATESE de l'Hérault	2013	109	116	94	2 028 627	1 588 813	128	20 612	16 678	124
35	Ille et Vilaine	SATESE Ille et Vilaine	2012	86	122	70	658 680	1 270 713	52	6 075	12 798	47
36	Indre				62			359 986			9 387	
37	Indre et Loire	Internet	-	1	97	1	393 330	761 485	52	4 914	8 107	61
38	Isère	SATESE de l'Isère	2013	89	56	159	1 765 644	808 810	218	17 391	7 297	238
39	Jura	SATESE du Jura	2013	65	67	97	338 717	341 257	99	3 012	3 465	87
40	Landes	SATESE des Landes	2011 à 2013	96	99	97	805 716	800 083	101	4 688	4 415	106
41	Loir et Cher	Chambre d'agriculture du Loir et Cher	2012	70	72	97	366 352	366 606	100	4 539	3 854	118
42	Loire	MAGE et DDT de la Loire	2012	87	92	95	926 971	925 209	100	13 244	11 921	111
43	Haute-Loire	SATESE de la Haute Loire	2013	60	57	105	278 713	260 744	107	1 590	2 042	78
44	Loire atlantique	SATESE de la Loire Atlantique	2013	57	110	52	195 280	1 828 444	11	1 479	18 767	8
45	Loiret	SATESE du Loiret	2013	127	123	103	1 047 898	1 041 653	101	12 479	12 171	103
46	Lot	SYDED du Lot	2013	34	36	94	163 848	159 083	103	979	1 167	84

Départements	Sources des données	Années de référence des données obtenues	Nb de STEU recensées			EH			Quantité de boues évacuées (t MS)			
			Enquête	MEDDE	%	Enquête	MEDDE	%	Enquête	MEDDE	%	
47	Lot et Garonne	SATESE du Lot et Garonne	2012	75	77	97	426 830	369 608	115	3 414	3 306	103
48	Lozere				27		112 732			1 014		
49	Maine et Loire	SATESE du Maine et Loire	2012	127	122	104	838 775	824 212	102	8 984	8 686	103
50	Manche	Internet	-	1	58	2	150 000	607 159	25	654	4 533	14
51	Marne	Chambre d'agriculture de la Marne	2013	61	91	67	833 320	836 836	100	9 981	13 300	75
52	Haute Marne	Agence de l'eau RMC	2012	1	64	2	5 500	235 787	2	48	1 986	2
53	Mayenne	Satase de la Mayenne	-	3	68	4	243 666	426 806	57	2 851	3 753	76
54	Meurthe et Moselle	Chambre d'agriculture de Meurthe et Moselle	2012 et 2013	51	47	109	917 810	880 731	104	9 002	8 440	107
55	Meuse	Satase de la Meuse	2013	23	24	96	126 125	161 125	78	1 106	1 757	63
56	Morbihan				78		948 084			9 040		
57	Moselle	Satase de la Moselle	2012	64	123	52	600 550	1 764 327	34	8 234	18 098	45
58	Nièvre				56		220 953			2 048		
59	Nord				170		3 406 983			43 548		
60	Oise	Internet	-	1	128	1	128 333	944 395	14	870	10 736	8
61	Orne	Chambre d'agriculture de l'Orne - MESE	2011	97	95	102	384 240	383 660	100	4 180	4 075	103
62	Pas de calais				90		1 517 862			26 247		
63	Puy de Dome	Internet	-	1	90	1	425 000	801 017	53	4 646	9 027	51
64	Pyrénées atlantiques				92		761 389			6 824		
65	Hautes pyrénées	Satase des Hautes Pyrénées	2012 et 2013	44	47	94	428 000	433 650	99	2 707	2 666	102
66	Pyrénées Orientales	Agence de l'eau RMC	2012	19	93	20	616 100	1 006 638	61	2 266	5 658	40
67	Bas rhin	SATESE du Bas-Rhin	2012	89	93	96	2 187 255	2 157 209	101	34 080	31 651	108
68	Haut rhin	Internet	-	1	44	2	250 000	1 398 280	18	2 855	14 000	20
69	Rhône	SATESE du Rhone	2012 et 2013	71	72	99	2 969 305	2 615 272	114	33 115	26 644	124
70	Haute saone	SATESE de la Haute-Saone et Agence de l'eau RMC	2012 et 2013	57	57	100	233 114	232 614	100	3 117	2 323	134
71	Saone et Loire	Chambre d'agriculture et Agence de l'eau RMC	2012 et 2013	33	68	49	569 480	649 021	88	11 564	9 614	120
72	Sarthe				115		357 441			3 045		
73	Savoie	SATESE de la Savoie	2013	39	37	105	815 925	586 925	139	8 541	6 616	129
74	Haute savoie	Agence de l'eau RMC	2012	20	32	63	929 966	550 533	169	9 137	5 197	176
75	Paris	SIAAP	2013	6			13 855 000			114 209		
76	Seine Maritime	Chambre d'agriculture de Haute Normandie	2013	125	136	92	1 778 455	1 658 450	107	20 180	24 307	83
77	Seine et Marne	SATESE/MVAB de Seine et Marne	2012	195	204	96	1 414 870	961 368	147	18 623	9 553	195
78	Yvelines	Internet	2012	3	86	3	365 417	934 717	39	6 544	12 842	51
79	Deux sèvres	SATESE des Deux Sèvres	2013	71	67	106	378 358	368 288	103	3 272	3 188	103
80	Somme				72		386 607			4 423		
81	Tarn	SATESE du Tarn	2013	21	45	47	482 800	337 550	143	3 592	2 086	172
82	Tarn et Garonne				34		247 975			2 300		
83	Var	ARPE et Agence de l'eau RMC	2012	87	79	110	1 559 223	578 990	269	13 084	5 187	252
84	Vaucluse	ARPE et Agence de l'eau RMC	2012	83	79	105	904 520	736 929	123	8 541	6 700	127
85	Vendée	SATESE de la Vendée	2013	107	102	105	879 362	837 683	105	7 314	8 496	86
86	Vienne				78		472 822			4 972		
87	Haute vienne	Internet	2012	1	52	2	285 000	436 522	65	3 047	4 345	70
88	Vosges				50		468 676			5 323		
89	Yonne				110		408 190			3 955		
90	Belfort	Agence de l'eau RMC	2012	10	20	50	165 900	199 080	83	3 466	2 994	116
91	Essone				33		420 000			5 029		
95	Val d'oise	SATESE du Val d'oise	2014	29	38	76	305 550	488 950	62	3 392	5 486	62
Total				3 678	6 952	53	59 154 430	64 038 239	92	598 851	690 866	87

La majorité des données collectées dans le cadre de cette enquête provient des SATESE. Ces services sont implantés dans tous les départements et sont souvent hébergés par les conseils généraux.

Depuis la loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006 [13], les conditions d'exercice des SATESE ont évolué.

Les collectivités pouvant désormais bénéficier de cette assistance technique sont les collectivités « éligibles », c'est-à-dire celles qui répondent aux critères suivants :

- Les communes considérées comme rurales à l'exclusion de celles dont le potentiel financier moyen par habitant est supérieur à 1.3 fois le potentiel financier moyen par habitant des communes de moins de 5 000 habitants
- Les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) de moins de 15 000 habitants pour lesquels la population des communes répondant aux conditions ci-dessus représente plus de la moitié de la population totale des communes membres de l'EPCI.

Les prestations proposées par les SATESE sont désormais payantes aux collectivités. Pour les collectivités dites « éligibles », les prestations sont proposées à un tarif « préférentiel » défini par le département. Pour les collectivités dites « non éligibles », les prestations évoluent sur un marché concurrentiel au coût réel. Ces collectivités sont en général les grandes agglomérations ou communautés de communes.

En conséquence, les SATESE ne peuvent plus suivre la totalité des STEU présentes sur le département. Les autres STEU sont souvent suivies par des syndicats mixtes ou par la communauté urbaine dans le cas de grosses STEU. Comme il n'a pas été possible de contacter tous les services d'assistance technique de tous les départements, les données récoltées sont rarement complètes pour l'ensemble du département.

Comme il est possible de constater dans le Tableau 4, les STEU de chaque département ainsi que les filières boues associées n'ont pas pu être toutes recensées pour ces raisons.

Toutefois, 92% de la population en EH et 87% des boues évacuées référencés dans la base de données du MEDDE [2] ont été recensés dans cette enquête, ce qui indique tout de même une bonne représentativité des résultats qui seront présentés.

Tableau 5: Généralités sur les données collectées

	NB STEU		EH		t MS évacuées	
	NB	%	NB	%	NB	%
< 2000 EH	1 672	45	1 591 854	3	10 825	2
[2 000 ; 10 000 [EH	1 363	37	5 907 531	10	52 201	9
[10 000 ; 100 000 [EH	555	15	16 834 562	28	169 498	29
> 100 000 EH	88	2	34 820 483	59	358 080	61
Totaux	3 678	100	59 154 430	100	590 604	100

Le Tableau 5 montre la répartition des STEU dans les quatre tranches de capacité nominale choisies pour l'enquête.

Une grande majorité des STEU françaises sont plutôt des STEU « rurales » puisque 82% des STEU recensées sont des petites STEU de moins de 10 000 EH. Toutefois le tonnage de boues évacuées par ces STEU ne représente que 11% du tonnage total et 13% des EH.

3.2. Présentation des résultats par procédés de traitement et par filières d'élimination/valorisation des boues d'épuration

3.2.1. Épaississement

Les résultats sont présentés sous forme de pourcentages dans le Tableau 6 ci-dessous :

Tableau 6: Les procédés d'épaississement

Procédés d'épaississement	% NB STEU équipées	% EH	% t MS
Table égouttage	14	7	11
Tambour égouttage	1	1	1
Grille égouttage	2	2	3
Epaississeur statique	16	38	46
Epaississeur - stockeur	25	2	2
Décanteur lamellaire	< 1	5	5
Flottateur	1	18	24
Géotube	< 1	< 1	< 1
Pas d'épaississement	41%	28%	9%

La première colonne de ce tableau indique la proportion des STEU utilisant chacun des procédés d'épaississement des boues. La deuxième colonne permet de voir la proportion de la population en EH concernée par chaque procédé. La troisième colonne établit la proportion des boues évacuées qui ont été traitées par chacun des procédés d'épaississement. Les % restants correspondent à des STEU n'ayant pas de procédés d'épaississement.

La répartition de chacun de ces procédés par tranche de capacité nominale est présentée dans la Figure 2.

