

Vers une meilleure connaissance des déchets issus de l'étape des prétraitements.

Pierre Yves Naud, Jean Marc Perret, Jean Pierre Canler

Cemagref – Groupement de Lyon ;
Equipe Traitement des eaux résiduaires - UR: Qualité des Eaux et Prévention des Pollutions
3 bis quai Chauveau, CP 220 , 69336 Lyon cedex 9

Introduction

Afin de traiter les effluents résultant de l'activité humaine et autres, des stations d'épuration sont mises en place pour éliminer les différentes pollutions qui pourraient nuire au milieu récepteur.

Toutefois, des traitements préliminaires appelés prétraitements sont nécessaires et correspondent à trois grandes étapes :

- le dégrillage plus ou moins fin, voire le tamisage, dont le rôle est de récupérer les déchets volumineux et les matières organiques grossières pas ou peu biodégradables,
- le dessablage, dont le rôle est de séparer par décantation les sables et les particules lourdes de l'eau à traiter,
- et le dégraissage qui a pour but de retirer par flottation une partie des lipides de l'effluent à traiter (densité < 1).

Ces trois étapes de prétraitement sont indispensables pour assurer un bon fonctionnement du traitement biologique aval, leur rôle étant de protéger la filière d'éventuels dépôts, de colmatage de conduite ou autres, préjudiciables au bon fonctionnement de l'installation.

Lors de l'élaboration d'un projet de construction de station d'épuration (études d'appel d'offre), on note une grande dispersion dans l'évaluation des quantités et de la qualité de déchets issus de ces prétraitements faite par les entreprises et les maîtres d'œuvre, et il a paru nécessaire d'établir des données de référence sur le sujet.

Le SNITER (Syndicat National des Industries du Traitement des Eaux Résiduaires) a donc souhaité mener un examen approfondi sur le sujet. Dans un souci de neutralité, cette synthèse a été réalisée par le Cemagref de Lyon. Les quatre constructeurs, sociétés de traitement de l'eau, ayant participé à l'étude sont Degremont, OTV, Sogea et Stereau.

A. Objectifs de l'étude

Après une étude bibliographique pour établir un état des connaissances sur le sujet, le principal objectif a été de rassembler un maximum d'observations sur stations d'épuration pour les étapes de prétraitement (quantité et qualité) en relation avec le type d'équipement installé ainsi que les caractéristiques du réseau et des collectivités enquêtées.

L'objectif final est de fournir à la profession une base commune d'évaluation des quantités et qualités des déchets extraits aux différents postes de prétraitements d'une filière de traitement des eaux résiduaires urbaines en précisant si possible les paramètres influençants. Il est à noter que cette base de données a été établie à partir de retour d'enquêtes complétées par les responsables de site.

B. Méthodologie

Chaque constructeur a sélectionné des stations d'épuration pour l'étude, en faisant en sorte de prendre des sites qui permettent une bonne représentativité de l'ensemble du parc national français. Ainsi, une liste de 67 stations a été dressée.

Un questionnaire très complet a été établi puis transmis aux différents exploitants responsables de ces sites.

Suite aux difficultés rencontrées pour rassembler les données (principalement pour les stations à faible capacité de traitement) en raison de la complexité du questionnaire, un second questionnaire simplifié et recensant seulement les informations indispensables en vue d'une exploitation minimale a été fourni.

Le bilan global de retour des enquêtes (poussées ou simplifiées) est le suivant :

Nombre de sites enquêtés	67 stations
Taux de réponse global	60 % (40 sites)
Nombre d'enquêtes réellement exploitables dans leur ensemble	28 sites (soit un taux de traitement de l'enquête de 42 %)

Tableau 1. Bilan de retour de questionnaires

L'ensemble des informations a donc été regroupé, traité et analysé afin d'apporter des résultats les plus fiables sur le sujet.

C. Représentativité des sites étudiés

L'analyse du parc de stations retenues lors de l'exploitation de l'enquête concernant sa représentativité a été réalisée, en particulier pour les principaux paramètres susceptibles d'influencer les résultats. On note :

- la taille de la station (représentée par sa capacité nominale de traitement),
- le type de réseau de collecte des eaux usées en place (réseau unitaire, séparatif ou mixte), sa longueur,
- et le type d'équipements utilisés à chaque étape de traitement, dont la taille de la maille mise en place au poste de dégrillage.

Les principales informations traitées sont les suivantes :

C.1 Capacité nominale de traitement des stations :

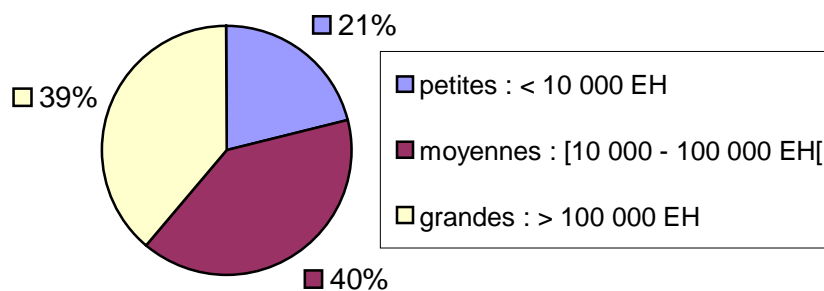


Figure 1. Répartition des stations étudiées en fonction de leur taille

Parmi les 40 sites pour lesquels la capacité de traitement nominale est connue, la répartition en fonction de leur taille est de 21% pour les petites stations, 40% pour les moyennes et 39 % pour les grandes ce qui confirme la difficulté importante à compléter le questionnaire pour les installations de faible capacité de traitement.

C.2 Type de réseau (séparatif, unitaire ou mixte)

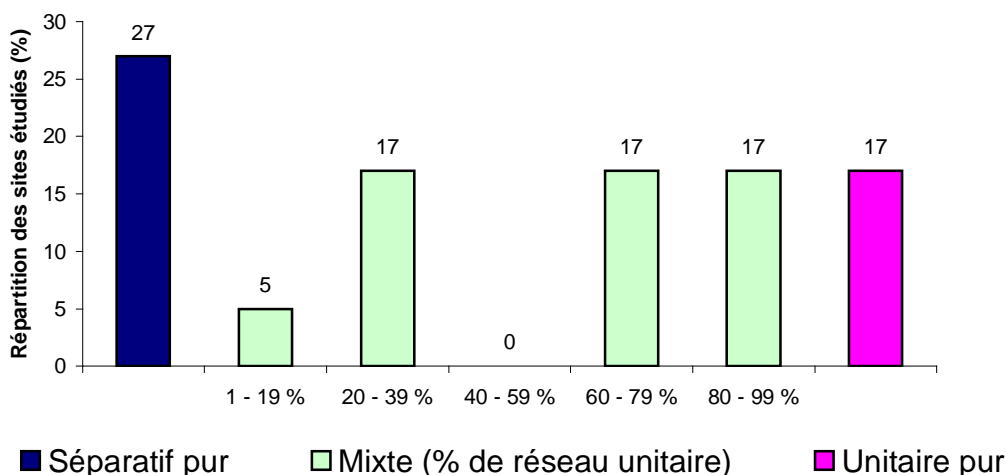


Figure 2. Répartition des sites selon le type de réseau

La part de réseau unitaire est communiquée pour 18 stations. L'étude représente relativement bien tous les types de réseau avec un pourcentage plus élevé pour les réseaux pseudo-séparatifs (56 %) mais conforme à la réalité.

C.3 Poste de dégrillage

Différents types de dégrilleur ont été étudiés au cours de l'enquête avec des tailles de mailles variant entre 0,3 et 4 cm.

➤ Type de dégrilleur

Tous les dégrilleurs sont à nettoyage automatique avec une évacuation mécanique des déchets vers les bacs de stockage.

