

DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION

DEPARTEMENT DES YVELINES DEMANDE DE RENOUVELLEMENT D'AUTORISATION

Périmètre d'épandage des boues de l'usine d'épuration Seine aval

Étude réalisée par SEDE Environnement



Référence : V3 - Avril 2021

DOCUMENT D'ÉTUDE PRÉALABLE



SIAAP

Service public de l'assainissement francilien

SITE SEINE AVAL
BP 104 – 78603 MAISONS-LAFFITTE CEDEX
TEL. 01 30 86 30 86 – FAX. 01 30 86 30 00



94 – ARCUEIL – Filière d'Épandage Agricole
De Matières fertilisantes Recyclées
Caractéristiques sur demande

INTRODUCTION

Le présent document constitue l'Étude Préalable. Il représente la partie technique du dossier de demande de renouvellement de l'autorisation d'épandage des boues de l'usine Seine aval du SIAAP (Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne).

Son contenu répond aux prescriptions réglementaires en vigueur (arrêté du 8 janvier 1998 modifié le 15 septembre 2020).

Ce document a pour vocation de présenter l'ensemble des données techniques relatives à l'usine Seine aval et à l'épandage des boues de l'usine Seine aval.

Dans ce document, seront décrits tout d'abord l'origine, le conditionnement, la nature et la composition des boues de Seine aval, destinées à être épandues.

Ensuite l'intérêt agronomique des boues de Seine aval sera présenté ainsi que les doses d'apport préconisées, basées sur une fertilisation raisonnée.

Puis, le contexte de la filière de valorisation agricole sera détaillé, dans un premier temps par le contexte réglementaire, puis par le contexte du milieu agricole récepteur (nature des exploitations agricoles utilisatrices...), et enfin le contexte environnemental (contraintes et précautions afférentes).

La description technique de la filière d'épandage, de son suivi et de son contrôle (transports, modalités d'entreposage et d'épandage, procédures de contrôle et de traçabilité,...) vient clore ce document.

L'épandage de boues est une pratique encadrée et suivie par les administrations départementales depuis plus de 15 ans, et, qui s'insère dans les pratiques agricoles en toute transparence et traçabilité.

Ce document est complété par un document d'Atlas cartographique qui localise et caractérise l'ensemble des parcelles concernées par le périmètre, soumis à la présente demande de renouvellement d'autorisation. Pour une meilleure compréhension, ces cartes ont été regroupées sous forme de deux atlas : un atlas cartographique par exploitation agricole et un atlas cartographique par commune.

SOMMAIRE

1. Présentation de l'usine Seine aval	11
1.1. Carte d'identité de l'usine Seine aval	11
1.2. Cadre réglementaire : autorisation de rejet	11
1.3. Nature et proportion des raccordements sur la station	12
1.3.1. Zone de collecte	12
1.3.2. Nature des raccordements	14
1.3.3. Contrôle des raccordements	14
1.4. Performances épuratoires	15
1.5. Description du fonctionnement de l'usine d'épuration	16
1.5.1. Filière de traitement des eaux	17
1.5.1.1. Prétraitement : stripping, dégrillage et dessablage/déshuilage	17
1.5.1.2. Décantation primaire : élimination des matières en suspension	17
1.5.1.3. Clariflocculation : traitement du phosphore dissous et des matières en suspension restantes	18
1.5.1.4. BioSAV : biofiltration et traitement membranaire	18
1.5.2. Origine des boues	19
1.5.3. Filières de traitement des boues	21
1.5.3.1. Qu'est-ce que les boues ?	21
1.5.3.2. Filière de déshydratation par filtre-presse après conditionnement thermique	21
1.5.3.3. Filière de déshydratation par centrifugation des boues non thermiques	23
1.5.4. Installations d'entreposage	24
1.5.4.1. Boues thermiques déshydratées par filtre-presse et par centrifugation	24
1.5.4.2. Boues non thermiques centrifugées	25
1.5.5. Aménagements récents et futurs sur le site Seine aval	26
2. Caractéristiques des boues épandues	28
2.1. Production et destination des boues	28
2.1.1. Quantité de boues produites	28
2.1.2. Évacuation des boues produites	29
2.1.3. Quantité de boues valorisées en agriculture dans les Yvelines	31
2.2. Caractéristiques analytiques des boues	32
2.2.1. Echantillonnage et analyses des boues thermiques	32
2.2.2. Type de boues épandues	34
2.2.3. Résultats d'analyses	35
2.2.3.1. Boues thermiques filtrées	35
2.2.3.2. Boues thermiques centrifugées	37
2.2.4. Commentaires des analyses des boues thermiques de Seine aval	38

2.2.5. Paramètres physico-chimiques et valeur agronomique	38
2.2.6. Éléments-traces	39
2.2.6.1. Éléments-Traces Métalliques (ETM)	39
2.2.6.2. Composés-Traces Organiques (CTO)	40
2.2.7. Mesures engagées pour réduire les teneurs en éléments-traces	40
2.2.8. Micro-organismes pathogènes	42
2.2.9. Phytotoxicité et écotoxicité des boues thermiques	44
2.2.10. Phytotoxicité	45
2.2.11. Ecotoxicité	45
2.3. Valeur agronomique des boues	45
3. Intérêt agronomique des boues épandues	46
3.1. Un intérêt agronomique reconnu	46
3.1.1. Apport en éléments fertilisants	46
3.1.1.1. Le phosphore	46
3.1.1.2. L'azote	51
3.1.1.3. Le potassium	53
3.1.1.4. Le soufre	53
3.1.1.5. Le magnésium	54
3.1.2. Apport en éléments amendants	55
3.1.2.1. La matière organique	55
3.1.2.2. Le calcium	57
3.2. Adéquation des épandages avec les sols des yvelines	58
3.2.1. Relations texture/structure/état organique	58
3.2.2. Statut acido-basique des sols	60
3.2.3. Macroéléments P, K, Mg	60
3.3. Des substituants aux engrais chimiques	62
4. Raisonnement des apports et définition de la dose	63
4.1. L'épandage de boues : une fertilisation raisonnée	63
4.1.1. Principe du raisonnement	63
4.1.1.1. Raisonnement sur l'azote	63
4.1.1.2. Raisonnement sur le phosphore et le potassium	64
4.1.1.3. Bilan	64
4.1.2. Doses d'épandage des boues de Seine aval : BTF	64
4.1.3. Doses d'épandage des boues de Seine aval : BTC	65
4.1.4. Détermination de la fertilisation complémentaire	66
4.1.5. Synthèse	67
4.2. L'épandage de boues : respect des flux réglementaires	67
4.3. Synthèse	69
5. Contexte réglementaire	70
5.1. Réglementation applicable	70

5.2. Cadre réglementaire et valorisation des boues	71
5.2.1. Nature et composition du « déchet » valorisé	71
5.2.1.1. Validation de l'intérêt agronomique des boues (article R.211-31 du livre II du Code de l'Environnement)	71
5.2.1.2. Innocuité des boues (article R.211-31 du livre II du Code de l'Environnement et arrêté du 08/01/98)	71
5.2.1.3. Fréquence d'analyses des boues (annexe 4 de l'arrêté du 08/01/98)	71
5.2.2. Filière alternative en cas de non-conformité ponctuelle des boues : l'ISDND	72
5.2.3. Transparence et traçabilité de la filière	72
5.2.3.1. Pour le public : procédure d'autorisation préfectorale (Code de l'Environnement)	72
5.2.3.2. Pour les autorités départementales : Suivi et Auto-surveillance des Épandages (arrêté du 08/01/98)	73
5.2.4. Règles de l'entreposage	74
5.2.4.1. Entreposage au sein de l'usine (article R.211-33 du livre II du Code de l'Environnement et arrêtés du 08/01/98, et du du 15/09/2020)	74
5.2.4.2. Entreposage des boues en tête de parcelle (arrêtés du 08/01/98 modifié le 15/09/2020)	75
5.2.5. Autres dispositions par rapport à l'entreposage des boues en tête de parcelle	76
5.2.6. Règles d'épandage	77
5.2.6.1. Nature des sols (arrêtés du 08/01/98)	77
5.2.7. Gestion des épandages (articles R.211-25 à R.211-47 du livre II du Code de l'Environnement, arrêtés du 08/01/98, PAN et PAR d'Ile-de-France, PRPDGD)	77
5.2.8. Autres dispositions par rapport à l'épandage des boues	78
5.3. Le fonds de Garantie	79
6. Aire d'étude et environnement agricole	80
6.1. Présentation du périmètre d'épandage	80
6.1.1. Parcellaire de valorisation agricole des boues de Seine aval	80
6.1.2. Description des exploitations du périmètre	83
6.1.2.1. Occupation du sol et pratiques agricoles	83
6.1.2.2. Pratiques de fertilisation	85
6.1.3. Possibilités d'épandage	86
6.1.3.1. Non superposition de périmètres d'épandages	86
6.1.3.2. Cas des exploitations exerçant une activité d'élevage	87
6.1.3.3. Non concurrence aux boues locales	87
6.1.3.4. Périodes d'épandage	87
6.2. Motivations et souhaits des agriculteurs	88
7. Étude du milieu récepteur	89
7.1. Géographie, topographie	89
7.2. Contexte géologique	91
7.3. Etude des sols du périmètre	93
7.3.1. Description générale des sols	93

7.3.2. Description des sols du périmètre	94
7.3.2.1. Unités pédologiques rencontrées sur le périmètre	94
7.3.2.2. Analyses de sol par zone homogène	97
7.3.3. Aptitude à la valorisation des boues	97
7.4. Hydrologie	98
7.4.1. Hydrographie	98
7.4.1.1. Réseau hydrographique superficiel	98
7.4.1.2. Cours d'eau	99
7.4.1.3. Masse d'eau de surface	100
7.4.2. Hydrogéologie – Masse d'eau souterraine	101
7.4.3. Périmètres de protection de captage et aires d'alimentation de captage prioritaire	103
7.4.3.1. Périmètre de protection de captage d'alimentation en eau potable	103
7.4.3.2. Aire d'Alimentation de Captage prioritaire (AAC)	104
7.5. Zones vulnérables	106
7.6. habitats naturels	106
8. Définition des aptitudes à l'épandage et cartographie	107
8.1. Aptitude à l'épandage	107
8.1.1. Critères d'évaluation	107
8.1.2. Aptitude des parcelles	108
8.1.3. Atlas cartographiques	108
8.1.4. Contenu	109
8.1.4.1. Atlas par exploitation agricole	109
8.1.4.2. Atlas par commune	109
8.1.5. Mode d'emploi	109
9. Organisation et mise en œuvre de la filière de valorisation agricole	110
9.1. Gestion de la filière de valorisation agricole	110
9.2. Stockage des boues au sein de l'usine : une gestion par lots	110
9.2.1. Installations de stockage	110
9.2.2. Stockage et traçabilité des boues thermiques	110
9.3. Démarche auprès des agriculteurs	112
9.3.1. Lors de la constitution du périmètre	112
9.3.2. Après obtention de l'arrêté préfectoral d'autorisation	112
9.4. Evacuation et livraison des boues de Seine aval	112
9.4.1. Affrètement des transporteurs	112
9.4.1.1. Ordre d'affrètement	113
9.4.1.2. Bordereau d'affrètement et de livraison	113
9.4.2. Transport	113
9.4.3. Chargement et évacuation des boues sur l'usine Seine aval	114
9.4.4. Livraison et entreposage en tête de parcelle des boues de Seine aval	115
9.4.4.1. Modalités de livraison des boues de Seine aval	115

9.4.4.2. Modalités d'entreposage	115
9.5. Calendrier d'épandage	117
9.6. Valorisation agricole : les épandages	118
9.6.1. Entreprise de Travaux Agricoles (ETA) et cahier d'épandage	118
9.6.1.1. ETA	118
9.6.1.2. Cahier d'épandage	118
9.6.2. Réalisation de l'épandage	118
9.6.2.1. Prise en compte du voisinage	119
9.6.2.2. Contrôle des épandages	119
10. Définition du Suivi et de l'Auto-Surveillance des épandages (SAE)	121
10.1. Organisation, responsabilité et certification	121
10.2. Information, conseils, et relations agriculteurs	123
10.2.1. Information et contrôle	123
10.2.2. Conseils agronomiques	123
10.3. Suivi réglementaire du fonctionnement de l'usine d'épuration	124
10.4. Suivi agro-environnemental	124
10.4.1. Contrôles pratiqués sur les boues	124
10.4.1.1. Quantités de boues de Seine aval et évacuations	124
10.4.1.2. Suivi analytique des boues	124
10.4.2. Suivi des sols et des cultures (articles 2 et 15 de l'arrêté du 08/01/98)	125
10.4.2.1. Analyses de sols (points de référence)	125
10.4.2.2. Analyses de sol avant épandage	126
10.4.2.3. Analyses décennales	126
10.4.2.4. Suivi des flux	126
10.4.2.5. Analyses de sol et de végétaux sur bande témoin	127
10.5. Suivi des épandages et documents réglementaires	129
10.5.1. Programme Prévisionnel d'Épandage (PPE)	129
10.5.2. Registre d'épandage	129
10.5.3. Bilan agronomique	130
10.5.4. Actualisation du plan d'épandage	130
10.6. Suivi de la filière : qualité, rigueur, traçabilité, transparence et amélioration	131
10.6.1. Une amélioration constante du suivi de la filière	131
10.6.2. Le logiciel de gestion de la filière de valorisation agricole	133
10.6.3. Echange avec l'administration au format SANDRE	134

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1: Description des émissaires alimentant l'usine Seine aval
- Tableau 2: Composition moyenne des eaux d'alimentation de l'usine Seine aval 2020 (1/2)
- Tableau 3: Composition moyenne des eaux d'alimentation de l'usine Seine aval 2020 (2/2)
- Tableau 4: Performances épuratoires 2020 de l'usine Seine aval
- Tableau 5: Quantité de boues produites sur l'usine Seine aval, depuis 2012
- Tableau 6: Quantité de boues thermiques épandue dans les Yvelines (en tMB)
- Tableau 7: Répartition des tonnages par département du périmètre Seine aval, pour la campagne 2020
- Tableau 8: Fréquence analytique des boues de Seine aval
- Tableau 9: Synthèse des résultats d'analyse des boues thermiques épandues pour la période 2012-2020
- Tableau 10: Synthèse des résultats d'analyse des boues thermiques centrifugées(BTC)
- Tableau 11: Variation des teneurs en ETM mesurées dans les boues de Seine aval épandues en 2020 (valeurs calculées à partir des résultats des 45 analyses)
- Tableau 12: Variation des teneurs en CTO mesurées dans les boues de Seine aval épandues en 2020 (valeurs calculées à partir des résultats des 45 analyses)
- Tableau 13: Evolution des teneurs en ETM des boues de Seine aval, depuis 1996
- Tableau 14: Evolution des teneurs en CTO des boues de Seine aval, depuis 1998
- Tableau 15: Analyse de caractérisation des boues thermiques filtrées
- Tableau 16: Analyses de vérification de l'hygiénisation en 2020
- Tableau 17: Analyse de caractérisation des boues thermiques centrifugées
- Tableau 18: Évaluation de l'azote disponible, suite à un épandage de boues
- Tableau 19: Moyenne des éléments fertilisants apportés par les boues de Seine aval (BTF) entre 2018 et 2020
- Tableau 20: Besoins et exportations des cultures en éléments majeurs et objectifs de rendement par culture (Sources : GREN Ile-de-France pour l'azote et COMIFER pour phosphore et potasse)
- Tableau 21: Besoins en azote des différentes cultures
- Tableau 22: exportations en phosphore et potassium des rotations
- Tableau 23: Doses d'apport de boues permettant de couvrir les exportations en éléments fertilisants de la rotation
- Tableau 24: Dose d'épandage sur une période de 10 ans
- Tableau 25: Apport en éléments fertilisants suite à un épandage de boues thermiques à la dose de 6t MB/ha
- Tableau 26: Fertilisation complémentaire pour les rotations suite à un apport de boues thermiques
- Tableau 27: Compensation des besoins en éléments fertilisants de 2 rotations types, suite à l'épandage de boues de Seine aval
- Tableau 28: Tableaux des flux maximaux cumulés sur 10 ans par des épandages de boues et comparaison avec les flux limites réglementaires
- Tableau 29: Synthèse des doses d'épandage des boues thermiques
- Tableau 30: Fréquence analytique pratiquée sur les boues thermiques

Tableau 31: Valeurs limites des teneurs en ETM dans les sols
Tableau 32: Liste des communes concernées et surfaces correspondantes, par canton
Tableau 33: Liste des exploitations agricoles concernées et surfaces correspondantes
Tableau 34: Intérêt économique pour l'exploitant de l'utilisation de boues de Seine aval
Tableau 35: Géographie et topographie des Yvelines
Tableau 36: Masses d'eau de surface du département des Yvelines concernées par le périmètre des boues de Seine aval
Tableau 37: Masses d'eau souterraine concernées par le périmètre d'épandage
Tableau 38: AAC situées dans les Yvelines
Tableau 39: Répartition des aptitudes du périmètre d'épandage soumis à la présente demande de renouvellement d'autorisation
Tableau 40: répartition des motifs d'exclusion
Tableau 41: Suivi analytique des boues de Seine aval
Tableau 42: Suivi sur « bande témoin » pour le département des Yvelines

LISTE DES FIGURES

- Figure 1: Refonte de la file eaux, technologies associées
- Figure 2: le fonctionnement de l'usine de Seine aval
- Figure 3: Les différentes étapes de traitement des eaux usées
- Figure 4: implantation des installations de traitement des eaux usées
- Figure 5: Composition des boues
- Figure 6: Les différentes étapes du traitement des boues thermiques de Seine aval
- Figure 7: Les différentes étapes de traitement des boues thermiques
- Figure 8: Les différentes étapes de traitement des boues centrifugées
- Figure 9: Photo aérienne des aires de production et des cellules de stockage des boues
- Figure 10: Unité de postdénitrification
- Figure 11: Unité d'épaississement des boues
- Figure 12: Unité de dépollution des effluents, issus du traitement des boues
- Figure 13: Evolution de la quantité de boues produites sur l'usine Seine aval depuis 2012
- Figure 14: Répartition de la production totale de boues (en MB) par filière en % (moyenne sur la période 2012-2020)
- Figure 15: Répartition de la production de boues thermiques (en MS) par filière (moyenne sur la période 2012-2020)
- Figure 16: Répartition de la production de boues centrifugées (en MB) par filière en % (moyenne sur la période de 2012/2020)
- Figure 17: Échantillonnage en sortie de filtre-presse
- Figure 18: Boues thermiques filtrées (BTF) et Boues thermiques centrifugées (BTC)
- Figure 19: Projet STEPHOR
- Figure 20: Chronologie des trois études
- Figure 21: Impact des boues sur la disponibilité du phosphore dans le sol
- Figure 22: Impact des boues sur le prélèvements du phosphore par les cultures
- Figure 23: Cinétique de minéralisation de l'azote pour différents produits organiques (Source : potentiel agronomique 2010)
- Figure 24: Composition biochimique de la matière organique des boues thermiques (Source : potentiel agronomique 2010)
- Figure 25: Coefficient de minéralisation du carbone pour différents produits organiques (Source : potentiel agronomique 2010)
- Figure 26: Positionnement des boues par rapport aux ISMO relevés sur différents amendements
- Figure 27: Répartition des sols du périmètre dans les Yvelines en fonction de leur texture (classification GEPPA)
- Figure 28: Répartition de la matière organique des points de référence analysés (en g/kg de sol sec)
- Figure 29: Teneurs en macroéléments (en g/kg de sol sec) relevées sur le périmètre Seine aval du département des Yvelines
- Figure 30: Distances d'isolement pour l'entreposage des boues
- Figure 31: Distances d'isolement pour l'épandage des boues
- Figure 32: Localisation des communes et des parcelles du périmètre soumis à la présente demande de

renouvellement d'autorisation

Figure 33: Occupation du sol des communes concernées par le périmètre soumis à la présente demande de renouvellement d'autorisation d'épandage (source : Corine Land Cover 2006)

Figure 34: Orientation technico-économique des exploitations par commune en 2010

Figure 35: Répartition des cultures sur le périmètre soumis à la présente demande

Figure 36: Relief du département des Yvelines

Figure 37: Parcellaire de Seine aval dans les Yvelines

Figure 38: Coupe du bassin parisien simplifié d'après Gély Jean-Pierre et Hanot Franck (ccord.) –

Figure 39: Représentation géologique du département des Yvelines

(source : <http://infoterre.brgm.fr/>)

Figure 40: Unités hydrographiques des Yvelines

Figure 41: Masses d'eau souterraines du département des Yvelines concernées par le périmètre d'épandage des boues de Seine aval (Source : www.seine-normandie.eaufrance.fr, juin 2019)

Figure 42: Périmètre de protection des captages

(Source : <http://pays-de-la-loire.sante.gouv.fr>)

Figure 43: Illustration de l'étiquetage par panneaux de couleur

Figure 44: Présentation du badge à la borne du pont bascule

Figure 45: Chargement des camions

Figure 46: Combinaison du PAN du 19 décembre 2011 et du PAR d'Ile-de-France du 2 juin 2014 - cas des fertilisants de type I

Figure 47: reprise des boues

Figure 48: Épandage de boues

Figure 49: Valorisation des boues de Seine aval – Organisation de la filière et étapes de contrôle

Figure 50: Mise en place et suivi d'une parcelle d'essai bande témoin

1. Présentation de l'usine Seine aval

Le SIAAP a pour objectif l'amélioration constante de la qualité des eaux afin de préserver le milieu naturel.

Pour atteindre cet objectif, le SIAAP dispose de six stations d'épuration, dont celle de Seine aval, qui traitent les eaux usées de 9 millions d'habitants de l'agglomération parisienne.

1.1. Carte d'identité de l'usine Seine aval

- ✓ Premier site d'assainissement d'Île-de-France
- ✓ Implanté sur environ 600 ha et 3 communes : Achères, Maisons-Laffitte et Saint-Germain-en-Laye (Yvelines)
- ✓ Mise en service : 1940
- ✓ Capacité de traitement : avec un débit de référence fixé par arrêté inter-préfectoral de 2 300 000 m³/j, la station traite en moyenne tous temps 1 512 000 m³/j (valeur 2016)
- ✓ 63% des eaux usées de l'agglomération parisienne traitées
- ✓ Des équipements phares :
 - depuis 2007, Seine aval est dotée d'une unité de traitement des pollutions azotées d'une capacité unique en Europe, qui combine deux procédés : *la nitrification* qui transforme l'azote ammoniacal en nitrates et *la dénitrification* qui transforme les nitrates en azote gazeux (composant naturel de l'air),
 - depuis 2011, trois nouvelles unités sont entrées en service : une unité complémentaire de dénitrification, une unité d'épaississement des boues et une unité de dépollution des effluents de traitement des boues, réinjectés en tête de station.

Ces installations ont permis à l'usine d'être, d'une part, en conformité avec la Directive européenne sur les Eaux Résiduaires Urbaines (DERU¹), et d'autre part, de restituer au milieu naturel une eau de qualité.

1.2. Cadre réglementaire : autorisation de rejet

Les communes raccordées au réseau de collecte et de transport ont fait le choix de confier au SIAAP la responsabilité du traitement de leurs eaux usées. A ce titre, le syndicat est également responsable de l'évacuation et de la valorisation des sous-produits d'épuration (déchets, sables, boues).

Cette responsabilité est encadrée par deux directives européennes² et par la réglementation nationale³.

¹ Directive n°91/271/CEE du 21 mai 1991, relative aux Eaux Résiduaires Urbaines.

² La DERU et la directive n°2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil, du 23 octobre 2000, établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'Eau (DCE).

³ Loi sur l'eau de 1992 (loi n°92-3 du 3 janvier 1992) et ses décrets d'application (décret n°93-743 du 29 mars 1993 et décret n°97-1133 du 8 décembre 1997, repris dans le livre II du Code de l'Environnement), et l'arrêté du 22 juin 2007, relatif en particulier, à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations d'assainissement ainsi qu'à la surveillance de leur fonctionnement et de leur efficacité.

Ces textes sont complétés, de façon particulière pour l'usine Seine aval du SIAAP, par un arrêté inter-préfectoral d'autorisation de rejet dans la Seine des eaux épurées par les traitements successifs de l'usine (Arrêté inter-préfectoral n°2020/DRIEE/SPE/010 du 12/02/2020). Ce dernier fixe les normes de qualité à respecter pour le rejet et les prescriptions pour l'exploitation du site (cf. annexe 1).

1.3. Nature et proportion des raccordements sur la station

1.3.1. Zone de collecte

Le SIAAP dispose d'un réseau de collecte et de transport des eaux usées qui couvre une surface de 1 980 km² répartie sur une grande partie de l'agglomération parisienne (Paris, Val d'Oise, Seine-Saint-Denis, Essonne, Val-de-Marne, Hauts-de-Seine, Yvelines). Il est constitué d'un réseau de 480 km de canalisations, se déversant dans cinq « émissaires » de 3,5 à 4 m de diamètre, décrits dans les tableaux ci-dessous. Les eaux usées sont ainsi acheminées par gravité vers l'usine Seine aval.

Tableau 1: Description des émissaires alimentant l'usine Seine aval

Émissaire (données 2018)	Débit moyen global (Mm ³ /j)	Débit de pointe maximum (m ³ /s)	Zone de collecte
Saint-Denis-Achères (11,7km)	327	0	Nord de Paris Seine-Saint-Denis Val d'Oise
Clichy-Achères branche d'Argenteuil (11,1km)	346	20,32	Paris Essonne Val de Marne Seine-Saint-Denis Val d'Oise
Clichy-Achères branche de Bezons (12,2km)	321	23,29	Paris Hauts de Seine Val d'Oise
Sèvres-Achères branche de Rueil (18,7km)	184	15,85	Sud de Paris Hauts de Seine Yvelines
Sèvres-Achères branche de Nanterre (17km)	304	15,45	Hauts de Seine Yvelines
Total (70,7km)	1 481	75	

Tableau 2: Composition moyenne des eaux d'alimentation de l'usine Seine aval 2020 (1/2)

Émissaires	MES	DCO	DBO	NTK	N-NH4	P Total	P-PO4
(données 2020)	(mg/l)	(mg O2/l)	(mg O2/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
Clichy-Achères branche d'Argenteuil	242	500	183	48,3	31,1	4,9	2,5
Clichy-Achères branche de Bezons	303	510	198	47,4	32	5	2,4
Saint-Denis-Achères	256	546	212	52,8	36,9	5,3	2,5
Sèvres-Achères branche de Nanterre	201	401	154	44,2	31,3	4,4	2,3
Sèvres-Achères branche de Rueil	206	426	164	45,6	32,1	4,7	2,3

Tableau 3: Composition moyenne des eaux d'alimentation de l'usine Seine aval 2020 (2/2)

Limite de quantification (LQ) 2020	20		0,025		5		5		10		0,1	
Moyenne 2020	Al		Fer		Cuivre		Nickel		Zinc		Mercure	
	µg/l		mg/l		µg/l		µg/l		µg/l		µg/l	
	Mini	Maxi	Mini	Maxi	Mini	Maxi	Mini	Maxi	Mini	Maxi	Mini	Maxi
Clichy-Achères branche d'Argenteuil	122	1574	0,2	3,1	6,3	135	<5	14,4	17,6	593	<0,1	0,3
Clichy-Achères branche de Bezons	<20	1214	0,3	3	18,2	110	<5	234	<10	523	<0,1	0,2
Saint-Denis-Achères	338	980	0,3	5,6	41,4	123	<5	411	96,5	401	<0,1	0,3
Sèvres-Achères branche de Nanterre	150	1115	0,3	2	38,3	71,6	<5	7,12	82,6	281	<0,1	0,5
Sèvres-Achères branche de Rueil	54,8	1059	0,2	2,6	29,7	56,4	<5	8,63	87,5	270	<0,1	0,2

La concentration moyenne annuelle est donnée sous forme d'une fourchette :

- moyenne « mini » : pour le calcul de la moyenne, les résultats < LQ sont pris égaux à 0. Cela explique qu'on puisse avoir une moyenne « mini » inférieure à la LQ
- moyenne « maxi » : pour le calcul de la moyenne, les résultats < LQ sont pris égaux à la LQ. Il s'agit d'un calcul par excès

1.3.2. Nature des raccordements

Les raccordements sont de deux natures :

- ✓ Il n'y a pas de convention de déversement pour les collectivités dans les départements constituant le périmètre du SIAAP (Ville de Paris, Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis, Val-de-Marne). Les raccordements ont lieu suivant le règlement d'assainissement de la collectivité gestionnaire du réseau de collecte concerné et le règlement d'assainissement du SIAAP.

L'article 9 du règlement d'assainissement précise que « *nul ne peut se raccorder au réseau public d'assainissement s'il n'en a pas au préalable obtenu l'autorisation. Tout projet doit faire l'objet d'une demande adressée à la mairie de la commune où doit être réalisé le branchement. Celle-ci instruira elle-même le dossier ou le transmettra si besoin à la collectivité compétente* ».

L'article 12 de ce même règlement établit que « *tout branchement d'utilisateur sur le réseau SIAAP doit faire l'objet d'un arrêté d'autorisation de branchement, émis par le SIAAP. Tout déversement à partir d'un tel branchement, doit faire l'objet d'un arrêté d'autorisation de déversement émis par le SIAAP. Il en est de même pour toute modification du branchement ou des caractéristiques du déversement* ».

- ✓ Dans les autres départements, les communes ou les syndicats intercommunaux, en charge de la gestion des eaux usées, peuvent être raccordés au réseau du SIAAP selon des conditions d'admission spécifiées dans des conventions. Les conventions les plus récentes précisent les conditions à remplir et les modalités de surveillance des rejets. Elles s'appuient sur le règlement d'assainissement du SIAAP. Elles doivent alors être établies et signées par le SIAAP, conjointement avec les maîtres d'ouvrages des réseaux sur lesquels s'effectue le branchement.

1.3.3. Contrôle des raccordements

L'arrêté d'autorisation de rejet de Seine aval (cf. II : cadre réglementaire) fixe les obligations du SIAAP en matière de surveillance des raccordements.

En particulier, concernant les rejets non-domestiques, l'arrêté précédemment cité précise que « *tout raccordement direct d'eaux usées non domestiques au réseau [...] devra faire l'objet d'une autorisation du [SIAAP], tenant compte de la composition des effluents. [...] les conventions et autorisations [...] seront intégrées dans la base de données du SIAAP [...] et communiquées annuellement au Service de la Navigation de la Seine, chargé de la Police de l'Eau* ».

Les établissements relevant de la réglementation des installations classées font l'objet d'un contrôle par le Service Technique des Installations Industrielles Classées (STIIC) de la Préfecture de police, dans les quatre départements constitutifs du SIAAP, et de la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie (DRIEE), sur le territoire des communes de la grande couronne.

De plus, les Services d'Assistance Technique aux Exploitants de Stations d'Épuration (SATESE) aident à l'amélioration des performances des installations d'épuration. Ils peuvent également déclencher une intervention des services chargés du contrôle de ces établissements, pour remédier à d'éventuels dysfonctionnements.

1.4. Performances épuratoires

Le traitement réalisé sur l'usine Seine aval permet de respecter les rendements moyens imposés par son arrêté d'autorisation de rejet en vigueur.