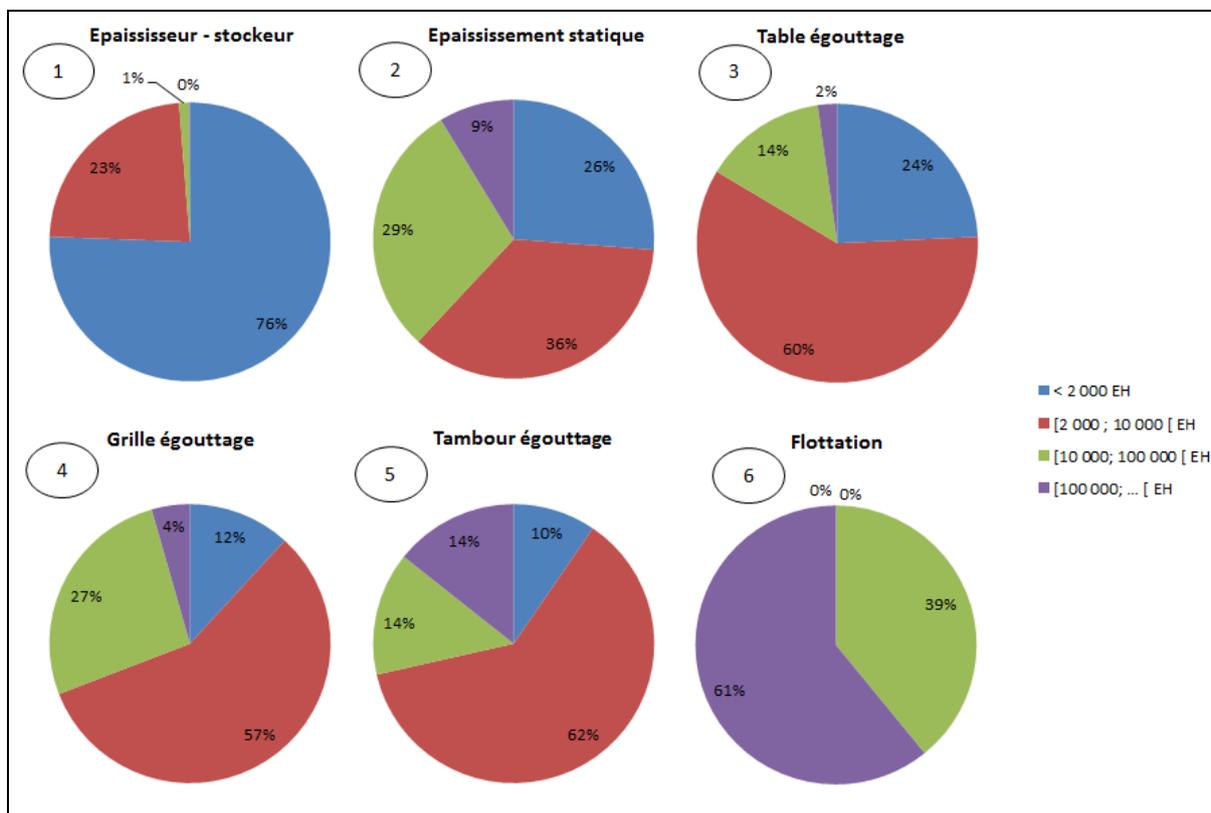


Figure 2: Répartition des principaux procédés d'épaississement en fonction des 4 classes de STEU

Les trois procédés d'épaississement des boues les plus couramment rencontrés dans cette enquête sont dans l'ordre croissant : **l'épaisseur-stockeur**, **l'épaisseur statique** et la **table d'égouttage**.

L'épaisseur-stockeur a été couramment rencontré dans cette enquête puisque 25% des STEU recensées en sont équipées. En revanche, seulement 2% des boues évacuées ont été épaissies et stockées dans un épaisseur-stockeur. Cette information indique que ce procédé est très fréquent sur les petites STEU mais inexistant sur les plus grosses STEU. La Figure 2 vient confirmer ces propos puisque 99% des épaisseurs-stockeurs recensés dans l'enquête sont présents sur les STEU dont la capacité nominale est inférieure à 10 000 EH.

L'épaisseur statique est présent sur 16% des STEU enquêtées, il représente 38% de la population raccordée en EH et a traité 46% des boues évacuées. Sa répartition dans le parc épuratoire est assez homogène : on le trouve aussi bien sur des petites STEU inférieures à 2 000 EH que sur des STEU de capacité nominale plus conséquente, jusqu'à 100 000 EH.

Des trois procédés d'épaississement par égouttage (table, grille et tambour), la table d'égouttage est la plus répandue. Elle est présente sur 14% des STEU recensées et a traité 11% des boues évacuées. Ce procédé est essentiellement utilisé sur des STEU de taille moyenne dont la capacité nominale est comprise entre 2 000 et 10 000 EH. La grille d'égouttage et le tambour d'égouttage sont présents sur 2 et 1 % des STEU recensées respectivement.

L'épaississement des boues par flottation est un procédé peu courant puisque seulement 0.7% des STEU recensées épaississent leurs boues par flottation. Seulement 23 ouvrages ont été recensés dans cette enquête. En revanche, 24% des boues évacuées ont été traitées par flottation, et cela correspond à 18% de la population raccordée en EH. Ces informations montrent que la flottation est un procédé utilisé sur les grosses STEU, propos confirmés par la Figure 2, puisque 61% des flottateurs se trouvent dans des STEU dont la capacité nominale est supérieure à 100 000 EH.

D'autres procédés d'épaississement des boues ont été recensés dans cette enquête mais à moindre échelle. La décantation lamellaire n'a été recensée que dans 2 STEU de plus de 100 000 EH. Le géotube a été recensé sur 15 STEU, en grande majorité sur les STEU dont la capacité est inférieure à 2 000 EH.

Ces résultats montrent que le choix des procédés d'épaississement est adapté à la taille de la STEU. Les épaisseurs-stockeurs et épaisseurs statiques sont essentiellement utilisés sur les petites STEU car ce sont des procédés avec un fonctionnement relativement simple et autonome qui nécessitent très peu de main d'œuvre, idéal pour les petites STEU dont les ressources en main d'œuvre sont limitées [10].

3.2.2. Déshydratation

Les résultats concernant la déshydratation des boues sont présentés dans le Tableau 7.

Tableau 7: Les procédés de déshydratation

%	NB STEU équipées	EH	t MS
Centrifugeuse	20	53	68
Sacs filtrant	< 1	< 1	< 1
LS	12	1	1
LSPR	11	1	1
Filtre à bandes	8	7	9
Filtre presse	4	20	24
Presse à vis	< 1	< 1	< 1
Pas de déshydratation	44	18	-

La répartition de chacun de ces procédés par tranche de capacité nominale est présentée dans la Figure 3.

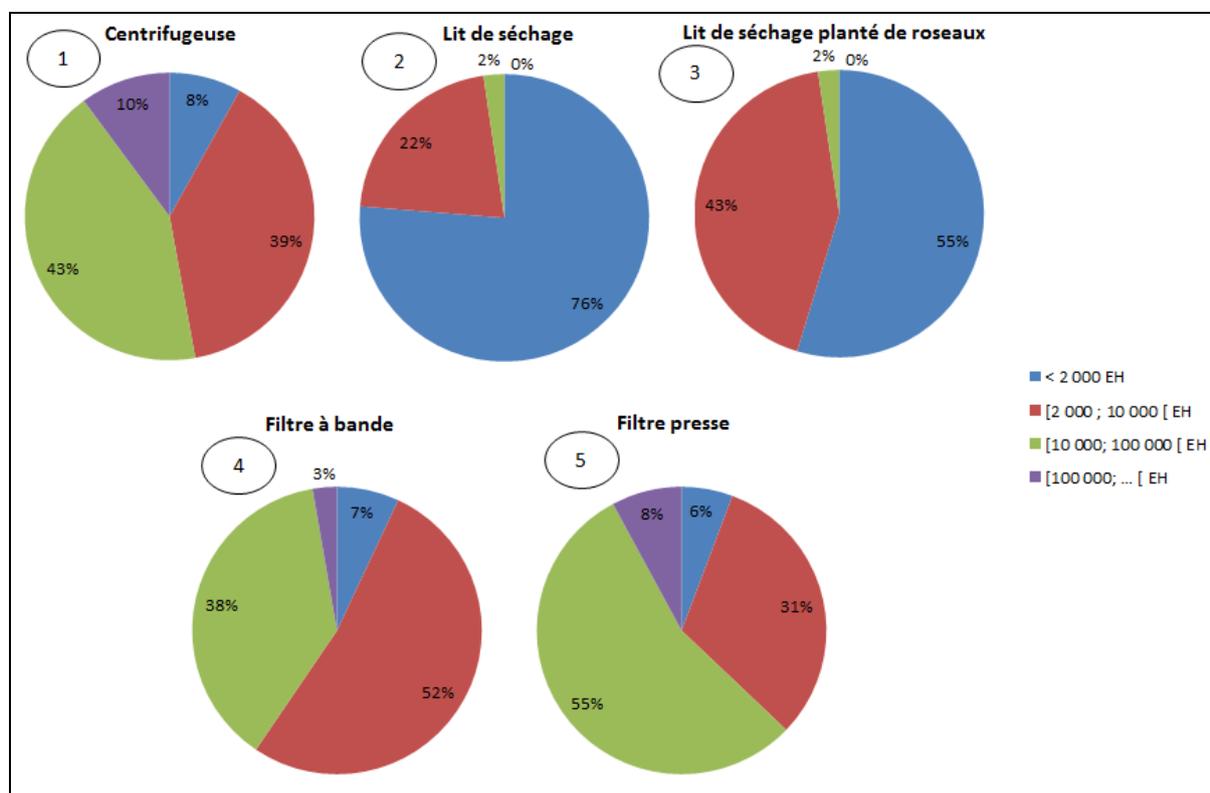


Figure 3: Répartition des principaux procédés de déshydratation en fonction des 4 classes de STEU

Ces résultats montrent que la centrifugation est le procédé de déshydratation des boues privilégié puisque 20% des STEU recensées en sont équipées et 68% des boues évacuées ont été déshydratées par une centrifugeuse. La centrifugation est présente sur un large spectre de STEU puisque 82 % des centrifugeuses se situent sur des STEU dont les capacités nominales vont de 2 000 EH à 100 000 EH. Par ailleurs, c'est aussi un procédé qui présente de nombreux atouts : déshydratation en continu, réduction des nuisances olfactives, peu de main d'œuvre requise, installation compacte, bonne siccité des boues en sortie, adaptée à tous les types de boues [10].

Le filtre à bande est présent sur 8% des STEU recensées et le filtre presse sur 4%. Alors que le filtre à bande déshydrate 9% des boues évacuées, le filtre presse en déshydrate 24%. En effet, les filtres presse sont plutôt utilisés sur les grosses STEU comme le montre la Figure 3, qui produisent de gros tonnages de boues.

La déshydratation naturelle par lit de séchage (LS) ou lit de séchage planté de roseaux (LSPR) sont très présents sur les STEU de petite capacité, inférieure à 2 000 EH. Le LS est présent sur 12 % des STEU enquêtées et le LSPR sur 11% mais ne représentent que 1% de la population raccordée et 1% de la quantité de boues évacuées. D'après Degremont [10], ces procédés sont amenés à être de moins en moins répandus du fait des grandes surfaces à utiliser, la nécessité de faire appel à beaucoup de main d'œuvre pour le ramassage et aussi pour sa dépendance aux aléas climatiques.

3.2.3. Stabilisation des boues

Les résultats concernant la stabilisation des boues sont présentés dans le Tableau 8.

Tableau 8: Les procédés de stabilisation

%	NB STEU équipées	EH	t MS
Chaulage	10	22	32
Digestion Anaérobie	1	28	30

La répartition de chacun de ces procédés par tranche de capacité nominale est présentée dans la Figure 4.

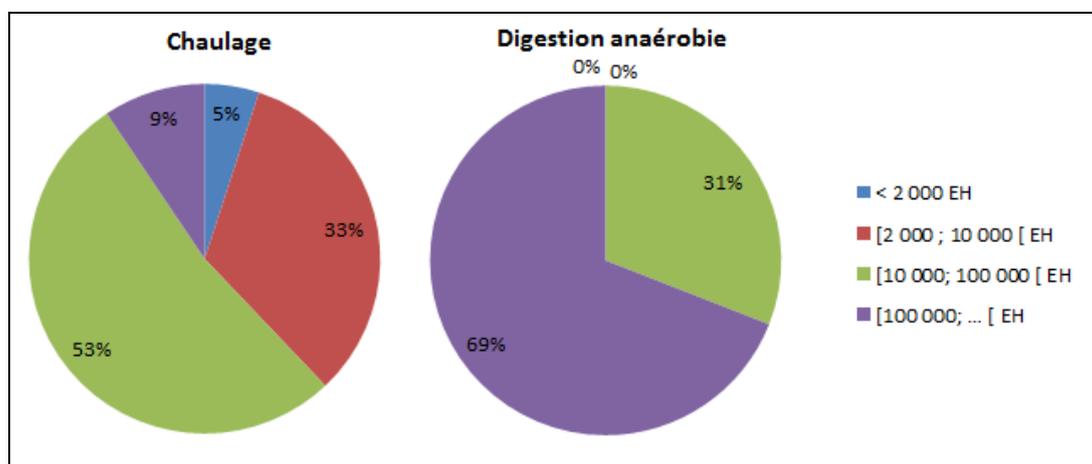


Figure 4: Répartition des procédés de stabilisation en fonction des 4 classes de STEU

Le chaulage des boues intervient dans 10% des STEU recensées. 32% des boues évacuées sont des boues chaulées. 62 % des unités de chaulage se trouvent dans des STEU dont la capacité nominale est supérieure à 10 000 EH.