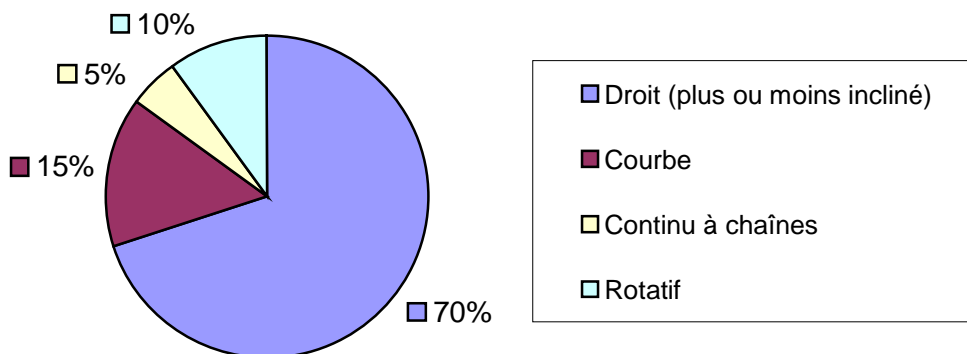


Figure 3. Proportion des différents types de dégrilleur étudiés dans l'enquête

Sur les 23 sites pour lesquels l'équipement est connu, quatre principaux types de dégrilleurs sont installés : droit, courbe, continu à chaînes et rotatif. Mais le procédé majoritairement représenté est le dégrilleur droit (70%) compte tenu de l'année de mise en place de cet équipement (système plus ancien) et de son coût moins élevé. D'autre part, 60% des sites sont équipés de pré-dégrillage ayant une maille moyenne de l'ordre 5 cm (variant entre 3 et 10 cm).

➤ Taille de la maille

Maille (cm)	≤ 0,6	1	~1,5	2	2,5	3	4
Nombre de sites	6	4	2	5	2	1	1
Part (%)	29	19	10	24	10	5	5

Tableau 2. Répartition des sites en fonction de la maille installée au poste de dégrillage

Parmi les 21 sites exploitables pour ce paramètre, trois tailles sont majoritairement installées : 0,6 cm (tamisage) généralement pour les filières aval sensibles au colmatage (biofiltre ou décanteur lamellaire), 1 cm pour les filières boues activées équipées de diffuseurs d'air (raquettes) et 2 cm et plus pour les boues activées avec aérateurs de surface.

C.4 Poste de dessablage - dégraissage

Les 26 sites exploitables de l'enquête sont tous équipés de dessableur-dégraisseur combinés, avec 62% de combinés rectangulaires dont le choix est principalement lié à la taille de l'ouvrage (cette configuration limitant l'emprise au sol) et 38% de combinés cylindro-coniques.

En ce qui concerne le traitement aval des sables collectés en fond d'ouvrage, parmi les 20 sites pour lesquels des informations ont été fournies, la répartition selon le type de traitement est la suivante :

- absence de traitement (égouttage naturel) : 10%
- égouttage mécanisé (classificateur à vis ou à râteau) 65%
- laveur de sable nouvelle génération 25%

Pour le traitement aval des déchets graisseux raclés en surface de l'ouvrage, parmi les 23 stations exploitables, 57% d'entre elles sont équipées d'un concentrateur à graisses.

D. Résultats et analyse

Remarques préalables :

- Dans cet article, les données appelées « informations bibliographiques » regroupent l'analyse bibliographique, les fiches techniques commerciales des différents équipements proposés par les fabricants de matériels et les bases de dimensionnement fournies par les constructeurs participant à l'étude.

- Tous les ratios présentés dans ce document sont ramenés à l'Equivalent Habitant, soit 60 g de DBO₅ par jour (Directive européenne du 21 mai 1991, classement administratif de la station). Lors de l'exploitation de l'enquête, les flux de DBO₅ apportés sont corrélés aux flux hydrauliques traités (150 L d'eau brute par EH / j) et ont permis de confirmer le type d'effluent à traiter (à dominante domestique ou urbain) et de déterminer le nombre d'Equivalent Habitant réellement collecté. Cette donnée est ensuite utilisée lors de l'établissement des ratios par Equivalent Habitant à partir des quantités de refus mesurés pour chaque site.

- Rappelons que le dimensionnement des prétraitements (dégrilleur, dessableur et déshuileur) s'effectue principalement sur des données hydrauliques et plus particulièrement sur le débit de pointe de la station (dimensionnement du poste de relèvement). Les connaissances plus précises des quantités de refus vont intervenir principalement sur deux paramètres : les coûts annuels d'exploitation pour leur gestion et leur évacuation et les volumes des différents bacs de stockage qui définissent l'autonomie du poste avant évacuation.

- Lors de l'exploitation de l'enquête, les données les plus fiables sont les quantités mensuelles ou annuelles de déchets récupérés. Elles permettent de calculer des ratios moyens annuels intégrant aussi bien les périodes de temps sec que de temps de pluie. Les ratios présentés ci après pourront donc être utilisés uniquement pour estimer les coûts d'exploitation à l'échelle de l'année. A l'échelle de la journée, les volumes récupérés par type de prétraitement peuvent être très variables en fonction de nombreux paramètres dont les principaux sont le type de réseau (unitaire, séparatif ou pseudo séparatif) et les épisodes pluvieux (durée, intensité, historique sans pluie). Quelques valeurs moyennes sont précisées pour aborder les volumes de déchets collectés par temps de pluie à l'échelle de la journée.

D.1 Les refus issus du poste dégrillage

D.1.1 Caractérisation des déchets

➤ Taux de matières organiques (MO) dans les déchets

Un refus de dégrillage peut être caractérisé par son taux de matière organique. L'ordre de grandeur trouvé dans la littérature est généralement de 75 à 95 % de matière organique.

Lors de l'enquête, peu de valeurs ont été fournies. Ce taux de matière organique tend vers la valeur haute pour des équipements dont la maille est associée à des réseaux séparatifs. En réseau unitaire et en temps de pluie, cette valeur très variable tend vers des valeurs basses pouvant même atteindre à l'échelle de la journée des valeurs de l'ordre de 50 % de MV.

➤ Densité des déchets

En ce qui concerne la densité des refus de dégrillage, elle est d'environ 0,96 après égouttage sur la base d'une siccité de 20 % (données bibliographiques).

Le nombre de stations pour lesquelles les quantités de déchets évacués sont fournies à la fois en masse et en volume est faible. Les valeurs obtenues sont très variables d'un site à un autre (entre 0,34 à 1,66), ce qui peut s'expliquer par les différences de siccité et par les incertitudes liées aux mesures souvent peu précises pour les volumes de déchets. Ces points n'ont pas permis de déterminer une valeur moyenne de densité des déchets de dégrillage.

Dans la suite de cet article, la valeur de densité des refus de dégrillage utilisée est de 0.96 pour une siccité de 20 % et 0.92 pour une siccité de 40%.

➤ Siccité des refus de dégrillage

La quantité collectée d'un refus brut de dégrillage est fonction de sa siccité. La quantité d'eau constituant le déchet est fortement dépendante de la saison en réseau unitaire (fraction minérale plus importante par temps de pluie, feuilles mortes en automne,...), du type de dégrilleur et de la présence ou non d'un compacteur (et le cas échéant, du type de compacteur), du mode de

stockage des déchets (bennes d'égouttage ou non) et de ses conditions (à l'abri ou non), et de la durée avant enlèvement.

Les données bibliographiques de siccité des déchets collectés au poste dégrillage sont synthétisées dans le tableau 3 suivant:

Siccité des refus de dégrillage (%)		Déchet égoutté (non compacté)	Déchet compacté	
			<i>compactage à vis</i>	<i>compactage à piston</i>
Littérature	Nombre de valeurs	7	7	5
	Mini / Maxi	5 / 25	22 / 55	22 / 55
	Moyenne	17	39	42
Fabricants des équipements	Nombre de valeurs	-	5	1
	Mini / Maxi	-	30 / 50	-
	Moyenne	-	43	45
Constructeurs	Moyenne	16	37	45

Tableau 3. Siccité des refus de dégrillage en % (données bibliographiques)

A partir de l'enquête, on note une dispersion relativement importante des informations par site, liées principalement aux taux de matière organique, à la couverture ou non des bacs de stockage et à la durée de stockage avant enlèvement.

Les valeurs moyennes de l'enquête, comparées à la bibliographie, sont représentées ci dessous :

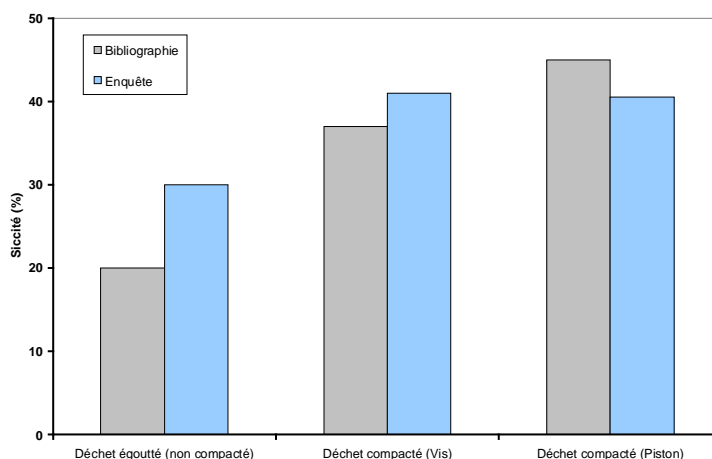


Figure 4. Siccité des refus de dégrillage – comparaison des résultats de l'enquête avec les données bibliographiques

L'enquête révèle des valeurs moyennes supérieures à la bibliographie, à l'exception du déchet compacté par piston.