Tableau 4: Performances épuratoires 2020 de l'usine Seine aval

	(% moyen jour)					
	MES	DBO	DCO	NTK	NGL DERU	PT DERU
Rendements moyens fixés par l'arrêté inter-préfectoral n°2016075-0001 du 15 mars 2016 (limites journalières pour MES/DBO5/DCO/NTK et annuelles par période pour NGL et P tot	90%	90%	80%	80%	70%	80%
Performance de l'usine en 2020	94,8%	93,8%	88,8%	90,0%	70,03%	80,2%

La mise en eau, en septembre 2011, de l'unité de postdénitrification (cf. chapitre 1.5.1.4.), a permis à l'usine d'améliorer ses performances (NGL>70 %) et ainsi d'être en conformité avec la DERU, qui demande l'élimination de 80 % de la pollution phosphatée et de 70 % de la pollution azotée.

La qualité du traitement de l'eau sera améliorée, d'ici 2025, dans le cadre de la refonte du site Seine aval (cf. chapitre 1.5.5.). Deux technologies de traitement biologique des pollutions azotées, carbonées et phosphatées seront associées en parallèle, afin de répondre aux exigences de la DCE sur le bon état écologique des eaux (cf. Figure 1) :

- ✓ la file biofiltration existante : renforcement de l'ouvrage de nitrification/dénitrification avec la mise en fonctionnement d'une unité de prédénitrification (recirculation d'une partie de l'eau nitrifiée en tête de biofiltration),
- ✓ la file membranaire : dépollution d'environ 15 % du volume journalier grâce à 462 000 m² de membranes.

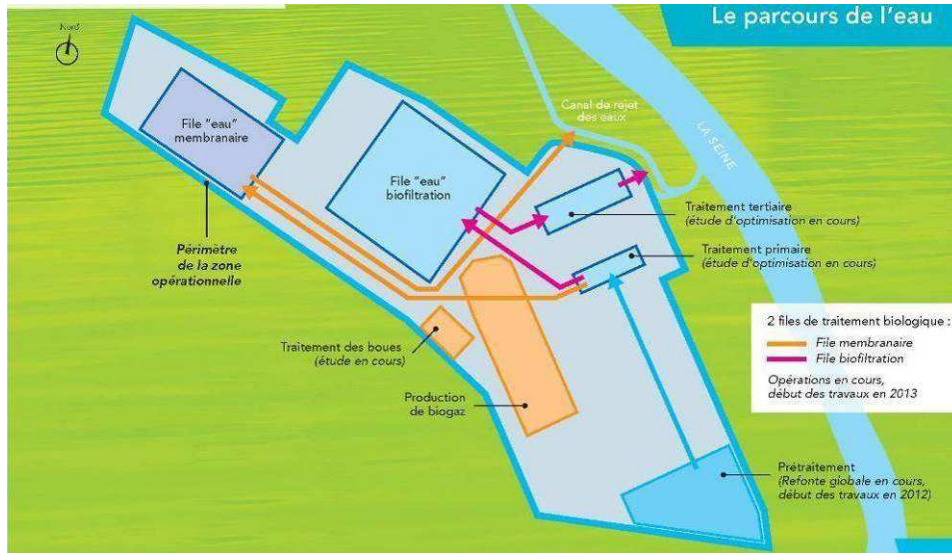


Figure 1: Refonte de la file eaux, technologies associées

1.5. Description du fonctionnement de l'usine d'épuration

L'usine Seine aval du SIAAP traite les eaux usées des deux tiers de l'agglomération parisienne, soit environ 1,5 millions de m³/j : elle est l'usine d'épuration la plus importante de l'agglomération parisienne.

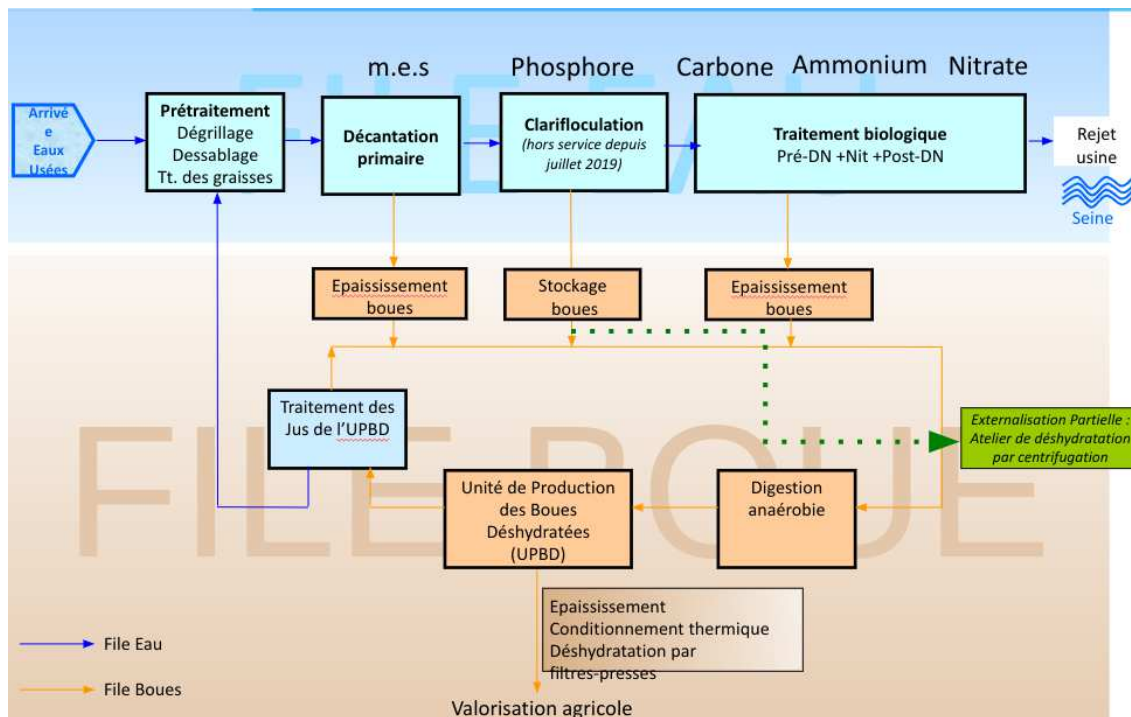


Figure 2: le fonctionnement de l'usine de Seine aval

1.5.1. Filière de traitement des eaux

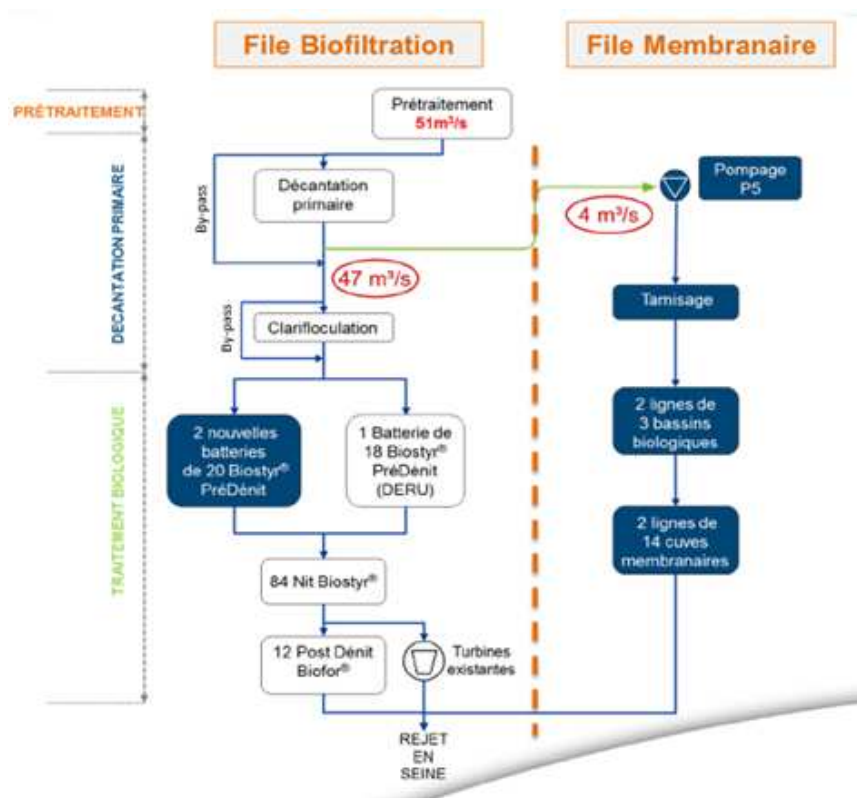


Figure 3: Les différentes étapes de traitement des eaux usées

1.5.1.1. Prétraitement : stripping, dégrillage et dessablage/déshuilage

Après stripping (injection d'air pour extraire les composés odorants dissous dans les eaux), les eaux traversent tout d'abord les installations du prétraitement, où les matières solides les plus volumineuses sont recueillies sur des grilles à nettoyage automatique. Ces matières sont évacuées sur l'Unité d'Incineration d'Ordures Ménagères (UIOM) de Saint-Ouen-l'Aumône, gérée par le Syndicat d'Agglomération Nouvelle de Cergy-Pontoise (SAN).

Les eaux sont ensuite dirigées vers des bassins de dessablement. Dans ces bassins, la faible vitesse d'écoulement de l'eau permet le dépôt des matières les plus lourdes (les sables) au fond des ouvrages. Parallèlement, un micro-bullage entraîne les matières les plus légères (les graisses), à la surface. Les sables sont extraits par raclage du fond des ouvrages puis valorisés. Les graisses sont raclées en surface et brûlées sur l'atelier d'incinération de l'usine.

La refonte complète de l'ouvrage de dégrillage existant et la construction d'un équipement complémentaire, jouxtant l'installation actuelle ont été réalisées entre 2012 et 2016. Les bassins de dessablage/déshuilage sont maintenant couverts et équipés d'un système de désodorisation complémentaire. Les sables et les graisses issus de cette étape sont traités sur le site et valorisés (matériaux de construction et substitut énergétique). Le prétraitement a une capacité de 7 à 70 m³/s (débit moyen de 23 m³/s) pour s'adapter aux volumes d'eau à traiter en fonction, principalement, de la pluviométrie.

1.5.1.2. Décantation primaire : élimination des matières en suspension

A l'issue du prétraitement, l'effluent est admis dans des décanteurs dits « primaires ». La vitesse de traversée de ces ouvrages est ralentie, ce qui favorise le dépôt des matières en suspension. Ainsi, au

cours d'un séjour de l'ordre de deux heures, environ 50 % des matières en suspension sont décantées et recueillies. Elles sont appelées « boues fraîches » ou « boues primaires » et sont envoyées ensuite en digestion. Une partie du phosphore particulaire est également piégée lors de cette étape.

1.5.1.3. Clariflocculation : traitement du phosphore dissous et des matières en suspension restantes

L'unité de clariflocculation permet d'obtenir un rendement supérieur à 80 % d'élimination des pollutions phosphatées dans les eaux usées quotidiennement acheminées à Seine aval. Dans l'unité de clariflocculation, l'ajout de coagulant (chlorure ferrique) et de flocculant (polymère) permet de piéger le phosphore. Les floccs formés sont lestés avec du microsable et se déposent par décantation lamellaire. Les floccs décantés (boues sableuses) sont extraits par raclage et hydrocyclonés pour séparer la boue du sable. Les boues issues de la clariflocculation sont traitées pour partie par la digestion et pour partie par un atelier de centrifugation spécifique (cf. chapitre 1.5.3.3.). L'eau clarifiée est envoyée vers les nouvelles installations de biofiltration.

Cette unité n'est plus en service depuis l'incendie de juillet 2019. Elle est actuellement en cours de reconstruction.



1.5.1.4. BioSAV : biofiltration et traitement membranaire

Ce procédé est la dernière étape du traitement des eaux, avant le rejet au milieu naturel. Elle fait intervenir trois traitements successifs : la prédénitrification, la nitrification et la (post)dénitrification.

Sur l'unité de nitrification, mise en service en 2007, des microorganismes, qui se développent sur des billes de polystyrène (cultures fixées), vont transformer l'azote ammoniacal en nitrites puis en nitrates. Cette opération est favorisée par l'insufflation d'oxygène.

Les eaux nitrifiées sont ensuite dénitrifiées grâce à deux unités : unité de dénitrification, mise en service en 2007, et unité de postdénitrification, mise en service en 2012. Au cours de ce traitement, les nitrates sont transformés en azote gazeux, gaz constituant 78 % de l'air que nous respirons. Cette transformation est réalisée par d'autres microorganismes qui se développent sur des billes d'argile en l'absence d'oxygène.



Depuis 2017, afin d'assurer le traitement de 67% des volumes entrants dans l'usine, les unités de nitrification et dénitrification ont été renforcées. Au total, ce sont plus de 150 biofiltres qui permettent l'élimination des pollutions dissoutes sur la biofiltration.

Pour la dépollution des 33% des volumes restants, le SIAAP a choisi la technologie de l'ultrafiltration membranaire : 462 000 m² de membranes qui agissent comme une barrière physique et permettent d'obtenir une eau d'une qualité conforme aux exigences environnementales les plus strictes.

Les boues issues de ces différents traitements sont ensuite envoyées en digestion.

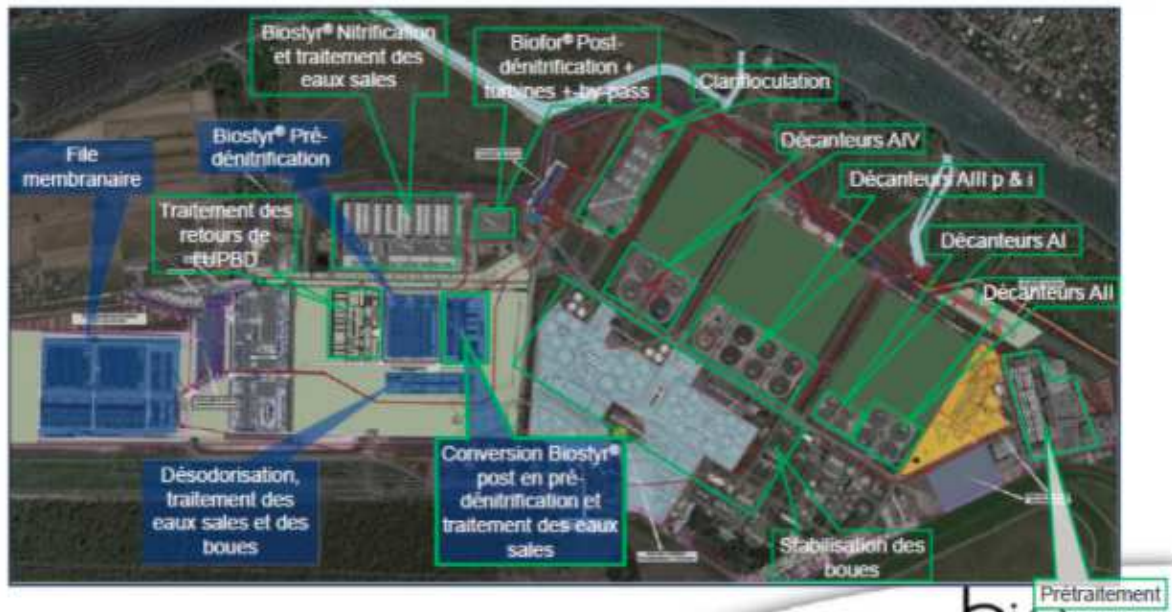


Figure 4: implantation des installations de traitement des eaux usées

1.5.2. Origine des boues

L'usine Seine aval traite ses boues selon deux process différents :

- ✓ Filière principale : déshydratation par filtres-presses après conditionnement thermique et digestion (filière 1). On parle de boues thermiques. Cette filière concerne les boues produites lors des quatre étapes de traitement des eaux usées (décantation primaire, épuration biologique, clarifloculation (en partie) et nitrification/dénitrification/postdénitrification), qui sont regroupées et mélangées, permettant ainsi une homogénéisation de la production, avant d'être envoyées en digestion.
- ✓ Filière secondaire : déshydratation par centrifugation (filière 2). On parle de boues centrifugées. Cette filière concerne l'autre partie des boues de clarifloculation, ainsi que l'éventuel excédent de boues issu des autres traitements (par temps de pluie, par exemple), afin de maintenir un fonctionnement optimisé de l'usine, lié à la capacité de digestion. Ces boues sont centrifugées sur un atelier mis en service en 2007.

Nota bene : les boues non thermiques centrifugées ne sont pas concernées par la présente demande de renouvellement d'épandage dans le département des Yvelines

En février 2018, un incendie s'est déclaré au niveau de l'unité de déshydratation des boues et a entraîné la destruction de 75% des installations de filtres presses. Les 25% de l'unité de déshydratation qui n'ont pas été touchées sont aujourd'hui en fonctionnement mais la capacité de l'usine à produire des boues thermiques, destinées à la valorisation agricole a été impactée.

Afin de pallier à cet incident, le SIAAP a mis en place les moyens nécessaires pour assurer la continuité de service quant à l'assainissement des eaux usées de l'agglomération parisienne avec l'installation de **centrifugeuses mobiles**, permettant d'augmenter la déshydratation des boues de la **filière secondaire**. Toutefois, les boues produites par les installations mobiles ne présentent pas les caractéristiques habituelles des boues thermiques de Seine aval (siccité, absence de conditionnement thermique) et ne répondent pas aux critères des arrêtés d'autorisation permettant l'épandage des boues sur des parcelles agricoles. Elles sont donc envoyées en compostage, de la même façon que la **filière secondaire**.

A partir du 2 mars 2020, les centrifugeuses ont été utilisées pour déshydrater des boues digérées et conditionnées thermiquement afin de compléter la **filière principale (déshydratation par filtres-presses après digestion et conditionnement thermique)**. Ce sont des boues thermiques, présentant les mêmes caractéristiques qualitatives que les boues déshydratées par filtre-presse.

Aucun mélange de boues d'origine extérieure à l'usine d'épuration n'est pratiqué sur le site de Seine aval.

Les différentes étapes de chacun de ces deux procédés sont présentées ci-après.

1.5.3. Filières de traitement des boues

1.5.3.1. Qu'est-ce que les boues ?

Les boues sont un sous-produit de l'épuration des eaux usées, constituées d'eau et de matières solides contenant des éléments d'intérêt agronomiques (cf. figure ci-dessous).

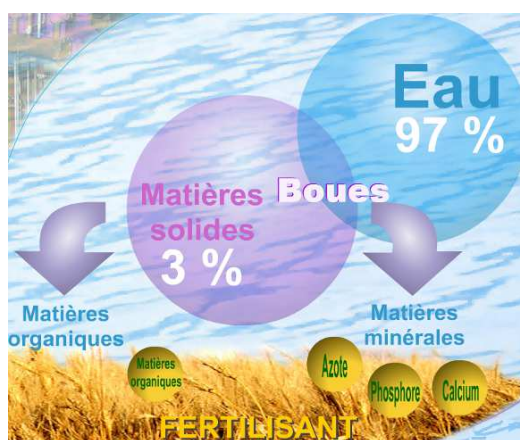


Figure 5: Composition des boues

1.5.3.2. Filière de déshydratation par filtre-pressé après conditionnement thermique

La filière de traitement des boues thermiques comporte les étapes suivantes :

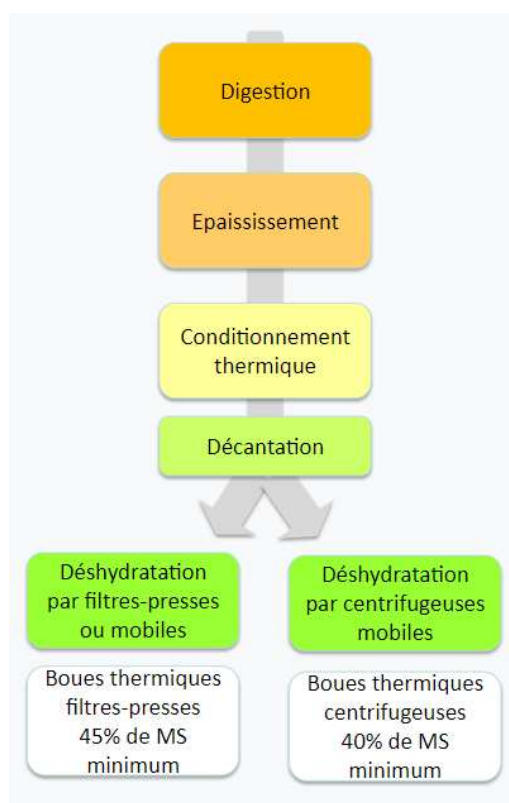


Figure 6: Les différentes étapes du traitement des boues thermiques de Seine aval

Digestion des boues :

Le but de la digestion est de stabiliser les boues, en diminuant leur fermentescibilité.

Pour ce faire, elles sont dirigées dans des enceintes closes, en absence d'oxygène, où une fermentation anaérobie (à l'abri de l'air) à 35°C se réalise. Durant cette opération, les matières volatiles et organiques se dégradent, le volume des boues diminue et du biogaz est produit. Le caractère malodorant des boues fraîches est très nettement diminué. Le temps de séjour moyen en digestion est d'environ 20 jours. Ces boues sont appelées « boues digérées ».

Le biogaz produit est un mélange de méthane (environ 60 %), de dioxyde de carbone et d'azote. Il est valorisé sur site pour produire de l'énergie thermique et électrique, couvrant ainsi 60 % des besoins du site Seine aval.

Après digestion, les boues sont encore liquides (environ 2 % de matières sèches). Elles sont alors envoyées par pompage vers l'Unité de Production des Boues Déshydratées (UPBD), où les opérations de conditionnement suivantes sont réalisées.

Épaississement :

Afin de réduire leur volume, les boues digérées sont épaissies par décantation dans des bassins circulaires de 60 m de diamètre (ensemble de 12 ouvrages). L'épaississement des boues permet de diminuer le volume à traiter d'environ un tiers.

Conditionnement thermique :

Ce procédé favorise la filtrabilité des boues, en brisant les liaisons colloïdales entre l'eau et la matière.

Les boues épaissies sont admises dans un cuiseur, où elles sont portées à au moins 190°C, sous une pression d'environ 20 bars, pendant 45 minutes. Un échangeur de chaleur permet de préchauffer les boues avant leur admission dans le cuiseur et de réduire ainsi de 70 % les besoins en énergie de cette opération.

Au-delà d'améliorer la filtrabilité des boues, cette étape permet d'obtenir leur hygiénisation.

En cas d'indisponibilité des installations de conditionnement thermique, une filière de secours par chaulage est prévue pour stabiliser les boues issues de l'épaississement. Les boues issues de ce traitement ne sont pas destinées à l'épandage direct en agriculture. Elles sont traitées par compostage, sous réserve de leur conformité à la réglementation en vigueur.

Déshydratation :

→ Déshydratation par filtre-presse : Boues thermiques Filtrées

Les boues cuites sont déshydratées sur des filtres-presses pendant 4 à 6 heures. Les boues déshydratées sont transportées sur les aires de production, puis transférées vers les cellules de stockage en attendant les résultats d'analyse et leur évacuation.

Ces procédés de déshydratation des boues aboutissent à un produit contenant au minimum 45 % de matière sèche.

Lors des différentes étapes de traitement des boues, des effluents liquides et gazeux sont recueillis. Depuis 2012, les effluents liquides sont traités (diminution des concentrations en carbone et azote)

grâce à une unité de Traitement Des Jus (TDJ), avant d'être réinjectés en tête de station. Les gaz sont désodorisés par incinération ou par désodorisation biologique.

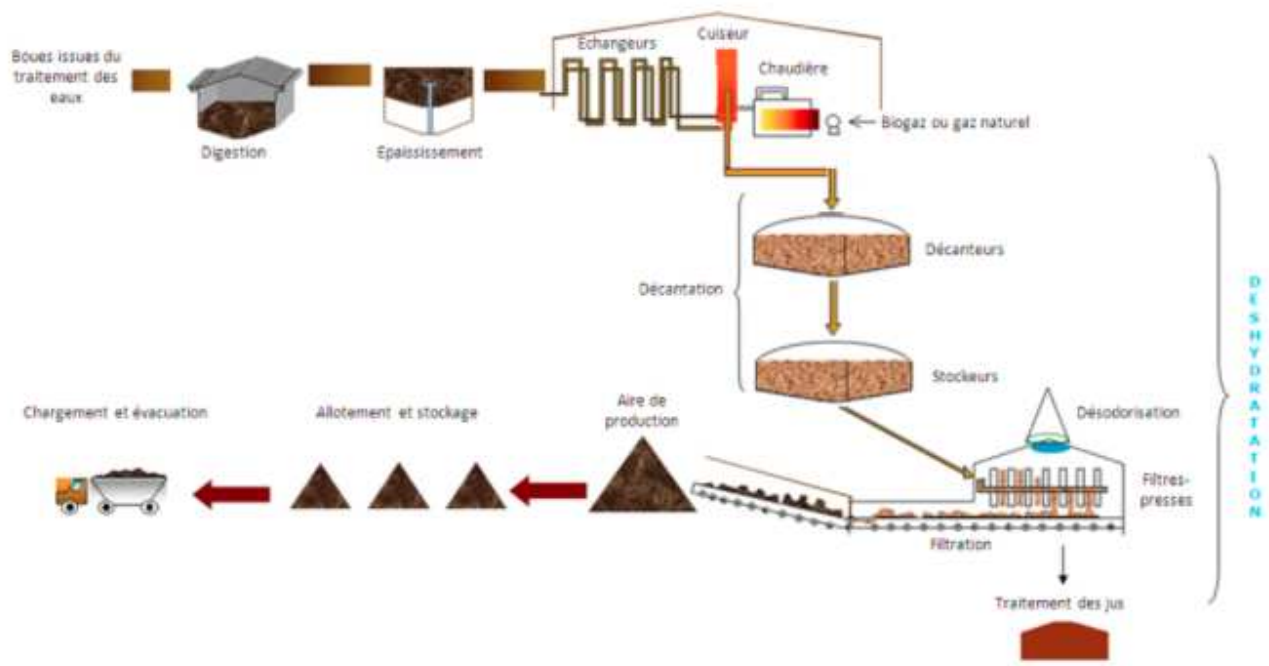


Figure 7: Les différentes étapes de traitement des boues thermiques

→ *Déshydratation par les centrifugeuses après traitement thermique : Boues thermiques centrifugées (BTC)*

En sortie de centrifugeuses, les boues (BTC) sont convoyées dans des bennes qui sont évacuées en continu sur la zone de stockage en attendant les résultats d'analyse et leur évacuation.

Ce procédé de déshydratation des boues aboutit à un produit contenant au minimum 40 % de matière sèche.

Lors des différentes étapes de traitement des boues, des effluents liquides et gazeux sont recueillis. Les effluents liquides sont traités (diminution des concentrations en carbone et azote) grâce à une unité de Traitement Des Jus (TDJ), avant d'être réinjectés en tête de station. Les gaz sont désodorisés par incinération ou par désodorisation chimique.

Une réflexion est en cours, quant à l'évolution de la file boues, dans le cadre de la refonte du site Seine aval, à l'horizon 2030.

1.5.3.3. Filière de déshydratation par centrifugation des boues non thermiques

Comme évoqué au paragraphe V.3, une partie des boues est déshydratée par centrifugation. Lors de la centrifugation, un agent de conditionnement est ajouté afin d'obtenir des boues pâteuses à environ 20 % de siccité. La fraction liquide, ou centrat, est, tout comme les jus issus du conditionnement thermique, traitée par l'unité de TDJ avant d'être réinjectée en tête de station.

Ces boues centrifugées sont intégralement évacuées vers des plateformes de compostage. Les composts produits à partir des boues centrifugées ne sont pas concernés par la présente demande.

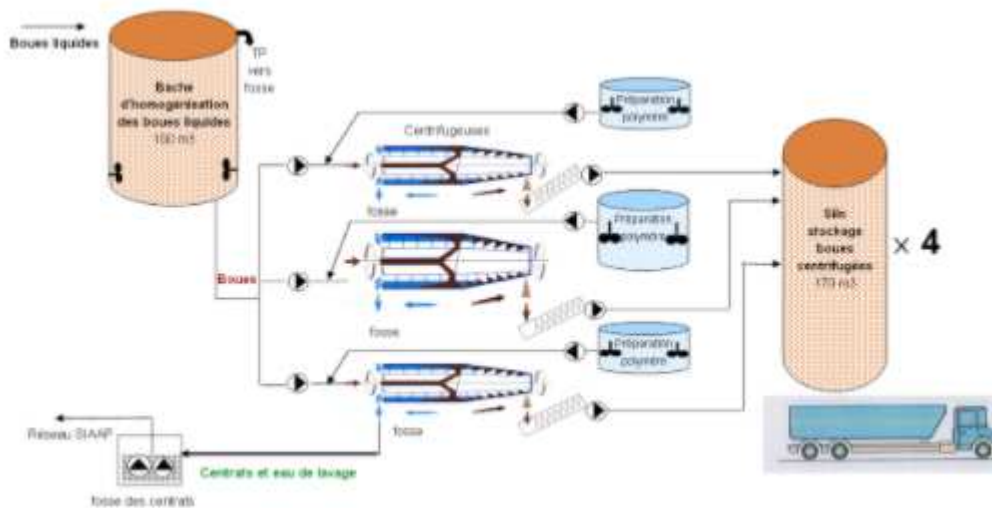


Figure 8: Les différentes étapes de traitement des boues centrifugées

1.5.4. Installations d'entreposage

1.5.4.1. Boues thermiques déshydratées par filtre-presse et par centrifugation

L'entreposage actuel des boues thermiques au sein de l'usine Seine aval fait intervenir successivement 2 aires :

Elle est composée d'une plate-forme en béton dite "A3" d'une capacité de 1800 tonnes, partagée en 3 alcôves (seules 2 sont utilisées avec une capacité de 900 tonnes pour chacune), permettant de séparer les productions hebdomadaires de boues en attendant leur transfert.



Figure 9: Photo aérienne des aires de production et des cellules de stockage des boues

(Source: Google Earth, image satellite du 05/03/2011)

Chaque plateforme est partagée en alcôves permettant de séparer les productions hebdomadaires de boues en attendant leur transfert. La production de chaque semaine est numérotée et identifiée, puis transférée vers l'aire de stockage.

l'aire de stockage :

La production de chaque semaine est numérotée et identifiée, puis transférée vers l'aire de stockage, actuellement composée de 17 cellules :

- 6 cellules "historiques" d'une contenance unitaire de 2500t
- 8 demi-cellules d'une contenance unitaire 1100t
- 3 nouvelles cellules situées sur l'ancienne aire de production A4 : 2 cellules ont une contenance unitaire de 3250 tonnes et la troisième de 2750 tonnes



Le nombre de cellules a augmenté en 2020, les BTF et les BTC étant stockées dans des cellules distinctes.

La capacité d'entreposage sur l'usine est donc de **34 850 tonnes**. Les cellules permettent de stocker les boues produites, en attendant les résultats des analyses. Chaque cellule accueille un seul lot. Celui-ci est constitué d'une à deux semaines de production. Une fois sa composition connue, chaque lot de boues est ensuite évacué vers les filières d'épandage ou de compostage. En cas de non-conformité, les boues sont envoyées en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND).

Cette procédure d'entreposage et de gestion par lots est mise en œuvre depuis juin 1999. Elle garantit la traçabilité des boues épandues. Le contrôle par le SIAAP de l'ensemble des opérations, depuis la production jusqu'à l'épandage, assure une parfaite maîtrise de la filière. Ainsi, le SIAAP assume sa responsabilité de producteur d'un déchet valorisé, dans le cadre d'une filière strictement encadrée et certifiée Qualicert.