42 STEU pratiquant la digestion anaérobie ont été recensées dans cette enquête. Une étude menée par Irstea en 2011, a recensé 65 STEU françaises équipées d'un digesteur anaérobie [11], ce qui veut dire que l'enquête actuelle aurait recensé en moyenne 65% des digesteurs anaérobie présents sur les STEU françaises.

Les résultats montrent que le procédé de digestion anaérobie ne représente que 1% des STEU enquêtées. En revanche, il concerne 28% de la population raccordée et 30% des boues évacuées. Comme le montre la Figure 4, la digestion anaérobie n'est pas pratiquée sur les STEU dont la capacité nominale est inférieure à 10 000 EH. Plus précisément, 95% des digesteurs anaérobies recensés se sont développés sur des STEU dont la capacité nominale est supérieure à 40 000 EH.

3.2.4. Séchage et oxydation des boues

Le Tableau 9 présente les résultats concernant le séchage et l'oxydation des boues.

Tableau 9: Les procédés de séchage et d'oxydation des boues

%	NB STEU équipées	EH	t MS
Séchage solaire	2	1	1
Séchage thermique	1	12	13
Pyrolyse	< 1	5	4
Oxydation par Voie Humide (OVH)	< 1	1	1

Les procédés de séchage et d'oxydation des boues sont peu utilisés sur le parc épuratoire puisque seulement 2% des STEU recensées utilisent le séchage solaire et 1% le séchage thermique (Tableau 9). La pyrolyse n'a été recensée que dans une seule STEU et la technique OVH n'a été recensée que dans 2 STEU, toutes 2 supérieures à 100 000 EH.

13% des boues évacuées sont séchées par séchage thermique. Cette technique est essentiellement utilisée sur les très grosses STEU, 70% des ouvrages se trouvent dans des STEU de plus de 100 000 EH. Le séchage solaire est plus adapté aux petites et moyennes STEU (Figure 5).

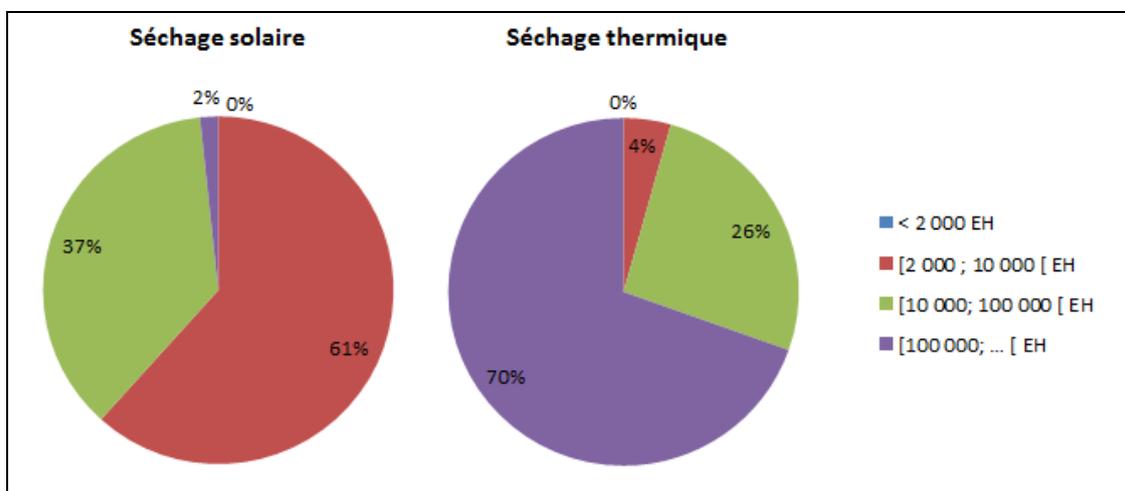


Figure 5: Répartition des principaux procédés de séchage et d'oxydation des boues en fonction des 4 classes de STEU

3.2.5. Élimination/valorisation des boues

Plusieurs voies d'élimination et de valorisation des boues ont été identifiées dans cette enquête : l'épandage, le compostage, l'incinération, l'enfouissement en ISDND ou encore la valorisation industrielle.

Certaines boues, issues généralement des petites STEU, sont envoyées sur de plus grosses STEU pour être traitées, c'est ce qu'on appelle le dépotage. Ces boues ne sont pas envoyées directement dans les voies d'élimination des boues. Les boues et les filières concernées par le dépotage ne seront pas prises en compte dans l'enquête pour éviter les double-comptages dans les tonnages de boues

évacuées. Le dépotage concerne 188 STEU et 3 071 t MS de boues.

Pour un certain nombre de STEU, la destination des boues n'était pas encore identifiée au moment de l'enquête. Ces filières n'ont pas non plus été prises en compte. 295 STEU sont concernées par la méconnaissance de la filière d'élimination des boues pour un tonnage de 819 t MS de boues.

La répartition des boues dans chacune des voies d'élimination des boues retenues est présentée dans le Tableau 10.

Tableau 10: Les voies d'élimination et de valorisation des boues, et comparaison avec les résultats du MEDDE (Source : [2])

Enquête IRSTEA			BDD MEDDE
Voies d'élimination/valorisation des boues	% NB STEU	% t MS	% t MS
Epandage	64	41	42
Compostage	29	31	31
Incinération	4	22	21
ISDND	2	3	4
Valorisation industrielle	1	3	2

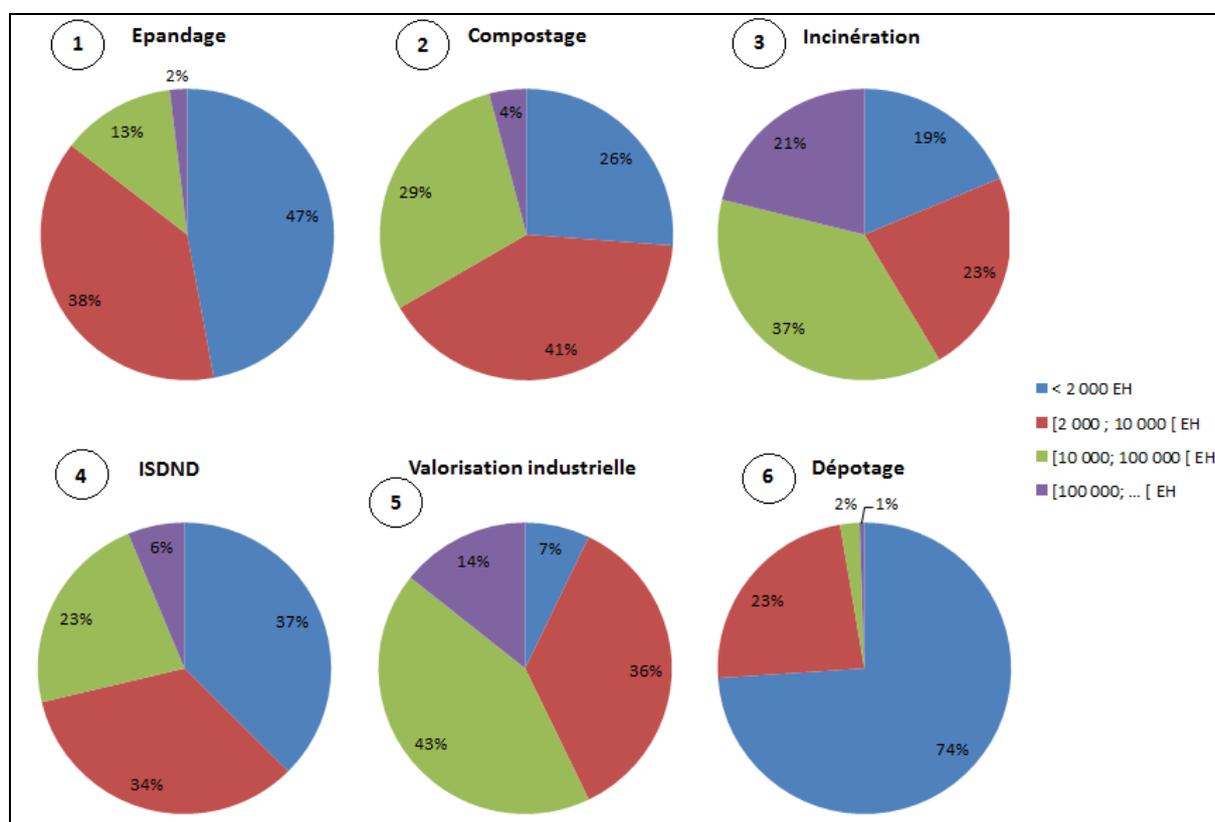


Figure 6: Répartition des principales voies d'élimination et de valorisation des boues en fonction des 4 classes de STEU

Le Tableau 10 montre que l'épandage agricole est une voie de valorisation des boues privilégiée puisque 72% des boues sont épandues sur des parcelles agricoles dont 31% sont compostées avant épandage. La Figure 6 montre que l'épandage est une voie d'évacuation des boues particulièrement privilégiée dans les petites STEU (< 2 000 EH et [2 000 ; 10 000[EH). La tendance est différente concernant le compostage puisque celui-ci est plutôt pratiqué sur les boues sortantes de STEU de taille moyenne ([2 000 ; 10 000 [EH et [10 000 ; 100 000 [EH).

22% des boues sont incinérées, soit dans un four dédié sur le site même de la STEU, soit dans une Unité d'Incinération des Ordures Ménagères (UIOM).

L'enfouissement des boues, interdit depuis 2002 [12] sauf dérogations exceptionnelles, est la destination de 3% des boues.

3% des boues sont valorisées dans des filières industrielles (méthanisation, papeterie, cimenterie etc).

3.3. Filières de traitement et de valorisation/élimination des boues

Dans cette partie, une distinction est faite entre « **filières de traitement des boues** » et « **filières boues complètes** ». Il est important de comprendre cette distinction pour la compréhension des résultats.

Exemple d'une filière de « traitement » :

Epaississeur statique + centrifugation + stockage

Exemple d'une filière boues complète :

Epaississeur statique + centrifugation + stockage + épandage

La filière boues complète comprend à la fois le traitement de la boue ET la destination de la boue une fois traitée, alors que la filière de traitement ne comprend que le traitement de la boue au sein de la STEU.

Il est possible pour une même filière de traitement des boues d'avoir plusieurs destinations différentes des boues. Dans ce cas il y a autant de filières boues « complètes » que de destinations possibles.

Au total, **3 390 filières boues complètes** ont été recensées et analysées dans cette enquête. Ces filières correspondent à un total de **3 153 filières de traitement des boues**.

Toutes ces filières ont été réparties dans 4 catégories dont la typologie est présentée dans le Tableau 11 :

- Les filières boues liquides
- Les filières boues déshydratées
- Les filières boues digérées
- Les filières boues séchées

Tableau 11: Typologie des 4 différentes catégories de filières

Filières	Typologie
Boues liquides	Epaississement + stockage ou Stockage seulement
Boues déshydratées	Epaississement + déshydratation + stockage ou Déshydratation + stockage
Boues digérées	Epaississement + Digestion anaérobie + Déshydratation + Stockage
Boues séchées	Epaississement + Déshydratation + Séchage + Stockage Ou Déshydratation + Séchage + Stockage

La répartition de ces 3 153 filières de traitement des boues dans ces 4 catégories est présentée dans le Tableau 12.

Tableau 12: Répartition des 4 catégories de filières de traitement des boues

Catégorie de filières boues	NB filières de traitement	%
Boues liquides	1 368	43
Boues déshydratées	1 653	52
Boues digérées	53	2
Boues séchées	79	3
TOTAL	3153	100

Les filières de traitement boues liquides et boues déshydratées représentent 95% des filières recensées dans cette enquête.

De cette analyse, l'existence d'une grande variété de filières boues a été mise en évidence puisque **104 filières de traitement des boues différentes ont été identifiées** pour un total de **244 filières boues « complètes » différentes**.

Chacune des 4 catégories de filière de traitement est détaillée dans les paragraphes suivants.

3.3.1. Filières de traitement boues liquides

10 filières de traitement boues liquides différentes ont été identifiées sur un total de 104 filières de traitement des boues. Ces 10 filières sont présentées dans le Tableau 13.