Pour le déchet brut égoutté, on considèrera une siccité inférieure à 20 % en raison du peu de valeurs à disposition. Il faut rappeler que la composition d'un refus de dégrillage est très hétérogène d'un site à l'autre mais également pour un même site sur l'année en fonction des saisons (feuilles mortes).

En ce qui concerne le déchet après compactage à piston, seulement deux sites équipés de ce système ont été recensés.

On retiendra donc les résultats suivants :

Siccité	Déchet égoutté non compacté	Déchet compacté	
		<i>compactage à vis</i>	<i>compactage à piston</i>
Nombre de données		9	1
Siccité moyenne des refus de dégrillage (%)	< 20 %	41%	40,5 %
Valeurs attendues (moyenne +/- écart type)		32 à 50 %	34 à 46 %

Tableau 4. Valeurs de siccité retenues pour les refus de dégrillage

La valeur de siccité du refus de dégrillage après un compactage à vis ou à piston, que l'on pourrait garantir après analyse de la dispersion des données de l'enquête, est de l'ordre de 32 à 34%. Cette faible différence observée entre les deux systèmes est liée à d'autres facteurs propres aux sites intervenant sur ce paramètre.

Remarque :

Une siccité minimum de 40 % est parfois exigée au niveau du cahier des charges. Au vu des résultats, cette valeur sera probablement difficile à atteindre quelque soit le type de compacteur (à vis ou à piston) et une valeur de 35 % de siccité paraît plus adaptée. Selon la technologie, l'expérience des exploitants, pour un même type de déchet, confirme une siccité légèrement supérieure avec les systèmes à piston.

➤ Facteur de réduction

La mise en place d'un compacteur permet, en dehors du gain de siccité, un gain sur le volume de déchets en raison de son tassement. Les facteurs de réduction (ratio de volume) obtenus lors de la phase bibliographique sont les suivants :

Facteur de réduction		<i>Compacteur à vis</i>	<i>Presse à piston</i>
Littérature	Nombre de valeurs	3	-
	Mini / Maxi	2 / 2,5	-
	Moyenne	2,2	-
Fabricants des équipements	Nombre de valeurs	5	4
	Mini / Maxi	2 / 4	3 / 4
	Moyenne	2,6	3,3
Constructeurs	Moyenne	1,7	2,25

Tableau 5. Facteurs de réduction obtenus avec un compacteur (données bibliographiques)

Les performances fournies par les fabricants sont plus élevées et correspondent probablement à une efficacité maximale.

On retiendra pour l'ensemble des données bibliographiques un gain de l'ordre de 2 pour les compacteurs à vis et de 2,5 pour les presses à piston.

L'enquête a révélé des résultats proches pour les deux systèmes :

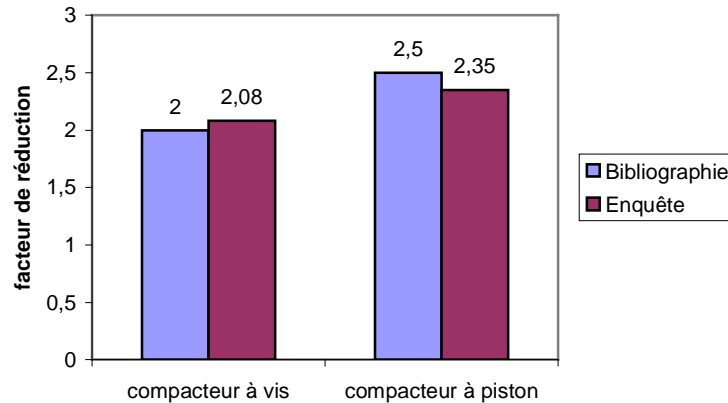


Figure 5. Facteur de réduction - comparaison des résultats de l'enquête avec la bibliographie

En ce qui concerne le facteur de réduction, on retiendra les résultats moyens de l'enquête, soit :

	<i>Compacteur à vis</i>	<i>Compacteur à piston</i>
Facteur de réduction	2,1	2,35

Tableau 6. Valeurs retenues pour le facteur de réduction

Le compactage à piston est plus efficace, même si cela doit être confirmé compte tenu du très faible nombre de sites équipés.

D.1.2 Volume et quantité de refus récupérés au poste de dégrillage

Le tableau 7 suivant regroupe les différentes valeurs bibliographiques.

Quantité de déchets évacuée (L/EH.an) d'après les questionnaires		Nombre de valeurs	Mini	Maxi	Moyenne (L/EH.an)	
Sans compactage	Constructeurs (traitement de l'eau)	7	1,91	5,47	3,56	
Avec compactage	Littérature	Effluent peu chargé	3	0,16	2,19	1,19
		Effluent chargé	8	2,19 / e *	16,42 / e *	12,45 / e *
	Constructeurs	vis	6	1,26	3,56	2,32
		piston	6	0,99	2,74	1,8

Tableau 7. Estimation des quantités de refus de dégrillage extraites

* : avec e correspondant à l'espacement entre les barreaux, exprimé en cm

On note une très grande dispersion des valeurs obtenues, ce qui confirme l'intérêt d'étudier les volumes collectés par EH et par an dont les quantités de déchets dépendent de la présence ou non d'un compacteur et de son type (vis ou piston).

- Les données de l'enquête prises en comptes pour les calculs (car plus précises et plus nombreuses) sont les masses des refus de dégrillage évacués des sites.

- Comme exposé précédemment, la valeur de densité des refus de dégrillage utilisée pour le calcul des volumes de déchet est de 0.96 pour une siccité de 20 % et 0.92 pour une siccité de 40%.

- Enfin, la quantité de MS est calculée pour chaque site à partir des Masses de déchet évacué et de leur siccité.

La synthèse de l'exploitation de l'enquête est la suivante :

Masse et Volume de déchet	Masse de déchet				Volume de déchet	Quantité de matière sèche
	Nb de valeurs	Mini / Maxi	Moyenne	Unité		
Dégrilleur sans compacteur (17% siccité)	17	0,36 – 6,29	2,24	Kg de déchet brut /EH.an	2,33 L de déchet brut/EH.an (densité : 0.96)	0,38 kg de MS/EH.an
Dégrilleur avec compacteur à vis (37% siccité)	11	0,37 – 1,85	1,03	Kg de déchet compacté par vis /EH.an	1,12 L de déchet compacté/EH.an (densité : 0.92)	
Dégrilleur avec compacteur à piston (45% siccité)	4	0,52 - 1,37	0,91	Kg de déchet compacté par piston /EH.an	0,99 L de déchet compacté/EH.an (densité : 0.92)	

Tableau 8. Estimation des quantités de refus de dégrillage extraites

Pour le dimensionnement des ouvrages de stockage et les coûts d'exploitation (évacuation et traitement), les volumes de déchets de dégrillage récupérés suivant leur traitement que l'on pourrait prendre en compte (moyenne plus écart type) sont de l'ordre de :

- Dégrillage sans compacteur 4,0 L de déchet brut/EH.an
- Dégrillage avec compacteur à vis 1,7 L de déchet brut/EH.an
- Dégrillage avec compacteur à piston 1,4 L de déchet brut/EH.an

De même, la quantité de Matière Sèche à prendre en compte d'après l'enquête (moyenne plus écart type) est de 0.62 kg de MS/EH.an.

On observe également une très grande dispersion, représentée ci-dessous, selon les sites. Ceci confirme que le ratio volume de déchets évacués par EH et par an est fonction d'autres paramètres mais les valeurs moyennes seront de bons indicateurs à l'échelle de l'année (bilan d'exploitation).