1.5.4.2. Boues non thermiques centrifugées

Une fois centrifugées, les boues sont stockées dans quatre silos d'une capacité de 170 m³ chacun, en attendant d'être évacuées sur les plateformes de compostage.

Une gestion par lot hebdomadaire est également mise en place pour les boues centrifugées : un lot analytique de boues centrifugées correspond à l'évacuation de boues du vendredi de la semaine n au jeudi de la semaine n+1.



1.5.5. Aménagements récents et futurs sur le site Seine aval

Afin de répondre aux objectifs de qualité retenus pour la Seine par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE), le SIAAP a révisé son schéma directeur, conçu en 2007, qui prend désormais en compte le nouveau contexte réglementaire et les nouvelles données concernant l'évolution du territoire.



Cinq enjeux majeurs ressortent de ce nouveau schéma :

- ✓ améliorer les performances pour atteindre le bon état écologique des masses d'eau en 2025, tel que l'exige la Directive Cadre sur l'Eau (DCE),
- ✓ tendre vers le « zéro nuisances », en particulier en luttant contre les nuisances olfactives,
- ✓ intégrer le site dans son environnement,
- ✓ améliorer l'ergonomie et les conditions de travail sur l'usine,
- ✓ maîtriser les coûts de fonctionnement et la pérennisation des investissements.

Le schéma directeur de la refonte de Seine aval prévoit un regroupement des équipements sur une zone opérationnelle de 151 ha (soit une réduction de 40 % de la surface actuelle de l'usine), close et intégrée dans une zone paysagère de 393 ha. Les 295 ha à l'ouest du site, libérés par ce regroupement des installations, seront rendus à la ville de Paris. L'architecture des ouvrages de traitement sera pensée de manière à favoriser leur intégration paysagère, tout en permettant une économie d'énergie, de chaleur et d'eau.

Dans ce cadre, le SIAAP a entrepris un vaste programme de modernisation de l'usine Seine aval en :

- ✓ rénovant les installations existantes pour en améliorer les performances,
- ✓ développant les ouvrages de transport et de stockage des effluents,
- ✓ construisant 3 nouvelles unités de traitement, mises en service depuis 2011 :
 - une unité complémentaire de dénitrification (postdénitrification), qui porte le taux de transformation de nitrates en azote gazeux à 70 %,



Figure 10: Unité de postdénitrification

- une unité d'épaississement des boues issues de la décantation primaire pour optimiser le rendement de la digestion et gérer indépendamment les contraintes de l'élimination du carbone (accumulation de boues dans les bassins) et celles liées au bon fonctionnement des digesteurs (volume et concentration de boues excessifs),



Figure 11: Unité d'épaississement des boues

- une unité de dépollution des effluents de traitement des boues réinjectés en tête de station (TDJ), permettant d'alléger la « charge » en azote des retours en tête de station.



Figure 12: Unité de dépollution des effluents, issus du traitement des boues

Ces évolutions n'ont pas eu d'impact sur la qualité des boues produites sur l'usine Seine aval. La quantité supplémentaire de boues produites du fait d'une meilleure épuration est compensée en partie par la diminution du débit admis sur la station, et par l'optimisation des process (traitement plus efficace et réduction de la quantité de réactifs utilisés).

D'autres évolutions sont à prévoir d'ici 2025, dans le cadre de la refonte du site de Seine aval. Toutes les informations concernant les travaux à venir sont disponibles sur le site : <http://www.siaap.fr>.

2. Caractéristiques des boues épandues

2.1. Production et destination des boues

2.1.1. Quantité de boues produites

Comme il est précisé au chapitre 1.5.3, deux types de boues, qui diffèrent de par leur process de traitement, sont produits sur l'usine Seine aval :

Filière principale :

- les boues thermiques déshydratées par filtre-presses (BTF)
- les boues thermiques issues des centrifugeuses mobiles (BTC)

Filière secondaire :

- les boues centrifugées non thermiques issues de l'atelier de centrifugation
- les boues issues du conditionnement chimique. Ce sont des boues qui suivent le même traitement que les boues thermique (stabilisée et déshydratée par filtre-presse), seulement, elles sont chaulées au moment du conditionnement

La production totale de boues de l'usine Seine aval, en tonnes de Matière Sèche (tMS), depuis 2012, est présentée ci-dessous :

Tableau 5: Quantité de boues produites sur l'usine Seine aval, depuis 2012 (en tMS)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Production conditionnement thermique "filtrées" (BTF)	51 247	50 569	46 785	50 316	48 497	51 933	25 295	16 772	13 640
Production conditionnement thermique "centrifugées" (BTC)	<i>Démarrage en mars 2020</i>								22 522
Production atelier centrifugation (non thermiques)	6 807	4 474	2 931	1 784	2 666	5 235	11 707	8 081	2 149
Production centrifugation mobile (non thermiques)	0	0	0	0	0	0	28 454	33 516	5 342
Production conditionnement chimique	0	467	0	462	415	0	0	0	0
Production totale annuelle	58 054	55 510	49 716	52 563	51 578	57 168	65 456	58 369	43 653

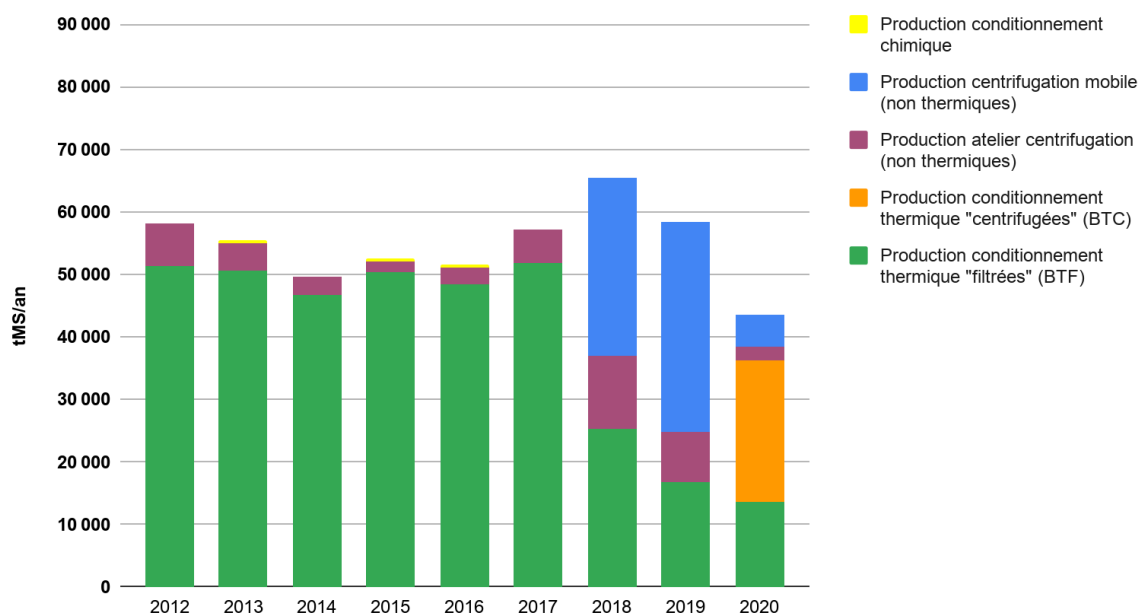


Figure 13: Evolution de la quantité de boues produites sur l'usine Seine aval depuis 2012

NB : Le conditionnement chimique constitue une filière alternative au conditionnement thermique.

L'usine Seine aval a produit annuellement, en moyenne, 54 674 tMS de boues sur la période 2012-2020, dont 5 093 tMS de boues centrifugées (atelier de centrifugation) depuis 2012.

La production de boues décroît régulièrement. En effet, conformément aux engagements du SIAAP dans le cadre du schéma directeur, le volume d'eau traité sur l'usine Seine aval est en constante diminution, au profit de nouvelles stations d'épuration mises en service (Seine Grésillons à Triel-sur-Seine, Seine Morée au Blanc-Mesnil et Seine amont à Valenton,...).

Suite à l'incendie en février 2018, le conditionnement thermique a été altéré. L'atelier de centrifugation et les centrifugeuses mobiles ont pris le relais. Ce qui explique l'augmentation brutale de production par centrifugation en 2018. La production des boues cuites centrifugées a débuté en mars 2020.

Suite à l'incendie de juillet 2019, l'unité de clarifloculation a été détruite : il y a eu moins de chlorure ferrique ajouté (réduction du nombre de points d'injection), ce qui a entraîné une baisse de la teneur en phosphore dans les boues produites. Les doses d'épandage sont adaptées en conséquence, et les teneurs reviennent aux niveaux observés avant l'incendie depuis début 2020. Le débit d'eau usée envoyé sur la station d'épuration a été réduit ce qui a entraîné une diminution du volume de boue produit en 2020.

2.1.2. Évacuation des boues produites

Dans un objectif de réutilisation des éléments valorisables et dans le respect du Plan Régional d'Élimination des Déchets Ménagers et Assimilés (PREDMA) d'Ile-de-France, le SIAAP a fait le choix de privilégier la valorisation agricole pour traiter les boues de Seine aval. Deux filières sont mises en œuvre :

- ✓ la valorisation agricole directe,
- ✓ la valorisation agricole après compostage.

Une filière de secours (évacuation en ISDND) est mise en œuvre par le SIAAP pour :

- ✓ les boues non conformes, qui ne peuvent être valorisées en agriculture **ou envoyées en compostage**,
- ✓ les boues de surproduction, quand les ressources de la filière agricole et autres filières alternatives sont épuisées.

Sur les sept dernières années, la production de boues (en tMB) de l'usine Seine aval a été majoritairement évacuée en agriculture : 51,1 % en épandage et 43,8 % en compostage, en moyenne.

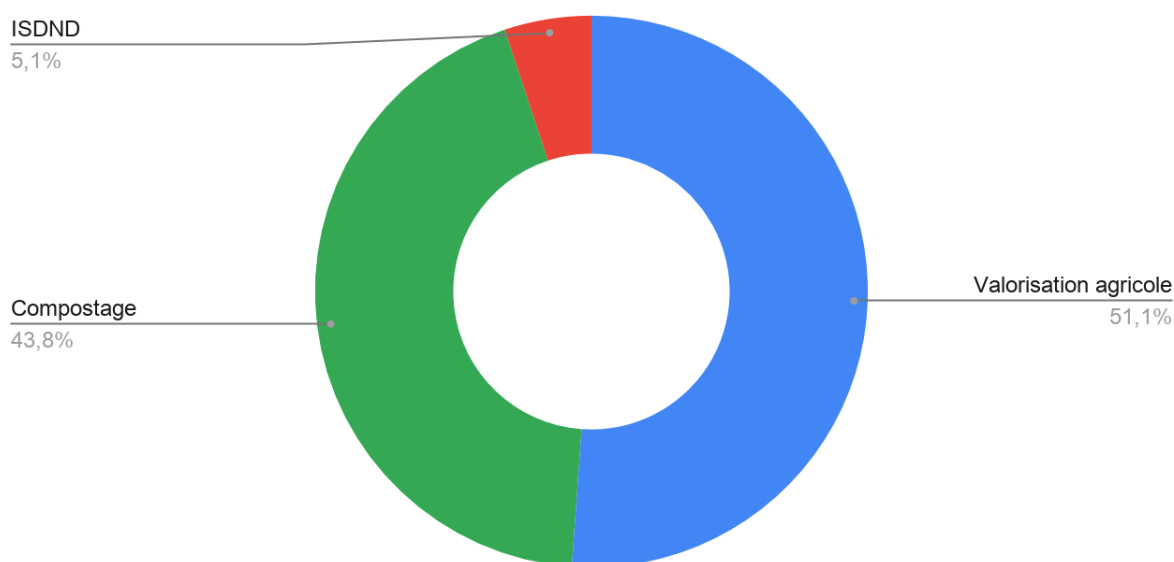


Figure 14: Répartition de la production totale de boues (en MB) par filière en % (moyenne sur la période 2012-2020)

Les boues thermiques sont essentiellement valorisées par épandage direct, sur le périmètre autorisé de Seine aval.

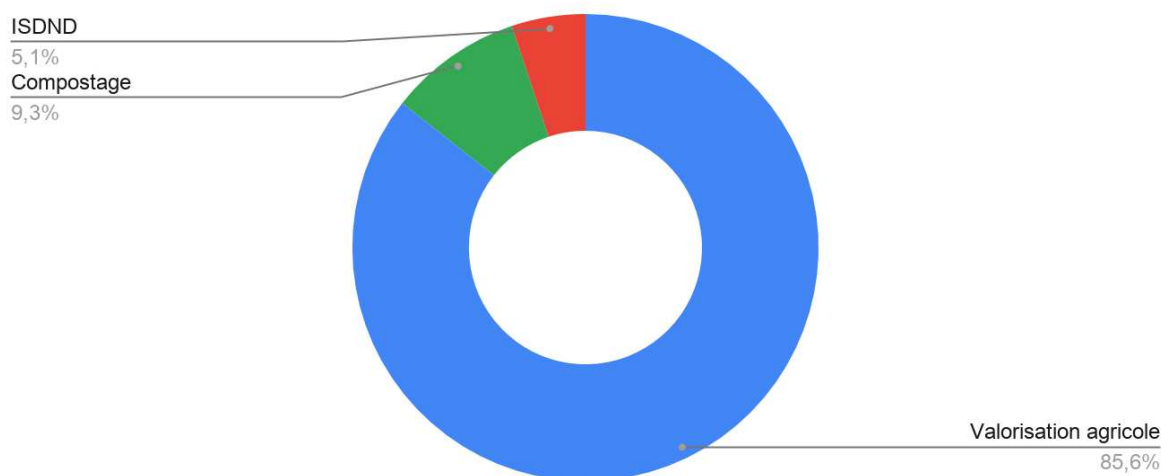


Figure 15: Répartition de la production de boues thermiques (en MS) par filière (moyenne sur la période 2012-2020)

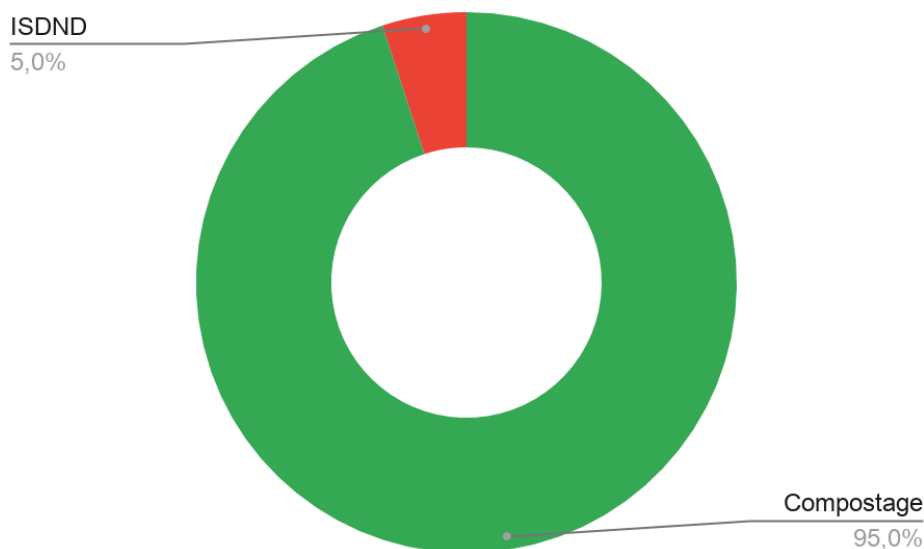


Figure 16: Répartition de la production de boues non thermiques centrifugées (en MB) par filière en % (moyenne sur la période de 2012/2020)

2.1.3. Quantité de boues valorisées en agriculture dans les Yvelines

Depuis 1990, une partie des boues de Seine aval est valorisée dans le département des Yvelines. Suite à l'arrêté du 8 janvier 1998, la filière d'épandage des boues de Seine aval est encadrée par l'arrêté du 20 juillet 2009.

Les boues thermiques sont valorisées par épandage direct. Aujourd'hui les tonnages valorisés par épandage, dans le département des Yvelines représentent environ 2 % des boues thermiques de Seine aval épandues. Les boues de Seine aval ne sont pas valorisées en compostage dans les Yvelines.

Tableau 6: Quantité de boues thermiques épandue dans les Yvelines (en tMB)

Campagne d'épandage	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Tonnage MB valorisé	1599,94	2641,82	2461,68	334,32	1 217,24	2 103,02	2 442,19	1 391,70	622,20	329,3
% de la quantité de boues thermiques épandues	2,1%	3,2%	3,4%	0,5%	1,6%	2,5%	2,9%	1,9%	1,9%	1,4%

Tableau 7: Répartition des tonnages par département du périmètre Seine aval, pour la campagne 2020

Département*	Tonnage de boues thermiques valorisé par épandage direct (en tMB)	Tonnage de boues thermiques envoyé en compostage (en tMB)	Tonnage de boues centrifugées envoyé en compostage (en tMB)
02 – Aisne*	5 132		976
18 – Cher	921		591
27 – Eure	2 929		
28 - Eure-et-Loir	2 424	60	1 711
41 - Loir-et-Cher	429		4 700
45 – Loiret	3 568	157	5 834
51 – Marne	513	178	5 820
60 – Oise	2 947	29	1 939
76 - Seine-Maritime	60		
77 - Seine-et-Marne	2 137		1 017
78 – Yvelines	329		1 494
80 - Somme	1 829		
95 - Val d'Oise	660		
Total	23 878	424	24 082

* départements du périmètre Seine aval

La demande de renouvellement d'autorisation dans le département des Yvelines ne concerne que les boues thermiques de Seine aval valorisées par épandage direct. Dans la suite du document :

- il ne sera plus fait mention des composts de boues (thermiques ou non thermiques centrifugées) de Seine aval, non concernés par la demande de renouvellement d'autorisation,
- le terme « boues » de Seine aval se rapporte uniquement aux boues thermiques centrifugées ou filtrées de Seine aval (sauf mention contraire).

2.2. Caractéristiques analytiques des boues

2.2.1. Echantillonnage et analyses des boues thermiques

Des analyses sont réalisées pour contrôler la conformité réglementaire des boues (Éléments-Traces Métalliques (ETM), Composés-Traces Organiques (CTO), micro-organismes pathogènes) et leur intérêt agronomique (paramètres agronomiques).

La fréquence analytique est définie réglementairement selon la quantité de matière sèche produite. En 2020, 13 640 t MS de boues thermiques filtrées ont été produites sur Seine aval. La moyenne de production étant de 50 000 t MS environ, cette faible production s'explique par l'incendie. La production de boues thermiques centrifugées a débuté en mars 2020 pour un total de 22 522 t MS sur l'année.

Pour un tonnage de boues épandues supérieur à 4 800 t MS par an, le producteur de boues doit réaliser sur sa production, chaque année, au minimum 24 analyses pour les paramètres agronomiques et les ETM et 12 analyses pour les CTO. L'usine Seine aval va au-delà de ces

prescriptions en effectuant 52-53 analyses annuelles pour les paramètres agronomiques, les ETM et les CTO.

L'ensemble des analyses effectuées est détaillé au chapitre 10.4.1.2. de ce document.

Tableau 8: Fréquence analytique des boues de Seine aval

	Fréquence analytique pour une production de plus de 4 800 t MS en routine (arrêté du 08/01/1998 modifié le 15/09/2020)	Nombre d'analyse de boues thermiques réalisées en 2020 (Production de 13 640 tMS)
Eléments fertilisants	24	53
ETM	24	53
CTO	12	53

La traçabilité des boues thermiques débute dès leur production. Un échantillon représentatif d'une semaine de production est envoyé à un laboratoire accrédité COFRAC, afin d'analyser les paramètres agronomiques et les teneurs en éléments-traces dans les boues. Les bulletins d'analyses sont publiés sur le site : <http://bouesseineaval.siaap.fr/>

Les échantillons représentatifs sont constitués de la manière suivante pour chaque semaine de production; sept jours sur sept :

- boues thermiques filtrées (BTF) : un prélèvement est réalisé à chaque pressée, soit environ une centaine de prélèvements par semaine
- boues thermiques centrifugées (BTC) : des prélèvements sont réalisés toutes les 4 heures, soit 42 échantillons par semaine au total

Ils sont étiquetés et récupérés par le laboratoire interne tous les jours. Les échantillons de la semaine de production sont ensuite mélangés et sous-échantillonnés conformément aux normes en vigueur pour ne former plus qu'un seul échantillon moyen représentatif. Ce dernier est envoyé à un laboratoire indépendant accrédité COFRAC, pour analyse. Le délai de retour des résultats est de 1 à 3 semaines. Ainsi, la valeur agronomique et les teneurs en ETM et CTO sont déterminées pour chaque semaine de production.

Rappel : un lot de boues est constitué d'1 à 2 semaines de production. Chaque lot est donc caractérisé par une à deux analyses complètes.

NB : Suite à la parution de l'arrêté du 15/09/2020 impliquant l'interdiction de livrer les boues en tête de parcelle lorsque l'épandage n'est pas autorisé (du 15/11 au 15/01), le SIAAP a été contraint de regrouper en 2020 jusqu'à 7 semaines de production dans un même lot (résultat d'analyse connu avant le regroupement).



Figure 17: Échantillonnage en sortie de filtre-presse

2.2.2. Type de boues épandues

Les boues thermiques filtrées sont :

- ✓ solides : leur siccité (taux de matière sèche) est d'environ **45-50 %**. Elles sont facilement pelletables et épandables. Elles forment des tas dont les talus ont une pente supérieure à 30°,
- ✓ stables et hygiénisées grâce à la digestion et au conditionnement thermique.

Les boues thermiques déshydratées par centrifugation (BTC) sont :

- ✓ solides : leur siccité (taux de matière sèche) est d'environ **40 %**. Elles sont facilement pelletables et épandables. Elles forment des tas dont les talus ont une pente supérieure à 30°,
- ✓ stables et hygiénisées grâce à la digestion et au conditionnement thermique.



Figure 18: Boues thermiques filtrées (BTF) et Boues thermiques centrifugées (BTC)

2.2.3. Résultats d'analyses

2.2.3.1. Boues thermiques filtrées

Le tableau suivant présente les résultats d'analyses des **boues thermiques épandues** au cours des campagnes de ces cinq dernières années.

Nb : les boues épandues au cours de la campagne n peuvent correspondre à des lots de boues produits l'année n et l'année n-1, les livraisons pour la campagne d'épandage débutant au mois d'octobre de l'année n-1.

Tableau 9: Synthèse des résultats d'analyse des boues thermiques filtrées (BTF) épandues pour la période 2012-2020

Détermination	Unité	Teneur dans les boues épandues sur le périmètre Seine aval											Arrêté du 08/01/1998 Valeurs limites
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020			
		Moy	Moy	Moy	Moy	Moy	Moy	Moy	Moy	Min	Max	Moy	
Nombre d'analyses	-	54	71	53	63	58	53	63	58	45			
Matière sèche (MS)	%	51,1	51,1	50,6	50,1	51,9	51,7	52,3	49,4	45,1	52,6	49,7	Sans objet
pH	-	8,4	8,4	8,4	8,4	8,5	8,4	8,4	8,46	8,4	8,7	8,58	
C/N	-	14,6	14,4	12,9	12,4	12,3	12,7	13,9	13,73	13,2	17,3	14,51	
VALEUR AGRONOMIQUE													
Nombre d'analyses	-	54	71	53	63	58	53	63	58	45			
Matière organique (MO)	kg/t MB	240	238	226,4	204,5	203,1	206,1	196,8	196,52	172,7	211,6	196,5	Sans objet
Azote total (NTK)		9,6	9,5	9,8	10	10	10	9,6	9,8	7,8	10,6	9,41	
Phosphore (P2O5)		51,7	50,4	52,6	54,2	52,5	53,1	43,8	44,51	36	57,9	46,62	
Potassium (K2O)		2	2	1,6	1	1	0,7	1	0,82	0,6	1,3	0,9	
Magnésium (MgO)		7,3	7,6	6,6	6,6	6,6	5,2	5	4,97	4,4	6,6	5,66	
Soufre (SO3)		24,6	24	26,3	26,09	24,1	25,83	40,3	25,16	22,84	38,72	31,62	
Calcium (CaO)		68,6	69,3	68,2	69,9	67,6	65,2	59,4	61,49	54,9	72	64,8	
OLIGO-ÉLÉMENTS													
Nombre d'analyses	-	54	71	53	63	58	53	63	58	45			
Bore (B)	mg/kg MS	29,5	25,9	16,4	5,7	5,6	5,5	33,4	34	34	34	34	Sans objet
Fer (Fe)	g/kg MS	85,7	84,2	93,1	89	93,7	110,6	101,5	92,29	51,2	101,7	77,92	
Nombre d'analyses		4	4	4	4	4	4	4	4	4			
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	9,4	7,1	7,4	6,6	6,9	6,6	7,7	9,3	8	14,2	10,75	Sans objet
Cobalt (Co)		14,4	12,9	8	3,9	3,7	5,3	6	6,1	5,4	7,7	6,22	
Manganèse (Mn)		216,3	232,5	237,5	246,4	241,5	240,4	224,4	227,9	203	249	227,95	
ELEMENTS-TRACES METALLIQUES (ETM)													
Nombre d'analyses	-	54	71	53	63	58	53	63	58	45			
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	4,7	4,8	5	4,4	3,9	3,7	1,9	2,13	1,9	3,1	2,56	10
Chrome (Cr)		61,8	64,2	64,2	61,9	69,2	68,3	62	57,5	47,1	79,6	62,2	1 000
Cuivre (Cu)		626,6	611,4	673,6	744,4	724,9	725,5	610,6	655,6	555	786	680,74	1 000
Mercure (Hg)		2,8	2,7	2,5	2,3	2,2	2,1	1,7	1,4	0,71	1,7	1,18	10
Nickel (Ni)		32,2	29,7	29,3	28,4	28,5	27,7	31,1	31,37	25,4	53,2	33,18	200
Plomb (Pb)		175,2	176,1	162,4	144,2	150,7	135,4	138,2	124,65	87,4	162	122,14	800
Zinc (Zn)		1953,7	1 920,7	1967,2	1938	1920,7	1880,4	1673,2	1651,32	1466	2077	1792,12	3 000
Cr + Cu + Ni + Zn		2674,8	2 626,6	2734,2	2772,7	2739,3	2702	2376,8	2395,88	2222	2841	2568,27	4 000
COMPOSÉS-TRACES ORGANIQUES (CTO)													
Nombre d'analyses	-	54	71	53	63	58	53	63	58	45			
Total des 7 PCB	mg/kg MS	0,14	0,29	0,28	0,25	0,24	0,21	0,22	0,15	0,11	0,56	0,25	0,8
Fluoranthène		0,86	0,87	0,92	0,66	0,67	0,61	0,93	0,79	0,47	0,98	0,68	5
Benzo (b) fluoranthène		0,38	0,42	0,29	0,27	0,23	0,19	0,43	0,34	0,22	0,43	0,3	2,5
Benzo (a) pyrène		0,29	0,39	0,29	0,2	0,17	0,16	0,36	0,3	0,05	0,39	0,24	2

*Remarque : depuis, 2011, les données sont exprimées en moyennes pondérées : les teneurs obtenues pour chaque analyse sont pondérées par le tonnage en matière sèche du lot correspondant.

Un bulletin d'analyse de boues est donné à titre d'exemple en annexe 2. Les bulletins sont publiés régulièrement sur le site <http://bouesseineaval.siaap.fr/>.

2.2.3.2. Boues thermiques centrifugées

Le tableau suivant présente les résultats d'analyses des boues thermiques centrifugées produites depuis mars 2020, ainsi que les résultats des essais de 2018.

Tableau 10: Synthèse des résultats d'analyse des boues thermiques centrifugées (BTC)

Détermination	Unité	Teneur dans les boues produites sur le périmètre Seine aval				Arrêté du 08/01/1998 Valeurs limites
		Essais 2018 (S 20 à 23)	Production 2020 (mars à décembre)			
		Moy	Min	Max	Moy	
Nombre d'analyses	-	4	44			
Matière sèche (MS)	%	41	39,5	44,9	41,73	Sans objet
pH	-	7,8	7,5	8,7	8,4	
C/N	-	10,4	12,7	16,5	13,72	
VALEUR AGRONOMIQUE						
Nombre d'analyses	-	4	44			
Matière organique (MO)	kg/t MB	165,8	152,4	178	162	Sans objet
Azote total (NTK)		8	6,8	9,3	8,22	
Phosphore (P2O5)		37,5	35	49,3	41,4	
Potassium (K2O)		0,5	0,5	1	0,69	
Magnésium (MgO)		3,9	3,8	5,3	4,72	
Soufre (SO3)		23,5	20	35,5	27,4	
Calcium (CaO)		51,8	47,2	64,8	55,9	
OLIGO-ÉLÉMENTS						
Nombre d'analyses	-	4	44			
Bore (B)	mg/kg MS	8,1	34	34	34	Sans objet
Fer (Fe)	g/kg MS	93,7	76,6	103	87	
Nombre d'analyses	-	4	44			
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	8,5	7,3	14	10,3	Sans objet
Cobalt (Co)		7,2	5,1	7,9	6,45	
Manganèse (Mn)		281	198	246	220	
ELEMENTS-TRACES METALLIQUES (ETM)						
Nombre d'analyses	-	4	44			
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	2,9	1,8	3,4	2,5	10
Chrome (Cr)		62,4	46,3	72,6	56,2	1 000
Cuivre (Cu)		649,7	558	782	657	1 000
Mercure(Hg)		2,3	0,68	1,7	1,03	10
Nickel (Ni)		29,3	24,7	34,5	30,3	200
Plomb (Pb)		128,3	79,1	139	115	800
Zinc (Zn)		1730	1416	1876	1 668	3 000
Cr + Cu + Ni + Zn		2470	2125,9	2661,2	2 412	4 000
COMPOSÉS-TRACES ORGANIQUES (CTO)						
Nombre d'analyses	-	4	44			
Total des 7 PCB	mg/kg MS	0,2	0,14	0,47	0,24	0,8
Fluoranthène		0,8	0,44	0,81	0,61	5
Benzo (b) fluoranthène		0,3	0,22	0,42	0,3	2,5
Benzo (a) pyrène		0,2	0,17	0,38	0,24	2

2.2.4. Commentaires des analyses des boues thermiques de Seine aval

Mis à part la siccité, les paramètres agronomiques des boues thermiques déshydratées par filtre-pressé (BTF) et par centrifugation (BTC) sont semblables, les commentaires sont donc valables pour ces deux types de boues.