Tableau 13: Identification des différentes filières de traitement boues liquides

Filières boues liquides	NB filières	%
Epaississeur stockeur	794	58
Table égouttage - Stockage	359	26
E. statique - Stockage	118	9
Grille égouttage - Stockage	42	3
Stockage direct	21	2
Géotube	14	1
Tambour égouttage - Stockage	10	1
Table égouttage - Chaulage - Stockage	8	1
E. statique - Chaulage - Stockage	1	< 1
Flottation - Stockage	1	< 1
TOTAL	1 368	100

La deuxième colonne du Tableau 13 indique le nombre de fois où la filière de traitement des boues est apparue dans l'enquête. La somme des occurrences de ces 10 filières est rencontrée pour 1 368 filières de traitement des boues.

D'après le Tableau 13, 3 filières de traitement des boues se distinguent des autres. Il s'agit de :

- **Epaississeur-stockeur** (apparue 794 fois)
- **Table égouttage – Stockage** (apparue 359 fois)
- **Epaississeur statique – Stockage** (apparue 118 fois)

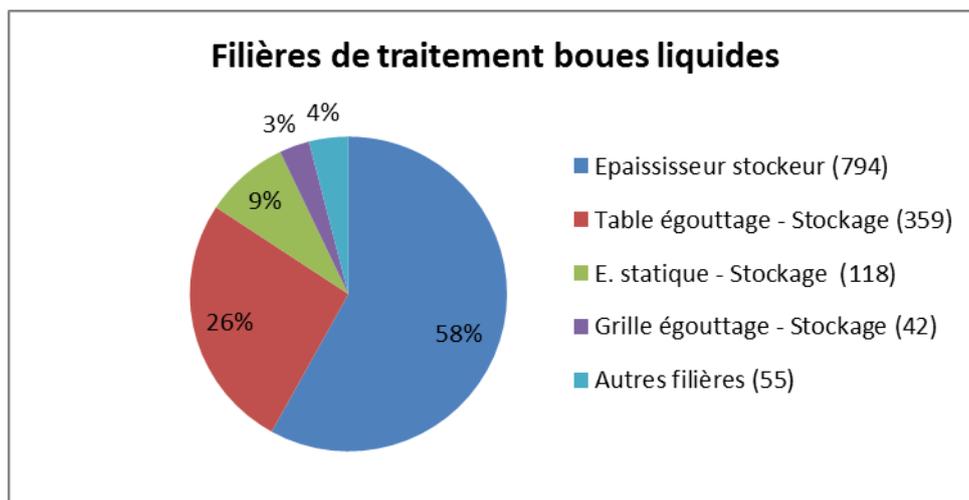


Figure 7: Statistiques sur les filières de traitement boues liquides

D'après la Figure 7, ces trois filières de traitement des boues représentent à elles seules 93 % des filières de traitement boues liquides recensées dans cette enquête.

La filière « Epaisseur-stockeur » est de loin la filière la plus courante puisqu'elle représente 58% des filières de traitement boues liquides recensées puis vient ensuite la filière « Table égouttage – Stockage » qui représente 26% de ces filières.

Le Tableau 14 ci-dessous présente la répartition de ces filières dans les différentes catégories de STEU.

Tableau 14: La répartition des filières de traitement boues liquides dans les 4 catégories de STEU

% Nb filières	< 2 000 EH	[2 000 ; 10 000] EH	[10 000 ; 100 000] EH	> 100 000 EH
Epaisseur stockeur	76	23	1	0
Table égouttage - Stockage	29	65	5	0
E. statique - Stockage	58	36	5	0
Grille égouttage - Stockage	19	71	10	0
Stockage direct	81	19	0	0
Géotube	64	36	0	0
Tambour égouttage - Stockage	20	80	0	0
Table égouttage - Chaulage - Stockage	13	88	0	0
E. statique - Chaulage - Stockage	100	0	0	0
Flottation - Stockage	0	0	100	0

Les filières de traitement boues liquides sont surtout présentes sur les petites STEU jusqu'à 10 000 EH. Aucune filière de traitement boues liquides n'a été recensée sur les STEU de plus de 100 000 EH et très peu dans les STEU dont la capacité nominale est comprise entre 10 000 et 100 000 EH.

76% des filières « Epaisseur-stockeur », 81% des filières « Stockage direct » et 64% des filières « géotube » sont présentes dans les STEU de capacité inférieure à 2 000 EH. Il semble que dans les très petites STEU, les procédés effectuant simultanément l'épaississement et le stockage des boues soient privilégiés. En effet, ce sont des procédés qui, par leur simple fonctionnement, demande peu de main d'œuvre ce qui est particulièrement bien adapté sur des STEU qui n'ont pas beaucoup de ressources en main d'œuvre et qui ne traitent qu'une petite quantité de boues par an.

Dans les STEU de capacité nominale comprise entre 2 000 et 10 000 EH, on trouvera plutôt des filières où le stockage des boues est séparé de la phase d'épaississement. Les filières les plus couramment rencontrées dans ce type de STEU sont des filières utilisant les procédés d'épaississement par égouttage. 65 % des filières « Table égouttage – Stockage », 71 % des filières « grille égouttage – Stockage » et 80 % des filières « Tambour égouttage – Stockage » sont présentes sur ce type de STEU.

Tableau 15: Quantités de boues évacuées dans chaque filière de valorisation et d'élimination des boues pour chaque filière de traitement boues liquides

t MS	Epandage	Compostage	Incinération	ISDND	Valorisation industrielle	TOTAL
Epaississeur stockeur	7 643	643	208	74	5	8 574
Table égouttage - Stockage	10 837	1 003	778	99	0	12 717
E. statique - Stockage	2 442	2 035	29	7	12	4 525
Grille égouttage - Stockage	1 965	486	0	0	0	2 450
Stockage direct	148	46	0	0	0	194
Géotube	57	48	0	6	0	111
Tambour égouttage - Stockage	197	0	13	0	0	210
Table égouttage - Chaulage - Stockage	302	0	0	0	0	302
E. statique - Chaulage - Stockage	17	0	0	0	0	17
Flottation - Stockage	183	0	0	0	0	183
TOTAL	23 790	4 261	1 028	186	18	29 283
%	81	15	4	1	0	100

Le Tableau 15 indique pour chaque filière de traitement boues liquides la quantité de boues envoyées dans chaque voie d'élimination/valorisation des boues.

L'épandage est la filière de valorisation privilégiée des boues liquides, 81% d'entre elles sont épandues.

Par ailleurs, il est étonnant d'observer que 1% des boues liquides sont enfouies, sachant que l'unique condition pour qu'une boue puisse être enfouie soit qu'elle ait une siccité minimum de 30% [12], ce qui est loin d'être le cas des boues liquides dont la siccité est comprise entre 1 et 10%.

Ces résultats montrent globalement que les filières de traitement boues liquides mises en place sur les STEU françaises sont particulièrement homogènes. Elles ne présentent pas une grande diversité puisque (i) 10 filières de traitement boues liquides ont été identifiées sur un total de 104 filières (ii) seulement 3 filières représentent à elles seules 93% des filières de traitement boues liquides existantes.

3.3.2. Filières de traitement boues déshydratées

Les filières de traitement boues déshydratées sont les filières les plus représentées et les plus diversifiées dans cette enquête puisque 47 filières différentes ont été identifiées. Elles sont listées dans le Tableau 16. La somme des occurrences de ces 47 filières est rencontrée pour 1 653 filières de traitement des boues.

D'après le Tableau 16, 6 filières de traitement des boues se distinguent des autres :

- **LS** (apparue 353 fois)
- **LSPR** (apparue 332 fois)
- **Centrifugation – stockage** (apparue 227 fois)
- **Centrifugation – chaulage – stockage** (apparue 135 fois)
- **Epaississeur statique – centrifugation – stockage** (apparue 130 fois)
- **Filtre bande – stockage** (apparue 119 fois)

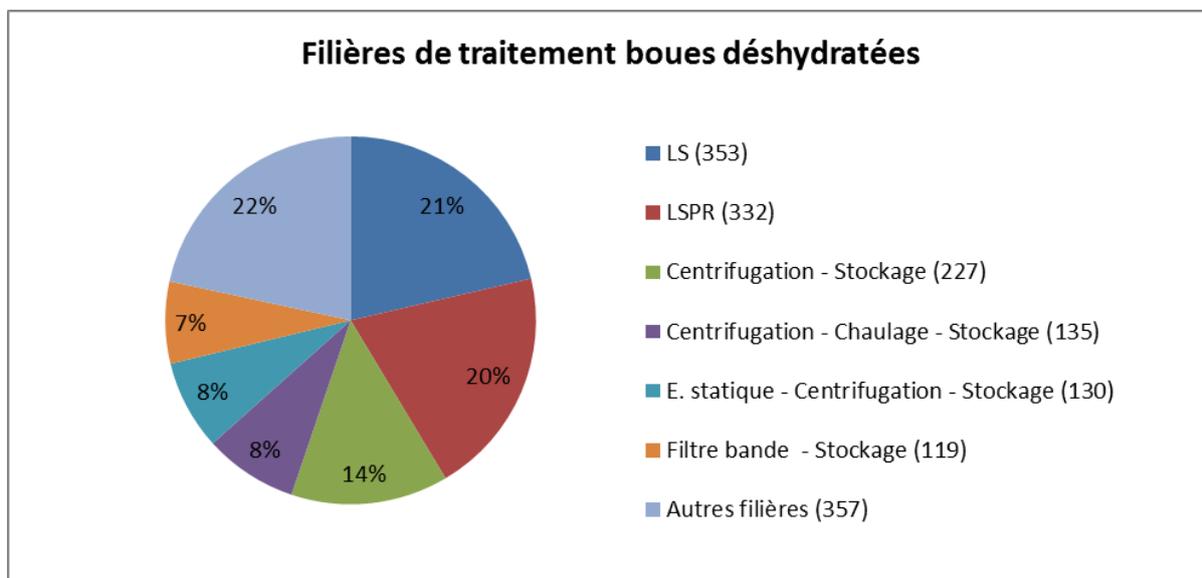


Figure 8: Statistiques sur les filières de traitement boues déshydratées

D'après la Figure 6, ces 6 filières de traitement des boues représentent à elles seules 78% des filières de traitement boues déshydratées recensées dans cette enquête.

Les filières de traitement boues déshydratées les plus couramment rencontrées dans cette enquête sont les filières utilisant le lit de séchage et le lit de séchage plantés de roseaux. Ces deux filières représentent respectivement 21 et 20% des filières boues déshydratées. Les filières « Centrifugation – stockage » et « Centrifugation – chaulage – stockage » sont aussi représentatives des filières boues déshydratées, elles représentent respectivement 14 et 8% de ces filières.

L'ensemble des autres filières représentent 22%. Ce sont pour la plupart d'entre elles des filières qui ne sont apparues que quelques rares fois tout au long de l'enquête. 30 d'entre elles apparaissent moins de 10 fois dans l'enquête, ce qui est plutôt dérisoire par rapport au nombre de STEU enquêtées.