➤ Dispersion des données

Par sites, les volumes de déchet brut exprimés en L/EH/an, sont les suivants :

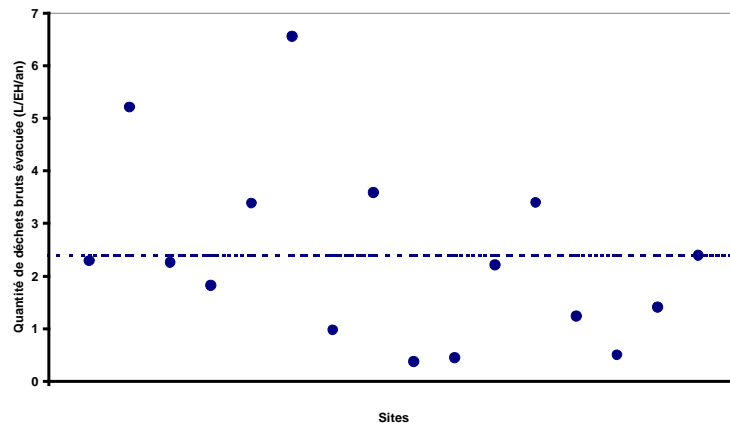


Figure 6. Quantité de déchets bruts de dégrillage - dispersion des valeurs (résultats de l'enquête)

En se basant sur une densité moyenne des déchets de dégrillage de 0.96 pour une siccité de 20 % et 0.92 pour une siccité de 40%, les résultats de l'enquête donnent, tous sites confondus, une quantité moyenne de matière sèche évacuée sur l'année de l'ordre de 0,38 kg de MS/EH.an avec une dispersion importante liée à de très nombreux facteurs dont la fiabilité des données fournies, les hypothèses retenues et les principaux paramètres susceptibles d'influencer le résultat (longueur du réseau de collecte, maille et type de réseau). Cette valeur de 0,38 kg de MS/EH et par an est une valeur moyenne sur l'année intégrant les périodes de temps sec et de temps de pluie. Afin d'estimer les frais annuels d'exploitation des déchets de dégrillage, la valeur à prendre en compte (moyenne plus écart type) est de 0.62 kg de MS/EH.an.

➤ Capacité de stockage

A partir des données fournies par l'enquête à l'échelle de la journée, l'analyse des résultats a permis de déterminer un ratio moyen « quantité de déchets collectée par temps de pluie sur quantité de déchets collectée par temps sec » de 2,2 (variation de 1,5 à 2,6 sur 6 stations). Pour les capacités de stockage, fonction de la durée, on retiendra la démarche suivante (sachant que dans un souci de sécurité on prendra en compte comme quantité de déchets collectés par temps sec la valeur moyenne annuelle, à savoir 0,38 kg de MS/EH.an ou 1,1 g MS/EH.j) :

Durée du stockage	Quantité de déchets en g de MS / EH.j	Commentaires
Inférieure ou égale à 3 jours	2,4	Obtenu à partir du ratio de 2,2 (TP/TS) avec 3 jours consécutifs de temps de pluie.
De l'ordre d'une semaine	1,5	Basée sur une semaine type de 5 jours de temps sec et 2 jours de temps de pluie
1 mois ou plus	1,1	Calculée à partir du chiffre moyen annuel de 0,38 kg de MS/EH et par an.

Tableau 9. Capacités de stockage des refus de dégrillage selon la durée

D.1.3 Etude de l'influence de certains paramètres

Compte tenu de la très grande dispersion des résultats moyens annuels obtenus par site et en raison de certains facteurs connus susceptibles d'influencer la quantité de refus par EH et par an, l'influence de certains paramètres a été étudiée.

- Influence du type de dégrilleur pour une maille donnée

En raison du peu d'informations disponibles, l'étude de l'efficacité de chacun des types de dégrilleur installés n'a pas pu être réalisée.

- Influence du type de réseau

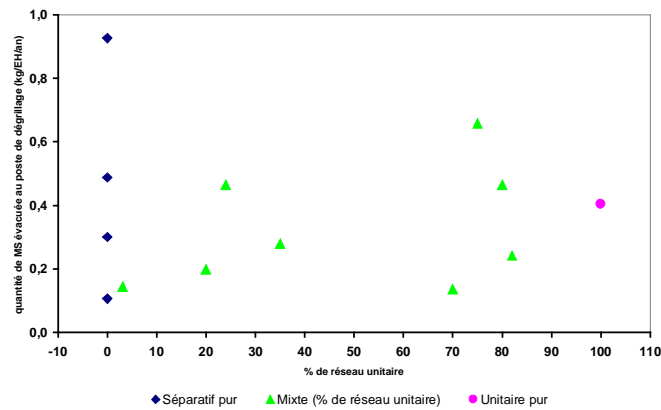


Figure 7. Quantité de MS récupérée au poste de dégrillage en fonction du type du réseau

Compte tenu de la dispersion importante observée, la valeur de Quantité de MS récupérée au poste de dégrillage (moyenne plus écart type) à prendre en compte est la valeur de 0,62 kg de MS récupéré/EH.an quel que soit le réseau considéré.

- Influence de la longueur du réseau

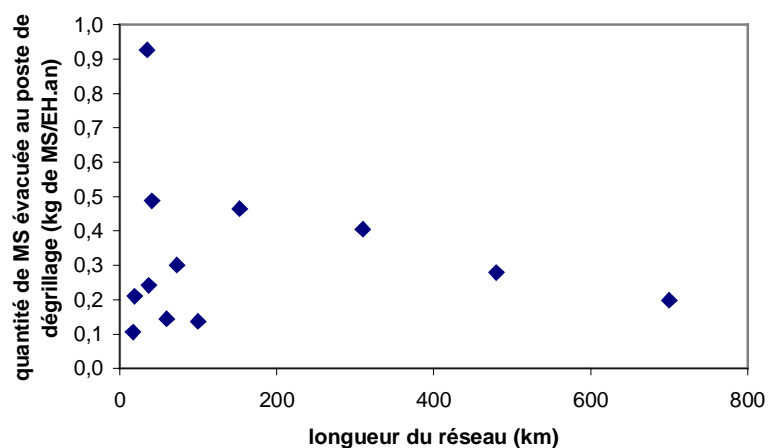


Figure 8. Influence de la longueur du réseau sur la quantité de matière sèche stoppée au poste de dégrillage

On note une tendance avec une quantité de déchets plus importante lorsque la longueur totale du réseau diminue. Cela s'explique par le fait qu'une partie des déchets se dépose le long du réseau ou dans les postes de relèvement et est perdue lors du curage ou au dégrillage des pompes de relèvement. De plus, la distance de transfert en collecteur participe à la dilacération mécanique ou biologique du déchet (taille du déchet plus petite) et peut occasionner des quantités plus faibles sur le poste dégrilleur.

Pour des réseaux relativement courts (inférieur à 100 km), une quantité de déchets de l'ordre de 0,6 kg de MS/EH.an pourra être retenue.

➤ Influence de la taille de la maille

La maille a obligatoirement un effet sur la quantité de refus retenus. La suppression, parmi les sites étudiés, de l'effet de la longueur du réseau, permet la représentation suivante:

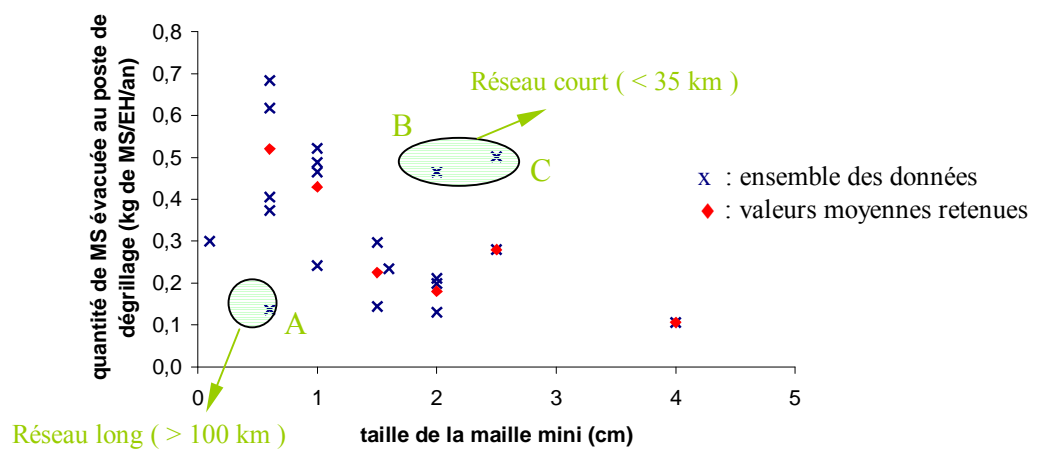


Figure 9. Influence de la taille de la maille sur la quantité de refus de dégrillage extraite

La longueur du réseau semble donc être un paramètre qui a plus d'influence sur la quantité de déchets récupérés que la taille de la maille. D'ailleurs, en pratique, le choix de la maille ne se fait pas en vue de stopper une certaine quantité de déchets, mais essentiellement en vue d'assurer la sécurité de la filière aval. Actuellement et pour la filière Boue Activée standard, la tendance est de diminuer la taille de la maille (1 cm) en raison de l'évolution des équipements, notamment du fait de la présence de diffuseurs d'air.