2.2.5. Paramètres physico-chimiques et valeur agronomique

- ✓ La **siccité des boues**, supérieure à 45 % de MS pour les boues thermiques filtrées (BTF) et environ 40% minimum pour les boues thermiques déshydratées par centrifugation (BTC), leur confère un aspect solide permettant une bonne tenue en tas, un pelletage et un épandage facile.
- ✓ le **pH** est basique (autour de 8,5).
- ✓ la **matière organique** représente environ 20 à 25 % de la matière brute. Elle provient de la biomasse bactérienne ayant participé à l'épuration des eaux usées. Son effet sera à court terme d'améliorer la structure du sol grâce aux produits transitoires de décomposition, et à long terme d'augmenter le bilan humique.
- ✓ la quantité de **calcium** (exprimée en CaO) des boues est de l'ordre de 65 kg/tMB. Ces teneurs, élevées pour des boues non chaulées, sont liées aux eaux du bassin parisien, naturellement chargées en calcium. Le calcium est, d'une part, nécessaire au bon état physiologique des cultures (rôles dans l'assimilation de divers éléments minéraux), et d'autre part, joue un rôle fondamental dans la préservation de la structure des sols agricoles.
- ✓ la teneur en **azote** (exprimée en NTK) ne permet pas de couvrir les besoins des cultures (environ 9 kg/tMB). Il s'agit principalement d'azote contenu dans la matière organique, assimilable après minéralisation. Cet élément étant indispensable à la croissance végétale, l'agriculteur sera donc amené à compléter sa fumure en azote.
- ✓ les boues thermiques se démarquent de la majorité des autres boues par leur richesse en **phosphore** (P_2O_5) : 47 kg/tMB). Le phosphore est donc l'élément dimensionnant dans le calcul de la dose d'apport de boues de Seine aval. Le phosphore améliore la résistance à la verse ainsi qu'aux maladies et à la sécheresse, et favorise également le développement du système racinaire.
- ✓ la quantité de **magnésium** (exprimée en MgO) dans les boues est de 5,7 kg/tMB. Cet élément intervient dans la composition des grains et des tubercules ainsi que dans la formation des composés phosphatés, de la chlorophylle, des glucides, des protéines et de certaines vitamines.
- ✓ les boues de Seine aval présentent une teneur en **soufre** (SO_3) de 32 kg/tMB. Cet élément entre dans la composition de certains acides aminés (constituants des protéines) et joue un rôle essentiel dans le métabolisme des vitamines. Une carence en soufre est préjudiciable pour les cultures.

- ✓ Les boues de Seine aval sont également pourvus d'autres éléments, présents dans de plus faibles proportions :
 - le **potassium** (exprimé en K₂O) est très soluble dans l'eau et est donc peu retenu par les processus de décantation. Il se retrouve ainsi en faible quantité dans les boues. Il intervient dans la photosynthèse et agit dans la division cellulaire et la formation des lipides,
 - les **oligo-éléments** (Co, Mo, Cu, B,...) sont présents à l'état de traces. Ils sont indispensables à la plante.

La valeur agronomique des boues est exposée de façon plus détaillée au chapitre 3 de ce document.

2.2.6. Éléments-traces

Au même titre que toutes les boues de station d'épuration, les produits organiques, les engrais « classiques » et que les sols agricoles récepteurs, les boues de Seine aval contiennent des éléments dits « indésirables », qui font l'objet d'un suivi spécifique :

- ✓ les éléments-traces métalliques (ETM), plus communément appelés métaux lourds,
- ✓ les composés-traces organiques (CTO).

L'arrêté national du 8 janvier 1998 [modifié le 15 septembre 2020](#) impose un suivi des teneurs en ETM et CTO dans les boues de station d'épuration destinées à l'épandage et mentionne des valeurs seuils, retenues comme indicateur de l'innocuité des boues. Il prescrit également une surveillance des sols.

2.2.6.1. Éléments-Traces Métalliques (ETM)

Les ETM sont apportés par les eaux usées domestiques, par les eaux industrielles et par le ruissellement des eaux pluviales. Certains de ces éléments sont essentiels pour la croissance des plantes (cuivre et zinc), mais peuvent s'avérer néfastes pour la plante à concentration élevée. Leurs teneurs dans les boues de Seine aval valorisées en agriculture sont inférieures aux seuils réglementaires, comme le montrent le tableau 11.

Tableau 11: [Variation des teneurs en ETM mesurées dans les boues de Seine aval épandues en 2020](#)
(valeurs calculées à partir des résultats des 45 analyses)

	Min (mg/kg MS)	Max (mg/kg MS)	Moyenne* (mg/kg MS)	Valeurs limites Arrêté du 08/01/98	% du maximum par rapport à la valeur limite
Cd	1,8	3,4	2,5	10	34%
Cr	46,3	72,6	56,2	1 000	7%
Cu	558	782	657	1 000	78%
Hg	0,68	1,7	1,03	10	17%
Ni	24,7	34,5	30,3	200	17%
Pb	79,1	139	115	800	17%
Zn	1416	1876	1 668	3 000	63%
Cr+Cu+Ni+Zn	2125,9	2661,2	2 412	4 000	67%

* moyennes pondérées

2.2.6.2. Composés-Traces Organiques (CTO)

Les composés-traces organiques sont issus des activités humaines domestiques, notamment des activités de transport et des activités industrielles.

Les tableaux ci-dessous comparent les teneurs des boues de Seine aval aux valeurs seuils fixées par la réglementation.

Tableau 12: **Variation des teneurs en CTO mesurées dans les boues de Seine aval épandues en 2020 (valeurs calculées à partir des résultats des 45 analyses)**

	Min (mg/kg MS)	Max (mg/kg MS)	Moyenne* (mg/kg MS)	Valeurs limites Arrêté du 08/01/98	% du maximum par rapport à la valeur limite
Somme des 7 PCB (Polychlorobiphényle)	0,14	0,47	0,24	0,8	60%
Fluoranthène	0,44	0,81	0,61	5	16%
Benzo (b) fluorentène	0,22	0,42	0,3	2,5	17%
Benzo (a) pyrène	0,17	0,38	0,24	2	19%

* moyennes pondérées

Les teneurs en ETM et CTO des boues de Seine aval sont inférieures aux limites réglementaires.

2.2.7. Mesures engagées pour réduire les teneurs en éléments-traces

Les politiques nationales de réduction à la source des émissions de polluants ont permis une diminution des teneurs en ETM et CTO dans les boues (développement des essences sans plomb, interdiction des thermomètres au mercure, remplacement des canalisations en cuivre ou plomb par des canalisations en PVC...).

De même, les actions complémentaires des gestionnaires de réseaux, des services de l'État en charge des installations classées, des Agences de l'eau, des SATESE⁴ et du SIAAP permettent d'identifier les sources de micropolluants et d'en réduire les flux.

Parmi les actions récentes menées par les services d'assainissement sur le bassin versant de l'usine Seine aval, on peut citer :

- ✓ dans le Val-de-Marne, l'analyse systématique des produits de curage a été effectuée de façon à détecter les secteurs où pouvaient apparaître des teneurs en ETM supérieures à la normale,
- ✓ une étude a été menée sur les rejets à l'égout de l'UIOM de Saint-Ouen : elle a permis d'évaluer le flux de cadmium susceptible d'aboutir au réseau d'assainissement,
- ✓ un programme de recherche a été engagé sur le quartier du Marais, pour mesurer les flux de micropolluants issus du ruissellement des eaux pluviales. Il a été ainsi possible d'évaluer les flux de cadmium provenant des toitures en zinc et d'expliquer les teneurs observées à l'aval de quartiers d'habitation sans activités polluantes identifiées.

Ces mesures et actions ont permis de diminuer les teneurs en éléments-traces (ETM principalement) dans les boues de Seine aval depuis ces dernières années.

Ce constat, exprimé par Baize et al (2008), est confirmé par les données analytiques du SIAAP des 20 dernières années (cf. tableau 13 et 14).

⁴ SATESE : Syndicat d'Assistance Technique pour l'Épuration et le Suivi des Eaux

Tableau 13: Evolution des teneurs en ETM des boues de Seine aval, depuis 1996



— Courbe de tendance

Tableau 14: Evolution des teneurs en CTO des boues de Seine aval, depuis 1998



— Courbe de tendance

Les années 2004, 2006, 2013 et 2014 sont des années exceptionnelles de la production des boues de Seine aval. En effet, plusieurs lots de boues ont été envoyés en ISDND du fait de l'identification d'une non-conformité en PCB.

L'origine probable de ces épisodes est liée à des rejets de pyralène (liquide isolant des transformateurs) dans le réseau. En effet, les épisodes de non-conformité coïncident avec des échéances réglementaires de démantèlement des transformateurs au pyralène.

Aucune de ces boues n'a été valorisée en agriculture par épandage ni par compostage.

2.2.8. Micro-organismes pathogènes

L'arrêté du 8 janvier 1998 n'impose pas de critères rédhibitoires à l'épandage des boues en matière de micro-organismes pathogènes. Toutefois, l'hygiénisation des matières à épandre facilite les conditions de mise en œuvre de la filière.

Actuellement, l'hygiénisation des boues est un critère obligatoire pour l'épandage suite aux préconisations particulières dans le cadre de la continuité des services d'assainissement pendant la crise Covid-19 (circulaire du 2 avril 2020 et arrêté du 30 avril 2020).

Le caractère hygiénisé des boues est reconnu lorsque les deux conditions suivantes sont simultanément remplies :

① Il est prouvé que les boues, à la sortie du traitement en assurant l'hygiénisation, respectent des concentrations limites pour 3 types de micro-organismes pathogènes (cf. Tableau 15). La concentration en coliformes thermo-tolérants (non pathogènes, mais indicateurs d'une contamination), est également analysée. Cette valeur sert de référence (sans qu'il y ait de valeur limite) pour les mesures de la condition ②.

② Une surveillance continue (1 analyse tous les 15 jours, en période d'épandage) des concentrations en coliformes thermo-tolérants (marqueurs de la qualité de la boue) est mise en place. [Cette fréquence d'analyse est renforcée tout au long de la production pour la période COVID, soit 1 analyse toutes les semaines.](#)

Atteindre le statut de "boue hygiénisée" résulte d'un processus volontaire du SIAAP allant au-delà des demandes minimales réglementaires. Ce caractère hygiénisé influe sur les modalités de stockage des boues en tête de parcelle, en permettant notamment leur livraison toute l'année.

Afin d'évaluer l'efficacité hygiénisante de la digestion et du conditionnement thermique des boues, le SIAAP a mis en place un suivi analytique depuis 1999 :

- comme l'exige la condition ①, l'hygiénisation a été contrôlée par des analyses complètes des germes pathogènes visés par l'arrêté du 8 janvier 1998 lors de la caractérisation initiale du procédé de traitement des boues,
- la condition ② est vérifiée par la réalisation d'une analyse de coliformes thermotolérants tous les 15 jours – [ou toutes les semaines en période de COVID-](#) en sortie de traitement ([soit entre 26 et 52 analyses](#)) et de 15 analyses par an réalisées sur des boues entreposées en tête de parcelle, durant la période d'épandage allant de mi-juillet à mi-octobre. Les concentrations mesurées en routine en sortie de traitement sont interprétées en référence à celle obtenue lors de la caractérisation initiale, et doivent démontrer l'absence de recontamination : si les teneurs sont supérieures à l'initiale, la boue perd le statut de boue hygiénisée. Pour le recouvrer, il faut procéder à nouveau aux analyses de la condition ①.

Les résultats sont les suivants pour les **boues thermiques filtrées (BTF)** :

Tableau 15: Analyse de caractérisation des boues thermiques filtrées

	Analyses initiales de caractérisation de boues en 1999	Valeurs limites Arrêté du 08/01/98
	Semaine 1	
Salmonelles (NPP */10g MS)	< 3	< 8 NPP/10 gMS
Entérovirus (NPPUC**/10g MS)	< 2	< 3 NPPUC/10 gMS
Œufs d'helminthes viables (nbre d'œufs /10g MS)	< 1	< 3/10 gMS
Coliformes thermotolérants (nbre/g MS)	< 6	-

Tableau 16: Analyses de vérification de l'hygiénisation en 2020

Germes pathogène	2020					Valeurs limites Arrêté 08/01/98	
	BTF	Semaine 10	Semaine 22	Semaine 36	Semaine 47		En tête de parcelle
Salmonelles		<8	<8	<8	<8	-	< 8 NPP*/10 g MS
Entérovirus		Absence	Absence	Absence	Absence	-	< 3 NPPUC**/10 g MS
Œufs d'helminthes viables		Absence	Absence	1	Absence	-	< 3/10 g MS
Escherichia coli (nb/g MS)		<56	<56	<56	<5,6	-	-
Coliformes thermotolérants (nb/g MS)		23***	<3	<3	Absence	entre <1 et 60	-

* NPP : Nombre le Plus Probable

** NPPUC : Nombre le Plus Probable d'Unités Cytoplasmiques

*** la semaine 10 a été envoyée en compostage, la teneur en coliformes thermotolérants de la semaine 11 est <3

L'analyse de caractérisation de l'hygiénisation des **boues thermiques centrifugées (BTC)** est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 17: Analyse de caractérisation des boues thermiques centrifugées

	Analyse initiale de caractérisation des BTF en 2020	Valeurs limites Arrêté du 08/01/98
	Semaine 42	
Salmonelles (NPP */10g MS)	< 3	< 8 NPP/10 gMS
Entérovirus (NPPUC**/10g MS)	Absence	< 3 NPPUC/10 gMS
Œufs d'helminthes viables (nbre d'œufs /10g MS)	1	< 3/10 gMS
Escherichia coli (nb/g MS)	< 1 700	-
Coliformes thermotolérants (nbre/g MS)	< 2 600	-

Les BTC n'ont pas été valorisées directement en agriculture en 2020. Des analyses de contrôle de l'hygiénisation seront réalisées sur ces boues en 2021 avant d'être envoyées en valorisation agricole.

Les bulletins d'analyses de caractérisation de l'hygiénisation des BTC sont présentés en annexe 2. Ceux des analyses BTF ne peuvent être présentés car les archives de 1999 n'ont pas été conservées.

Les boues thermiques filtrées (BTF) et les boues thermiques centrifugées (BTC) de Seine aval présentent des teneurs négligeables en microorganismes pathogènes, elles sont donc hygiénisées. L'absence de recontamination des boues est contrôlée avant leur déstockage en tête de parcelle.

2.2.9. Phytotoxicité et écotoxicité des boues thermiques

En complément des analyses du suivi réglementaire, le SIAAP a mené en 2010 des tests de phytotoxicité et d'écotoxicité sur les boues de Seine aval. **De nouveaux tests sont actuellement en cours de réalisation.**

2.2.10. Phytotoxicité

Deux tests de phytotoxicité ont été réalisés par un laboratoire indépendant, sur des cultures-témoin sélectionnées pour leur sensibilité :

- un test d'inhibition de la germination du cresson, permettant de vérifier un éventuel impact négatif de l'épandage de boues de Seine aval sur la germination des cultures,
- un test d'inhibition de la croissance de la laitue, permettant de contrôler l'éventuel impact négatif des boues sur le développement des cultures.

Ces deux tests ont mis en évidence l'absence de phytotoxicité des boues de Seine aval. Les résultats détaillés sont présentés en annexe 3.

2.2.11. Ecotoxicité

Les tests d'écotoxicité permettent d'évaluer la toxicité d'un produit pour l'environnement en étudiant la réaction d'organismes sensibles aux variations du milieu à la présence du produit considéré.

Les tests suivants ont été réalisés pour les boues de Seine aval :

- écotoxicité terrestre : test de mortalité des vers de terre,
- écotoxicité aiguë⁵ : test d'immobilisation des daphnies,
- écotoxicité chronique⁶ : test d'inhibition de la croissance de *P. subcapitata* (algue)

Les résultats détaillés sont présentés en annexe 3.

Le test sur les vers de terre montre une mortalité nulle, même pour un milieu constitué à 100 % de boues de Seine aval.

Les résultats obtenus pour les boues de Seine aval sont conformes aux valeurs limites utilisées pour l'évaluation de la dangerosité des déchets (article R541-8 du Code de l'Environnement).

2.3. Valeur agronomique des boues

La valorisation agricole des boues urbaines repose sur deux principes : intérêt agronomique et innocuité de leur épandage. La valeur agronomique résulte de l'importance des apports en éléments fertilisants (azote, phosphore, ...) ou amendants (matière organique, calcium) face aux besoins des sols et cultures, et ce, à des doses d'épandage déterminées.

L'épandage des boues de Seine aval présente un intérêt agronomique, détaillé au chapitre suivant, qui justifie leur valorisation agricole :

- ✓ pour les sols : par l'apport amendant de matière organique et de calcium,
- ✓ pour les cultures : par l'apport de phosphore principalement.

⁵ Effet toxique lié à une exposition de courte durée et à une dose élevée au produit considéré

⁶ Effet toxique lié à une exposition prolongée et à faible dose au produit considéré

3. Intérêt agronomique des boues épandues

L'intérêt des boues de Seine aval réside dans leur aptitude :

- à fournir aux cultures des éléments fertilisants, notamment phosphore, magnésium et soufre,
- à apporter aux sols de la matière organique (maintien du taux d'humus et de la stabilité structurale des agrégats du sol) et du calcium (maintien du pH du sol, contribution à la structure du sol).

Le choix des agriculteurs d'utiliser ce type de produits repose principalement sur des considérations agronomiques (teneur en certains éléments, disponibilité, forme chimique,...) ainsi que sur les paramètres technico-économiques (coût, commodité d'emploi, service accompagnant le produit, pratique agricole, image de marque, contraintes liées à l'exploitation).

3.1. Un intérêt agronomique reconnu

3.1.1. Apport en éléments fertilisants

Les végétaux ne peuvent absorber les éléments fertilisants que sous une forme minérale, dissoute dans la solution du sol. Dans les boues de Seine aval, ces éléments sont présents sous différentes formes chimiques minérales et organiques. La minéralisation progressive de la matière organique et les interactions entre les différents compartiments du sol vont donc conditionner leur capacité à passer dans la solution du sol.

Ce phénomène est traduit par la notion de coefficient de disponibilité, qui exprime la fraction d'un élément fertilisant disponible pour la nutrition de la culture, au cours de la première année suivant l'épandage.

La valeur agronomique des boues de Seine aval correspond donc à leur teneur en éléments fertilisants conjuguée à la capacité de ces éléments à intervenir dans la nutrition végétale.

[L'étude du potentiel agronomique des boues thermiques filtrées de Seine aval a été réalisée en 2010. Une nouvelle étude a débuté début 2021 sur les BTF et les BTC afin d'actualiser les données obtenues en 2010 suite aux différentes modifications intervenues sur l'usine.](#)

3.1.1.1. Le phosphore

Le phosphore et la plante

Le phosphore exerce plusieurs rôles vis-à-vis des végétaux. Il favorise :

- ✓ la croissance (action conjuguée à celle de l'azote),
- ✓ le développement des racines et l'accroissement de la masse des racelles (amélioration de l'alimentation et donc de la croissance de la plante),
- ✓ la précocité (favorisée par un développement racinaire rapide),
- ✓ la rigidité des tissus (augmentation de la résistance à la verse et aux maladies cryptogamiques),
- ✓ la fécondation et la fructification,

- ✓ la qualité des produits (augmentation de la richesse des tissus en phosphore).

Une carence en phosphore ralentit la croissance et affaiblit la plante. La floraison, les graines et les fruits sont significativement réduits.

Un excès de phosphore n'a pas d'effet direct sur la plante, mais peut indirectement provoquer une carence en zinc, fer et manganèse.

La fertilisation phosphatée

Certaines cultures sont plus sensibles à la nutrition phosphatée (betterave, colza...) que d'autres (blé tendre, maïs grain...). On parle alors d'exigence de la culture vis-à-vis de l'élément phosphore.

Le phosphore a la particularité d'être absorbé par les colloïdes du sol et est donc susceptible d'être libéré progressivement. Ainsi, il convient de raisonner la fertilisation phosphatée à l'échelle d'une rotation, selon le principe de la fumure de fond.

Le phosphore des boues de Seine aval

Les boues de Seine aval présentent une teneur en P_2O_5 de **46,6 kg/tMB pour les BTF et 41,4 kg/tMB pour les BTC**, ce qui constitue un des principaux intérêts agronomiques de leur utilisation en agriculture.

Plusieurs tests de marquage isotopique des ions phosphore ont été menés sur les boues thermiques, dans le cadre de la thèse d'A. GUIVARCH (Institut National de la Recherche Agronomique de Bordeaux, « *Valeur fertilisante à court terme du phosphore des boues de stations d'épuration urbaines* », 2001) et d'essais réalisés avec l'INRA (2006). Ces tests ont permis de fixer le coefficient de biodisponibilité du phosphore à **75 %** dans les boues.

En parallèle de ces études, un « suivi renforcé phosphore », initié en 2004, a été mis en place sur trois exploitations agricoles (ou fermes pilotes) localisées dans trois départements (Aisne, Eure et Loiret). L'objectif était d'évaluer, par des analyses de sols répétées dans le temps, l'évolution de la teneur en phosphore après épandage et ainsi de mieux connaître l'effet et le comportement du phosphore dans les sols suite à des épandages de boues thermiques.

Ce suivi, qui s'est déroulé jusqu'en 2010, a permis de mettre en évidence :

- une absence d'accumulation de phosphore total dans les sols recevant des boues thermiques dans les conditions normales d'exploitation,
- une probable libération lente, dans le temps, du phosphore organique présent dans les boues thermiques et du phosphore lié au complexe argilo-humique du sol.

La part de phosphore disponible dans les boues de Seine aval est évaluée à 75 %.

Afin d'approfondir ces connaissances sur le comportement du phosphore, le SIAAP a entamé, dès 2012, une réflexion sur la mise en œuvre d'un dispositif expérimental complet, sur une parcelle unique, dont les paramètres sont contrôlés (fertilisation, dose d'épandage, dates d'intervention, analyses...), afin d'obtenir des données pouvant être traitées statistiquement.

Ce dispositif vise à :

- préciser la dynamique du phosphore des boues de Seine aval dans le sol après épandage et affiner les connaissances sur sa disponibilité pour la nutrition des cultures à l'échelle d'une rotation culturale ;
- évaluer le comportement, et en particulier la dynamique du phosphore, pour des boues traitées selon différents procédés.

Pour ce projet, le SIAAP et son prestataire SEDE en charge de la mise en œuvre de la filière d'épandage, ont établi un partenariat avec l'UniLaSalle à Beauvais, afin de disposer des moyens et du savoir-faire de personnels de recherche spécialisé pour la réalisation des analyses et l'accompagnement de l'interprétation des résultats. Ce suivi a fait l'objet d'une étude scientifique, en partenariat avec les trois organismes.

- 1) une étude en plein champ (in situ), permettant d'acquérir des données en conditions réelles de culture, sur une rotation de 3 ans représentative du périmètre d'épandage (orge – colza – blé) ;
- 2) une étude en laboratoire (en incubation), permettant de vérifier en milieu contrôlé les résultats obtenus en plein champ, et de les approfondir ;
- 3) une étude en serre, permettant de déterminer l'impact des boues sur la disponibilité du P dans le sol et le prélèvement du phosphore par les cultures.

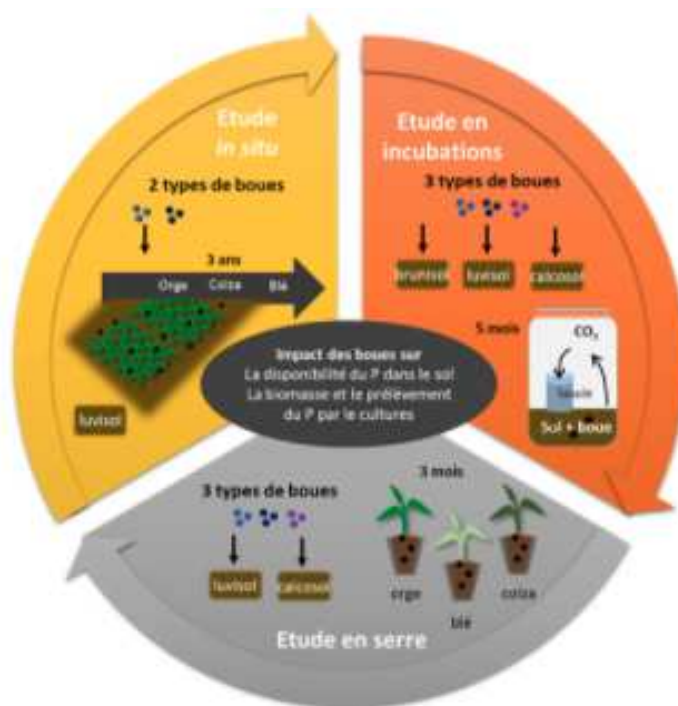


Figure 19: Projet STEPHOR

Ces trois études se sont déroulées de septembre 2015 à juillet 2018.



Figure 20: Chronologie des trois études

L'essai a débuté avec un premier épandage en septembre 2015 (essai in situ) et s'est terminé en 2019 (interprétations des mesures des 3 essais : Etude in situ, étude en incubation et étude en serre) ont permis d'élaborer les conclusions suivantes :

L'étude in situ a pu mettre en évidence le fait que le fertilisant minéral augmente brusquement le phosphore disponible⁷ du sol, alors que la boue thermique l'augmente progressivement. La minéralisation du phosphore organique par les microorganismes du sol semble être à l'origine de cette augmentation progressive. Effectivement, la phosphatase⁸ alcaline est une enzyme synthétisée par les microorganismes permettant la minéralisation, or les boues thermiques semblent favoriser l'activité microbienne.

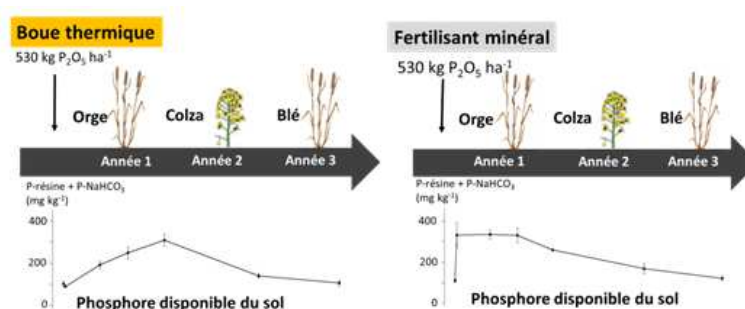
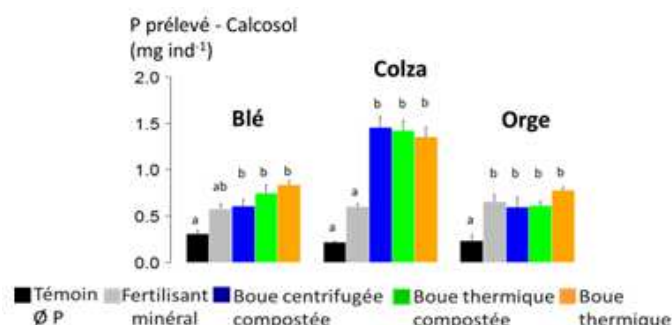


Figure 21: Impact des boues sur la disponibilité du phosphore dans le sol

L'étude en serre a pu mettre en évidence le fait qu'à dose équivalente de P apporté, le prélèvement de P par le colza est plus fort avec les apports de boues qu'avec le fertilisant minéral.



⁷ Le P disponible est la fraction du phosphore contenu dans le sol qui peut être prélevée par les plantes.

⁸ Phosphatase : Enzyme permettant la dégradation de phosphore organique en phosphore inorganique. On distingue la phosphatase acide, qui peut être libérée par les racines des plantes et qui est plus efficace en milieu acide, de la phosphatase alcaline, qui peut être libérée par les microorganismes et qui est plus efficace en milieu alcalin.

Figure 22: Impact des boues sur le prélèvements du phosphore par les cultures

Les boues produites par la station Seine aval du SIAAP peuvent constituer des fertilisants en phosphore pour les cultures.

- Une boue riche en phosphore organique peut permettre d'apporter progressivement du phosphore au cours de la culture.
- L'apport de boues est à privilégier avant une culture de colza, culture la plus efficace pour prélever le phosphore apporté avec les boues.
- Gérer les doses d'apport à l'échelle de la parcelle, en fonction de sa teneur en phosphore disponible.

Les boues produites par la station d'épuration Seine aval du SIAAP peuvent donc constituer des fertilisants en phosphore pour les cultures. L'ensemble des résultats montre que **les trois types de boues étudiées**, à savoir la boue centrifugée (non thermique) compostée, la boue thermique et la boue thermique compostée, **permettent d'augmenter la teneur en P disponible des sols**. L'évolution du P disponible dans les sols fertilisés avec les boues diffère de celle des sols fertilisés avec un fertilisant minéral. L'apport de fertilisant minéral engendre en effet une brusque augmentation de la teneur en P disponible, alors que les boues engendrent une augmentation progressive.

L'impact de l'apport de boues sur la disponibilité du P dans le sol dépend des formes de P qu'elles contiennent. L'ensemble des résultats suggère que le P organique apporté avec les boues, en étant minéralisé dans le sol, permet progressivement d'augmenter le P disponible. En revanche, le P minéral sous forme apatitique (P lié au Ca) apporté avec les boues semble peu contribuer à l'augmentation du P disponible. Ces résultats suggèrent **qu'une boue ayant une forte proportion de P organique et une faible proportion de P apatitique sera plus efficace pour augmenter le P disponible du sol**.

Le SIAAP poursuit l'étude du comportement des boues de Seine aval en renouvellement en 2020/2021 la mesure du potentiel agronomique des boues BTF et BTC. Elle permettra d'affiner les conseils de fertilisation apportés aux agriculteurs utilisant des boues de Seine aval.

3.1.1.2. L'azote

L'azote et la plante

L'azote est un constituant majeur des protéines, composants essentiels de la matière vivante. Il favorise la croissance des plantes, en plus d'être un facteur de qualité (teneur en protéines des céréales par exemple).

La fertilisation azotée

Actuellement, la fertilisation azotée se raisonne conformément au Programme d'Actions National (PAN) et au Programme d'Action Régional (PAR) d'Ile-de-France, mis en place dans les zones vulnérables, au titre de la directive n° 91/676/CEE du 12 décembre 1991 concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles, dite directive "nitrates".



Le raisonnement de la fumure azotée est basé sur la méthode des bilans, qui consiste à équilibrer les besoins totaux en azote de la culture en fonction de l'azote disponible, constitué des fournitures du sol (reliquats azotés et minéralisation⁹), des apports atmosphériques, des déjections animales et des engrais minéraux.

La méthode des bilans prend également en compte les effets d'un épandage organique (boues, fumier, lisier) sur plusieurs années. On parle d'une part d'« effet direct » (lié à l'épandage de l'année) et d'autre part, d'« arrière effet » (lié aux épandages des années précédentes).

L'azote des boues de Seine aval

On distingue différentes formes d'azote dans les boues :

- ✓ l'azote minéral : sous forme ammoniacale, et éventuellement sous forme nitrique, immédiatement disponible pour la plante,
- ✓ l'azote organique : forme prédominante, disponible après minéralisation. Une partie est minéralisée au cours de l'année suivant l'épandage et bénéficie ainsi à la culture suivante. Le reste est incorporé dans la matière organique du sol, puis progressivement minéralisé au cours des années suivantes, à la même vitesse que l'humus du sol.

L'azote disponible pour la culture est donc constitué de l'azote minéral (ammoniacal et nitrique) et de l'azote organique minéralisé en première année.

En 2010, le laboratoire LCA de La Rochelle a effectué une mesure de la cinétique de minéralisation de l'azote organique des boues thermiques produites sur l'usine Seine aval.

Cette analyse permet d'évaluer les quantités d'azote potentiellement disponibles pour la culture après épandage, par le dosage de l'azote minéral libéré dans le sol.

⁹ Processus de décomposition de la matière organique par les microorganismes du sol, au cours duquel une partie de l'azote organique est transformé en azote minéral, assimilable par la plante.

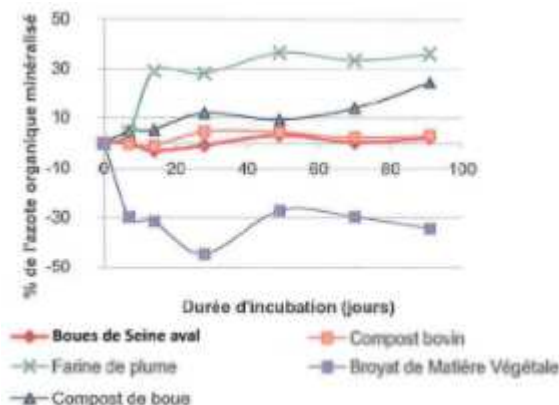


Figure 23: Cinétique de minéralisation de l'azote pour différents produits organiques
(Source : potentiel agronomique 2010)

L'étude évalue le coefficient de minéralisation de l'azote organique à 7,6 %, soit une disponibilité de l'azote total (intégrant la fraction d'azote ammoniacal immédiatement disponible) d'environ 17 %.