Tableau 16: Les filières de traitement boues déshydratées

Filières boues déshydratées	NB filières	%
LS	353	21
LSPR	332	20
Centrifugation - Stockage	227	14
Centrifugation - Chaulage - Stockage	135	8
E. statique - Centrifugation - Stockage	130	8
Filtre bande - Stockage	119	7
E. statique - Filtre à bandes - Stockage	50	3
E. statique - Filtre presse - Stockage	49	3
Filtre bande - Chaulage - Stockage	33	2
Table égouttage - Chaulage - Filtre presse - Stockage	31	2
E. statique - LS	25	2
E. statique - Centrifugation - Chaulage - Stockage	23	1
E. statique - Filtre à bandes - Chaulage - Stockage	19	1
E. statique - Presse à vis - Stockage	13	1
E. statique - Chaulage - Filtre presse - Stockage	12	1
Grille égouttage - Filtre presse - Stockage	10	1
Table égouttage - Filtre à bandes - Chaulage - Stockage	10	1
Table égouttage - Filtre presse - Stockage	9	1
E. statique - LSPR	7	< 1
Flottation - Centrifugation - Stockage	6	< 1
Tambour égouttage - Centrifugation - Stockage	6	< 1
Grille égouttage - Chaulage - Filtre presse - Stockage	5	< 1
Table égouttage - Centrifugation - Stockage	5	< 1
E. statique - Chaulage - Centrifugation - Stockage	4	< 1
Flottation - Centrifugation - Chaulage - Stockage	3	< 1
Grille égouttage - Centrifugation - Stockage	3	< 1
LS - Centrifugation - Stockage	3	< 1
Table égouttage - LS	3	< 1
E. statique - Chaulage - Filtre bande - Stockage	2	< 1
E. statique - Filtre à bandes - LS	2	< 1
Flottation - Chaulage - Filtre presse - Stockage	2	< 1
Grille égouttage - Centrifugation - Chaulage - Stockage	2	< 1
Grille égouttage - Filtre à bandes - stockage	2	< 1
Presse à vis - Stockage	2	< 1
Table égouttage - Centrifugation - Chaulage - Stockage	2	< 1
Table égouttage - Filtre à bandes - Stockage	2	< 1
Tambour égouttage - Centrifugation - Chaulage - Stockage	2	< 1
Décantation lamellaire - Centrifugation - Stockage	1	< 1
Filtre bande - LS	1	< 1
Filtre bande - Géotube	1	< 1
Flottation - Filtre presse - Stockage	1	< 1
Flottation - Filtre à bandes - Stockage	1	< 1
Grille égouttage - Filtre à bandes - Chaulage - Stockage	1	< 1
LS - Chaulage - Stockage	1	< 1
Sac filtrant - Stockage	1	< 1
Table égouttage - LSPR	1	< 1
Tambour égouttage - Filtre presse - Stockage	1	< 1
TOTAL	1 653	100

Dans la conception des filières de traitement boues déshydratées, il y a parfois quelques principes à respecter pour optimiser le fonctionnement des procédés. Par exemple, la déshydratation par filtre-pressé est toujours précédée d'un procédé d'épaississement des boues afin d'optimiser la séparation solide-liquide lors de la déshydratation.

La Figure 9 montre la proportion de chaque couplage possible entre les procédés d'épaississement des boues et le filtre presse.

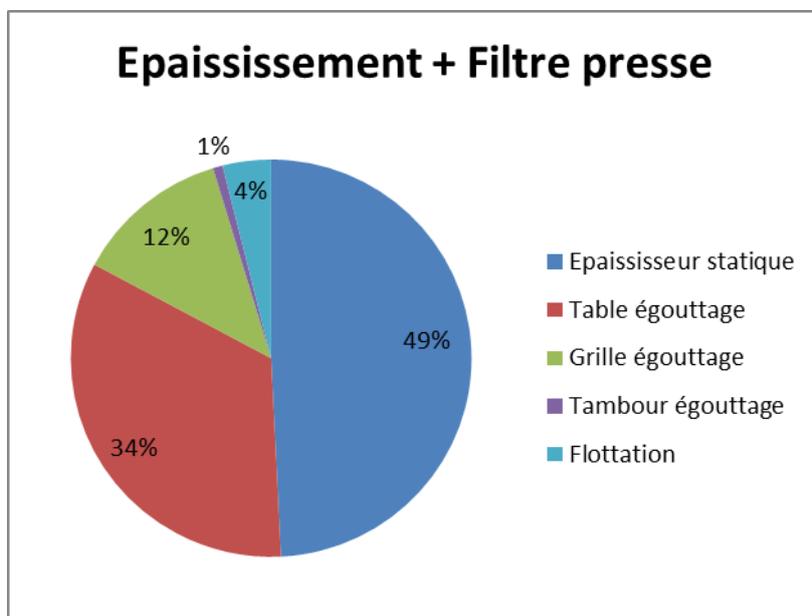


Figure 9: Couplage des procédés d'épaississement avec le procédé de déshydratation des boues par filtre presse

L'épaississeur statique et la table d'égouttage sont les deux procédés d'épaississement les plus utilisés en amont du filtre presse. En effet, 49% des filtres presses recensées dans l'enquête sont précédés d'un épaississeur statique et 34% d'une table d'égouttage.

Le Tableau 17 présente la répartition de ces filières dans les différentes catégories de STEU.

Tableau 17: Répartition des filières de traitement boues déshydratées dans les 4 catégories de STEU

%NB filières	< 2 000 EH	[2 000 ; 10 000[EH	[10 000 ; 100 000 [EH	> 100 000 EH
LS	81	18	1	0
LSPR	55	43	2	0
Centrifugation - Stockage	4	48	44	4
Centrifugation - Chaulage - Stockage	6	42	50	3
E. statique - Centrifugation - Stockage	23	34	36	7
Filtre bande - Stockage	6	64	29	1
E. statique - Filtre à bandes - Stockage	20	38	36	6
E. statique - Filtre presse - Stockage	14	57	29	0
Filtre bande - Chaulage - Stockage	3	45	48	3
Table égouttage - Chaulage - Filtre presse - Stockage	3	6	81	10
E. statique - LS	28	56	16	0
E. statique - Centrifugation - Chaulage - Stockage	4	13	65	17
E. statique - Filtre à bandes - Chaulage - Stockage	0	26	74	0
E. statique - Presse à vis - Stockage	15	77	8	0
E. statique - Chaulage - Filtre presse - Stockage	0	25	75	0
Grille égouttage - Filtre presse - Stockage	0	50	50	0
Table égouttage - Filtre à bandes - Chaulage - Stockage	0	60	40	0
Table égouttage - Filtre presse - Stockage	0	22	78	0
E. statique - LSPR	43	43	14	0
Flottation - Centrifugation - Stockage	0	0	50	50
Tambour égouttage - Centrifugation - Stockage	0	67	33	0
Grille égouttage - Chaulage - Filtre presse - Stockage	0	20	80	0
Table égouttage - Centrifugation - Stockage	0	60	20	20
E. statique - Chaulage - Centrifugation - Stockage	0	0	50	50
Flottation - Centrifugation - Chaulage - Stockage	0	0	33	67
Grille égouttage - Centrifugation - Stockage	0	33	67	0
LS - Centrifugation - Stockage	33	67	0	0
Table égouttage - LS	0	67	33	0
E. statique - Chaulage - Filtre bande - Stockage	0	50	50	0
E. statique - Filtre à bandes - LS	0	50	50	0
Flottation - Chaulage - Filtre presse - Stockage	0	0	100	0
Grille égouttage - Centrifugation - Chaulage - Stockage	0	0	50	50
Grille égouttage - Filtre à bandes - stockage	0	100	0	0
Presse à vis - Stockage	50	50	0	0
Table égouttage - Centrifugation - Chaulage - Stockage	50	50	0	0
Table égouttage - Filtre à bandes - Stockage	0	100	0	0
Tambour égouttage - Centrifugation - Chaulage - Stockage	0	50	0	50
Décantation lamellaire - Centrifugation - Stockage	0	0	0	100
Filtre bande - LS	0	0	100	0
Filtre bande - Géotube	0	0	100	0
Flottation - Filtre presse - Stockage	0	0	0	100
Flottation - Filtre à bandes - Stockage	0	0	100	0
Grille égouttage - Filtre à bandes - Chaulage - Stockage	0	0	100	0
LS - Chaulage - Stockage	100	0	0	0
Sac filtrant - Stockage	0	100	0	0
Table égouttage - LSPR	0	100	0	0
Tambour égouttage - Filtre presse - Stockage	0	0	100	0

Les filières utilisant des procédés de déshydratation naturelle tels que le LS et le LSPR sont surtout présentes dans les STEU de capacité inférieure à 2 000 EH. En effet, 81% des filières « LS – (Stockage) » et 55% des filières « LSPR – (stockage) » se trouvent dans des STEU dont la capacité nominale est inférieure à 2 000 EH.

En revanche, les filières de traitement boues déshydratées utilisant des procédés de déshydratation mécanique (centrifugation, filtre presse, filtre bande etc.) sont plus couramment rencontrées dans les STEU de capacités comprises entre 2 000 et 100 000 EH.

La flottation avant déshydratation par filtre presse est surtout rencontrée dans les STEU de plus de 100 000 EH.

Tableau 18: Quantités de boues évacuées dans chaque filière d'élimination et de valorisation des boues pour chaque filière de traitement boues déshydratées

t MS	Epandage	Compostage	Incinération	ISDND	Valorisation industrielle	Total
LS	1 460	1 573	2	69	0	3 104
LSPR	3 130	390	0	37	0	3 557
Centrifugation - Stockage	11 026	26 380	36 994	37	220	74 657
Centrifugation - Chaulage - Stockage	28 846	10 899	1 757	317	0	41 819
E. statique - Centrifugation - Stockage	6 137	20 696	27 664	40	79	54 616
Filtre bande - Stockage	3 954	9 666	24	65	50	13 759
E. statique - Filtre à bandes - Stockage	469	9 890	1 019	223	886	12 487
E. statique - Filtre presse - Stockage	251	3 971	144	0	0	4 366
Filtre bande - Chaulage - Stockage	3 816	9 183	73	0	0	13 071
Table égouttage - Chaulage - Filtre presse - Stockage	16 128	250	1 943	1 854	218	20 392
E. statique - LS	374	373	0	10	0	757
E. statique - Centrifugation - Chaulage - Stockage	5 634	9 251	2 126	0	0	17 011
E. statique - Filtre à bandes - Chaulage - Stockage	2 449	2 006	1 096	201	0	5 752
E. statique - Presse à vis - Stockage	22	459	0	0	0	481
E. statique - Chaulage - Filtre presse - Stockage	3 894	2 467	719	0	0	7 080
Grille égouttage - Filtre presse - Stockage	803	1 555	0	57	0	2 415
Table égouttage - Filtre à bandes - Chaulage - Stockage	960	0	0	80	0	1 040
Table égouttage - Filtre presse - Stockage	1 115	627	0	0	0	1 742
E. statique - LSPR	163	2	0	0	0	165
Flottation - Centrifugation - Stockage	1 431	477	43 651	0	0	45 559
Tambour égouttage - Centrifugation - Stockage	69	507	0	0	0	576
Grille égouttage - Chaulage - Filtre presse - Stockage	1 250	241	0	0	0	1 491
Table égouttage - Centrifugation - Stockage	30	3 176	6	0	0	3 211
E. statique - Chaulage - Centrifugation - Stockage	0	1 921	2 003	6	0	3 930
Flottation - Centrifugation - Chaulage - Stockage	800	2 118	0	3 846	0	6 764
Grille égouttage - Centrifugation - Stockage	0	728	0	66	0	794
LS - Centrifugation - Stockage	28	0	0	0	0	28
Table égouttage - LS	655	37	0	0	0	691
E. statique - Chaulage - Filtre bande - Stockage	847	89	0	0	0	936
E. statique - Filtre à bandes - LS	0	110	198	0	0	308
Flottation - Chaulage - Filtre presse - Stockage	1 777	501	0	0	0	2 278
Grille égouttage - Centrifugation - Chaulage - Stockage	1 909	582	0	0	0	2 491
Grille égouttage - Filtre à bandes - stockage	44	67	0	0	0	111
Presse à vis - Stockage	33	46	0	0	0	78
Table égouttage - Centrifugation - Chaulage - Stockage	33	0	0	0	0	33
Table égouttage - Filtre à bandes - Stockage	0	14	0	0	34	48
Tambour égouttage - Centrifugation - Chaulage - Stockage	2 618	0	0	0	0	2 618
Décantation lamellaire - Centrifugation - Stockage	1 075	12 485	2 783	0	8 246	24 589
Filtre bande - LS	0	124	0	0	0	124
Filtre bande - Géotube	69	0	0	0	0	69
Flottation - Filtre presse - Stockage	1 984	0	0	0	0	1 984
Flottation - Filtre à bandes - Stockage	491	0	0	0	0	491
Grille égouttage - Filtre à bandes - Chaulage - Stockage	596	0	0	0	0	596
LS - Chaulage - Stockage	2	0	0	0	0	2
Sac filtrant - Stockage	88	0	0	0	0	88
Table égouttage - LSPR	40	0	0	0	0	40
Tambour égouttage - Filtre presse - Stockage	377	0	0	0	0	377
TOTAL	106 876	132 859	122 200	6 908	9 733	378 577
%	28	35	32	2	3	100

Le Tableau 18 indique pour chaque filière de traitement boues déshydratées la quantité de boues envoyées dans chaque voie d'élimination/valorisation des boues.

Les boues déshydratées ont un large choix de destinations puisque leur siccité leur permet aussi bien d'être incinérées, compostées ou épandues.