On retiendra une quantité de refus de 0,6 kg de MS/EH.an pour un écartement de 1 cm. Pour des mailles supérieures à 2 cm, la valeur envisageable pourrait être de l'ordre de 0,3 kg de MS/EH.an (ratio de 2).

En conclusion, la valeur moyenne est de 0,38 kg de MS/EH.an. Dans le cas de réseaux strictement séparatifs, d'un réseau court (inférieur à 100 km) ou d'une maille du dégrilleur de 1 cm, la valeur à prendre en compte (moyenne + écart type) peut atteindre 0,62 kg de MS/EH.an.

Pour l'autonomie des bacs de stockage du déchet, on retiendra la même démarche que pour la valeur de référence.

D.1.4 Destination des déchets

La réglementation précise que les refus de dégrillage peuvent être assimilés aux ordures ménagères. A ce titre, les voies d'élimination envisageables actuellement sont l'incinération ou le compostage selon les disponibilités locales.

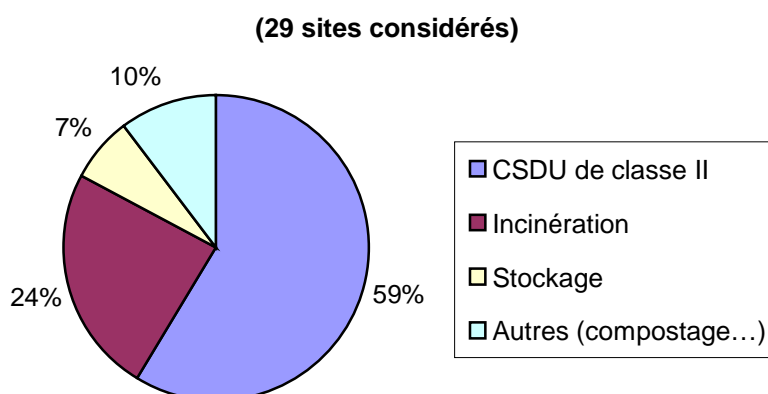


Figure 10. Destination des refus de dégrillage (résultats de l'enquête)

On constate que la majorité des stations enquêtées envoie encore leurs déchets de dégrillage en CSDU (Centre de Stockage des déchets ultimes). Ce non-respect de la réglementation est à rapprocher de l'absence de filière d'élimination bien identifiée et du coût élevé des traitements.

A l'avenir, dans le cas d'un traitement par incinération, un compactage (à vis ou à piston) devra être envisagé afin de limiter la quantité d'eau. Une autre solution peut consister à utiliser les refus de dégrillage en compostage, mélangés avec les ordures ménagères.

D.2 Les refus issus du poste de dessablage

D.2.1 Caractérisation des déchets issus du poste de dessablage

D'une façon générale, le « sable » récupéré au poste dessablage est un produit très hétérogène composé principalement d'une fraction minérale (sable, limon, argile) associée à des éléments organiques grossiers. Son piégeage au niveau du dessableur, basé sur le principe de la décantation (vitesse de sédimentation), va permettre de retenir les particules plus ou moins lourdes en fonction de la vitesse ascensionnelle de fonctionnement de l'ouvrage.

Il faut rappeler que sur les sites enquêtés (20 sites pour lesquels des informations ont été fournies), la répartition du type de traitement aval des sables collectés en fond d'ouvrage, est la suivante :

- absence de traitement (égouttage naturel) : 10%
- égouttage mécanisé (classificateur à vis ou à râteau) 65%
- laveur à sable nouvelle génération 25%

➤ Taux de matière organique (MO) dans les déchets

Peu de sources bibliographiques donnent des valeurs de taux de MO contenues dans les « sables » bruts issus du poste de dessablage. Les taux annoncés sont fonction du type de traitement aval après extraction des sables en fond d'ouvrage.

Taux de MO	Egouttage		Laveur récent
	Naturel	Par Classificateur	
	33%	< 40 %	< 5 %

Tableau 10. Valeurs bibliographiques du taux de MO des « sables »

Les résultats de l'enquête, étoffés de mesures supplémentaires, sont les suivants :

Taux de MO	Egouttage		Laveur récent
	Naturel	Par Classificateur	
Nombre de valeurs	3	7	7
Mini / Maxi	16 – 95 %	33,5 – 84 %	0,7 - 5 %
Moyenne	Non interprétable	57 %	2,6 %

Tableau 11. Taux de MO des sables - résultats de l'enquête

On observe un taux de MO très variable pour les sables égouttés qui s'explique principalement par les vitesses de fonctionnement de l'ouvrage impliquant un piégeage plus important de matière organique pour des vitesses faibles (lié au faible taux de charge hydraulique de l'installation enquêtée).

Par contre, après un lavage poussé, le taux de MO probable (moyenne + écart type = 4.1%) est inférieur à 5% et non inférieur à 3%. Ce point est important car dans les cas où le cahier des charges de la station exige un taux maximum de MO de 3% en vue d'une évacuation ou d'une réutilisation de ces sables (en remblais par exemple), le lavage poussé ne répond pas de façon constante à cet objectif. Ceci implique donc, soit de mettre en place de nouvelles technologies de laveurs de sable ou de revoir le dimensionnement de ces équipements, ce qui va entraîner des coûts plus élevés, soit d'exiger un taux de matière organique de l'ordre de 4 voir 5 %, valeur plus facilement atteignable avec les techniques existantes.

➤ Siccité des déchets issus du dessablage

Le tableau 12 ci-après présente la synthèse des quelques données bibliographiques trouvées concernant la siccité des « sables » provenant du poste de dessablage.

Siccité	Egouttage		Laveur récent
	Naturel	Par Classificateur	
Nombre de valeurs	1	0	3
Moyenne	50%	-	80%

Tableau 12. Valeurs bibliographiques retenues pour la siccité des « sables » issus du poste de dessablage

Les différentes données sur la siccité des « sables » recensées dans les questionnaires, étoffées de mesures supplémentaires, sont regroupées dans le tableau 13 :

Siccité	Egouttage		Laveur récent
	Naturel	Par Classificateur	
Nombre de valeurs	2	5	5
Mini / Maxi	34 / 56 %	34 / 80 %	85 / 95 %
Moyenne	45 %	58 %	90,5 %

Tableau 13. Siccité des « sables » issus du poste de dessablage - résultats de l'enquête

Au niveau du sable égoutté (naturel ou par classificateur), les valeurs de siccité obtenues d'après l'étude des questionnaires sont très hétérogènes en fonction notamment de la durée et des conditions du stockage. Elles sont toutefois en adéquation avec celles trouvées dans la littérature. Les résultats de l'enquête seront donc conservés comme référence.

Les cahiers des charges, de plus en plus exigeants, demandent une siccité comprise entre 80 et 90%. Pour obtenir cette valeur, la mise en place de dispositifs de lavage poussés modernes suivis d'un égouttage mécanisé apparaît nécessaire.

D.2.2 Quantité de déchets au poste de dessablage

D'après l'étude bibliographique, deux tendances très différentes ressortent pour l'estimation de la quantité de sable évacuée par équivalent habitant et par an :

- D'une part, sur les bases d'une densité de 1,5 et d'une siccité de 45 % pour un sable égoutté, certaines sources annoncent un ordre de grandeur de 2,7 à 10,1 kg de MS/EH.an (déterminé à partir de cinq sources différentes).

- D'autres références estiment la quantité de sable évacuée au poste de dessablage à 1,1 kg de MS/EH.an, soit un rapport allant de 3 à 10 entre les deux estimations.

Selon les résultats de l'enquête, en considérant la densité du sable sec à 2,65, les quantités de « sables » stoppés au poste de dessablage selon le type de traitement installé sont présentées dans le tableau 14.

Quantité de « sable »	Egouttage		Laveur récent
	Naturel	Par Classificateur	
Masse de « sable »	2,11 kg de « sable » égoutté/EH.an	1,63 kg de « sable » égoutté/EH.an	1,31 kg de déchet lavé/EH.an
Volume de « sable »	1,52 L de « sable » égoutté/EH.an	1,04 L de « sable » égoutté/EH.an	0,57 L de déchet lavé/EH.an

Tableau 14. Quantité de « sables » stoppée au poste de dessablage (résultats de l'enquête)

Sur les bases des siccités retenues précédemment (cf. tableau 13), le tableau 15 suivant résume les informations recensées dans les questionnaires au sujet de la quantité de « sables » évacuée au poste de dessablage, exprimée en quantité de matière sèche ramenée sur l'année à l'EH.