Les résultats présentés dans le tableau ci-dessous, considèrent la quantité d'azote disponible pour la culture suite à un épandage à 8 t MB/ha de boues.

Tableau 18: Évaluation de l'azote disponible, suite à un épandage de boues

	Boues thermiques Moyenne des boues épandues de 2018 à 2020
N ammoniacal (NH ₄)	16 kg
N nitrique (NO ₃)	0 kg
N organique	61 kg
N organique minéralisé*	4,3 kg
N total disponible**	~20 kg
Coefficient de disponibilité de l'azote total	26 %

*N organique minéralisé = N organique × coefficient de minéralisation de l'azote

** N total disponible = N ammoniacal + N nitrique + N organique minéralisé

L'azote minéral, initialement présent dans les boues sous forme ammoniacale, est disponible à court terme. Toutefois, les pertes d'ammoniac par volatilisation peuvent être importantes si l'épandage est réalisé par temps chaud, sur sol sec ou en présence de vent. Aussi, il est préconisé un enfouissement rapide après épandage.

La minéralisation de la matière organique conduit à la fourniture d'azote au sol, dont l'ampleur maximale devrait être observée 6 à 7 mois environ après l'épandage. Très liée aux conditions d'humidité et de température du sol, celle-ci sera différée si les épandages sont réalisés en automne ou en période de sécheresse.

Les boues de Seine aval participent de façon marginale à la nutrition azotée des cultures. Une fertilisation complémentaire de l'agriculteur est donc nécessaire.

Bien que présent en quantités négligeables, l'azote présent dans les boues de Seine aval est pris en compte dans le raisonnement de la fertilisation azotée.

3.1.1.3. Le potassium

Le potassium et la plante

Le potassium intervient dans la photosynthèse, dans le processus de division cellulaire et dans la formation des lipides.

La fertilisation potassique

La fertilisation potassique doit assurer une alimentation non limitante de la production, en tenant compte des exportations des cultures.

La dose annuelle à apporter sera d'autant plus élevée que la teneur du sol en potassium est faible et que les cultures ont des besoins importants.

Il est conseillé aux agriculteurs d'apporter entre 40 et 150 unités de potassium sur céréales et oléagineux, et autour de 200 unités sur betteraves, afin de compenser les exportations de la culture (COMIFER, 2007), suivant l'objectif de rendement fixé par l'agriculteur.

Le potassium des boues de Seine aval

Les boues thermiques présentent une teneur en potassium relativement faible (0,9 kg/t MB). Comme pour le phosphore, le potassium n'est pas totalement assimilable par la plante.

En 2010, une étude a été menée sur la disponibilité du potassium des boues thermiques. Les résultats montrent que la disponibilité immédiate du potassium est de 10 %, la majeure partie du potassium étant sous forme insoluble dans l'eau, en raison de sa liaison avec les composés organiques. La mise à disposition du potassium pour les plantes est donc à la fois liée à la vitesse et à l'importance de la minéralisation de la matière organique présente dans les boues, et aux phénomènes de solubilisation des minéraux du sol.

Le coefficient de biodisponibilité du potassium dans les boues thermique est évalué à 10 % en première année. Le potassium restant est mis à disposition des cultures à mesure de la minéralisation de la matière organique des boues.

Les boues thermiques constituent un apport en potasse faible. Une fumure complémentaire est nécessaire, en fonction de la nature du sol récepteur et de sa teneur en cet élément.

3.1.1.4. Le soufre

Le soufre et la plante

Tout comme l'azote, cet élément est essentiel à la synthèse des protéines. C'est un constituant indispensable de certains acides aminés (cystéine, méthionine,...). Il est également indispensable à la photosynthèse (coenzyme nécessaire à la fonction des chloroplastes) et intervient dans la synthèse des acides gras (lipides), d'enzymes vitales et de quelques vitamines. Un excès de soufre peut entraîner une acidification du milieu.

La fertilisation soufrée

Le soufre est particulièrement intéressant sur les cultures d'automne, pour lesquelles un effet starter peut être observé à la levée. Il est en outre bien valorisé par le colza dont les besoins sont importants en sortie d'hiver.

Avant colza, un apport systématique de 75 kg de SO₃/ha en sortie d'hiver est préconisé par le CETIOM¹⁰. Les besoins annuels des cultures fortement exigeantes comme le colza varient de 100 à 200 kg de SO₃/ha selon le rendement et la qualité souhaitée (O. GOJJARD, 2007). La betterave sucrière a également des besoins en soufre importants, de l'ordre de 100 kg de SO₃/ha/an.

Le soufre étant un élément lessivable, le climat (précipitations et température) pendant l'hiver conditionnera la quantité de SO₃ restant dans le sol.

Le soufre des boues de Seine aval

Les boues de Seine aval présentent une teneur en soufre de 31,8 kg/t MB.

En 2010, une étude a été réalisée sur la disponibilité du soufre des boues thermiques, produites sur l'usine Seine aval.

Les résultats de cette étude définissent un coefficient de biodisponibilité du soufre égal à 44 % pour les boues thermiques.

Sur le terrain, un essai, en partenariat avec la Chambre d'Agriculture de l'Eure a été mis en place de 2008 à 2011. L'enjeu de cet essai était d'observer la quantité de soufre disponible apporté par les boues thermiques sur cultures de blé et colza en sortie d'hiver, en comparaison avec une fumure minérale classique. Les résultats ont montré l'absence de carence en soufre sur les cultures suivant un épandage de boues de Seine aval (cf. 10.V.1)

3.1.1.5. Le magnésium

Le magnésium et la plante

Le magnésium participe à certaines fonctions vitales dans la plante (photosynthèse, métabolisme de l'azote, métabolisme du phosphore). Il intervient dans la composition des grains et des tubercules ainsi que dans la formation des composés phosphatés, de la chlorophylle, des glucides, des protides et de certaines vitamines.

La fertilisation magnésienne

La fertilisation magnésienne doit répondre aux mêmes objectifs généraux que la fertilisation phosphatée : elle doit assurer une alimentation non limitante de la production, en tenant compte des exportations des cultures à mettre en place.

La dose annuelle à apporter sera d'autant plus élevée que la teneur du sol est faible et que les cultures ont des besoins importants (betterave principalement).

Il est conseillé aux agriculteurs d'apporter 10 à 15 kg/ha de magnésium sur céréales et oléagineux, et de 30 kg/ha de magnésium sur betterave (culture exigeantes vis-à-vis de cet élément) afin de compenser les exportations occasionnées par ces cultures (COMIFER, 2007).

Le magnésium des boues de Seine aval

Les boues de Seine aval présentent une teneur en magnésium de 5,7 kg/t MB.

En 2010, une étude a été réalisée sur la disponibilité du magnésium des boues thermiques, produites sur l'usine Seine aval.

¹⁰ *Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains.

Les résultats de cette étude définissent un coefficient de biodisponibilité du magnésium égal à 48 % pour les boues thermiques.

3.1.2. Apport en éléments amendants

3.1.2.1. La matière organique

La matière organique et le sol

L'apport de matière organique au sol engendre 3 types d'effets :

- ✓ Effets sur les caractéristiques physiques et mécaniques :
 - amélioration de la stabilité structurale (cohésion des agrégats, mouillabilité des parois des pores) et limitation des phénomènes de battance,
 - diminution de la densité apparente du sol (Khaleel et al., 1981 ; Clapp et al. 1986),
 - augmentation de la capacité de rétention en eau liée à l'augmentation du taux de carbone organique (Epstein, 1975 ; Khaleel et al., 1981).
- ✓ Effets sur les caractéristiques chimiques :
 - augmentation de la Capacité d'Échange Cationique (CEC, propriétés de fixation et d'échange de cations) (Epstein et al. 1976), (Hinesly et al., 1979),
 - diminution du risque de lessivage et de pollution des eaux par les pesticides (Andreux et al., 1995) ; avec l'apport de matière organique le complexe argilo-humique est conforté et favorise la stabilité des éléments dans les sols et leur disponibilité pour les plantes,
 - complexation des éléments-traces métalliques. Sous forme complexée, ces éléments peuvent être plus mobiles, mais leur toxicité est généralement diminuée.
- ✓ Effets sur les caractéristiques biologiques :
 - stimulation de l'activité microbienne (dégradation de la matière organique).

Les pratiques agricoles intensives menées depuis l'après-guerre ont entraîné une diminution généralisée des taux de matière organique dans les sols agricoles français. Les exploitations agricoles s'étant peu à peu spécialisées en grandes cultures, elles ne disposent pas d'effluents d'élevage permettant de compenser cette diminution. Afin de maintenir les propriétés physiques et biologiques de leurs sols, les agriculteurs céréaliers compensent donc les pertes de matière organique par des apports organiques exogènes à leur exploitation, tels que les boues de Seine aval.

Composition de la matière organique

La matière organique est composée de deux fractions principales :

- ✓ une fraction soluble, facilement dégradable : polysaccharides et protéines ;
- ✓ une fraction plus stable, dégradée sur plusieurs années : produits ligno-cellulosiques et autres précurseurs humiques.

Des études, menées entre autres par Chaussod en 1993, ont montré que la fraction stable de la matière organique des boues d'épuration était de 20 % en moyenne. Elle est de 43,7 % dans les boues de Seine aval. Cette différence s'explique par le traitement des boues de Seine aval (phase de digestion en particulier), qui entraîne une dégradation plus importante de la matière organique soluble, par rapport à d'autres procédés plus couramment utilisés, augmentant de ce fait la proportion de matière organique stable.

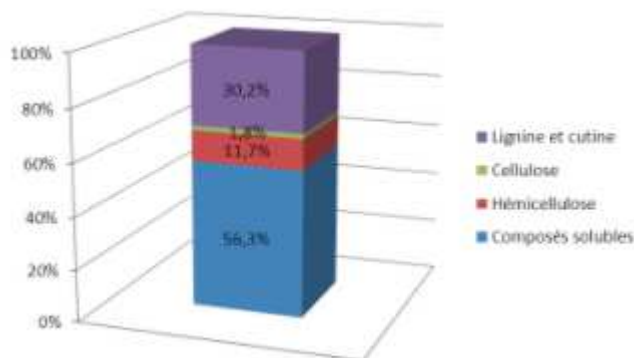


Figure 24: Composition biochimique de la matière organique des boues thermiques
(Source : *potentiel agronomique 2010*)

Les boues thermiques de Seine aval sont donc susceptibles de constituer des composés humiques stables contribuant à l'entretien du pool de matière organique du sol récepteur.

Cinétique de minéralisation du carbone

En 2010, une étude a été menée par le laboratoire LCA sur la cinétique de minéralisation du carbone des boues thermiques, dans le but d'estimer les réserves de matière organique potentiellement minéralisable par le sol.

Les résultats mettent en évidence une cinétique de minéralisation du carbone des boues thermiques proche de celle d'un compost de boues (coefficient de minéralisation égal à 27,8 %). Ce résultat traduit la bonne stabilité de la matière organique des boues thermiques qui se dégrade lentement dans le sol, en comparaison aux boues d'épuration classiques qui se dégradent rapidement.

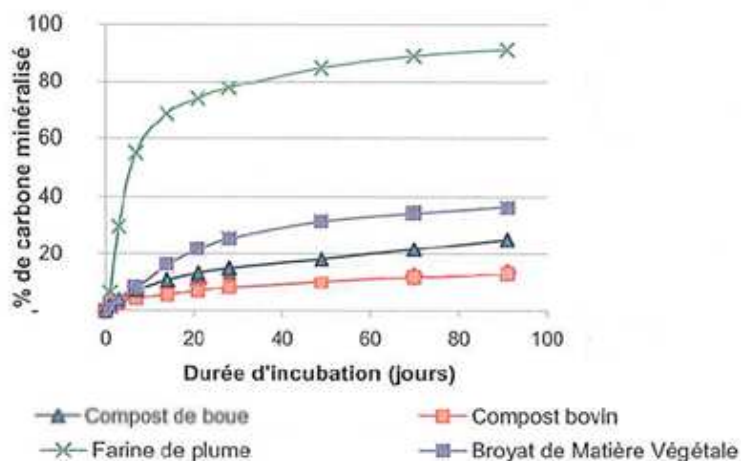


Figure 25: Coefficient de minéralisation du carbone pour différents produits organiques
(Source : *potentiel agronomique 2010*)

Les boues de Seine aval constituent un apport en matière organique stable.

Indice de Stabilité Biologique de la Matière Organique (ISMO)

L'ISMO, indice mis au point par l'INRA, permet d'évaluer le potentiel de la matière organique d'un produit à former de l'humus stable. Il s'agit d'une modélisation réalisée en laboratoire à partir des résultats du fractionnement biochimique de la matière organique.

Plus l'ISMO est élevé, plus le produit sera susceptible de produire de l'humus stable dans le sol.

Une étude, réalisée en 2010, a évalué l'ISMO des boues thermiques à 81 %. Cela signifie que 81 % de la matière organique des boues formera de l'humus stable dans le sol. Du fait de leur mode de production, les boues thermiques sont plus stables que la majorité des autres boues d'épuration et se placent dans le même ordre de grandeur que les composts de boues (cf. Figure 26), ce qui conforte les résultats obtenus par la cinétique de minéralisation du carbone.

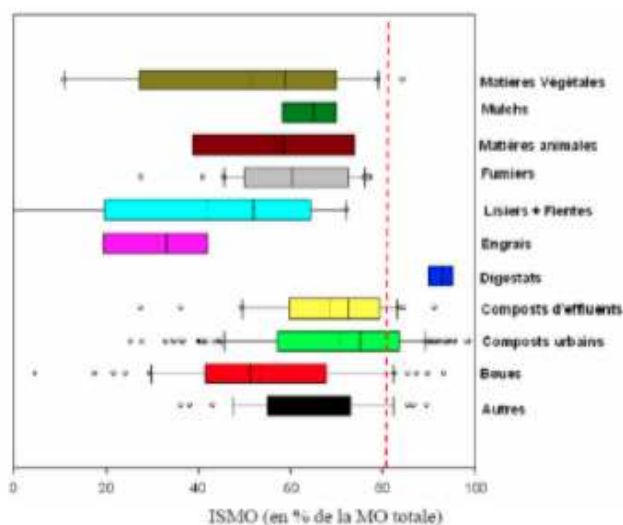


Figure 26: Positionnement des boues par rapport aux ISMO relevés sur différents amendements
(Source : potentiel agronomique 2010)

La matière organique des boues de Seine aval présente une bonne stabilité. Leur épandage contribue à l'amélioration de la structure des sols et à l'entretien du taux d'humus dans le sol.

3.1.2.2. Le calcium

Le calcium et la plante

Le calcium joue un rôle important dans la constitution des tissus végétaux et permet aux plantes de mieux se développer. Il intervient comme régulateur du pH de la cellule végétale, aide à vaincre les intoxications cellulaires et augmente la fixation de l'azote pour les légumineuses.

De plus, selon les expériences vécues par les agriculteurs-utilisateurs, l'apport de boues de Seine aval permet d'améliorer les propriétés physiques du sol (ou du moins les maintenir) en participant à leur entretien calcique, et d'entretenir le pH des sols.

Notons toutefois qu'un apport excessif de calcium entraîne un risque de blocage de certains oligo-éléments.

Le calcium et l'amélioration des propriétés physiques du sol

Le calcium a la propriété de flocculer les colloïdes du sol (humus, argiles) et par conséquent d'améliorer la résistance à la dégradation de la structure et notamment :

- ✓ limiter les risques de battance en surface préjudiciables à la levée des cultures de printemps,
- ✓ limiter les risques de prise en masse de l'horizon labouré, liés à une pluviométrie hivernale élevée et préjudiciables aux cultures d'hiver (céréales, principalement),
- ✓ augmenter la vitesse de ressuyage et en conséquence la « praticabilité » du terrain. Les risques de compactage occasionnés par les travaux en automne ou printemps pluvieux sont ainsi diminués. Cette amélioration est recherchée dans les systèmes de culture avec

interventions fréquentes à l'automne ou au printemps (préparation ou récolte de cultures de printemps telles que le maïs).

Les pertes annuelles en calcium d'un sol (exportations par les plantes et lessivage, principalement) sont de l'ordre de 300 à 600 kg/ha.

Effet des boues sur le pH du sol

Les boues de Seine aval ne sont pas chaulées. Leur richesse en calcium est liée à la nature des eaux du bassin parisien, naturellement calcaires. Aussi le calcium contenu dans les boues, bien qu'exprimé par convention sous forme CaO dans les analyses, est en réalité présent sous de nombreuses formes différentes (lié au phosphore, par exemple) et n'a pas d'effet chaulant¹¹.

Toutefois, un test d'Effet Alcalinisant par Incubation (EAI), mené en 2010 a mis en évidence que l'apport de boues de Seine aval contribue à l'entretien du pH des sols, en compensant leur acidification naturelle.

Le calcium des boues de l'usine Seine aval

Un épandage de boues de Seine aval apporte entre 400 et 600 kg de CaO/ha et contribue au maintien de la teneur du sol.

L'apport des boues de Seine aval compense en partie les pertes annuelles en éléments fertilisants et amendants. Leurs épandages participent au maintien du pH et à la stabilisation de la structure du sol.

3.2. Adéquation des épandages avec les sols des yvelines

3.2.1. Relations texture/structure/état organique

D'après les données de la base GISSOL (*source* : <http://bdat.gissol.fr>), le département des Yvelines est majoritairement couvert par des sols à dominante limoneuse. Les analyses réalisées sur les points de référence du périmètre d'étude confirment cette prédominance des textures limoneuses, qui représentent 66 % des sols analysés (cf. Figure 27).

Plus grossiers que les argiles, les limons sont à l'origine de sols bien aérés, avec une bonne capacité de rétention en eau. Toutefois, ils constituent des structures instables et sensibles au tassement.

Les passages répétés d'engins agricoles et la pluviométrie sont les acteurs principaux favorisant la destruction des agrégats du sol et conduisant à son compactage, avec, pour conséquence, un enracinement des cultures plus difficile, une capacité de rétention en eau et une aération du sol réduites et, dans certains cas, l'apparition de phénomènes de battance (*source* : P. Duchaufour. 2001. *Introduction à la Science du sol. 6^e édition. DUNOD édition*).

¹¹ L'effet sur le pH de la chaux n'est pas dû à l'ion calcium, mais à l'ion OH⁻ auquel il est associé dans la chaux. Le calcium n'est qu'un ion dit « accompagnateur ».

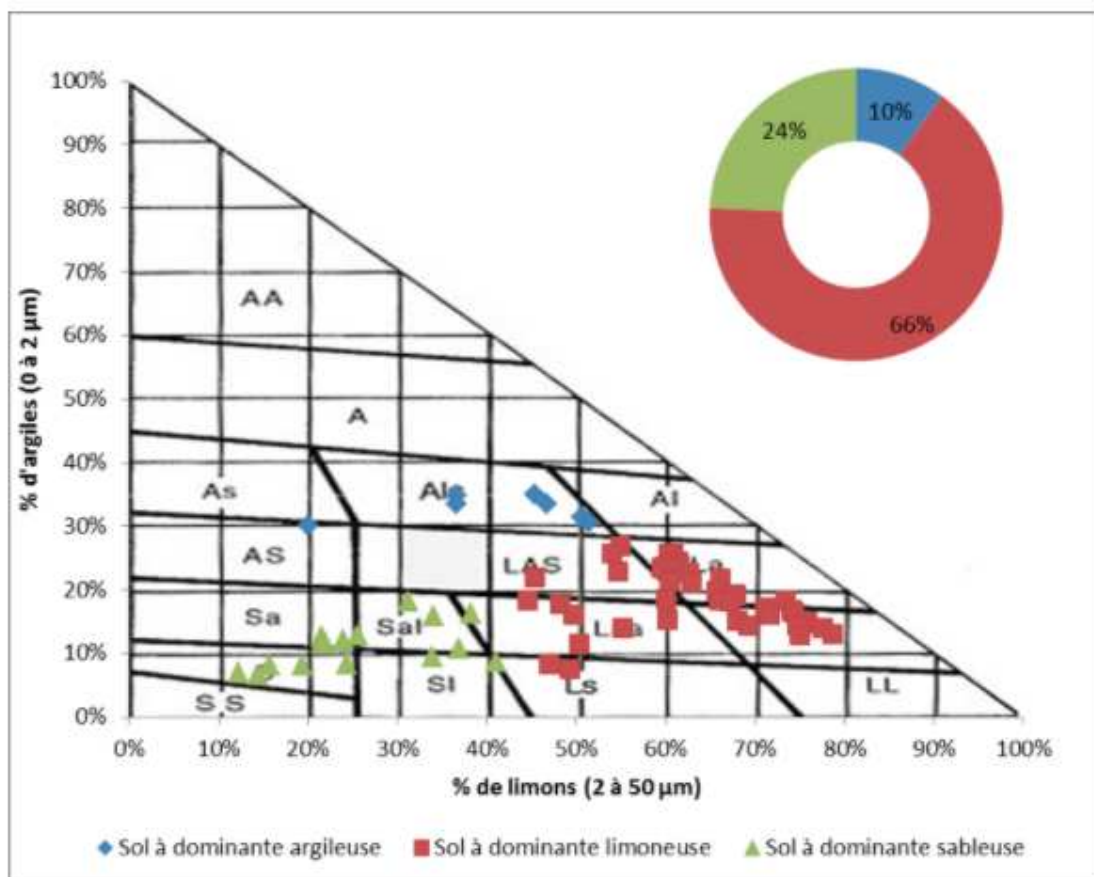


Figure 27: Répartition des sols du périmètre dans les Yvelines en fonction de leur texture (classification GEPPA)

Le calcium et la matière organique peuvent atténuer ces phénomènes :

- le calcium intervient comme flocculant, favorisant la liaison de la matière organique avec les argiles du sol,
- en se liant aux argiles, la matière organique va constituer le complexe argilo-humique, véritable ciment du sol, qui va permettre la constitution d'agrégats structurant le sol et améliorant sa stabilité.

La teneur en matière organique des sols analysés (points de référence) est relativement hétérogène (cf. figure suivante) : près de 51 % présentent une carence en matière organique (teneur ≤ 20 g/kg de sol sec), contre 17 % de sols bien pourvus (teneur > 30 g/kg de sol sec). Des apports réguliers de matière organique sont donc importants pour le redressement ou le maintien d'un état organique favorable.

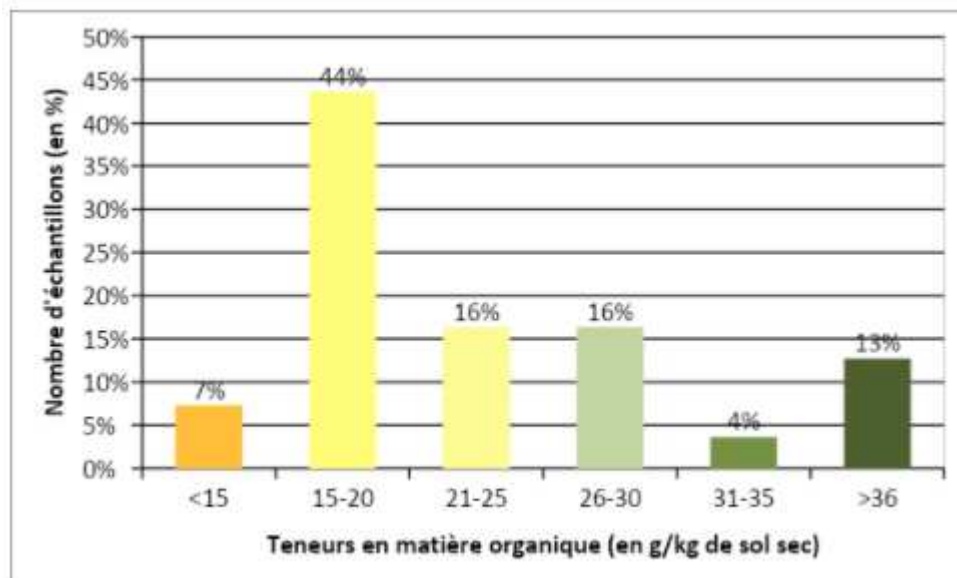


Figure 28: Répartition de la matière organique des points de référence analysés (en g/kg de sol sec)

Les boues de Seine aval constituent un apport de matière organique stable (cf. 3.1.2.1), doublé d'un apport calcique, favorable à l'amélioration ou au maintien de la structure du sol.

3.2.2. Statut acido-basique des sols

Les sols du périmètre sont basiques ([pH moyen de 8,6 sur les analyses réalisées en 2020](#)).

Cette propriété permet d'empêcher l'acidification du sol liée à la fertilisation minérale (nitrification de l'azote...) ou à la dégradation de la matière organique (libération d'acides organiques).

Dans le cas contraire, une augmentation trop importante du pH peut être dommageable pour les cultures (COPPENET. 1957) : inhibition de l'absorption de l'azote, du phosphore, des oligo-éléments...

Comme vu précédemment, les boues de Seine aval ne sont pas chaulées. Elles contribuent cependant à l'entretien du pH des sols, sans l'augmenter.

L'apport de boues de Seine aval est donc en adéquation avec le statut acido-basique des sols du périmètre.

3.2.3. Macroéléments P, K, Mg

La figure ci-dessous présente les teneurs en macroéléments fertilisants relevées sur le périmètre Seine aval.

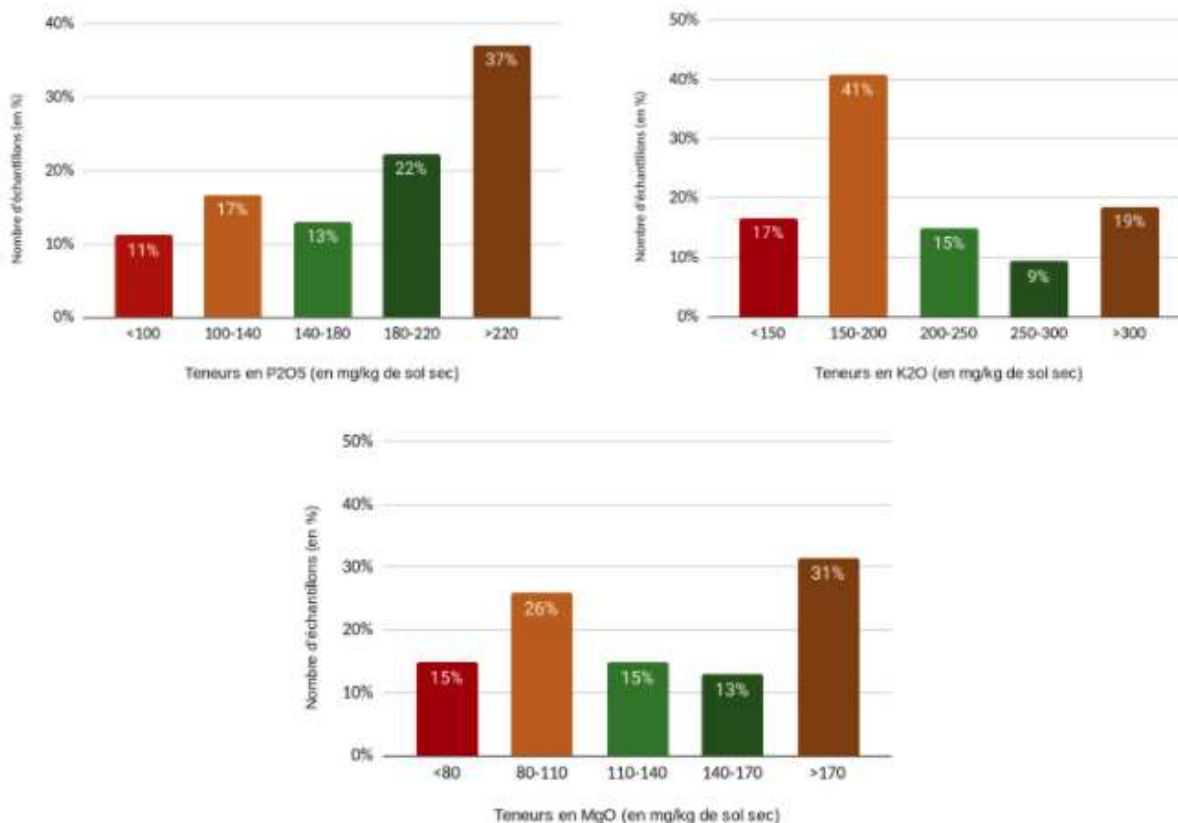


Figure 29: Teneurs en macroéléments (en g/kg de sol sec) relevées sur le périmètre Seine aval du département des Yvelines

Environ 63 % des sols étudiés présentent une teneur faible à moyenne en phosphore (teneur ≤ 220 mg/kg sol sec). Pour ces sols, l'apport régulier de boues de Seine aval contribuera à l'amélioration de la teneur en phosphore. Pour les sols mieux pourvus, un apport raisonné de boues de Seine aval contribuera à l'entretien du potentiel agronomique des parcelles et à la nutrition des cultures.

Un peu moins de la moitié des sols du périmètre sont bien pourvus en potasse (43 % des sols présentent une teneur > 200 mg/kg de sol sec). Les boues de Seine aval apportant peu de potasse, il y a une bonne adéquation entre la composition chimique des sols et des boues pour cet élément. Une fertilisation complémentaire reste cependant préconisée, en fonction de la teneur du sol et des cultures concernées.

Les 3/5 des sols du périmètre sont bien pourvus en magnésium (60 % des sols présentent une teneur > 110 mg/kg de sol sec). A la dose d'apport conseillée, l'apport de boues de Seine aval couvre tout ou partie des besoins en magnésie de la culture suivant l'épandage, mais n'a pas d'impact sur la teneur des sols. Il y a donc une bonne adéquation entre la composition chimique des boues et des sols pour cet élément. Comme pour la potasse, une fertilisation complémentaire reste cependant nécessaire pour entretenir le potentiel des parcelles.

D'une manière générale, les teneurs en macroéléments sont très hétérogènes et évoluent dans le temps. Ces évolutions sont suivies grâce aux analyses réalisées sur les points de référence avant chaque épandage.

L'adéquation entre l'apport en éléments fertilisants et les teneurs des sols est assurée grâce :

- Au raisonnement de la dose d'épandage et du temps de retour en fonction de l'élément limitant (phosphore). Ce raisonnement est détaillé au chapitre 4 de ce document.
- Au conseil de fertilisation apporté à l'agriculteur à l'aide des analyses de sol, lui permettant d'ajuster la fertilisation minérale en fonction des apports de boues.

Au regard des caractéristiques générales des sols du département des Yvelines, l'apport régulier de matière organique (dont une grande partie est stable) et de calcium par les boues de Seine aval contribue à l'amélioration de leur qualité et participe à la limitation des phénomènes de tassement, d'érosion et de ruissellement.

La fertilisation en macroéléments est adaptée aux besoins des sols et des cultures.

3.3. Des substituants aux engrais chimiques

La valorisation agricole de produits organiques se base sur le principe de réutilisation des éléments, fertilisant ou amendant, pour la nutrition des cultures et/ou pour l'amélioration des sols agricoles.