Ainsi, l'enquête a montré que leur répartition entre ces 3 voies d'élimination/valorisation était équivalente :

- 28 % des boues déshydratées sont épandues directement
- 35 % des boues déshydratées sont compostées
- 32 % des boues déshydratées sont incinérées

Ces résultats montrent que les filières de traitement boues déshydratées sont très diverses. Il existe une multitude de possibilités pour construire une filière de traitement boues déshydratées car (i) il existe de nombreux procédés de déshydratation et (ii) plusieurs combinaisons de couplages entre les procédés d'épaississement et les procédés de déshydratation sont possibles.

Toutefois, à l'exception de 6 filières, l'ensemble des filières de traitement boues déshydratées identifiées sont peu représentées dans l'étude. En effet, 30 filières de traitement sur les 47 identifiées, apparaissent moins de 10 fois dans l'enquête.

3.3.3. Filières de traitement boues digérées

22 filières de traitement boues digérées différentes ont été identifiées sur un total de 104 filières de traitement des boues. Ces 22 filières de traitement sont présentées dans le Tableau 19.

Tableau 19: Les filières de traitement boues digérées

Filières boues digérées	NB filières	%
E. statique - DA - Centrifugation - Stockage	12	23
E. statique - DA - Centrifugation - Chaulage - Stockage	9	17
E. statique - DA - Filtre à bandes - Stockage	5	9
Flottation - DA - Centrifugation - Stockage	4	8
Table égouttage - DA - Centrifugation - Stockage	4	8
Centrifugation - DA - Centrifugation - Chaulage - Stockage	2	4
Flottation - DA - Centrifugation - Chaulage - Stockage	2	4
Centrifugation - DA - Centrifugation - Stockage	1	2
Centrifugation - DA - E. statique - Filtre presse - Stockage	1	2
Décantation lamellaire - DA - Centrifugation - Stockage	1	2
E. statique - Centrifugation - DA - E. statique - Filtre presse - Stockage	1	2
E. statique - DA - Filtre presse - Stockage	1	2
E. statique - DA - Filtre presse - Chaulage - Stockage	1	2
Flottation - Centrifugation - DA - E. statique - Filtre presse - Stockage	1	2
Flottation - DA - Filtre presse - Stockage	1	2
Flottation - DA - E. statique - Filtre presse - Stockage	1	2
Grille égouttage - DA - Centrifugation - Chaulage - Stockage	1	2
Table égouttage - DA - Filtre bande - Stockage	1	2
Table égouttage - DA - Table égouttage - OVH- -	1	2
Table égouttage - DA - Centrifugation - Chaulage - Stockage	1	2
Table égouttage - DA - Filtre presse - Stockage	1	2
Tambour égouttage - DA - Centrifugation - Stockage	1	2
TOTAL	53	100

D'après le Tableau 19, la somme des occurrences de ces 22 filières est rencontrée pour 53 filières de traitement des boues.

2 filières de traitement se distinguent des autres. Il s'agit de :

- **Epaississeur statique – DA – Centrifugation – Stockage** (apparue 12 fois)
- **Epaississeur statique – DA – Centrifugation – Chaulage – Stockage** (apparue 9 fois)

Par ailleurs, plus de la moitié des filières de traitement boues digérées sont des filières qui ne sont apparues qu'une seule fois dans l'enquête.

Filières de traitement boues digérées

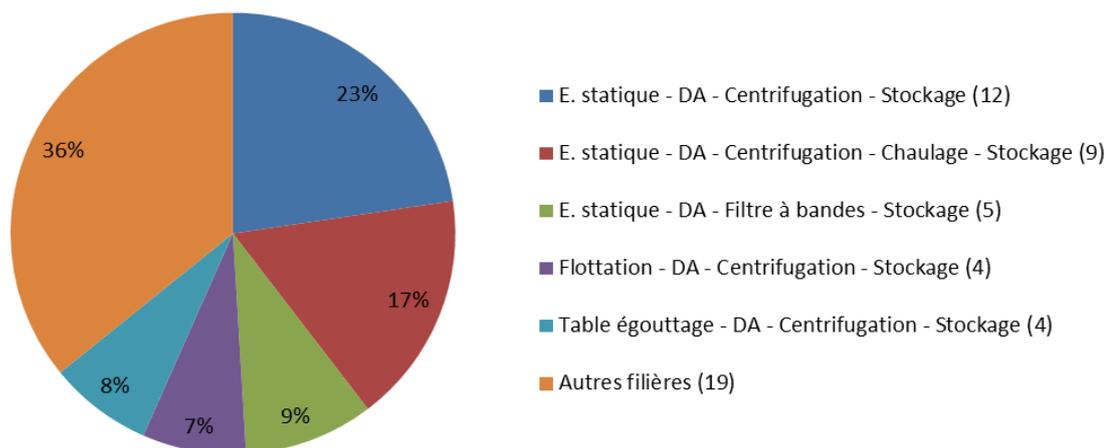


Figure 10: Statistiques sur les filières de traitement boues digérées

D'après la Figure 10, les filières « Epaisseur statique – DA – Centrifugation – stockage » et « Epaisseur statique – DA – Centrifugation – Chaulage – Stockage » représentent à elles seules 41% des filières boues digérées.

Les 59% restants sont constitués de filières peu représentées dans l'enquête. Ce résultat montre qu'il n'est pas possible d'établir de généralités sur ce type de filières.

Le Tableau 20 ci-dessous présente la répartition de ces filières dans les différentes catégories de STEU.

Tableau 20: Répartition des filières boues digérées dans les 4 catégories de STEU

% Nb filières	< 2 000 EH	[2 000 ; 10 000] EH	[10 000 ; 100 000] EH	> 100 000 EH
E. statique - DA - Centrifugation - Stockage	0	0	25	75
E. statique - DA - Centrifugation - Chaulage - Stockage	0	0	33	67
E. statique - DA - Filtre à bandes - Stockage	0	0	60	40
Flottation - DA - Centrifugation - Stockage	0	0	25	75
Table égouttage - DA - Centrifugation - Stockage	0	0	25	75
Centrifugation - DA - Centrifugation - Chaulage - Stockage	0	0	0	100
Flottation - DA - Centrifugation - Chaulage - Stockage	0	0	0	100
Centrifugation - DA - Centrifugation - Stockage	0	0	100	0
Centrifugation - DA - E. statique - Filtre presse - Stockage	0	0	0	100
Décantation lamellaire - DA - Centrifugation - Stockage	0	0	0	100
E. statique - Centrifugation - DA - E. statique - Filtre presse - Stockage	0	0	0	100
E. statique - DA - Filtre presse - Stockage	0	0	100	0
E. statique - DA - Filtre presse - Chaulage - Stockage	0	0	0	100
Flottation - Centrifugation - DA - E. statique - Filtre presse - Stockage	0	0	0	100
Flottation - DA - Filtre presse - Stockage	0	0	100	0
Flottation - DA - E. statique - Filtre presse - Stockage	0	0	0	100
Grille égouttage - DA - Centrifugation - Chaulage - Stockage	0	0	0	100
Table égouttage - DA - Filtre bande - Stockage	0	0	100	0
Table égouttage - DA - Table égouttage - OVH- -	0	0	0	100
Table égouttage - DA - Centrifugation - Chaulage - Stockage	0	0	100	0
Table égouttage - DA - Filtre presse - Stockage	0	0	0	100
Tambour égouttage - DA - Centrifugation - Stockage	0	0	0	100

De manière générale, les filières de traitement boues digérées ne sont pas présentes sur les STEU de moins de 10 000 EH. Elles sont pour la plus grande majorité d'entre elles présentes dans les grosses STEU de plus de 100 000 EH. D'après l'étude menée par Irstea sur la digestion anaérobie [11], c'est à partir d'une capacité de 30 000 EH que la production de biogaz est déterminée comme étant suffisante pour permettre une valorisation significative de ce dernier.

Tableau 21: Quantités de boues évacuées dans chaque voie d'élimination et de valorisation des boues pour chaque filière de traitement boues digérées

t MS	Epandage	Compostage	Incinération	ISDND	Valorisation industrielle	Total
E. statique - DA - Centrifugation - Stockage	8 206	27 657	34 864	0	8 246	78 973
E. statique - DA - Centrifugation - Chaulage - Stockage	10 868	6 558	77	287	0	17 790
E. statique - DA - Filtre à bandes - Stockage	1 789	907	910	0	0	3 606
Flottation - DA - Centrifugation - Stockage	3 191	2 121	2 246	0	0	7 558
Table égouttage - DA - Centrifugation - Stockage	2 777	0	9 766	0	0	12 543
Centrifugation - DA - Centrifugation - Chaulage - Stockage	3 648	2 264	77	0	0	5 989
Flottation - DA - Centrifugation - Chaulage - Stockage	4 914	4 107	0	0	0	9 021
Centrifugation - DA - Centrifugation - Stockage	352	0	0	0	0	352
Centrifugation - DA - E. statique - Filtre presse - Stockage	41 680	6 738	0	0	6 807	55 225
Décantation lamellaire - DA - Centrifugation - Stockage	0	0	3 261	0	0	3 261
E. statique - Centrifugation - DA - E. statique - Filtre presse - Stockage	41 680	6 738	0	0	6 807	55 225
E. statique - DA - Filtre presse - Stockage	92	1 104	2 783	0	0	3 979
E. statique - DA - Filtre presse - Chaulage - Stockage	1 075	12 485	2 783	0	8 246	24 589
Flottation - Centrifugation - DA - E. statique - Filtre presse - Stockage	41 680	6 738	0	0	6 807	55 225
Flottation - DA - Filtre presse - Stockage	92	1 104	0	0	0	1 196
Flottation - DA - E. statique - Filtre presse - Stockage	41 680	6 738	0	0	6 807	55 225
Grille égouttage - DA - Centrifugation - Chaulage - Stockage	1 293	0	0	0	0	1 293
Table égouttage - DA - Filtre bande - Stockage	0	0	150	0	0	150
Table égouttage - DA - Table égouttage - OVH -	0	0	0	0	3 710	3 710
Table égouttage - DA - Centrifugation - Chaulage - Stockage	347	0	0	482	0	829
Table égouttage - DA - Filtre presse - Stockage	1 827	0	0	0	0	1 827
Tambour égouttage - DA - Centrifugation - Stockage	0	0	3 261	0	0	3 261
TOTAL	207 191	85 259	60 178	769	47 430	400 827
%	52	21	15	0	12	100

Le Tableau 21 indique pour chaque filière de traitement boues digérées la quantité de boues envoyées dans chaque voie d'élimination/valorisation des boues. L'épandage est la voie de valorisation privilégiée des boues digérées, 73% d'entre elles sont épandues dont 21 % sont compostées avant épandage.

Par ailleurs, la digestion anaérobie des boues est toujours suivie d'une déshydratation qui permet de réduire significativement le volume de boues. La Figure 11 permet d'identifier quels sont les procédés de déshydratation des boues (digestat) qui suivent la digestion anaérobie.

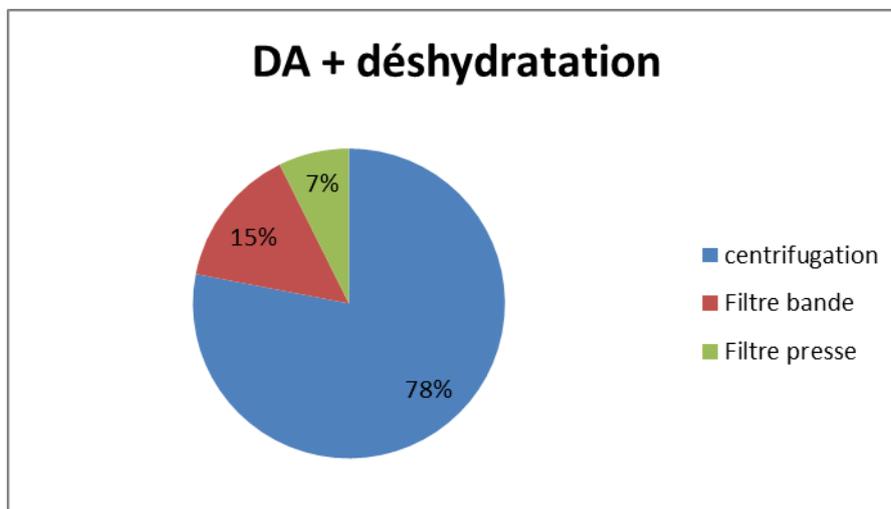


Figure 11: Couplage de la digestion anaérobie des boues avec les procédés de déshydratation

La centrifugation est le procédé privilégié dans le cas d'une déshydratation des digestats puisque 78% des procédés de digestion anaérobie sont suivis d'une déshydratation par centrifugation. L'utilisation du filtre presse après la digestion anaérobie reste anecdotique.