Dessablage	Nombre de valeurs	Mini / Maxi	Moyenne	Valeur attendue (moyenne +/- écart type)
Quantité de MS récupérée (kg de MS/EH.an)	22	0,23 / 2,62	1,04	0,5 à 1,6

Tableau 15. Quantité de « sable » évacuée au poste de dessablage - résultats de l'enquête

On retiendra le chiffre moyen arrondi de 1.1 Kg de MS /EH.an, en concordance avec le second ordre de grandeur trouvé dans la bibliographie.

La figure 11 suivante représente la dispersion des valeurs obtenues par les questionnaires, ces chiffres sont basés sur des quantités de MS ramenées à l'équivalent habitant, en procédant de façon analogue au refus de dégrillage.

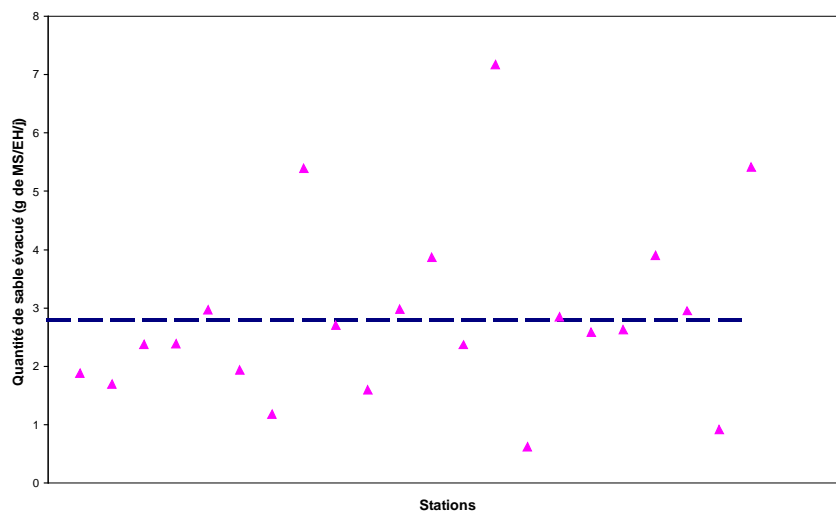


Figure 11. Quantité de « sable » récupérée - dispersion des valeurs relevées dans les questionnaires

La dispersion des données de base est importante. Les sites aux valeurs élevées peuvent s'expliquer par des apports extérieurs constitués notamment par du sable de curage des réseaux.

Par ailleurs, par la même méthode que pour les refus de dégrillage, le rapport entre la quantité de sable stoppée par temps de pluie et par temps sec a été calculé. Il est estimé à 1,94 avec des valeurs variant entre 1,73 et 2,26 selon les sites.

➤ Capacité de stockage

Pour les capacités de stockage, fonction de la durée, on retiendra la démarche suivante, sachant que dans un souci de sécurité, on prendra comme quantité de déchets collectés par temps sec la valeur moyenne annuelle, à savoir 1,1 kg de MS/EH.an soit 3 g MS/EH.j:

Durée du stockage	Quantité de déchets sableux en g de MS / EH.j	Commentaires
Inférieure ou égale à 3 jours	5,8	Obtenu à partir du ratio de 1,94 (TP/TS) avec 3 jours consécutifs de temps de pluie.
De l'ordre d'une semaine	3,8	Basée sur une semaine type de 5 jours de temps sec et 2 jours de temps de pluie
1 mois ou plus	3.4	Valeur moyenne calculée entre une semaine et un an
1 ans	3	Calculée à partir du chiffre moyen annuel de 1,04 kg de MS/EH et par an.

Tableau 16. Capacités de stockage des refus de dégrillage selon la durée

D.2.3 Etude de différents paramètres influençant la quantité de sable récupérée

➤ Influence du type d'ouvrage utilisé

Selon la forme du dessableur, une variation de la quantité de matière sèche évacuée au poste de dessablage est distinguée :

Quantité de déchet évacuée (kg de MS/EH.an)	Nombre de valeurs	Mini / Maxi	Moyenne
Cylindro-conique	7	0,23 / 2,62	1,20
Rectangulaire	14	0,43 / 1,97	1,01

Tableau 17. Quantité de « sable » récupérée selon le type de dessableur

Cette différence (+ 20%) s'explique non pas par la forme des ouvrages, mais par la taille de la collectivité (ouvrage rectangulaire plus fréquent pour les grosses collectivités), qui engendre une longueur de réseau et un nombre de postes de relèvement plus élevé, favorables à des dépôts au cours du transport.

➤ Influence de la longueur du réseau

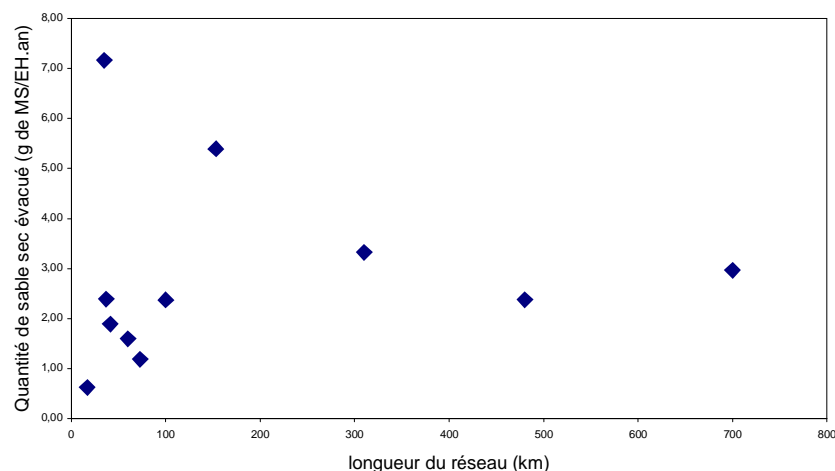


Figure 12. Influence de la longueur du réseau sur la quantité de sable évacuée

La quantité de sable/EH.an évacuée au poste de dessablage est moins importante pour les longs réseaux, même si cela semble moins marqué que pour le dégrillage.

D.2.4 Destination des déchets

Au niveau législation, le sable lavé peut être considéré comme un déchet ultime, il pourra donc être envoyé en CSDU ou être utilisé en remblais si le taux de MO est inférieur à 3%.

Résultats de l'enquête

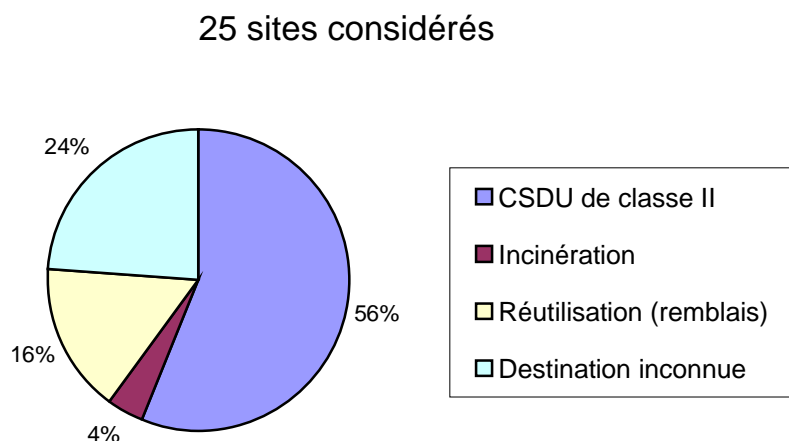


Figure 13. Destination des sables extraits au poste de dessablage (résultats de l'enquête)

On observe que la majorité des stations enquêtées envoie leur « sables » récupérés au poste de dessablage en CSDU. Mais d'après la législation, cette pratique est réservée exclusivement aux sables ayant un taux de matières organiques inférieur à 3%.

Les sables peuvent donc également être incinérés avec les boues (notamment pour les grandes stations) comme cela se fait déjà parfois ou être réutilisés en remblais par exemple après lavage et maturation.

En ce qui concerne cette réutilisation des sables pour les remblais, la situation est actuellement bloquée par la norme qui impose un taux de MO inférieur à 3% pour ces produits, cette valeur étant parfois difficile à atteindre. C'est pourquoi la question de fixer cette valeur plutôt à 4% devrait à nouveau se poser.