Les éléments apportés sont pris en compte dans le pilotage de la fertilisation menée par l'agriculteur-utilisateur, en remplacement de l'utilisation d'autres produits (engrais, chaux...).

Pour l'année 2020, les boues de Seine aval épandues dans les Yvelines ont apporté :

- ✓ **11 t** de phosphore, disponible la 1^{ère} année suivant l'épandage, **pour les boues** (= 329,3 t épandues x 36 kg/t de phosphore disponible, en tenant compte d'un coefficient de biodisponibilité de 75 %).

Cet apport de phosphore s'est substitué à l'utilisation d'engrais minéraux.

4. Raisonnement des apports et définition de la dose

4.1. L'épandage de boues : une fertilisation raisonnée

4.1.1. Principe du raisonnement

Le principe d'une fertilisation raisonnée consiste à calculer la dose d'apport permettant de satisfaire les besoins en éléments fertilisants majeurs à l'échelle de la première culture pour l'azote (élément lessivable), et à l'échelle de la rotation pour le phosphore et potassium.

La quantité d'élément fertilisant apporté par les boues de Seine aval, est calculée en fonction de la moyenne des résultats obtenus sur [les boues épandues de 2018 à 2020](#) :

Tableau 19: [Moyenne des éléments fertilisants apportés par les boues de Seine aval \(BTF\) entre 2018 et 2020](#)

Eléments fertilisants	Composition des boues de Seine aval épandues en kg/t de MB			Moyenne en kg/t de MB	Coefficient de disponibilité	Quantité d'élément disponible en kg/t de MB
	2018	2019	2020			
N	9,6	9,8	9,4	9,6	26 %	2,5
P ₂ O ₅	43,8	44,51	46,6	45	75 %	34
K ₂ O	1	0,82	0,9	0,91	10 %	0,09

Le calcul de la dose d'apport est réalisé sur les rotations (suite de cultures) les plus pratiquées sur le périmètre d'épandage de la présente demande, à savoir :

- colza / blé / blé (rotation A),
- colza/ blé / Pois / blé (rotation B).

Tableau 20: Besoins et exportations des cultures en éléments majeurs et objectifs de rendement par culture (Sources : GREN Ile-de-France pour l'azote et COMIFER pour phosphore et potasse)

Culture	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Objectif de rendement (Rendement moyen de référence des agriculteurs)
Blé tendre (grain)	3,0 kg/q	0,65 kg/q	0,5 kg/q	90 q/ha
Colza (grain)	7 kg/q	1,25 kg/q	0,85 kg/q	40 q/ha
Pois (grain)	3,1 kg/q*	0,8 kg/q	1,15 kg/q	80 q/ha

* donnée du COMIFER car absence de donnée dans le GREN IDF

4.1.1.1. Raisonnement sur l'azote

Le raisonnement de la fertilisation azotée est basé sur les besoins de la culture suivant l'épandage. Le tableau suivant présente les besoins en azote des cultures majoritaires sur le périmètre, en tenant compte des références du GREN Ile-de-France sur les besoins en azote et des objectifs de rendement des agriculteurs.

Tableau 21: Besoins en azote des différentes cultures

Culture	Besoins en azote (kg N/q)	Objectif de rendement des agriculteurs du périmètre	Exportations d'azote à l'hectare (kg N)
Blé tendre (grain)	3,0	90	270
Colza (grain)	7,0	40	280
Pois (grain)	3,1	80	248

Afin de calculer la dose d'apport, nous retiendrons la valeur de besoins en azote de la culture de colza, car les épandages de boues de Seine aval se font souvent avant colza.

4.1.1.2. Raisonnement sur le phosphore et le potassium

Le raisonnement de la fertilisation phosphatée et potassique est basé sur les exportations des cultures à l'échelle de la rotation en tenant compte des références du GREN Ile-de-France sur les besoins en azote et des objectifs de rendement des agriculteurs.

Tableau 22: exportations en phosphore et potassium des rotations

ROTATION	P ₂ O ₅	K ₂ O
Rotation A (3 ans) : colza / blé / blé		
Besoins ou exportations de la rotation (en kg/ha)	167	124
Rotation B (4 ans) : colza / blé / Pois / blé		
Besoins ou exportations de la rotation (en kg/ha)	231	216

4.1.1.3. Bilan

Le raisonnement effectué sur les trois éléments fertilisants majeurs (azote, phosphore et potasse) permet d'aboutir à trois doses différentes pour couvrir les besoins de chacun de ces éléments.

Par souci du respect du sol et de l'environnement, la dose la plus faible d'apport est retenue. L'élément correspondant est qualifié d'élément dimensionnant. Il s'agit du phosphore pour les boues de Seine aval. Les autres éléments font l'objet d'une fumure complémentaire.

4.1.2. Doses d'épandage des boues de Seine aval : BTF

Le tableau suivant présente le calcul des doses d'épandage de boues en tenant compte des besoins en éléments fertilisants disponibles définis précédemment pour chacune des rotations.

Tableau 23: Doses d'apport de boues permettant de couvrir les exportations en éléments fertilisants de la rotation

COMPOSITION DES BOUES THERMIQUES	N _{TOTAL}	P ₂ O ₅	K ₂ O
Eléments disponibles la 1 ^{ère} année suivant l'épandage (en kg/t MB)	2,5	34	0,09
Rotation A (3 ans) : colza/blé/blé			
Besoins (N _{TOTAL}) et exportations (P ₂ O ₅ et K ₂ O) de la rotation (en kg/ha)	280*	167	124
Quantité de boues nécessaire à la compensation des besoins de la rotation (en t/ha)	112	4,9	1378
Rotation B (4 ans) : colza/blé/Pois/blé			
Besoins (N _{TOTAL}) et exportations (P ₂ O ₅ et K ₂ O) de la rotation (en kg/ha)	280*	231	216
Quantité de boues nécessaire à la compensation des besoins de la rotation (en t/ha)	112	6,8	2400

* La fertilisation azotée ne concerne que les besoins de la première culture qui suit l'épandage de boues. Il s'agit d'une dose théorique qui doit être modulée en fonction des reliquats azotés en sortie d'hiver.

Pour les boues thermiques, la dose retenue correspond à celle qui permet de couvrir les besoins en phosphore (élément dimensionnant) à l'échelle de la rotation.

- Pour la rotation A, une dose d'épandage de **4,9 tMB/ha** est préconisée avec un retour tous les 3 ans.
- Pour la rotation B, une dose d'épandage de **6,8 tMB/ha** est préconisée avec un retour tous les 4 ans.

Afin de faciliter la comparaison, les apports, cumulés sur une durée de 10 ans, sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 24: Dose d'épandage sur une période de 10 ans

Rotation	Nombre d'épandages sur 10 ans	Dose d'épandage cumulée en t MB/ha sur 10 ans
A	4	19,6 tMB
B	3	20,4 tMB
Moyenne		20 tMB

Ces données permettent de définir une dose moyenne d'épandage d'environ **20 tMB/ha** tous les **10ans**, soit une dose moyenne par épandage d'environ **5 à 10 tMB/ha** avec un temps de retour des épandages de 3, 4 ou 5 ans.

Enfin, la dose d'apport et le temps de retour sont à moduler en fonction du type de sol (pédologie, teneur en phosphore) et des pratiques agricoles (enfouissement des résidus, assolement...).

Au regard du raisonnement de la fertilisation, la dose d'apport préconisée pour les boues thermiques filtrées (BTF) est de 20 tMB/ha tous les 10 ans en moyenne.

4.1.3. Doses d'épandage des boues de Seine aval : BTC

Comme pour les boues thermiques filtrées, l'élément dimensionnant pour l'épandage des boues thermiques centrifugées est le phosphore.

La teneur en phosphore des boues thermiques centrifugées (BTC) est de 41,4 kg/t MB soit 8% de moins que celle des boues thermiques filtrées (BTF). La dose moyenne d'épandage des BTC sera donc

d'environ 22 tMB/ha tous les 10 ans, soit une dose moyenne par épandage d'environ 5,5 à 11 tMB/ha avec un temps de retour de 3, 4 ou 5 ans.

Enfin comme pour les BTF, la dose d'apport et le temps de retour sont à moduler en fonction du type de sol (pédologie, teneur en phosphore) et des pratiques agricoles (enfouissement des résidus, assolement...).

Au regard du raisonnement de la fertilisation, la dose d'apport préconisée pour les boues thermiques centrifugées (BTC) est de 22 tMB/ha tous les 10 ans en moyenne.

4.1.4. Détermination de la fertilisation complémentaire

La fertilisation complémentaire correspond à la différence entre les besoins en éléments fertilisants des cultures de chaque rotation sur 4 ans (temps de retour moyen des épandages) et la quantité d'éléments fertilisants apportée par les épandages des boues de Seine aval.

Tout comme pour le raisonnement de la dose, seules les exportations de la première culture de la rotation sont prises en compte pour l'azote.

Le tableau suivant mentionne les quantités d'éléments fertilisants apportés par un épandage à 6,5 tMB/ha de boues thermiques filtrées :

Tableau 25: Apport en éléments fertilisants suite à un épandage de boues thermiques à la dose de 6,5t MB/ha

Composition des boues thermiques filtrées Moyenne des boues épandées de 2018 à 2020	N _{TOTAL}	P ₂ O ₅	K ₂ O
Eléments disponibles la 1 ^{ère} année suivant l'épandage (en kg/tMB)	2,5	34	0,09
Eléments disponibles la 1 ^{ère} année suivant l'épandage (en kg/ha)	16,3	221	0,59

Au regard des quantités en éléments fertilisants disponibles suite à un épandage de boues thermiques filtrées à une dose de 6,5 tMB/ha, tous les 4 ans, la fertilisation complémentaire à apporter pour chacune des rotations est la suivante :

Tableau 26: Fertilisation complémentaire pour les rotations suite à un apport de boues thermiques

ROTATION A	N _{TOTAL}	P ₂ O ₅	K ₂ O
Besoins de la rotation sur 4 ans - Fertilisation raisonnée (kg/ha)	280	217	146,6
Apport en éléments fertilisants (kg/ha) disponibles suite à l'épandage (6,5 tMB/ha)	16,3	221	0,59
Fertilisation complémentaire (kg/ha)	263,7	-	146,01
Besoins couverts par un apport de boues à 6,5 tMB/ha	9,4 %	102 %	0,04 %
ROTATION B	N _{TOTAL}	P ₂ O ₅	K ₂ O
Besoins de la rotation sur 4 ans - Fertilisation raisonnée (kg/ha)	280	231	215,4
Apport en éléments fertilisants (kg/ha) disponibles suite à l'épandage (6,5 tMB/ha)	16,3	221	0,59
Fertilisation complémentaire (kg/ha)	263,7	-	214,81
Besoins couverts par un apport de boues à 6,5 tMB/ha	9,4 %	96 %	0 %

4.1.5. Synthèse

Tableau 27: Compensation des besoins en éléments fertilisants de 2 rotations types, suite à l'épandage de boues de Seine aval

	N _{TOTAL}		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	Rotation A	Rotation B	Rotation A	Rotation B	Rotation A	Rotation B
Boues thermiques filtrées	9,4 %	9,4 %	102 %	95 %	0,04 %	0 %

L'apport en potassium suite à un épandage de boues thermiques est négligeable (<0,1 %).

Les boues de Seine aval ne jouent pas un rôle d'engrais azoté pour les cultures.

En revanche, un épandage de boues de Seine aval, à leur dose respective préconisée, compense en totalité les exportations de phosphore selon la rotation (95 à 102 %). Il est donc préconisé à l'agriculteur de ne faire **aucun apport supplémentaire d'engrais phosphaté à l'échelle de la rotation.**

Les conclusions concernant la fertilisation complémentaire suite aux épandages de boues thermiques centrifugées (BTC) sont les mêmes que pour les boues thermiques filtrées (BTF). En effet, la dose d'apport en BTC sera supérieure à celle des BTF (environ 7,3 tMB/ha avec un retour tous les 4 ans), elle permettra également de compenser 100 % des exportations de la rotation.

4.2. L'épandage de boues : respect des flux réglementaires

La notion de flux correspond à une quantité apportée sur une certaine durée.

L'arrêté du 8 janvier 1998 limite les quantités de MS, ETM et CTO apportées par les épandages de boues sur une durée de 10 ans.

Le tableau ci-après présente le calcul des flux cumulés, pour chacun des éléments, sur une période de 10 ans, en considérant un apport préconisé de 20 t MB/ha/10 ans.

Tableau 28: Tableaux des flux maximaux cumulés sur 10 ans par des épandages de boues et comparaison avec les flux limites réglementaires

Paramètres		Teneurs moyennes dans les boues en mg/kg de MS (moyenne boue épandue de 2018 à 2020)	A	B	% (A/B)
			Flux cumulés sur 10ans par l'apport de 20 tMB/ha (g/m ²)	Flux maximums cumulés autorisés sur 10 ans (g/m ²) (Arrêté du 08/01/1998)	
	MS (g/kg de MB)	505	1010	3 000,00	34%
Éléments-traces métalliques	Cd	2,20	0,0022	0,015	15%
	Cr	60,57	0,0612	1,5	4%
	Cu	648,98	0,6555	1,5	44%
	Hg	1,43	0,0014	0,015	10%
	Ni	31,88	0,0322	0,3	11%
	Pb	128,33	0,1296	1,5	9%
	Zn	1705,55	1,7226	4,5	38%
	Cr+Cu+Ni+Zn	2446,98	2,4715	6	41%
Paramètres		Teneurs moyennes dans les boues en mg/kg de MS (moyenne boue épandue de 2018 à 2020)	Flux cumulés sur 10 ans par l'apport de 20 t MB/ha (mg/m ²)	Flux maximums cumulés autorisés sur 10 ans (mg/m ²) (Arrêté du 08/01/1998)	% (A/B)
Composés-traces organiques	Total des 7 PCB	0,207	0,209	1,20	17%
	Fluoranthène	0,800	0,808	7,50	11%
	Benzo(b)fluoranthène	0,357	0,360	4,00	9%
	Benzo(a)pyrène	0,300	0,303	3,00	10%

Les flux de MS, ETM et CTO, cumulés sur 10 ans, sont inférieurs aux flux maximum cumulés autorisés.

En pratique, le respect des flux pluriannuels réglementaire (matière sèche, ETM et CTO) est sécurisé informatiquement dans le logiciel de suivi de la filière par :

- L'affichage d'un message d'alerte lors de la saisie de prévisions d'épandage sur une parcelle si le flux décennal pour un élément dépasse 75 % de la valeur limite réglementaire. Dans ce cas, le flux prévisionnel pour l'épandage à venir est simulé afin de s'assurer qu'il n'y aura pas de dépassement du seuil réglementaire.
- Le blocage de la saisie de prévisions d'épandage sur une parcelle, si le flux décennal en un élément dépasse 90 % de la valeur limite réglementaire. Dans ce cas, la parcelle concernée ne peut pas être intégrée au PPE et ne sera donc pas épandue.

Une préconisation d'apport de 20 tMB/ha de boues thermiques sur une période de 10 ans respecte les prescriptions réglementaires.

4.3. Synthèse

Les doses d'épandages des boues de l'usine Seine aval ainsi que le temps de retour préconisé sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 29: Synthèse des doses d'épandage des boues thermiques

	Boues thermiques filtrées (BTF)	Boues thermiques centrifugées (BTC)
Apport de boues moyen pour 10 ans (en t MB/ha)	20	22
Dose d'apport préconisée en fonction du temps de retour	5-10	5,5 - 11

La dose d'apport et le temps de retour sont susceptibles d'être modulés en fonction des cultures considérées, de la teneur en phosphore du lot de boues à épandre, de la teneur en phosphore de la parcelle et des exigences réglementaires.

5. Contexte réglementaire

5.1. Réglementation applicable

De nombreux textes réglementaires et législatifs encadrent l'utilisation en agriculture des boues, tant sur le plan technique que sur le plan des procédures applicables : eau, déchets, santé publique,...

Ces textes reposent sur les principes suivants :

- justification de leur intérêt agronomique,
- garantie de leur innocuité vis-à-vis de l'environnement (sol, eau, milieux naturels, santé humaine) et des produits agricoles,
- responsabilité des producteurs vis-à-vis de leur élimination,
- capacité à fournir aux agriculteurs un « produit » conforme à la réglementation et dont la composition est clairement identifiée,
- suivi périodique de la composition du sol en éléments-traces,
- pratique d'un épandage de qualité et d'une fertilisation raisonnée.

Les boues ont, au regard de l'article R.211-27 du livre II du Code de l'Environnement, un statut de « déchet ».

Ce positionnement en tant que « déchet » (et non « matière fertilisante ») présente deux objectifs :

- le respect d'une logique réglementaire, qui impose des contrôles continus sur la filière,
- la responsabilité du producteur de boues sur l'ensemble de la filière, de la production à l'épandage.

Cela permet également de renforcer les garanties pour l'agriculteur-utilisateur et de s'assurer de la traçabilité, de la transparence et du suivi de la filière de valorisation.

La réglementation nationale encadrant l'épandage de boues s'appuie principalement sur les textes présentés ci-après :

- Décret n° 97-1133 du 08/12/97 (art. R 211-25 et suivants du Code de l'Environnement) relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées.
- Arrêté du 08/01/98 modifié le 03/06/98 et le 15/09/2020 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles.
- Décret n° 2009-550 du 18 mai 2009 relatif à l'indemnisation des risques liés à l'épandage des boues d'épuration urbaines ou industrielles.
- Arrêté du 19/12/2011, modifié le 23/10/2013 et le 11/10/2016, relatif au Programme d'Actions National (PAN) mis en œuvre dans le cadre de la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole.

Le PAN, entré en application le 1^{er} septembre 2012, est complété depuis le 2 juin 2014 par le Programmes d'Action Régional (PAR) d'Ile-de-France, qui précise et renforce certaines des mesures du PAN et qui comprend des actions complémentaires sur des secteurs géographiques particuliers.

Le PAR annule et remplace le Programme d'Action Départemental des Yvelines.

L'ensemble de ces textes réglementaires est consultable sur le site <http://www.ineris.fr/aida/>.

Enfin, chaque région est couverte par un [Plan Régional de Prévention et de Gestion des Déchets \(PRGD\)](#), conformément à la loi du 13 juillet 1992 relative à l'élimination des déchets. Dans la région Ile-De-France, le Conseil Régional a approuvé le PRGPD le 21 novembre 2019.

Pour la mise en œuvre de la filière de valorisation agricole des boues de Seine aval dans le département des Yvelines, le SIAAP se conforme aux prescriptions du [PRGPD](#) d'Ile-de-France.

5.2. Cadre réglementaire et valorisation des boues

5.2.1. Nature et composition du « déchet » valorisé

5.2.1.1. Validation de l'intérêt agronomique des boues (article R.211-31 du livre II du Code de l'Environnement)

Seules les boues présentant un "... intérêt pour les sols ou pour la nutrition des cultures et des plantations" peuvent être épandues. L'intérêt agronomique est validé par l'analyse des paramètres agronomiques caractérisant une boue.

L'intérêt agronomique des boues de Seine aval est traité aux chapitres 2 et 3 de ce document.

5.2.1.2. Innocuité des boues (article R.211-31 du livre II du Code de l'Environnement et arrêté du 08/01/98)

Les boues ne peuvent être épandues :

- ✓ dès lors que l'une des teneurs en ETM ou CTO excède la valeur limite fixée par l'arrêté,
- ✓ dès lors que le flux, cumulé sur une durée de 10 ans, apporté par les boues sur l'un de ces éléments, dépasse la valeur limite fixée par l'arrêté.

Le respect de ces deux critères a été démontré aux chapitres 2.2.5 et 4.2 de ce document.

5.2.1.3. Fréquence d'analyses des boues (annexe 4 de l'arrêté du 08/01/98)

Un rythme minimal d'analyses à réaliser chaque année sur les boues est fixé en fonction du tonnage de MS épandu. Le tableau suivant présente la fréquence analytique à respecter pour l'usine Seine aval (plus de 4 800 t MS de boues produites par an).

Tableau 30: Fréquence analytique pratiquée sur les boues thermiques

Paramètres analysés	Nb minimal d'analyses lors de la 1 ^{ère} année (Arrêté du 08/01/98)	Nb minimal d'analyses par an en routine (Arrêté du 08/01/98)	Nb d'analyses boues thermiques de Seine aval en routine
Paramètres agronomiques	48	24	52
Arsenic, bore	3	-	4 (As)/ 52 (B)
ETM	48	24	52
CTO	24	12	52

Sur l'usine Seine aval, la fréquence d'analyse des boues est supérieure au minimum requis par la réglementation nationale.

La méthode d'échantillonnage ainsi que le détail des paramètres analysés pour les boues sont présentés aux chapitres 2-2.1 et chapitre 10-4.1 de ce document.

Les analyses de boues ont pour but de s'assurer de leur conformité pour un épandage en agriculture. Si une teneur en éléments-traces métalliques ou composés-traces organiques est supérieure au seuil réglementaire, « *une solution alternative d'élimination ou de valorisation des boues doit être prévue* », au titre de l'article R.211-33 du livre II du Code de l'Environnement. En cas de non-conformité des boues produites sur l'usine Seine aval, le SIAAP a opté pour leur évacuation en ISDND.

5.2.2. Filière alternative en cas de non-conformité ponctuelle des boues : l'ISDND

L'enfouissement des boues en ISDND (Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux, anciennement Centre de Stockage de Déchets Ultimes (CSDU) ou Centre d'Enfouissement Technique (CET) de classe II) est encadré par les textes réglementaires suivants :

- ✓ L'article L 541-1 du Code de l'Environnement précise qu'un déchet ultime est « *un déchet, résultant ou non du traitement d'un déchet, qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux* ». Depuis le 1^{er} juillet 2002, les installations d'élimination des déchets par stockage ne sont autorisées à accueillir que des déchets ultimes.
- ✓ Arrêté du 09/09/97 modifié le 19/01/06 relatif aux installations de stockage de déchets non dangereux : catégorie D. Selon l'annexe II, les boues sont autorisées à l'enfouissement en ISDND si elles contiennent au moins 30 % de MS.

Ce mode de traitement des boues non conformes est reconnu comme un mode de valorisation et non d'élimination. Cette logique est liée à la valorisation énergétique du biogaz produit par la fermentation anaérobie des déchets enfouis.

Les boues non conformes de Seine aval sont évacuées en ISDND. A leur arrivée, les boues sont déposées dans une alvéole en cours d'exploitation et sont mélangées avec les autres déchets du site afin d'homogénéiser l'ensemble. Le massif de déchet est tassé à chaque apport pour éviter l'infiltration d'oxygène et permettre une bonne fermentation anaérobie. Les boues sont dégradées par des micro-organismes en absence d'oxygène. Cette dégradation aboutit à la production de dioxyde de carbone et de méthane. L'ensemble des gaz générés est appelé biogaz. Ce biogaz est capté par un réseau de drains installé au fur et à mesure de l'exploitation du site et est ensuite utilisé en cogénération afin de produire de l'énergie électrique, injectée dans le réseau EDF. La valorisation électrique est incitée par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie dans le cadre du développement des énergies renouvelables.

L'enfouissement en ISDND avec valorisation énergétique est la filière alternative retenue par le SIAAP lorsqu'il est impossible de valoriser les boues de Seine aval en agriculture.

5.2.3. Transparence et traçabilité de la filière

5.2.3.1. Pour le public : procédure d'autorisation préfectorale (Code de l'Environnement)

Suite au décret 217-81 du 26 janvier 2017, l'article R 181-49 du code de l'environnement indique que « *La demande de prolongation ou de renouvellement d'une autorisation environnementale est adressée au préfet par le bénéficiaire deux ans au moins avant la date d'expiration de cette autorisation.*

La demande présente notamment les analyses, mesures et contrôles effectués, les effets constatés sur le milieu et les incidents survenus, ainsi que les modifications envisagées compte tenu de ces informations ou des difficultés rencontrées dans l'application de l'autorisation.

Cette demande est soumise aux mêmes formalités que la demande d'autorisation initiale si elle prévoit d'apporter une modification substantielle aux activités, installations, ouvrages et travaux autorisés».

L'article R181-46 précise la notion de « substantielle » de la façon suivante : « I. – Est regardée comme substantielle, au sens de l'article L. 181-14, la modification apportée à des activités, installations, ouvrages et travaux soumis à autorisation environnementale qui :

1° En constitue une extension devant faire l'objet d'une nouvelle évaluation environnementale en application du II de l'article R. 122-2 ;

2° Ou atteint des seuils quantitatifs et des critères fixés par arrêté du ministre chargé de l'environnement ;

3° Ou est de nature à entraîner des dangers et inconvénients significatifs pour les intérêts mentionnés à l'article L. 181-3. »

Conformément aux articles L.181-14 et L.181-15 du code de l'environnement, la présente demande de renouvellement d'autorisation n'est pas soumise à la délivrance d'une nouvelle autorisation. La demande de renouvellement comportera donc un résumé non technique, un document d'étude préalable, un document d'incidence et un document cartographique.

5.2.3.2. Pour les autorités départementales : Suivi et Auto-surveillance des Épandages (arrêté du 08/01/98)

La filière de valorisation agricole des boues est suivie et contrôlée par l'administration, grâce aux documents réglementaires, établis par le SIAAP, en collaboration avec son prestataire, et remis aux services compétents (DDT¹² et SATESE¹³), conformément aux prescriptions de l'arrêté du 8 janvier 1998.

Ce sont :

- ✓ le Programme Prévisionnel des Épandages (PPE) remis chaque année au plus tard 1 mois avant le début des épandages,
- ✓ la synthèse du registre d'épandage remise au plus tard le 31 décembre de chaque année,
- ✓ le bilan agronomique remis au plus tard l'année suivante, en même temps que le PPE de la campagne d'épandage suivante.

Le contenu de ces documents est décrit au chapitre 10.5.

¹² Direction Départementale des Territoires

¹³ Service d'assistance technique et d'étude aux stations d'épuration

5.2.4. Règles de l'entreposage

5.2.4.1. Entreposage au sein de l'usine (article R.211-33 du livre II du Code de l'Environnement et arrêtés du 08/01/98, et du du 15/09/2020)

L'article R.211-33 du livre II du Code de l'Environnement établit que « des capacités d'entreposage aménagées doivent être prévues pour tenir compte des différentes périodes où l'épandage est soit interdit, soit rendu impossible. Toutes dispositions doivent être prises pour que l'entreposage n'entraîne pas de gênes ou de nuisances pour le voisinage, ni de pollution des eaux ou des sols par ruissellement ou infiltration ».

L'article 5 de l'arrêté du 15/09/2020 précise que :

« Les ouvrages de stockage de boues sont conçus et implantés de manière à préserver les riverains des nuisances de voisinage (olfactives, sonores et visuelles) et des risques sanitaires, notamment lors des phases d'apport et de reprise des boues. Ils sont conçus pour retenir les lixiviats générés au cours de la période d'entreposage. Le rejet des lixiviats au milieu naturel est interdit.

Les ouvrages de stockage de boues ne sont pas implantés dans des zones inondables et sur des zones humides. En cas d'impossibilité technique avérée ou de coût exorbitant et en cohérence avec les dispositions d'un éventuel plan de prévention des risques inondation, le préfet peut déroger à cette disposition.

Lorsque l'ouvrage de stockage de boues est situé hors du périmètre de la station de traitement des eaux usées, l'exploitant met en place une clôture autour de l'ouvrage de stockage de manière à interdire l'accès aux tiers non autorisés. Cette interdiction est également rappelée par un affichage sur site.

« Les ouvrages de stockage de boues sont dimensionnés pour faire face aux périodes où l'épandage est impossible ou interdit conformément aux calendriers d'épandage définis dans les programmes d'actions nitrates.

A ce titre, l'exploitant de l'ouvrage de stockage de boues doit justifier d'une capacité de stockage minimale de six mois de production de boues destinées à l'épandage. La quantité de boues prise en compte dans le dimensionnement de l'ouvrage est celle mentionnée dans l'étude préalable prévue par l'article R. 211-33 du code de l'environnement.

Le préfet peut déroger à cette prescription lorsque :

- 1) Les ouvrages de traitement de l'eau ou des boues assurent également le stockage des boues ;*
- 2) Le dépôt temporaire des boues sur les parcelles d'épandage est possible ;*
- 3) Des solutions alternatives à la valorisation agricole prévue aux articles R. 211-25 à R. 211-47 du code de l'environnement, dont l'exploitant justifie de la pérennité, permettent de gérer ces matières pendant les périodes où l'épandage est impossible ou interdit...»*

La description des installations d'entreposage des boues de Seine aval est présentée au chapitre 1.5.4. de ce document.

Le SIAAP dispose d'une capacité de stockage d'environ 4 mois de production mais :

- 1) Les ouvrages de traitement des eaux et des boues assurent également le stockage des boues ;

- 2) le caractère solide, stabilisé et hygiénisé des boues de Seine aval, le respect des distances d'isolement et toutes les précautions prises pour éviter le ruissellement leurs permet d'être stockées temporairement en tête de parcelles ;
- 3) des solutions alternatives à la valorisation agricoles sont prévues (compostage et mise en ISDND)

De plus, le SIAAP a adressé une demande de dérogation le 30/11/2018 à la préfecture. Cette demande a été acceptée et notifiée dans son arrêté interpréfectoral n° 2020/DRIEE/SPE/010 en date du 12/02/2020 qui autorise le site Seine aval à disposer de 3 mois de stockage sur site.

5.2.4.2. Entreposage des boues en tête de parcelle (arrêtés du 08/01/98 modifié le 15/09/2020)

L'article 5 de l'arrêté du 15 septembre 2020 mentionne que « *Le dépôt temporaire de boues, sur les parcelles d'épandage et sans travaux d'aménagement, n'est autorisé qu'après réception des résultats d'analyses des boues selon les modalités prévues à l'article 14 et lorsque les conditions suivantes sont simultanément remplies :*

- 1) *Les boues sont solides et stabilisées ; dans le cas contraire, la durée maximale du dépôt est inférieure à quarante-huit heures ;*
- 2) *Toutes les précautions sont prises pour éviter une percolation rapide vers les eaux superficielles ou souterraines ou tout ruissellement ;*
- 3) *Le dépôt respecte les distances minimales d'isolement définies pour l'épandage à l'article 13 du présent arrêté ainsi qu'une distance d'au moins 3 mètres vis-à-vis des routes et fossés ;*
- 4) *Le volume du dépôt est adapté à la fertilisation des unités culturales réceptrices ;*
- 5) *Le dépôt est interdit pendant les périodes où l'épandage n'est pas autorisé conformément aux calendriers d'épandage définis dans l'étude préalable visée à l'article 2 du présent arrêté ;*
- 6) *En zone vulnérable, la durée du dépôt est limitée à 30 jours sauf si l'une des conditions particulières ci-dessous est respectée :*
 - *le dépôt est mis en place sur une parcelle en prairie ou sur une parcelle portant une culture implantée depuis plus de deux mois ou une culture intermédiaire piège à nitrates (CIPAN) bien développée ou sur un lit d'environ 10 centimètres d'épaisseur de matériau absorbant dont le rapport entre les quantités de carbone et d'azote (rapport C/N) est supérieur à 25 (paille par exemple) ;*
 - *le dépôt est couvert de manière à le protéger des intempéries.*

Le 6^{ème} point entrera en vigueur le 1er janvier 2022 (article 15 de l'arrêté du 15/09/2020).

Les boues de Seine aval sont solides et stabilisées, elles pourront donc être livrées en tête de parcelle en respectant le calendrier d'épandage défini par le programme d'action national et régional à mettre en oeuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole, le département des Yvelines étant situé entièrement en zone vulnérable.