3.3.4. Filières de traitement boues séchées

25 filières de traitement boues séchées différentes ont été identifiées sur un total de 104 filières de traitement des boues. Ces 25 filières de traitement sont présentées dans le Tableau 22.

Tableau 22: Les filières de traitement boues séchées

Filières boues séchées	NB filières	%
Centrifugation - Séchage solaire - Stockage	35	44
Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	5	6
E. statique - DA - Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	5	6
Filtre bande - Séchage solaire - Stockage	5	6
E. statique - Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	4	5
E. statique - Séchage solaire - Stockage	3	4
Centrifugation - DA - Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	2	3
Flottation - Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	2	3
Table égouttage - Filtre presse - Séchage solaire - Stockage	2	3
Centrifugation - Chaulage - Séchage solaire - Stockage	1	1
Centrifugation - Séchage thermique - Pyrolyse	1	1
E. statique - Centrifugation - Séchage solaire - Stockage	1	1
E. statique - Filtre à bandes - Séchage solaire - Stockage	1	1
E. statique - Filtre à bandes - Séchage thermique - Stockage	1	1
E. statique - DA - Centrifugation - Chaulage - Séchage solaire - Stockage	1	1
E. statique - DA - Centrifugation - Séchage thermique - Pyrolyse	1	1
E. statique - Centrifugation - Chaulage - Séchage thermique - Stockage	1	1
E. statique - Centrifugation - DA - Séchage thermique - Stockage	1	1
Filtre bande - Séchage thermique - Stockage	1	1
Grille égouttage - Centrifugation - Séchage solaire - Stockage	1	1
Grille égouttage - Chaulage - Filtre presse - Séchage thermique - Stockage	1	1
Table égouttage - Filtre à bandes - Séchage solaire - Stockage	1	1
Table égouttage - Séchage solaire - Stockage	1	1
Table égouttage - DA - Centrifugation - Chaulage - Séchage thermique - Stockage	1	1
Tambour égouttage - Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	1	1
TOTAL	79	100

La somme des occurrences de ces 25 filières est rencontrée pour 79 filières de traitement des boues.

1 filière de traitement boues séchées se distingue des autres. Il s'agit de la filière « **Centrifugation – Séchage solaire – Stockage** » qui est apparue 35 fois dans l'enquête. Les autres filières n'apparaissent pas plus de 5 fois chacune.

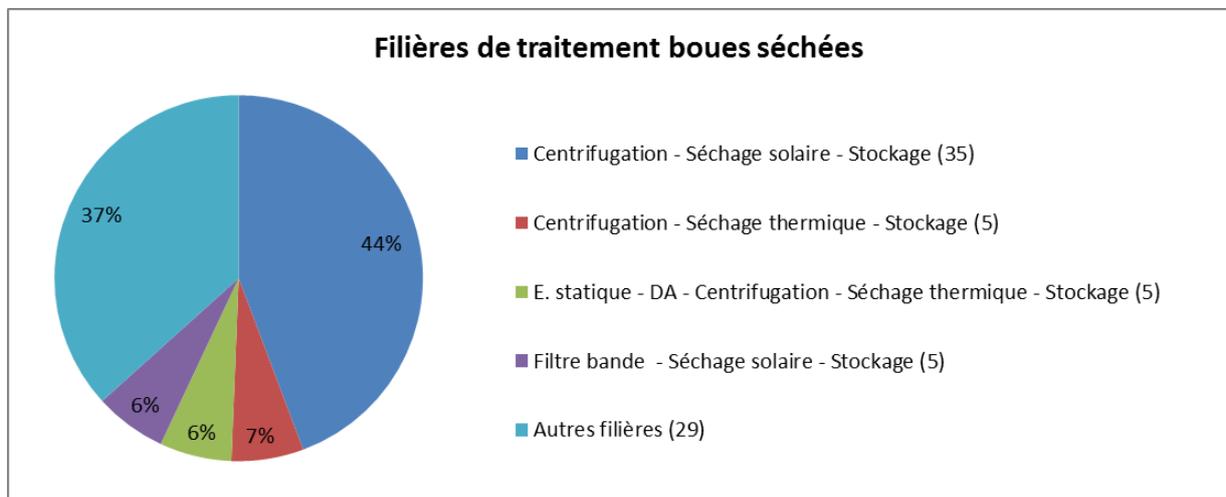


Figure 12: Statistiques sur les filières de traitement boues séchées

D'après la Figure 12, la filière « Centrifugation – séchage solaire – stockage » représente à elle seule 44% des filières de traitement boues séchées. Les 56% restant sont constitués de filières peu représentées dans l'enquête.

Le Tableau 23 présente la répartition des filières de traitement boues séchées dans les différentes catégories de STEU.

Tableau 23: Répartition des filières de traitement boues séchées dans les 4 catégories de STEU

%NB filières	< 2 000 EH	[2 000 ; 10 000] EH	[10 000 ; 100 000] EH	> 100 000 EH
Centrifugation - Séchage solaire - Stockage	0	54	46	0
Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	0	0	80	20
E. statique - DA - Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	0	0	20	80
Filtre bande - Séchage solaire - Stockage	0	100	0	0
E. statique - Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	0	0	25	75
E. statique - Séchage solaire - Stockage	0	33	67	0
Centrifugation - DA - Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	0	0	0	100
Flottation - Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	0	0	0	100
Table égouttage - Filtre presse - Séchage solaire - Stockage	0	0	100	0
Centrifugation - Chaulage - Séchage solaire - Stockage	0	100	0	0
Centrifugation - Séchage thermique - Pyrolyse	0	0	0	100
E. statique - Centrifugation - Séchage solaire - Stockage	0	100	0	0
E. statique - Filtre à bandes - Séchage solaire - Stockage	0	100	0	0
E. statique - Filtre à bandes - Séchage thermique - Stockage	0	0	0	100
E. statique - DA - Centrifugation - Séchage solaire - Stockage	0	0	0	100
E. statique - DA - Centrifugation - Séchage thermique - Pyrolyse	0	0	0	100
E. statique - Centrifugation - Chaulage - Séchage thermique - Stockage	0	0	0	100
E. statique - Centrifugation - DA - Séchage thermique - Stockage	0	0	0	100
Filtre bande - Séchage thermique - Stockage	0	100	0	0
Grille égouttage - Centrifugation - Séchage solaire - Stockage	0	0	100	0
Grille égouttage - Chaulage - Filtre presse - Séchage thermique - Stockage	0	0	0	100
Table égouttage - Filtre à bandes - Séchage solaire - Stockage	0	0	100	0
Table égouttage - Séchage solaire - Stockage	0	0	100	0
Table égouttage - DA - Centrifugation - Chaulage - Séchage thermique - Stockage	0	0	0	100
Tambour égouttage - Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	0	0	0	100

Les filières de traitement boues séchées ne sont pas présentes sur les STEU de moins de 2 000 EH. En effet, l'installation d'un procédé de séchage des boues impose l'installation d'un procédé en amont pour les déshydrater. Ce type de traitement final des boues n'est pas pertinent pour des STEU de moins de 2 000 EH produisant peu de boues.

Les filières de traitement boues séchées utilisant un séchage thermique des boues sont plutôt présentes sur les grosses STEU de plus de 100 000 EH. A l'inverse, les filières de traitement boues séchées utilisant un séchage solaire sont plutôt présentes sur les STEU moyennes de 2 000 à 10 000 EH. Ces propos rejoignent ceux évoqués dans le paragraphe 3.2.4 qui montre la répartition des procédés de séchage des boues dans les 4 catégories de STEU.

Tableau 24: Quantités de boues évacuées dans chaque voie d'élimination et de valorisation des boues pour chaque filière de traitement boues séchées

t MS	Epandage	Compostage	Incinération	ISDND	Valorisation industrielle	Total
Centrifugation - Séchage solaire - Stockage	2 393	413	7	0	71	2 884
Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	0	642	498	2 847	0	3 987
E. statique - DA - Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	317	1 989	10 254	0	300	12 860
Filtre bande - Séchage solaire - Stockage	70	142	0	0	0	212
E. statique - Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	1 802	1 774	0	0	886	4 462
E. statique - Séchage solaire - Stockage	367	0	0	0	0	367
Centrifugation - DA - Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	385	5 252	2 439	0	934	9 010
Flottation - Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	6 132	0	0	0	886	7 018
Table égouttage - Filtre presse - Séchage solaire - Stockage	41	852	0	0	0	893
Centrifugation - Chaulage - Séchage solaire - Stockage	49	0	0	0	0	49
Centrifugation - Séchage thermique - Pyrolyse	1 075	12 485	2 783	0	8 246	24 589
E. statique - Centrifugation - Séchage solaire - Stockage	16	0	0	0	0	16
E. statique - Filtre à bandes - Séchage solaire - Stockage	30	0	0	0	0	30
E. statique - Filtre à bandes - Séchage thermique - Stockage	0	0	0	0	886	886
E. statique - DA - Centrifugation - Chaulage - Séchage solaire - Stockage	2 310	0	0	0	0	2 310
E. statique - DA - Centrifugation - Séchage thermique - Pyrolyse	1 075	12 485	2 783	0	8 246	24 589
E. statique - Centrifugation - Chaulage - Séchage thermique - Stockage	0	0	915	0	0	915
E. statique - Centrifugation - DA - Séchage thermique - Stockage	0	0	1 190	0	290	1 480
Filtre bande - Séchage thermique - Stockage	87	0	0	0	0	87
Grille égouttage - Centrifugation - Séchage solaire - Stockage	0	250	15	70	0	335
Grille égouttage - Chaulage - Filtre presse - Séchage thermique - Stockage	3 047	0	0	0	0	3 047
Table égouttage - Filtre à bandes - Séchage solaire - Stockage	0	88	0	0	0	88
Table égouttage - Séchage solaire - Stockage	48	0	0	0	0	48
Table égouttage - DA - Centrifugation - Chaulage - Séchage thermique - Stockage	3 981	0	0	0	0	3 981
Tambour égouttage - Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	0	0	1 498	0	0	1 498
TOTAL	23 224	36 372	22 383	2 917	20 745	105 640
%	22	34	21	3	20	100

Le Tableau 24 indique pour chaque filière de traitement boues séchées la quantité de boues envoyées dans chaque voie d'élimination/valorisation des boues.

Les boues séchées sont autant épandues, que compostées, qu'incinérées ou valorisées en industrie.

Du fait de leur forte siccité, ce sont des boues qui présentent un haut pouvoir calorifique inférieur. Elles sont ainsi idéales pour être incinérées ou valorisées comme combustible d'appoint dans les fours industriels (cimenterie etc.).

4. Conclusion

Les résultats présentés dans cette étude montrent que les filières boues les plus courantes en France sont des filières relativement simples.

Les filières de traitement boues liquides sont très nombreuses sur le parc épuratoire (1 368 filières de traitement recensées) et pourtant peu diverses puisque seulement 10 filières boues liquides différentes ont été identifiées.

Les filières de traitement boues déshydratées sont aussi très nombreuses sur le parc épuratoire (1653 filières de traitement recensées), mais à l'inverse des boues liquides, ces filières sont très diverses et variées puisqu'un total de 47 filières différentes ont été identifiées.

Les filières de traitement boues digérées et séchées sont peu représentées sur le parc épuratoire (53 filières boues digérées et 79 filières boues séchées recensées) mais présentent malgré tout une grande diversité puisque respectivement 22 filières et 25 filières différentes ont été identifiées.

Ces résultats mettent en évidence une grande diversité tant au niveau des procédés de traitement des boues utilisés que tant au niveau des filières boues mises en place sur le parc épuratoire français.

Même si quelques filières boues se distinguent des autres, il semble impossible de formuler des généralités sur les filières boues françaises tant elles sont diverses et variées.