D.3 Déchets issus du poste de dégraissage

D.3.1 Caractéristiques des déchets issus du poste de dégraissage

➤ Taux de matière organique (MO) des déchets issus du poste de dégraissage

Les taux de matières volatiles issus de la bibliographie varie entre 82 et 98 % avec une moyenne d'environ 87 %.

L'enquête n'a pas permis de critiquer ce résultat en raison du peu d'informations fournies (1 site, avec un taux de MO de 95 % et variable de 92 à 98 % sur l'année).

On retiendra donc la valeur de 87 % de MO des déchets graisseux comme valeur de référence.

- Densité de la part solide du déchet graisseux

Comprise entre 0,80 et 0,93, la valeur de référence donnée par la bibliographie sera prise égale à 0,9. Cette valeur n'a pas pu être vérifiée par l'enquête en raison de l'absence de réponse sur ce paramètre.

- Siccité des déchets issus du poste de dégraissage

Les siccités obtenues par l'étude bibliographique sont les suivantes :

Siccité	Sans concentrateur	Avec concentrateur
Mini / Maxi	-	25 / 45 %
Moyenne	10%	35%

Tableau 18. Valeurs bibliographiques des siccités des déchets issus du poste de dégraissage

Il faut noter que ce paramètre peut varier de façon considérable puisqu'il dépend :

- du type de concentrateur et de son optimisation,
- pour les installations non équipées de concentrateur à graisses, cette siccité est fonction du volume d'eau introduit à chaque passage du pont racleur du dégraisseur et de la quantité d'eau indispensable utilisée pour l'évacuation et le transport du produit.

Les résultats de l'enquête n'ont pas permis de préciser ce point compte tenu d'une dispersion importante des données. La valeur moyenne est d'environ 33% confirmant la valeur bibliographique. Mais il faut noter que pour un même site, la siccité du produit communiquée lors de l'enquête a varié de 17 à 70% sur l'année.

On retiendra comme ordre de grandeur pour la siccité des déchets graisseux les valeurs moyennes de la bibliographie présentée au tableau 18 précédent.

Rappelons qu'une étude FNDAE (document technique n°24 : Performances des systèmes de traitement biologique aérobie des graisses) caractérise de façon précise sur plusieurs sites un déchet graisseux raclé, peu dilué et non concentré. Sa composition moyenne est la suivante :

- DCO = 180 ± 64 g/L
- Lipides = 69 ± 25 g/L
- MS = 92 g/L
- Rapport kg de lipides / kg de MS = 75 %
- Taux de MVS = 87 %

D.3.2 Quantité de déchets issus du poste de dégraissage

D'après les différentes données bibliographiques recensées, la quantité de graisse rejetée par un habitant varie de 3 à 8 kg de lipides/EH.an. Sur la base d'un 150 L/EH .jour, la concentration moyenne en lipides d'une eau résiduaire urbaine est de 100 mg de lipides/L.

Le rendement sur les graisses totales pour un dégraisseur performant est aux alentours de 20 % d'élimination des lipides avec en moyenne 10% récupérés en surface et 10 % adsorbés sur les sables piégés en fond d'ouvrage.

La quantité de déchets grasseeux évacuée au poste de dégraissage par flottation est donc estimée de 0,3 à 0,8 kg de lipides/EH.an, soit 4 à 11 L de déchet grasseeux non concentré/EH.an si on considère que la concentration en lipides est de l'ordre de 70 g/L.

Les données constructeurs estiment de leur côté entre 0,8 et 1,6 kg de lipides/EH.an la quantité de déchets grasseeux collectés. Le coefficient 2 observé peut s'expliquer éventuellement par le fait que le rendement du dégraisseur pris en compte au niveau des graisses raclées est différent et de l'ordre de 20 %. Cette valeur est sécuritaire car elle considère que tous les lipides retenus sur l'ouvrage sont récupérés en surface par flottation.

A partir des retours d'enquête, les volumes de déchets grasseeux fournis par an et ramenés à l'Equivalent Habitant sont très variables et s'expliquent surtout par la siccité du produit évacué. Le calcul de la quantité de lipides (exprimé en kg) et de la quantité de matières sèches en raison d'un produit hétérogène a nécessité l'application d'un certain nombre d'hypothèses les plus proches de la réalité, en particulier :

Type de produit	Siccité	Densité *	Ratio lipides/MS
Déchet grasseeux non concentré	10 %	0,99	75 %
Déchet grasseeux concentré	35 %	0.96	

* La densité retenue d'un lipide pur est de 0,9

Tableau 19. Caractérisation d'un déchet grasseeux – hypothèses retenues

Après calculs, le tableau 20 suivant regroupe l'ensemble des résultats obtenus au travers de l'enquête, tous sites confondus (avec ou sans concentrateur de graisse) soit 24 valeurs :

Quantité de déchet grasseeux évacuée au poste de dégraissage	L de déchets grasseeux/EH.an	kg de MS de déchet grasseeux /EH.an	kg de lipides /EH.an
Mini / Maxi	0,20 / 28,86	0,03 / 2,86	0,02 / 2,14
Moyenne	7,23	0,83	0,63

Tableau 20. Quantité de déchets issus du poste de dégraissage (résultats de l'enquête)

La figure 14 montre la dispersion de ces données :

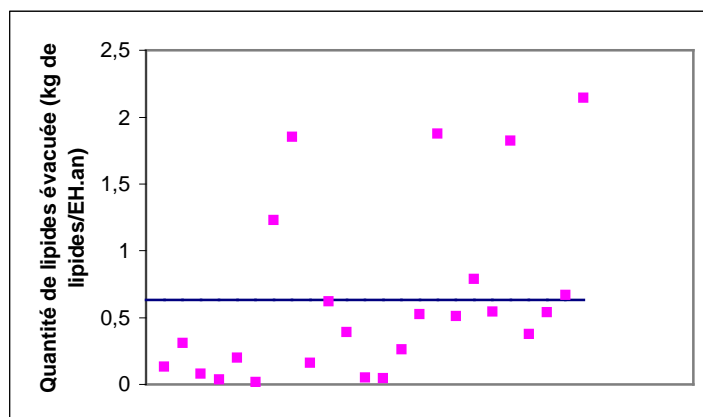


Figure 14. Dispersion des données de l'enquête sur la quantité de lipides stoppée au poste de dégraissage

On retiendra donc comme estimation de la quantité de graisses raclée en surface, exprimée en quantité de lipides/EH.an, la valeur de 0,63 kg de lipides/EH.an.

La dispersion des données de base est importante. Les sites aux valeurs élevées peuvent s'expliquer par des apports extérieurs à la collectivité collectée.

Le rapport entre la quantité de déchets graisseux évacués par temps de pluie et par temps sec n'a pas pu être déterminé en raison d'un nombre insuffisant de renseignements sur ce sujet.

D.3.3 Etude de certains paramètres influençant

- Influence de la présence d'un concentrateur à graisses

En revanche une différenciation a pu être réalisée entre les quantités de déchets graisseux récupérées sans ou avec concentrateur de graisses.

Quantité de déchet graisseux	Sans concentrateur	Avec concentrateur
Nombre de valeurs	17	7
Mini / Maxi	0,20 / 28,86 L de déchet graisseux raclé /EH.an	0,24 / 4,85 L de déchet graisseux raclé et concentré /EH.an
Moyenne	9,55 L de déchet graisseux raclé /EH.an	1,59 L de déchet graisseux raclé et concentré /EH.an

Tableau 22. Quantité de déchet graisseux récupérée selon la présence ou non d'un concentrateur

Malgré la forte variation des données, on observe que l'utilisation d'un concentrateur à graisses peut permettre une réduction de volume d'un facteur 6. Ce point est intéressant pour les sites où les graisses sont évacuées à l'extérieur de la station et dans le cas d'un traitement par incinération.

- Influence du type de combiné utilisé

L'enquête a permis d'étudier l'influence du type de dégraisseur utilisé sur la quantité de lipides interceptée :

Quantité de lipides évacuée (kg de lipides/EH.an)	Nombre de valeurs	Mini / Maxi	Moyenne
cylindro-conique	8	0,16 / 1,23	0,58
rectangulaire	7	0,02 / 1,85	0,37

Tableau 23. Quantité de déchet graisseux récupérée selon la forme du dégraisseur

Tout comme pour le dessablage, on observe une quantité de lipides évacuée au poste de dégraissage plus importante lorsque ce dernier est de forme cylindro-conique. Dans le cas des graisses, cette quantité plus faible récupérée sur les ouvrages rectangulaires peut s'expliquer en partie par la taille des collectivités (ouvrage rectangulaire plus fréquent pour les grosses

collectivités) qui disposent d'un réseau de collecte plus long avec une part d'hydrolyse plus élevée lors du transit (fraction soluble plus élevée) et aussi du piégeage sur les parois et postes de relèvement dans le réseau (produit hydrophobe).