Toutefois, suite à la parution soudaine de l'arrêté du 15/09/2020 et à son application immédiate concernant les périodes de livraisons, le SIAAP a envoyé le 22/12/2020 à la DDT des Yvelines et à la DRIEE (ainsi que dans les 12 autres départements concernés par l'épandage des boues de Seine aval)

une demande de phase transitoire pour déstocker toute l'année en tête de parcelle, le temps que les travaux d'agrandissement du stockage sur site soit finalisés.

5.2.5. Autres dispositions par rapport à l'entreposage des boues en tête de parcelle

Le SIAAP va au-delà des prescriptions réglementaires en :

- ✓ ne réalisant pas de stockage à proximité des monuments historiques,
- ✓ prenant en compte les vents dominants dans le choix de la localisation du site d'entreposage.

Les distances d'isolement pour l'entreposage des boues sont résumées sur la figure suivante :

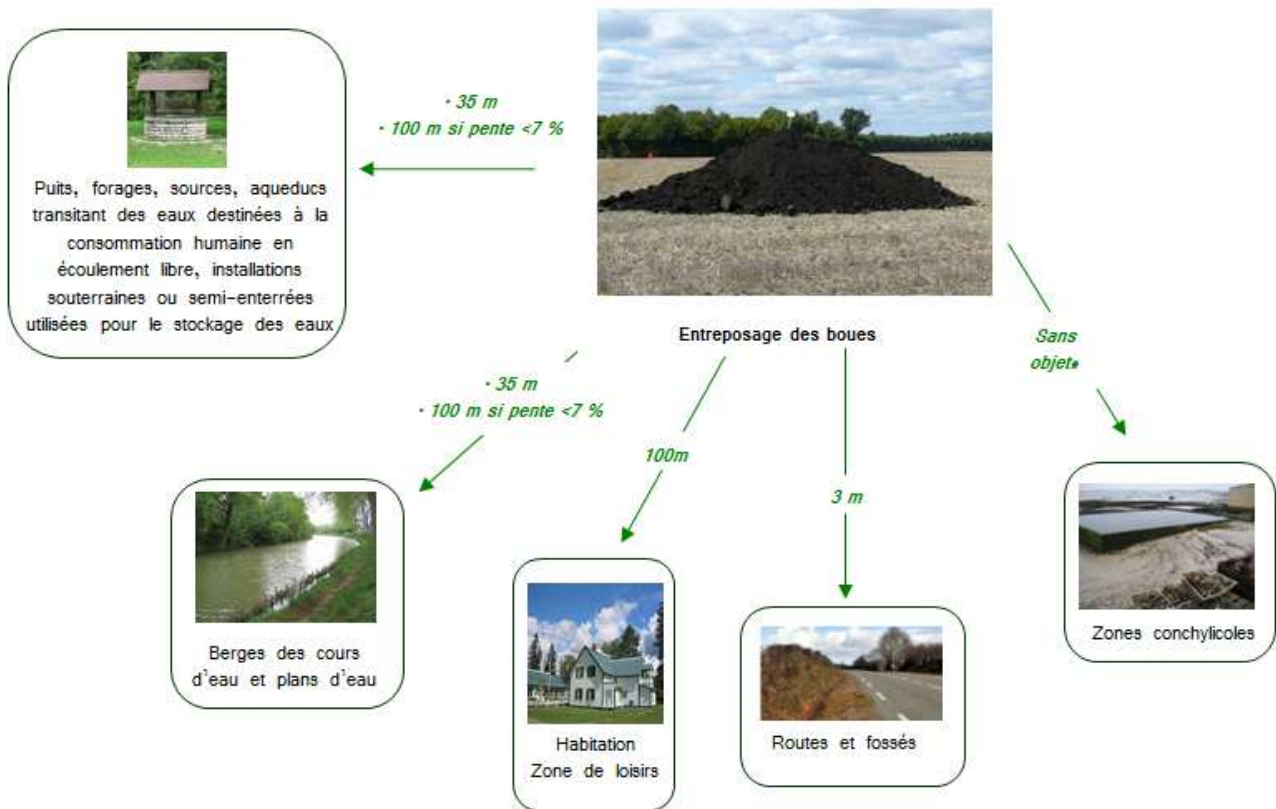


Figure 30: Distances d'isolement pour l'entreposage des boues

Conformément au PAR et au PAN, les stockages n'ont pas lieu en zone inondable.

Le SIAAP s'engage également à ne pas stocker dans les zones humides avérées ou à enjeu recensées par les SAGE .

Les modalités d'entreposage des boues sont précisées au chapitre 9.4.4.2. de ce document.

5.2.6. Règles d'épandage

5.2.6.1. Nature des sols (arrêtés du 08/01/98)

Conformément à l'article 11 de l'arrêté du 8 janvier 1998, les boues peuvent être épandues uniquement :

- ✓ « sur des sols dont le pH avant épandage [est supérieur] à 6 »,
- ✓ « si les teneurs en éléments-traces métalliques dans les sols [ne] dépassent [pas] l'une des valeurs limites figurant au tableau 2 de l'annexe I [de l'arrêté du 8 janvier 1998] » (cf. Tableau 31) :

Tableau 31: Valeurs limites des teneurs en ETM dans les sols

ETM dans les sols	Valeur limite en mg/kg de MS
Cadmium	2
Chrome	150
Cuivre	100
Mercur	1
Nickel	50
Plomb	100
Zinc	300

Ces teneurs sont vérifiées dans le cadre du suivi des sols (cf. chapitre 10.4.2.) :

- ✓ lors de la réalisation des points de références,
- ✓ lors du contrôle décennal de ces points de référence.

5.2.7. Gestion des épandages (articles R.211-25 à R.211-47 du livre II du Code de l'Environnement, arrêtés du 08/01/98, PAN et PAR d'Ile-de-France, PRPDGD)

La réglementation en vigueur mentionne des règles d'interdiction d'épandage :

- ✓ sur des sols dont les teneurs en ETM dépassent les valeurs limites fixées par l'arrêté du 8 janvier 1998,
- ✓ tant que l'une des teneurs en éléments ou composé-traces dans les boues n'excède les valeurs limites figurant dans l'arrêté du 8 janvier 1998,
- ✓ dès lors que le flux, cumulé sur une durée de dix ans, apporté par les boues sur l'un de ces éléments ou composés excède les valeurs limites figurants dans l'arrêté du 8 janvier 1998 (cf. chapitre 4 de ce document)
- ✓ sur les terrains destinés ou affectés aux cultures maraîchères, 10 mois ou moins avant la récolte,
- ✓ sur des herbages ou des cultures fourragères, 3 semaines ou moins avant la fauche ou la mise à l'herbe des animaux,
- ✓ sur des parcelles pour lesquelles il existe un risque de ruissellement hors du champ d'épandage,
- ✓ en période de forte pluie et sur des sols détremés ou inondés,
- ✓ sur des sols enneigés ou pris en masse par le gel,
- ✓ sur des sols non cultivés,
- ✓ à certaines périodes selon le type de culture suivant l'épandage (cf. chapitre 9.5.),
- ✓ à moins de 35 m des cours d'eau (10 m si bande enherbée de 10 m, 100 m si pente > 7 %),
- ✓ à moins de 35 m des plans d'eau (100 m si pente > 7 %),

- ✓ à moins de 35 m (100 m si pente > 7 %) des puits, forages, sources, aqueducs transitant des eaux destinées à la consommation humaine en écoulement libre, installations souterraines ou semi-enterrées utilisées pour le stockage des eaux, que ces dernières soient utilisées pour l'alimentation en eau potable ou pour l'arrosage des cultures maraîchères,
- ✓ sur les parcelles situées en périmètre de protection immédiat et rapproché de captage.

5.2.8. Autres dispositions par rapport à l'épandage des boues

L'agriculteur s'engage, par l'intermédiaire de la convention bilatérale, à enfouir les boues immédiatement à moins de 100 m des habitations et le plus rapidement possible en dehors.

Par ailleurs, le SIAAP a fait le choix de :

- ✓ ne pas épandre sur les sols destinés ou affectés aux cultures maraîchères,
- ✓ ne pas épandre sur prairie, ni sur pâture,
- ✓ ne pas épandre les week-ends et jours fériés.

Les distances d'isolement pour l'épandage des boues sont résumées dans la figure suivante :

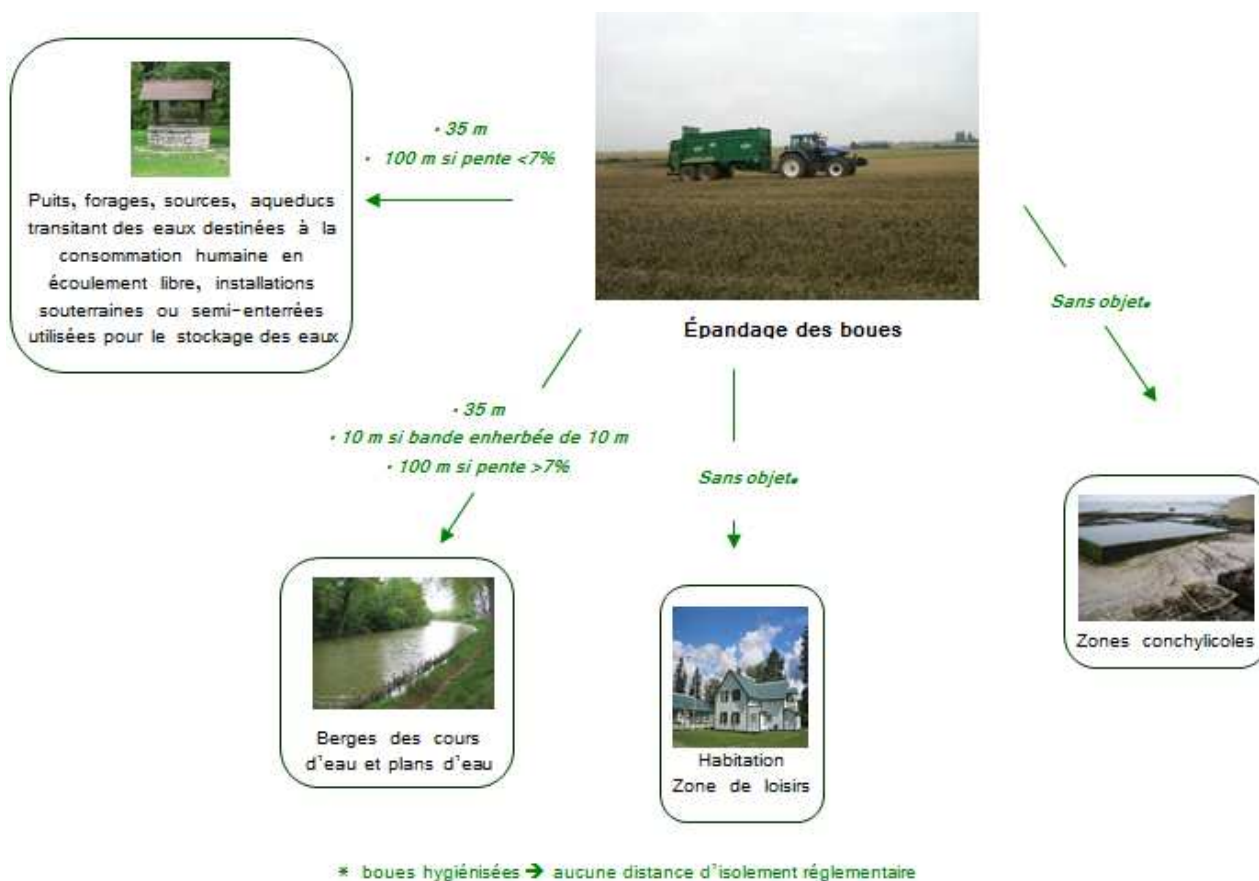


Figure 31: Distances d'isolement pour l'épandage des boues

Le PAN institue une couverture des sols obligatoire en interculture longue et en interculture courte entre une culture de colza et une culture semée à l'automne. On entend par couverture des sols :

- ✓ les Cultures Intermédiaires Pièges à Nitrates¹⁴ (CIPAN) et cultures dérobées,
- ✓ les repousses de colza,

¹⁴ Couvert implanté avant culture de printemps pour limiter le lessivage de l'azote. Elle n'est ni récoltée, ni fauchée, ni pâturée.

- ✓ les repousses de céréales, dans la limite de 20 % des surfaces en interculture longue de l'exploitation,
- ✓ le broyage fin et l'enfouissement dans les 15 jours suivant la récolte des cannes de maïs, de sorgho ou de tournesol (cas particulier d'une interculture longue suivant une culture de maïs, de sorgho ou de tournesol).

Le PAR d'Ile-de-France renforce cette mesure en imposant le maintien de la CIPAN ou des repousses pour une durée minimale de 2 mois et interdit leur destruction avant le 1^{er} novembre (15 octobre pour les sols dépassant 30 % de teneur en argiles).

Conformément aux prescriptions du PAN, les boues de Seine aval peuvent être épandues avant implantation d'une CIPAN, à condition que l'épandage intervienne dans les 15 jours précédant le semis de la CIPAN.

L'ensemble de ces règles est pris en compte dans la définition des aptitudes à l'épandage du parcellaire et dans l'organisation et la mise en œuvre des épandages (cf. chapitres 8 et 9 de ce document).

5.3. Le fonds de Garantie

Le « fonds de garantie boues » a été créé afin d'indemniser les préjudices qui seraient subis par les exploitants agricoles et les propriétaires des terres agricoles ou forestières, dans les cas où ces terres deviendraient totalement ou partiellement inaptes à la culture suite à un dommage écologique lié à l'épandage de boues d'épuration urbaine ou industrielle. Son principe est repris dans le décret n° 2009-550 du 18 mai 2009 relatif à l'indemnisation des risques liés à l'épandage agricole des boues d'épuration urbaines ou industrielles.

Il est alimenté par une taxe annuelle due par les producteurs de boues en fonction du tonnage de matière sèche produit. Les producteurs de boues sont tenus d'indiquer les quantités de matière sèche produites dans le registre que le code de l'Environnement leur impose de tenir.

Comme toute garantie, l'objectif est de ne pas avoir besoin d'y recourir. Le suivi et la maîtrise de la filière d'épandage des boues de Seine aval menés par le SIAAP et son prestataire, certifiés Qualicert, ont permis de ne jamais avoir à y faire appel depuis sa création.

Le SIAAP a contribué chaque année à l'alimentation de ce fonds.

Suite à la parution de la loi de finance 2017, la taxe annuelle qui abonde le fonds de garantie est supprimée depuis le 1^{er} janvier 2017. Le fonds de garantie est toutefois toujours existant.

6. Aire d'étude et environnement agricole

6.1. Présentation du périmètre d'épandage

6.1.1. Parcellaire de valorisation agricole des boues de Seine aval

Le périmètre d'épandage des boues de Seine aval dans le département des Yvelines est autorisé depuis l'arrêté initial du 20 septembre 2004. L'arrêté du 20 juillet 2009 a annulé et remplacé l'arrêté initial de 2004. La surface autorisée par l'arrêté du 20/07/2009 est de 1 242,89 ha total et 1 183,18 ha épandables sur le territoire de 24 communes. Suite à l'évolution du périmètre depuis 2009 (agriculteurs partant en retraite, désistement d'agriculteurs ne souhaitant finalement plus recevoir de boues ou souhaitant adhérer à un autre plan d'épandage, mise à jour au seuil d'information de la circulaire DE/SDPGE/BLP n°9 du 18 avril 2005), la surface du périmètre d'épandage présentée dans cette demande de renouvellement est de **1 071,84 ha, dont 1 023,87 ha épandables**.

La recherche et la définition du périmètre d'épandage prennent en considération :

- ✓ les facteurs de l'environnement naturel (topographie, hydrologie, proximité d'habitations, protection de captages en eau potable, parcellaires, assolement...),
- ✓ la motivation des exploitants (besoins en éléments fertilisants, en matière organique, économies engendrées,...),
- ✓ les caractéristiques de chaque exploitation (rotations, assolements, fertilisations, pratiques culturales,...), qui permettent de définir un potentiel d'utilisation des boues de Seine aval,
- ✓ la présence d'autres plans d'épandage.

9 exploitations agricoles constituent le projet de renouvellement du plan d'épandage des boues de Seine aval dans les Yvelines.

Celui-ci comprend **1 071,84 ha dont 1 023,87 ha épandables**.

21 communes des Yvelines sont concernées.

Le périmètre soumis à la présente demande de renouvellement d'autorisation, est présenté sur la figure suivante. Par souci de lisibilité, les communes et parcelles concernées sont localisées par canton en annexe 5. Les listes des communes par canton et des exploitations agricoles sont également disponibles ci-après.

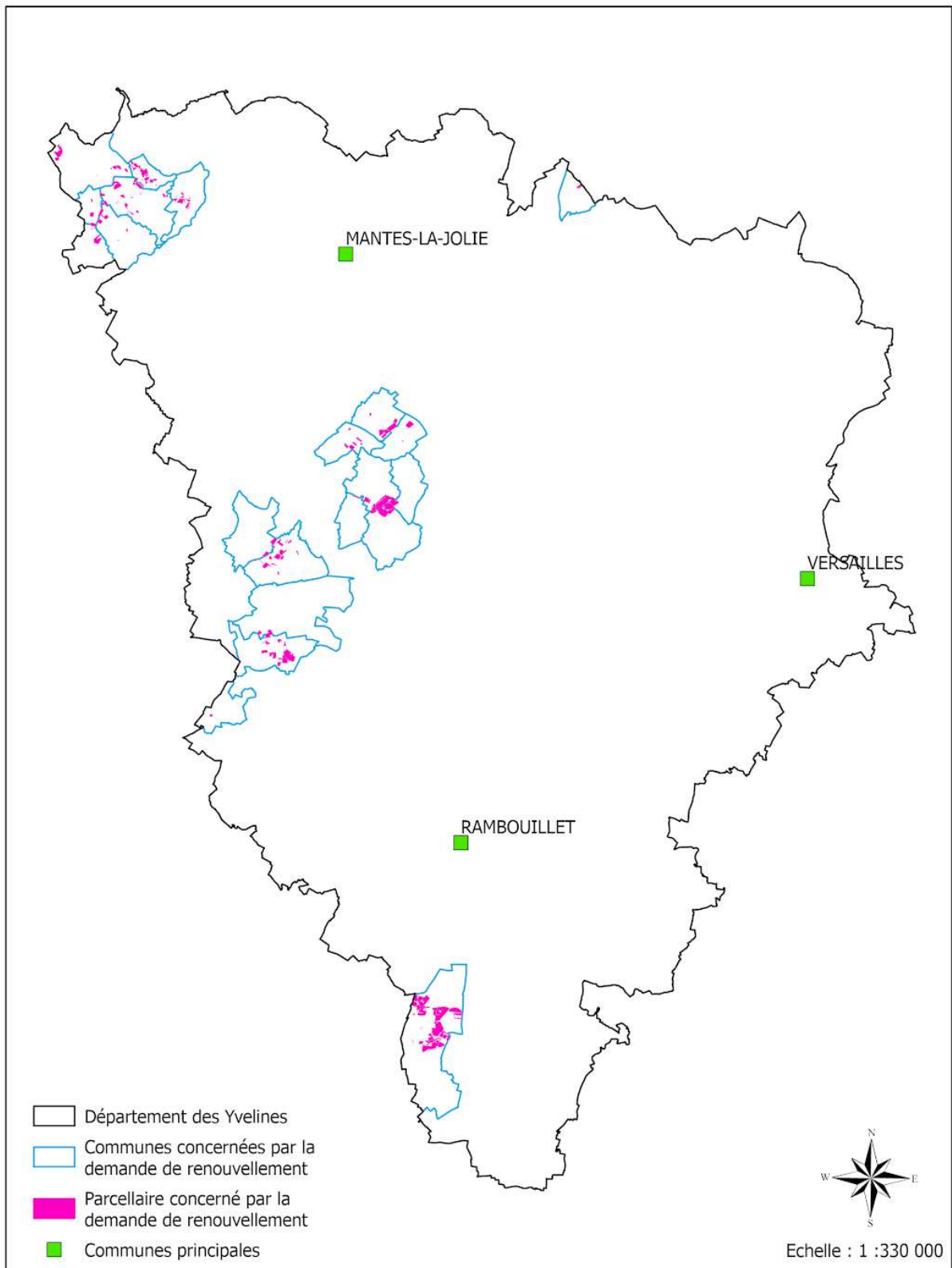


Figure 32: Localisation des communes et des parcelles du périmètre soumis à la présente demande de renouvellement d'autorisation

Tableau 32: Liste des communes concernées et surfaces correspondantes, par canton

Canton	Commune	Surface inapte	Surface apte	Surface totale
BONNIÈRES-SUR-SEINE	BAZAINVILLE	1,15	69,49	70,64
	BLARU		44,25	44,25
	BONNIÈRES-SUR-SEINE		31,81	31,81
	BOURDONNÉ	2,06	98,7	100,76
	CHAUFOR-LÈS-BONNIÈRES		17,09	17,09
	CRAVENT		23,8	23,8
	GRANDCHAMP		2,86	2,86
	HARGEVILLE		41,06	41,06
	LA VILLENEUVE-EN-CHEVRIE	0,76	65,61	66,37
	LOMMOYE	2,02	22,08	24,1
	NOTRE-DAME-DE-LA-MER ¹⁵		61,05	61,05
	RICHEBOURG		12,01	12,01
SAINTE-MARTIN-DES-CHAMPS	0,45	24,97	25,42	
TOTAL BONNIÈRES-SUR-SEINE		6,44	514,78	521,22
	TESSANCOURT-SUR-AUBETTE		5,83	5,83
TOTAL LES MUREAUX		0	5,83	5,83
AUBERGENVILLE	BÉHOUST		2,86	2,86
	FLEXANVILLE	10,26	80,92	91,18
	GAMBAIS	0,63	14,79	15,42
	GARANCIÈRES	3,34	51,38	54,72
	GOUPILLIÈRES		24,89	24,89
	VILLIERS-LE-MAHIEU	0,45	9,42	9,87
TOTAL AUBERGENVILLE		14,68	184,26	198,94
RAMBOUILLET	PRUNAY-EN-YVELINES	26,85	319	345,85
TOTAL RAMBOUILLET		26,85	319	345,85
TOTAL GENERAL		47,97	1023,87	1071,84

¹⁵ Notre-Dame-de-la-Mer est une nouvelle commune issue de la loi NOTRe créée le 1^{er} janvier 2019 . Elle regroupe les communes de Jeufosse et Port-Villez. Seule la commune de Jeufosse est concernée par l'arrêté d'autorisation d'épandage des boues de Seine aval du 20/07/2009.

Tableau 33: Liste des exploitations agricoles concernées et surfaces correspondantes

Exploitation agricole	Surface inapte	Surface apte	Surface totale
COOLEN CHRISTINE	19,36	72,91	92,27
EARL DES COUTUMES	2,78	140,5	143,28
EARL DESLANDES	0,45	90,92	91,37
EARL DU VIGNON (78)		125,19	125,19
EARL POUCKET FILS (78)		5,83	5,83
EARL ROUSSEAU	2,69	116,35	119,04
REY FABIEN	1,15	81,5	82,65
SCEA VILLET	14,05	144,58	158,63
SE DU DOMAINE DES FAURES	7,49	246,09	253,58
Total général	47,97	1023,87	1071,84

6.1.2. Description des exploitations du périmètre

9 exploitations agricoles sont concernées par le projet de plan d'épandage des boues de Seine aval.

Le détail du parcellaire par exploitation (localisation géographique, aptitude et références cadastrales des parcelles) est disponible dans le document d'Atlas cartographique. Les coordonnées complètes des exploitations agricoles sont également présentées en annexe 6.

6.1.2.1. Occupation du sol et pratiques agricoles

Occupation du sol

Avec une SAU de 89 000 ha, représentant 39 % de sa superficie totale (RGA, 2010) le département des Yvelines présente une surface en sols cultivés inférieure à la moyenne nationale (280 000 ha). L'activité agricole représente près de 70% du territoire des communes du périmètre (cf. Figure 33).

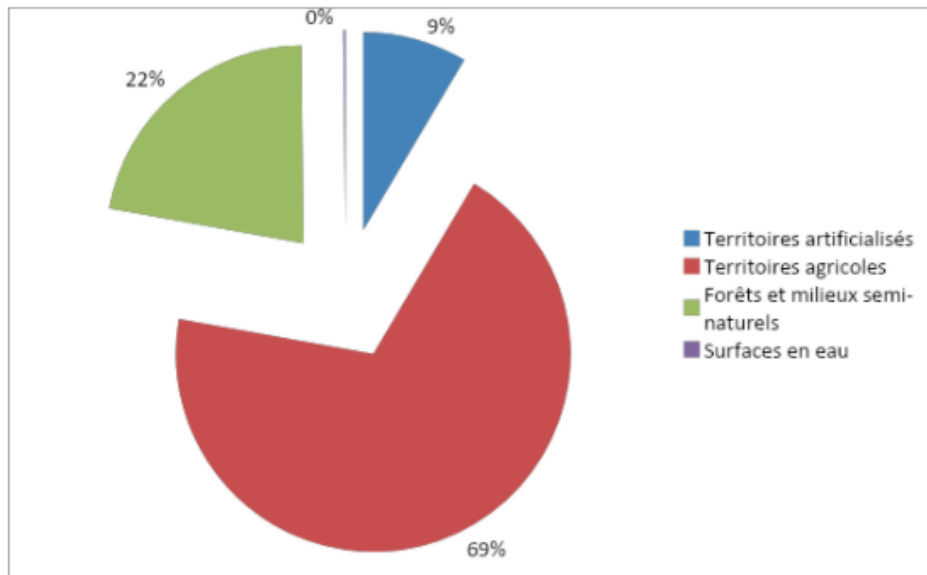


Figure 33: Occupation du sol des communes concernées par le périmètre soumis à la présente demande de renouvellement d'autorisation d'épandage (source : Corine Land Cover 2006)

Pratiques agricoles

La carte suivante visualise l'Orientation Technico-Economique des Exploitations (OTEX) par commune, dans le département des Yvelines.

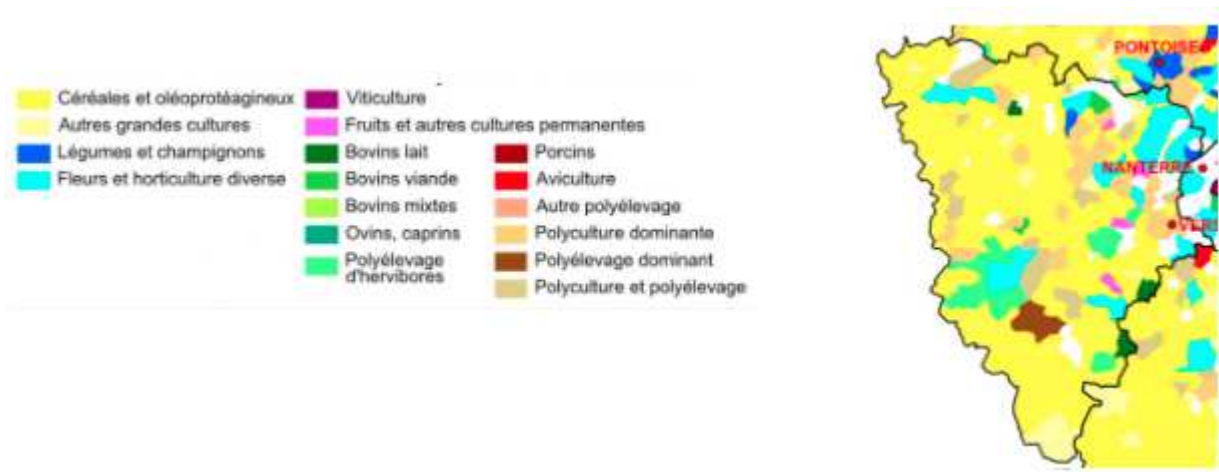


Figure 34: Orientation technico-économique des exploitations par commune en 2010
(Source : Agreste – Recensement Général Agricole 2010)

Le périmètre soumis à la présente demande d'autorisation s'inscrit dans une région de grandes cultures. L'assolement moyen du périmètre est détaillé ci-après :

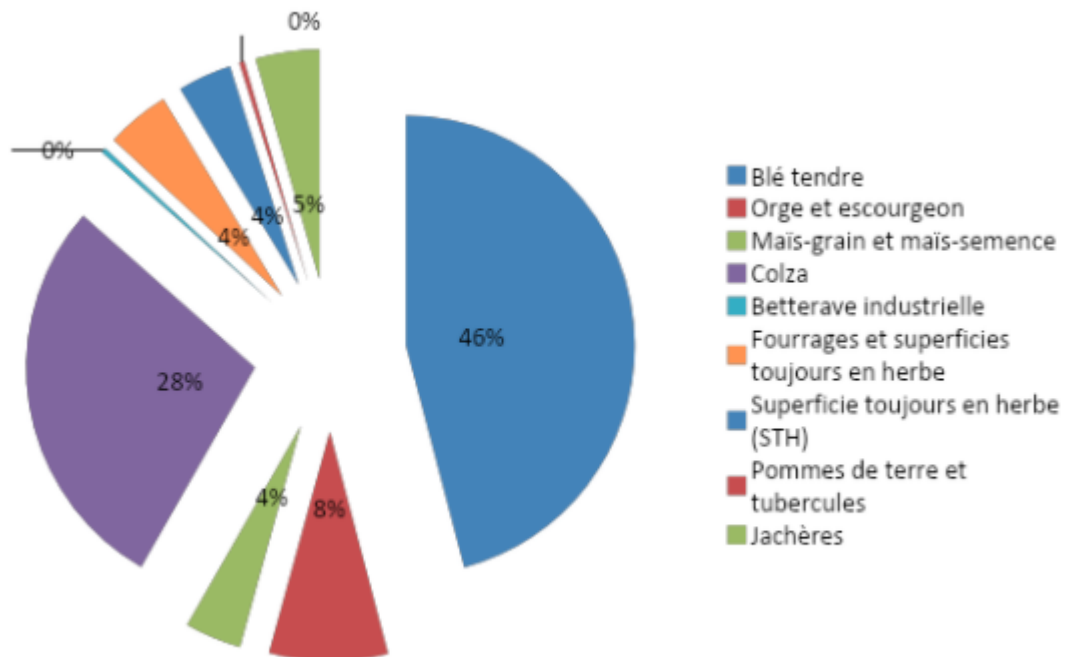


Figure 35: Répartition des cultures sur le périmètre soumis à la présente demande
(Source : Recensement Général Agricole 2010)

En moyenne, les céréales à paille représentent 54,3% de la surface du périmètre (blé : 45,9%, orge : 8,4%)

Différentes rotations culturales sont pratiquées par les agriculteurs :

- ✓ colza / blé / blé,
- ✓ colza / blé / orge de printemps,
- ✓ colza / blé / escourgeon,
- ✓ colza / blé / blé / orge de printemps,
- ✓ colza / blé / pois protéagineux/blé.

Les deux rotations les plus courantes sont : colza / blé / blé et colza / blé / pois / blé. Ce sont, par conséquent, ces deux rotations qui ont été choisies pour le raisonnement sur la dose d'apport (cf. chapitre 4 de ce document).