En revanche, il est possible de tirer des conclusions sur la destination des boues une fois traitées. Le Tableau 25 ci-dessous montre la répartition des différents types de boues dans les différentes filières de valorisation et d'élimination des boues.

Tableau 25: Répartition des différents types de boues dans les différentes filières de valorisation et d'élimination des boues

Type de boues	Epandage	Compostage	Incineration	ISDND	Valorisation industrielle	TOTAL
Liquides	81	15	4	1	0	100
Déshydratées	28	35	32	2	3	100
Digérées	52	21	15	0	12	100
Séchées	22	34	21	3	20	100

Le Tableau 25 montre clairement que l'épandage des boues est la filière de valorisation privilégiée pour tous les types de boues.

Toutefois, il est important de noter que l'ensemble des résultats présentés dans ce rapport sont à prendre avec précautions :

- Si on suppose que la base de données du MEDDE [2] recense toutes les STEU à boues activées de France, cette enquête n'en recense alors que 53%. En effet, plusieurs départements ne sont pas inclus dans cette enquête. De plus, il n'a pas été possible de contacter tous les services d'assistance technique aux STEU de tous les départements. Comme il a été dit dans le rapport, depuis la loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006 [13], ces services évoluent sur un marché concurrentiel. Ainsi, il existe souvent plusieurs services d'assistance technique aux STEU sur un même département.
- Au cours de l'enquête, il est arrivé à plusieurs reprises d'avoir des données provenant à la fois d'une agence de l'eau et à la fois d'un service d'assistance technique pour une même STEU, et que ces données soient contradictoires. Cela augmente l'incertitude. Toutefois, dans ce cas, les données provenant du service d'assistance technique ont été privilégiées.
- Bien que cette enquête donne les grandes tendances actuelles sur les filières de traitement et d'élimination/valorisation des boues, ces chiffres ne doivent pas être pris pour acquis. Dans un domaine en constante évolution, ces chiffres sont amenés à changer dans le temps (construction de nouvelles STEU, extension de STEU, fermeture de STEU etc.).

Il n'a pas été évident de trouver des informations aussi détaillées sur les filières boues que sur les filières eau, même au sein des services d'assistance technique. Or, la filière boues est au même titre que la filière eau, une partie prenante de la STEU d'autant plus que ses impacts sur la qualité environnementale de la STEU sont loin d'être négligeables [14].

L'ensemble de ces remarques montrent qu'il n'y a pas d'harmonisation des données sur les filières boues dans les services de centralisation des données.

Comme l'avait souligné l'état des lieux réalisé en 2010 sur les filières boues [1], chaque agence de l'eau possède son propre fonctionnement tant dans les données qui sont collectées auprès des services d'assistance technique aux STEU que dans la façon de gérer et stocker ces données. Ces propos ont été vérifiés dans cette enquête puisqu'une seule agence de l'eau sur les 6 a été en mesure de fournir des données répondant à cette enquête. Les 5 autres agences de l'eau ne disposaient pas de données assez détaillées sur les filières boues. En parallèle, l'enquête actuelle a aussi montré qu'au sein même des services d'assistance technique, les fonctionnements sont différents d'un département à un autre.

Finalement, cette enquête aura permis de fixer des filières boues « types » pour lesquelles il serait intéressant d'évaluer les impacts environnementaux par la méthode de l'ACV. Le Tableau 26 récapitule les filières de traitement des boues les plus fréquentes pour chaque catégorie de filières.

Tableau 26: Les principales filières de traitement des boues recensées

Catégories de filières	Principales filières de traitement recensées	Occurrence	% sur un total de 3 153 filières de traitement
Filières boues liquides	Epaisseur stockeur	794	25
	Table égouttage - Stockage	359	11
	E. statique - Stockage	118	4
	Grille égouttage - Stockage	42	1
Filières boues déshydratées	LS	353	11
	LSPR	332	11
	Centrifugation - Stockage	227	7
	Centrifugation - Chaulage - Stockage	135	4
	E. statique - Centrifugation - Stockage	130	4
	Filtre bande - Stockage	119	4
Filières boues digérées	E. statique - DA - Centrifugation - Stockage	12	0.4
	E. statique - DA - Centrifugation - Chaulage - Stockage	9	0.3
	E. statique - DA - Filtre à bandes - Stockage	5	0.2
	Flottation - DA - Centrifugation - Stockage	4	0.1
	Table égouttage - DA - Centrifugation - Stockage	4	0.1
Filières boues séchées	Centrifugation - Séchage solaire - Stockage	35	1
	Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	5	0.2
	E. statique - DA - Centrifugation - Séchage thermique - Stockage	5	0.2
	Filtre bande - Séchage solaire - Stockage	5	0.2
Autres filières		460	15
TOTAL		3 153	100

En ce qui concerne l'outil ACV simplifié, il serait plus pertinent de s'orienter vers un fonctionnement modulaire. Chaque procédé de traitement des boues et chaque voie d'élimination/valorisation des boues seront équivalents à un module. Ainsi, par assemblage de modules, il sera possible pour l'utilisateur de modéliser toutes les filières boues possibles et imaginables.

5. Sigles & Abréviations

ACV : Analyse du Cycle de Vie

DA : Digestion Anaérobie

DDT : Direction Départementale des Territoires

EH : Equivalent Habitant

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

ISDND : Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux

LS : Lit de Séchage

LSPR : Lit de Séchage Planté de Roseaux

MEDDE : Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie

MESE : Mission d'Expertise et de Suivi d'Epandages

MRAD : Mission de Recyclage Agricole des Déchets

MS : Matière Sèche

MVAB : Mission de Valorisation Agricole des Boues

OVH : Oxydation par Voie Humide

SATESE : Service d'Assistance Technique aux Exploitants de Stations d'Epuration

STEU : Station de Traitement des Eaux Usées

UIOM : Unité d'Incinération des Ordures Ménagères

6. Bibliographie

- [1] Reverdy, A.L. et Pradel, M. (2010) *Les filières de valorisation des boues d'épuration en France. Etat des lieux – Etat de l'art*. Cemagref, Juin.
- [2] Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie. *Portail d'information sur l'assainissement communal* [en ligne]. Disponible sur : < <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/>> [Consulté le 15 février 2014].
- [3] Mission de Recyclage Agricole des Déchets. (2013) *Rapport d'activités 2012*. Chambre d'agriculture des Ardennes, Mars.
- [4] Mission de Valorisation Agricole des Boues. (2013) *Epanchage des boues de stations d'épuration urbaines. Synthèse départementale. Année 2012*. Chambre d'agriculture du Calvados, Novembre.
- [5] SATESE. (2013) *Rapport d'activité 2012. Présentation de l'activité et analyse des résultats obtenus*. Conseil Général de la Moselle.
- [6] Mission d'Expertise et de Suivi des Epanchages. (2012) *Fiches descriptives des stations d'épuration. Département de l'Orne*. Chambre d'agriculture de l'Orne.
- [7] Conseil Général du Bas-Rhin. (2013) *Stations d'épuration urbaines du Bas-Rhin. Production et élimination des boues. Rapport de synthèse, bilan par station. Bilan 2012*. Conseil Général du Bas-Rhin, Chambre d'agriculture du Bas-Rhin, Agence de l'eau Rhin-Meuse, Juin.
- [8] Observatoire de l'eau Seine et Marne (2013) *Etat des lieux des filières de traitement et élimination des boues en Seine et Marne*. Conseil Général de Seine et Marne.
- [9] Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne (SIAAP). Service public de l'assainissement francilien [en ligne]. Disponible sur : < <http://www.siaap.fr/> > [Consulté le 3 avril 2014].
- [10] Degremont. (2005) *Mémento technique de l'eau*. 10^{ème} ed. Cachan, Lavoisier.
- [11] Reverdy, A.L., Baudez, J.C. et al. (2011) *La digestion anaérobie des boues de stations d'épuration urbaines. Etat des lieux – Etat de l'art*. Cemagref, Janvier.
- [12] Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. Arrêté du 9 septembre 1997 relatif aux décharges existantes et aux nouvelles installations de stockage de déchets ménagers et assimilés. Journal Officiel, n°229 du 2 octobre 1997, p14292.
- [13] Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire. Loi n°2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques. Journal Officiel du 31 décembre 2006.
- [14] Pradel, M., Richard, M. et al. (2013) *Analyses du cycle de vie des filières de traitement et de valorisation des boues issues du traitement des eaux usées. Inventaire du Cycle de Vie et principales sources d'optimisation des filières de traitement et de valorisation des boues issues du traitement des eaux usées*. Irstea, Décembre.

7. Table des figures et des tableaux

Figure 1: Départements français représentés dans l'enquête	6
Figure 2: Répartition des principaux procédés d'épaississement en fonction des 4 classes de STEU	11
Figure 3: Répartition des principaux procédés de déshydratation en fonction des 4 classes de STEU	12
Figure 4: Répartition des procédés de stabilisation en fonction des 4 classes de STEU	13
Figure 5: Répartition des principaux procédés de séchage et d'oxydation des boues en fonction des 4 classes de STEU	14
Figure 6: Répartition des principales voies d'élimination et de valorisation des boues en fonction des 4 classes de STEU	15
Figure 7: Statistiques sur les filières de traitement boues liquides	18
Figure 8: Statistiques sur les filières de traitement boues déshydratées	20
Figure 9: Couplage des procédés d'épaississement avec le procédé de déshydratation des boues par filtre presse	22
Figure 10: Statistiques sur les filières de traitement boues digérées	26
Figure 11: Couplage de la digestion anaérobie des boues avec les procédés de déshydratation	27
Figure 12: Statistiques sur les filières de traitement boues séchées	28
Tableau 1: Compilation des données collectées	3
Tableau 2: Les procédés de traitement des boues	4
Tableau 3: Constitution des filières boues	5
Tableau 4: Caractéristiques des données collectées (Sources : [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9])	7
Tableau 5: Généralités sur les données collectées	9
Tableau 6: Les procédés d'épaississement	10
Tableau 7: Les procédés de déshydratation	12
Tableau 8: Les procédés de stabilisation	13
Tableau 9: Les procédés de séchage et d'oxydation des boues	14
Tableau 10: Les voies d'élimination et de valorisation des boues, et comparaison avec les résultats du MEDDE (Source : [2])	15
Tableau 11: Typologie des 4 différentes catégories de filières	16
Tableau 12: Répartition des 4 catégories de filières de traitement des boues	17
Tableau 13: Identification des différentes filières de traitement boues liquides	17
Tableau 14: La répartition des filières de traitement boues liquides dans les 4 catégories de STEU ..	18
Tableau 15: Quantités de boues évacuées dans chaque filière de valorisation et d'élimination des boues pour chaque filière de traitement boues liquides	19
Tableau 16: Les filières de traitement boues déshydratées	21
Tableau 17: Répartition des filières de traitement boues déshydratées dans les 4 catégories de STEU	23
Tableau 18: Quantités de boues évacuées dans chaque filière d'élimination et de valorisation des boues pour chaque filière de traitement boues déshydratées	24
Tableau 19: Les filières de traitement boues digérées	25
Tableau 20: Répartition des filières boues digérées dans les 4 catégories de STEU	26
Tableau 21: Quantités de boues évacuées dans chaque voie d'élimination et de valorisation des boues pour chaque filière de traitement boues digérées	27
Tableau 22: Les filières de traitement boues séchées	28
Tableau 23: Répartition des filières de traitement boues séchées dans les 4 catégories de STEU	29
Tableau 24: Quantités de boues évacuées dans chaque voie d'élimination et de valorisation des boues pour chaque filière de traitement boues séchées	30
Tableau 25: Répartition des différents types de boues dans les différentes filières de valorisation et d'élimination des boues	31
Tableau 26: Les principales filières de traitement des boues recensées	32

Remerciements

Nous remercions chaleureusement l'ensemble des professionnels de l'assainissement et de la valorisation des boues d'épuration ayant pris de leur temps pour apporter leur plus-value à cette enquête.

Irstea

1, rue Pierre Gilles de Gennes

CS 10030

92761 Antony

01 40 96 61 21

www.irstea.fr

Onema

Hall C – Le Nadar

5, square Félix Nadar

94300 Vincennes

01 45 14 36 00

www.onema.fr