Le fait de trouver pour chacun des types de dégraisseur une moyenne inférieure à 0,63 kg de lipides/EH.an s'explique par le fait que l'ensemble des données de quantité de déchets graisseux n'est pas pris en compte ici (mais seulement les sites dont on connaît la forme du combiné).

En ce qui concerne l'autonomie de stockage du déchet graisseux, on retiendra le chiffre moyen annoncé par Equivalent Habitant et par an, dont le volume sera fonction de la durée de stockage souhaitée. A ce niveau, on n'appliquera aucun coefficient entre le temps sec et le temps de pluie. Ce volume de stockage sera fortement dépendant de la capacité à atteindre des siccités élevées, d'où un objectif d'extraction d'eau élevé lors du stockage.

D.3.4 Destination des déchets issus du poste de dégraissage

➤ Législation

La législation, compte tenu du type produit très organique, oblige les collectivités à traiter ce déchet. Les principaux débouchés sont :

- L'incinération avec les ordures ménagères ou avec les boues,
- le traitement biologique aérobie des graisses ou le traitement par digestion sur les sites équipés d'un digesteur,
- ou une transformation en bio combustible.

Les résultats de l'enquête donnent la répartition suivante:

(25 sites considérés)

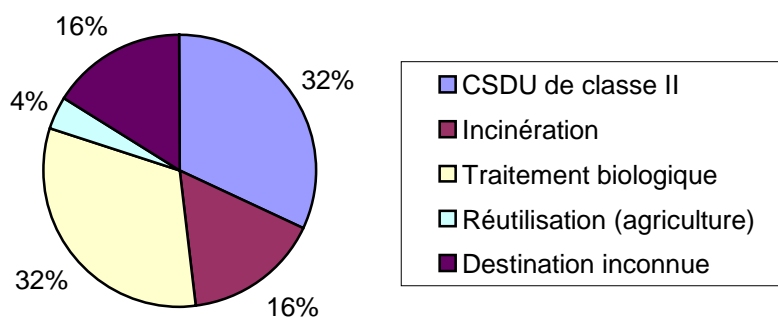


Figure 15 : destination des déchets graisseux (résultats de l'enquête)

La destination majoritaire des graisses est leur envoi en centre de stockage des déchets ultimes malgré la loi du 13 juillet 1992 qui interdit la mise en décharge des graisses du fait de la présence de composés fermentescibles dans leur composition.

L'autre destination majeure est le traitement biologique des graisses sur site qui devient de plus en plus fréquent dans les nouveaux projets de station ou de réhabilitation.

Conclusion générale

Avant de subir un traitement biologique, les eaux usées sont soumises aux étapes préliminaires de prétraitements nécessaires à la protection et au bon fonctionnement des ouvrages de la filière aval. Lors des appels d'offre, on note sur cette partie prétraitements une très grande dispersion des valeurs retenues sur la quantité et qualité des différents refus évacués hors de la station. Cette dispersion a des conséquences sur l'estimation des coûts annuels d'exploitation et sur la partie équipements pour le volume des bacs de stockage retenu (autonomie). Cette disparité entre constructeurs peut influencer en partie le choix du candidat. A leur demande et dans le cadre du SNITER, une étude réalisée par le Cemagref de Lyon a permis de mieux apprécier les quantités de refus collectés aux différents postes de prétraitement.

A partir de 28 sites étudiés intégrant une bonne représentativité du parc de station d'épuration, les principales conclusions sur l'ensemble des postes sont les suivantes :

- une très grande dispersion des ratios exprimée en kg de MS/EH.an qui s'explique par les nombreux facteurs intervenant sur ce paramètre,
- des difficultés importantes à obtenir l'information, en raison de l'absence de suivi sur ce poste,
- et des volumes de déchets bruts très différents, en dehors du type d'équipement, fonction de l'optimisation et de la gestion des équipements en place.

Pour les refus de dégrillage, on retiendra une quantité moyenne de matières sèches de 0,38 kg de MS/EH.an. La valeur de dimensionnement recommandée sera de 0.62 kg de MS/EH.an (moyenne + écart type).

Le volume et le poids de déchet brut évacué est fonction du degré de compactage qui peut atteindre un facteur de réduction de 2,35 pour un compacteur à piston par rapport au déchet brut et une siccité moyenne proche de 40 %. L'étude des siccités pour différents systèmes a révélé que l'obtention d'une siccité supérieure à 40 % (valeurs de référence pour certains cahiers des charges) n'est pas probable avec les systèmes existants.

Les facteurs influençant la quantité de matières sèches récupérées sont le type de réseau de collecte, la longueur du réseau et la taille de la maille utilisée dont le choix est fonction de la filière aval plus ou moins sensible au colmatage et du degré de protection désiré. Des valeurs inférieures au cm sont retenues pour les filières biofiltration (\leq à 6 mm) et pour les procédés membranaires ($<$ à 3 mm).

Au niveau du poste de dessablage, la quantité de sable retenue à prendre en compte sera en moyenne de 1,1 kg de MS/EH.an (valeur de dimensionnement recommandée de 1,6 kg de MS/EH.an.). Il s'avère que le taux de matières organiques des sables évacués fixé à 3% par certain cahier des charges est parfois difficile à obtenir. Il paraît alors éventuellement plus raisonnable de fixer ce taux à 4%, ce qui permettrait par ailleurs une réutilisation plus fréquente de ces sables lavés, notamment en remblais. Par contre on ne connaît pas l'impact et les incidences de cette augmentation de 1 % de la MO sur la réutilisation du produit en remblais.

Pour la quantité de déchets grasieux récupérés, la valeur de 0,63 kg de lipides/EH.an sera retenue et les volumes à traiter seront fonction de la technique retenue pour faciliter l'extraction de l'eau.

Globalement et compte tenu du peu d'information sur le sujet, cette nouvelle évaluation pourra servir par la suite de base commune à la profession lors des études d'appel d'offre afin que chaque partie concernée utilise les mêmes données de référence.

Toutefois il faut bien garder à l'esprit que jusqu'à présent, les informations concernant les prétraitements étaient très peu nombreuses et que les valeurs présentées dans ce document sont la conclusion d'un travail effectué à partir de retours d'enquêtes et non à partir de mesures directes (sauf quelques exceptions). Les résultats sont donc dans l'ensemble à considérer comme des tendances plus proches de la réalité.

Remerciements

Nous remercions l'ensemble des intervenants du dossier et en particulier M. Patrick Binot, représentant le SNITER qui a été à l'initiative du sujet et moteur dans le bon déroulement de l'étude. Un remerciement va également à l'ensemble des représentants de chaque groupe pour la collecte des données sur les sites.

Bibliographie

- Mémento technique de l'eau – Degremont – Edition du cinquantième – 1989 – 9ème édition – Tome 2 – pages 595 à 632
- Les prétraitements – Office International de l'Eau (OIE) – janvier 2000
- Gestion des eaux usées urbaines et industrielles – W.W. Eckenfelder – Technique & documentation (Lavoisier) – 1982 – ISBN 2-85206-129-5 – pages 11 à 36 et 105 à 114
- Performances des systèmes de traitement biologique aérobie des graisses – J.P. Canler – Document technique FNDAE n°24 – Cemagref Editions – 2001 – pages 17 à 32
- Etudes des prétraitements compacts basés uniquement sur le tamisage fin – J.P. Canler, J.M. Perret – Document technique FNDAE n°28 – Cemagref Editions – 2004 –
- E. Colas – Dix ans d'expérience de dégrillage fin – L'eau, l'industrie, les nuisances – juin 1988 – n°120 – pages 53 à 56
- Mémento de l'exploitant de l'eau et de l'assainissement – Lyonnaise des eaux – F. Valiron – Technique & documentation (Lavoisier) – 1986 – pages 448 à 464 et 556 à 577
- Les prétraitements sur les stations d'épuration des collectivités locales – C. Hey – Deuxième édition – septembre 1980
- Exploitation des stations d'épuration des eaux usées – Manuel Pratique n°11 – Water Pollution Control Federation – 5 octobre 1975 – pages 47 à 63