Certains agriculteurs du périmètre implantent des cultures de printemps sur leur parcellaire. L'épandage de boues de Seine aval est autorisé avant les cultures de printemps précédées de CIPAN, sous certaines conditions (cf. chapitre 9-5). L'agriculteur s'engage à respecter les périodes d'épandage imposées par la réglementation en vigueur, par l'intermédiaire de la convention tripartite signée au titre de l'éco-conditionnalité PAC et qui précise les termes du contrat entre le SIAAP et l'agriculteur.

6.1.2.2. Pratiques de fertilisation

Les plantes cultivées consomment plus d'éléments nutritifs que dans le milieu naturel. Les récoltes exportent hors du champ des éléments minéraux absorbés dans les grains, les fourrages,... Année après année, en l'absence de fertilisation, le sol s'appauvrit et les rendements diminuent. Les

éléments nutritifs doivent être remplacés pour permettre au sol d'assurer la nutrition des plantes, en prenant en compte les prélèvements faits par les récoltes.

Les pratiques de fertilisation des agriculteurs du projet de renouvellement du périmètre d'épandage suivent les principes de l'agriculture raisonnée.

Engrais minéraux et organiques

Pour apporter aux plantes les éléments nutritifs (éléments majeurs, éléments secondaires et oligo-éléments) nécessaires à leur développement, les agriculteurs utilisent principalement des engrais de synthèse. Ils peuvent se présenter sous formes solides (granulés, poudre, bouchons) ou liquide.

Les agriculteurs concernés par le projet de renouvellement du plan d'épandage utilisent des engrais minéraux variés, allant des engrais simples (un seul élément nutritif majeur) : ammonitrate, urée, superphosphate, chlorure de potassium.., aux engrais minéraux composés (2 ou plusieurs éléments nutritifs majeurs : P, K ; N, P, K...).

Le phosphore et le potassium sont le plus souvent raisonnés en fumure de fond et sont apportés avant les têtes de rotation et pour plusieurs années.

Certains agriculteurs utilisent des engrais organiques, dont la totalité des éléments nutritifs a une origine animale ou végétale : il s'agit de déjections animales (fumiers, lisiers, fientes) ou de sous-produits industriels tels que les vinasses de betterave.

Amendements

Les amendements organiques visent à améliorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols. Les agriculteurs du projet de renouvellement du plan d'épandage utilisent différents types d'amendements, afin d'apporter de la matière organique ou de la chaux : craie, marne, écume de sucrerie, compost.

Certains produits peuvent être à la fois fertilisants et amendants, à l'exemple du fumier.

De par leur intérêt agronomique (cf. chapitre 3 de ce document), les boues de Seine aval sont utilisées par les agriculteurs en remplacement de certains fertilisants et amendements, ce qui leur permet de réduire les dépenses sur leur poste « engrais » (cf. chapitre 6-2).

6.1.3. Possibilités d'épandage

6.1.3.1. Non superposition de périmètres d'épandages

Une parcelle agricole intégrant le plan d'épandage de boues de Seine aval ne pourra faire partie d'un autre plan d'épandage d'effluents urbains ou industriels. En effet, la réglementation interdit, sauf exception dûment justifiée, toute superposition de plans d'épandage, pour des raisons de responsabilité juridique, de traçabilité et de transparence. Le SIAAP et SEDE Environnement se sont assurés, lors de la constitution du présent dossier, qu'il n'y avait pas superposition de plans d'épandage sur une même parcelle, auprès des agriculteurs. Une vérification est également effectuée par l'administration, qui dispose de l'ensemble des plans d'épandage déclarés ou autorisés.

L'épandage des boues de Seine aval est compatible avec l'utilisation d'autres produits organiques non soumis à plan d'épandage (engrais ou amendements). Néanmoins, l'apport de produits organiques sur une parcelle ne pourra être réalisé la même année que celle de l'épandage.

6.1.3.2. Cas des exploitations exerçant une activité d'élevage

Un bilan CORPEN a été réalisé pour **une exploitation (EARL des Coutumes)** exerçant une activité d'élevage (cf. document en annexe 7). L'exploitation ne se trouve pas en excédent structurel. Elle dispose des surfaces suffisantes à la valorisation des boues de Seine aval, sans porter préjudice à sa capacité à valoriser leurs effluents d'élevage.

Comme précisé ci-dessus, l'apport d'engrais de ferme sur une parcelle ne pourra être réalisé la même année que celle de l'épandage des boues de Seine aval.

6.1.3.3. Non concurrence aux boues locales

Les communes disposant de systèmes d'assainissement collectif souhaitent épandre les boues produites par leur station d'épuration sur leur territoire agricole. Dans ce cadre, le SIAAP s'engage à ne pas concurrencer les boues locales.

Cette volonté se décline de la manière suivante :

- Lors de l'élaboration du dossier, il est explicitement demandé aux agriculteurs de ne pas intégrer au projet les parcelles de leur exploitation faisant déjà partie d'un plan d'épandage local.
- Pendant la durée de l'autorisation, les agriculteurs souhaitant intégrer un plan d'épandage local peuvent retirer tout ou partie de leur parcellaire du périmètre du SIAAP sur simple demande écrite auprès du SIAAP et transmise pour information à l'administration. Les parcelles concernées sont alors désistées du périmètre de Seine aval.
- Pendant la durée de l'autorisation, si une nouvelle station d'épuration est créée et que la collectivité ne trouve pas suffisamment de parcelles pour valoriser les boues produites, une procédure de médiation peut être entamée. Le SIAAP demande alors aux agriculteurs du plan d'épandage des boues de Seine aval de bien vouloir mettre à disposition les parcelles les plus adaptées pour l'épandage des boues locales. Ces parcelles sont alors désistées du périmètre de Seine aval.

6.1.3.4. Périodes d'épandage

Les épandages sont principalement réalisés après moisson, sur chaumes de céréales et avant l'implantation :

- ✓ d'une tête de rotation implantée à l'automne,
- ✓ d'une autre céréale en fin d'automne,
- ✓ d'une CIPAN.

Aucun épandage ne sera pratiqué :

- ✓ sur culture maraîchère,
- ✓ sur prairie ou pâture.

Selon la praticabilité des parcelles et les conditions climatiques, des épandages pourront être réalisés au printemps.

Le calendrier d'épandage est précisé au chapitre 9.4.

6.2. Motivations et souhaits des agriculteurs

La valorisation agricole des boues de Seine aval correspond à la satisfaction d'un besoin en éléments fertilisants et en matière organique des sols et des cultures. En effet, l'obtention de rendements élevés est directement liée à la pratique raisonnée de la fertilisation (minérale et organique).

De plus, le poste « engrais » représente une part importante des charges proportionnelles de l'exploitation agricole (entre 25 et 40 %). L'utilisation de boues est, à ce titre, une source d'économie. Pour que l'économie soit réelle, une réduction équivalente des apports en intrants de synthèse est nécessaire. L'agriculteur peut solliciter les conseils du prestataire du SIAAP tout au long de l'année, dans le cadre du suivi et de l'auto-surveillance des épandages.

Afin d'évaluer les économies réalisées sur le poste « engrais » suite à l'épandage de boues de Seine aval, une simulation est réalisée dans le tableau ci-dessous, pour une des rotations principales du périmètre, et considérant le cours des engrais en date du mois de juillet 2014.

Tableau 34: **Intérêt économique pour l'exploitant de l'utilisation de boues de Seine aval**

Boues thermiques	N _{TOTAL}	P ₂ O ₅	K ₂ O
Rotation Colza / blé / Pois / blé Exportations (kg/ha)	280*	231	216
Apport en éléments fertilisants (kg/ha) disponibles suite à l'épandage de boues (6,5 t MB/ha)	16,3	221	0,04
Exemples d'engrais utilisés	Ammonitrate 33,5	Superphosphate	Chlorure de potasse
Prix moyen de l'engrais (€/unité) <i>Source : Agriconomie (prix avril 2021)</i>	0,3	0,3	0,3
Quantité de fertilisants économisés (kg/ha) suite à un épandage de boues	16,3	221	0,04
Économies réalisées pour chaque engrais (€/ha), suite à un épandage de boues	4,9	66	0,01

7. Étude du milieu récepteur

7.1. Géographie, topographie

Le département des Yvelines appartient à la région Ile-de-France. Situé aux portes de Paris, le département des Yvelines doit concilier une urbanisation importante et un espace rural encore très étendu.

Le relief des Yvelines est celui d'une plaine découpée par des vallées relativement marquées, d'une altitude moyenne de 150 mètres environ. Son point culminant, 200 mètres, se situe dans le bois des Frêneaux à Lainville-en-Vexin, à l'extrême nord du département, dans la bordure sud du Vexin français (toutefois une butte artificielle située à Élancourt atteint 231 mètres). Son point le plus bas, 9,14 mètres, est à Limetz-Villez, point le plus à l'ouest du cours de la Seine au point où elle quitte les Yvelines pour entrer dans l'Eure.



Figure 36: Relief du département des Yvelines
(Source : www.canalmonde.fr, site consulté le 18/01/2017)

Les principales caractéristiques géographiques du département des Yvelines sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 35: Géographie et topographie des Yvelines

Région agricoles	Descriptif
<i>Vexin</i>	Caractéristique : 10 communes dans la frange nord, consacrées à la grande culture et accessoirement à l'élevage Département limitrophe : le Val d'Oise.
<i>Vallée de la Seine</i>	Caractéristique : région urbanisée et boisée Département limitrophe : l'Eure et le Val d'Oise.
<i>Ceinture de Paris</i>	Caractéristique : cette zone, la plus proche de Paris, est fortement touchée par l'urbanisation. Le maraîchage et l'arboriculture y sont encore présents, parfois sous forme de relique comme dans la plaine de Montesson totalement enclavée en zone urbaine Département limitrophe : le Val d'Oise, les Hauts-de-Seine et l'Essonne.
<i>Drouais</i>	Caractéristique : 36 communes (sur 105, le reste se trouvant en Eure-et-Loir) de l'ouest des Yvelines, consacrées principalement à la grande culture Département limitrophe : l'Eure et l'Eure-et-Loir.
<i>Plaine de Versailles</i>	Caractéristique : région entièrement comprise dans les Yvelines, région de grandes cultures, fortement urbanisée dans sa partie est (Versailles, Saint-Quentin-en-Yvelines) Département limitrophe : l'Essonne.
<i>Yvelines</i>	Caractéristique : région entièrement comprise dans les Yvelines, très boisée (région de Rambouillet) Département limitrophe : l'Essonne et l'Eure-et-Loir.
<i>Hurepoix</i>	Caractéristique : région pratiquant principalement l'élevage, le maraîchage et, accessoirement, les grandes cultures de céréales Département limitrophe : l'Essonne.
<i>Beauce</i>	Caractéristique : 6 communes de la pointe sud du département, à vocation céréalière. Département limitrophe : l'Eure-et-Loir.

Le périmètre d'épandage des boues de Seine aval, soumis à la présente demande de renouvellement d'autorisation, est localisé majoritairement sur la moitié nord du département. Seule la petite région agricole de la ceinture de Paris n'est pas concernée par le périmètre d'épandage des boues de Seine aval.



Figure 37: [Parcellaire de Seine aval dans les Yvelines](#)

7.2. Contexte géologique

Le département des Yvelines se situe dans l'est du bassin parisien, vaste plateau entaillé de vallées et présentant quelques buttes témoins. Le bassin parisien est bordé à l'est par les Vosges, au nord-est par le massif ardennais et au sud par le massif central.

Le bassin parisien présente une forme de cuvette. C'est un bassin sédimentaire, formé par des dépôts successifs (calcaire, minéraux, reste de végétaux et d'animaux), alternativement meubles et rigides. La disposition des roches sédimentaires suit un empilement concentrique des plus récentes aux plus anciennes. Ces roches sédimentaires, qui peuvent atteindre jusqu'à 3 000 m de profondeur à Coulommiers, reposent sur le socle hercynien.

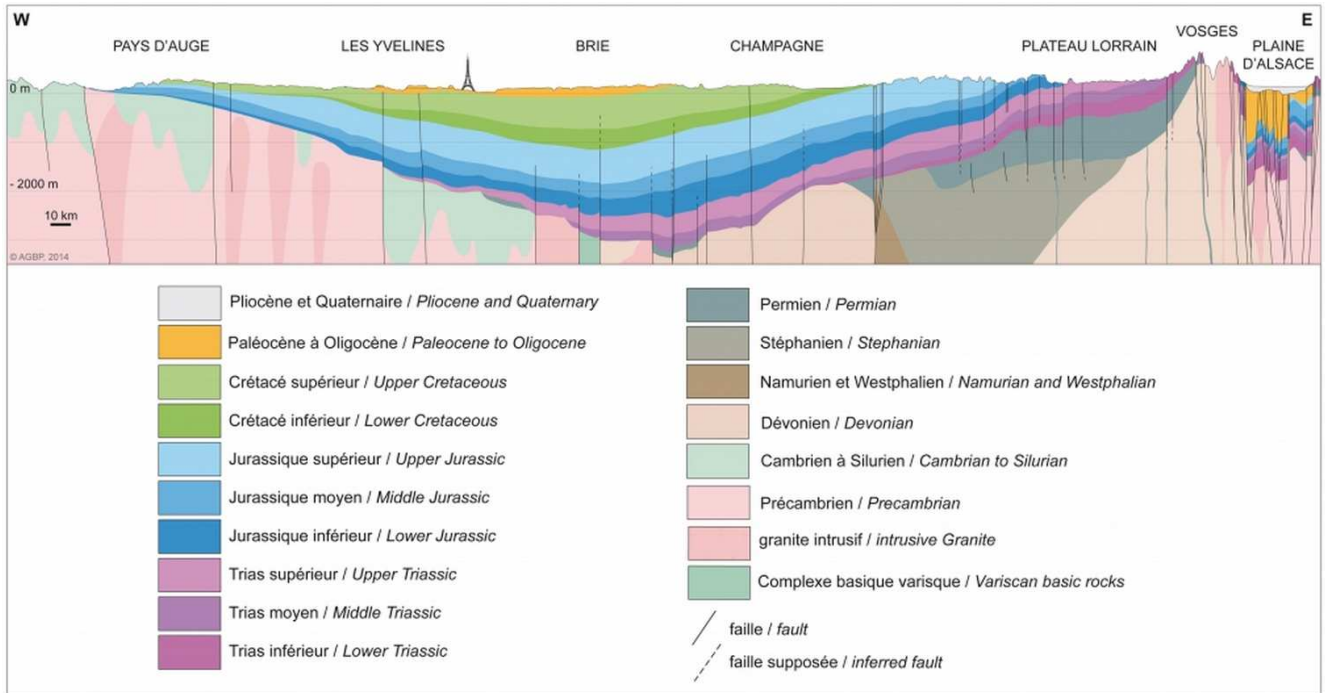


Figure 38: Coupe du bassin parisien simplifiée d'après Gély Jean-Pierre et Hanot Franck (ccord.) – coupe géologique du bassin parisien et du fossé rhénan. Bull. Inf. Géol. Bass. Paris, Mémoire hors-série n°9, 2014 (www.clubgeologiqueidf.fr, dernière consultation le 19/01/2016)

Le bassin parisien s'est formé à l'ère secondaire (Mésozoïque) et à l'ère tertiaire (Cénozoïque). Le Mésozoïque a été rythmé par des périodes de transgression et de régression marine d'amplitude variable. Au Cénozoïque, le bassin parisien subit également de nombreuses incursions marines et des périodes d'émersion. Durant cette dernière période, des roches sédimentaires vont se former : calcaires grossiers de Paris, calcaires de Brie, gypses, sables de Fontainebleau, etc.

Les côtes et cuesta, sont issues de l'érosion des roches tendres (marnes, argiles), laissant les reliefs de roches dures (calcaire, grès), suite au soulèvement des marges septentrionales et méridionales du bassin parisien par la poussée alpine.

Durant le Quaternaire, le bassin parisien fait l'objet de différents types de dépôts : fluviatiles sur les plateaux et dans les vallées, sédiments éoliens (le lœss).

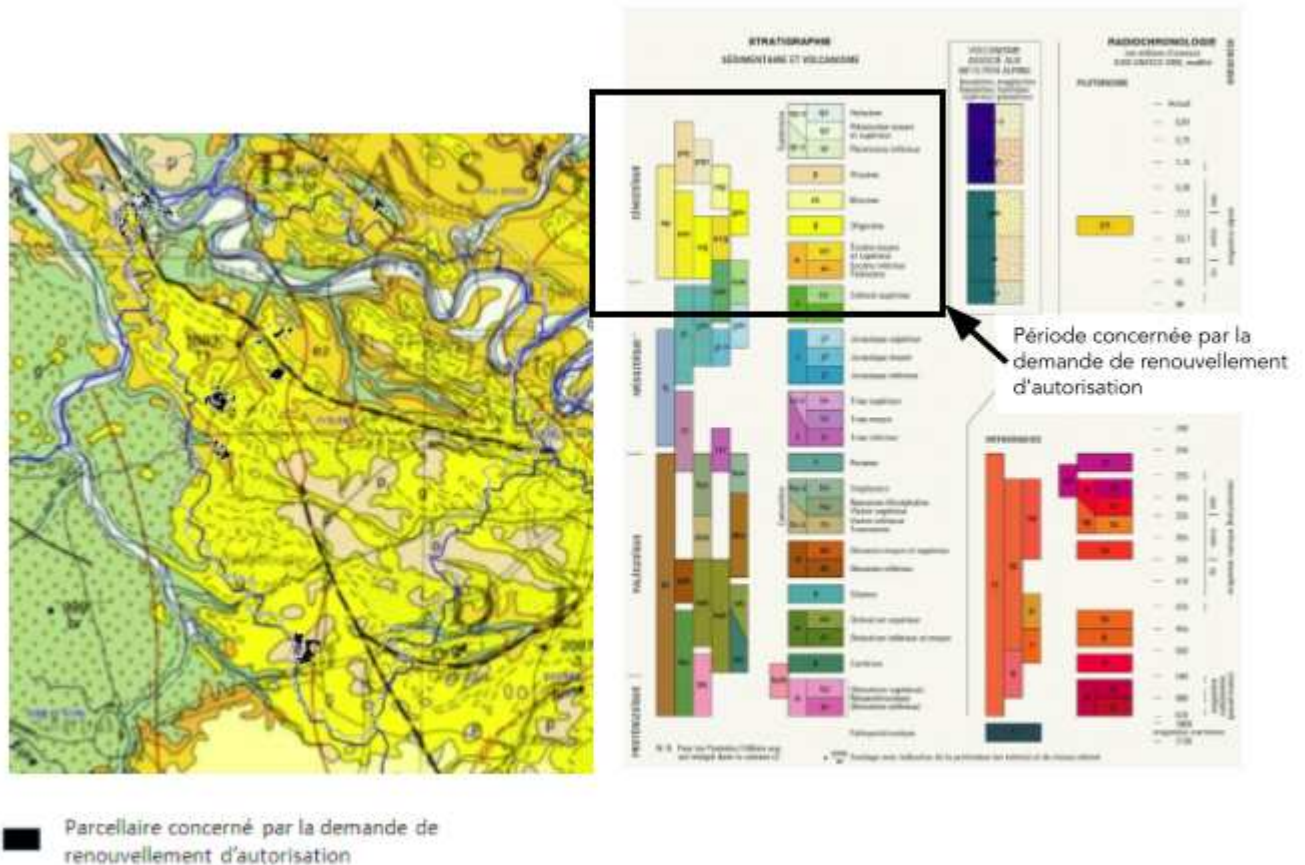


Figure 39: Représentation géologique du département des Yvelines

(source : <http://infoterre.brgm.fr/>)

Le périmètre de l'étude est couvert par les cartes géologiques au 1/50 000^{ème} de Mantes-la-Jolie (n°151), Pontoise (n°152), de Houdan (n°181), de Nogent-le-Roi (n°217), de Chartres (n°255) et de Dourdan (n°256).

7.3. Etude des sols du périmètre

7.3.1. Description générale des sols

5 groupes principaux de sols ont été distingués :

- Les sols peu évolués d'apport alluvial et colluvial

Les sols d'apport alluvial et colluvial sont des sols peu évolués. Les sols d'apport alluvial sont des sols carbonatés, majoritairement de texture limoneuse à limono-argileuse et à hydromorphie faiblement marquée. Représentation géologique du département des Yvelines

(source : <http://infoterre.brgm.fr/>)

Le périmètre de l'étude est couvert par les cartes géologiques au 1/50 000^{ème} de Mantes-la-Jolie (n°151), Pontoise (n°152), de Houdan (n°181), de Nogent-le-Roi (n°217), de Chartres (n°255) et de Dourdan (n°256).

Les sols colluviaux, ou de bas de pente, sont formés à partir des matériaux arrachés par l'érosion aux pentes situées au-dessus. Ces sols présentent des textures limoneuses à argilo-limoneuses et sont pour la plupart fortement hydromorphes.

- Rendzines et sols bruns calcaires et calciques et sols bruns lessivés calcaires

Les rendzines sont constituées par des sols peu profonds à moyennement profonds, présentant des textures limoneuses à argilo-limoneuses, et renferment une charge en éléments grossiers généralement moyenne. Ils reposent sur des roches calcaires, leurs pH sont donc neutres à basiques, et sont bien drainés naturellement (hydromorphie nulle à faible).

Les sols bruns calcaires et les sols reposant sur une roche calcaire ont une texture similaire aux rendzines mais ils sont plus profonds et plus riches en argiles, favorisant leur processus de décarbonatation. La charge en éléments grossiers est également faible.

- Sols bruns à bruns faiblement lessivés développés sur une formation à silex

Ces sols présentent des textures limoneuses à limono-argilo-sableuses. Ces sols sont pour la plupart peu profonds et d'hydromorphie variable.

- Sols bruns lessivés à lessivés développés sur des sables de Fontainebleau

Il s'agit de sols profonds, moyennement hydromorphes et présentant une texture variable (limono-sableuse, limono sablo-argileux, limono-sablo-argileuses, argilo-sableuse et sablo-argileuse).

- Sols bruns lessivés à lessivés développés sur des limons

Ces sols sont profonds. Ils présentent majoritairement une texture limono-argilo-sableuse à limono-sablo-argileuse et une hydromorphie variable.

7.3.2. Description des sols du périmètre

7.3.2.1. Unités pédologiques rencontrées sur le périmètre


L'étude pédologique réalisée sur les parcelles agricoles du périmètre de Seine aval, soumis à la présente demande de renouvellement d'autorisation, a abouti à la reconnaissance de familles pédologiques, déclinées en 16 unités de sols.

La description pédologique des sols du périmètre a été réalisée suite à une étude terrain. De nombreux sondages à la tarière à main ont été pratiqués jusqu'à plus d'un mètre de profondeur, lorsque les éléments grossiers n'ont pas entravé la pénétration de la tarière. A cette étude de profils s'ajoutent des observations de surface. L'interprétation de l'ensemble des éléments a permis de définir l'ensemble des unités de sol rencontrées sur le périmètre. Une unité de sol regroupe plusieurs sondages de sol qui ont comme points communs : la roche mère, une texture approchante, une profondeur variable de 20 à 30cm, une charge en cailloux similaire...


Conformément à l'article 2 de l'arrêté du 8 janvier 1998, ces unités de sols sont décrites dans le présent dossier. La description détaillée de chacune de ces unités est présentée dans le document d'annexes – annexe 8.

Sols peu évolués d'apport colluvial ou alluvial

- ☐ Sols développés sur graviers et cailloutis (sols de bas fonds)


 Unité 1 : Sols de texture argileuse, peu à moyennement profonds (de 0,50 à 0,70m), moyennement hydromorphes à hydromorphes, reposant sur des graviers et cailloutis colmatés par des argiles.


- ☐ Sols d'apport


 Unité 2 : Sols d'apport de texture limoneuse, profonds (> 1,30m), faiblement hydromorphes à charge nulle en cailloux.

Rendzines, sols bruns calcaires et calciques et sols bruns lessivés calcaires


- ☐ Sols bruns calcaires et rendzines développés sur calcaire


 Unité 3 : Sols limoneux à limono-argileux, à charge moyenne à forte en cailloux calcaires, carbonatés, très peu profond à peu profonds (0,25 à 0,50m), reposant sur la roche calcaire (rendzine).


 Unité 4 : Sols bruns calcaires, limoneux à limono-argileux-sableux, carbonatés, moyennement profond (0,50 à 0,70m), faiblement hydromorphes reposant sur la roche calcaire.

 Unité 5 : Sols bruns calcaires, très argileux, peu profonds (0,30 à 0,50m), moyennement hydromorphes reposant sur des glaises ou des marnes

- ☐ Sols bruns calciques développés sur calcaire




 Unité 6 : Sols bruns calcaires ou calciques limono-argileux à argileux, moyennement profonds (0,50 à 0,70m), moyennement hydromorphes reposant sur du calcaire à meulière.

 Unité 7 : Sols bruns calciques, limono-argileux-sableux à limono-argileux, moyennement profonds à profonds (0,70 à 0,90m), faiblement à moyennement hydromorphes reposant sur la roche calcaire.



 Unité 8 : Sols bruns calciques sur calcaire, limono-argileux à argileux, carbonatés, profonds (>1,20m), faiblement à moyennement hydromorphes reposant sur la roche calcaire.

Remarques : les unités 3, 4, 5 et 6, 7, 8 pourraient être divisées en 2 zones homogènes, mais les surfaces concernées sont peu importantes d'où le regroupement de ces unités en une même zone homogène.



Sols bruns à bruns faiblement lessivés développés sur une formation à silex

	Unité 9 :	Sols de texture limoneuse (limons moyens sableux) très peu profonds (< 0,50m) non hydromorphes, reposant sur une formation à silex (sol de butte).
	Unité 10 :	Sols de texture limono-argileuse à argileuse, peu profonds (< 0,50m) moyennement hydromorphes, reposant sur une formation à silex
	Unité 11 :	Sols de texture limono-argilo-sableuse, moyennement profonds (entre 0,50 et 0,70m), non hydromorphes, reposant sur une formation à silex (sol de pente).


Sols bruns lessivés à lessivés développés sur des sables de Fontainebleau

	Unité 12 :	Sols bruns lessivés limono-sableux à limono sablo-argileux, profonds (>1,30m) faiblement à moyennement hydromorphes reposant en profondeur sur la formation des sables de Fontainebleau.
	Unité 13 :	Sols bruns limono-sablo-argileux devenant argilo-sableux à sablo-argileux, profonds (>1,30m), moyennement hydromorphes issu de la formation des sables de Fontainebleau.

Sols bruns lessivés à lessivés développés sur des limons

	Unité 14 :	Sols bruns à bruns lessivés de texture limoneuse à limono-argilo-sableuse, profonds (>1,30m), faiblement hydromorphes.
	Unité 15 :	Sols bruns Lessivés à lessivés de texture limono-argilo-sableuse à limono-argileuse, profonds (>1,30m), faiblement à moyennement hydromorphes.

□ Sols sur limons sableux éoliens

	Unité 16 :	Sols bruns lessivés à lessivés de texture limono-sableuse à limono-sablo-argileuse, profonds (>1,30m), faiblement hydromorphes.
---	------------	---

L'ensemble de ces éléments a permis d'établir une esquisse pédologique au 1/25 000^{ème} de l'ensemble du périmètre (cf. document d'atlas cartographique). La ou les unité(s) de sol sont précisées pour chacune des parcelles. Le contexte pédologique reflète les caractères géologiques et

topographiques des terrains, et les transitions sont progressives de l'un à l'autre. Les sols s'organisent alors en toposéquences continues.

7.3.2.2. Analyses de sol par zone homogène

Pour chacune des parcelles du périmètre d'épandage des boues de Seine aval, une étude pédologique a été réalisée. Celle-ci a abouti à la définition d'unités de sol et au découpage des parcelles en fonction de ces unités.

En considérant que l'unité culturelle définie à l'article 2 de l'arrêté du 8 janvier 1998 correspond à l'exploitation agricole (ensemble de parcelles cultivées suivant le même itinéraire technique) et sur la base des résultats de l'étude pédologique, des zones homogènes (partie d'unité culturelle homogène d'un point de vue pédologique n'excédant pas 20 ha) ont été définies.

Les zones homogènes sont donc définies par agriculteur et par famille de sol, une famille de sol pouvant regrouper plusieurs unités de sols. Par exemple, dans le département des Yvelines, on compte 16 unités de sol mais 4 familles de sol.

Dans ce dossier, chaque famille de sol, pour un exploitant agricole donné, est considérée comme une **zone homogène**.

Une zone homogène peut être constituée de plusieurs parcelles ou morceaux de parcelles.

Conformément à l'article 2 de l'arrêté du 8 janvier 1998, un point de référence représentatif de chaque zone homogène a été défini et analysé, soit au moins une analyse pour 20 ha. Au total **87 analyses de sols** géoréférencées (Lambert II) ont été réalisées pour l'ensemble du périmètre Seine aval, soumis à la présente demande d'autorisation (cf. chapitre 10.4.2.). L'annexe 9 présente la liste des points de référence par exploitation et les parcelles qui y sont associées ainsi que les cartes représentant les zones homogènes.

Remarques :

- Lorsqu'une parcelle comprend plusieurs familles de sol, et que l'une d'elle est sous représentée par rapport aux autres, elle sera rattachée à l'unité correspondant à la famille la plus proche présente sur la parcelle, en considérant que la parcelle est exploitée de manière identique et que ce rapprochement constitue donc une zone homogène. En effet, la notion d'exploitation est privilégiée par rapport à la notion de pédologie dans quelques cas.
- deux cas particuliers se présentent pour la constitution des zones homogènes (points de référence et parcelles associées) :
 - Cas 1 : zone homogène > 20 ha mais < 21 ha : Ce surplus se justifie lors de modifications à la marge, année après année et à quelques ares près, des surfaces des parcelles selon les évolutions des RPG ;
 - Cas 2 : surface rattachée à 1 point de référence > 20 ha mais < 26 ha : parcelle d'un seul tenant dans un secteur déjà bien représenté par d'autres points de référence ;

7.3.3. Aptitude à la valorisation des boues

L'épandage de boues sollicite la capacité des sols à dégrader des matières organiques et à fixer les éléments minéraux nécessaires à la croissance de la plante.

En considérant leur richesse en matière organique et en éléments minéraux majeurs, l'épandage de boues de Seine aval sur des sols adaptés permet d'augmenter le bilan humique à long terme, dans la mesure où certains critères sont pris en compte :

- ✓ la réserve utile (RU), qui renseigne sur la vitesse de filtration du sol et sa capacité de rétention en eau,
- ✓ l'état calcique du sol (pH, carbonatation du profil),
- ✓ le niveau d'hydromorphie, qui limite les capacités du sol à minéraliser la matière organique.

L'étude pédologique réalisée sur l'ensemble du parcellaire concerné par le périmètre, soumis à la présente demande de renouvellement d'autorisation, a permis de caractériser les sols (hydromorphie, texture, épaisseur...) et de les classer selon leur sensibilité à l'épandage (prise en compte dans la définition de l'aptitude évoquée au chapitre 8 de ce document).

7.4. Hydrologie

7.4.1. Hydrographie

7.4.1.1. Réseau hydrographique superficiel

Le département des Yvelines possède un réseau hydrographique particulièrement développé. Les Yvelines sont drainées par la Seine qui traverse le nord du département sur environ cent kilomètres entre Carrières-sur-Seine et Limetz-Villez. De nombreuses rivières secondaires, dont beaucoup prennent leur source dans le massif de Rambouillet, véritable « château d'eau » des Yvelines, irriguent le département dans toutes les directions avant de rejoindre la rive gauche de la Seine, directement ou non.

Ce réseau hydrographique s'organise autour de 13 unités ou bassins hydrographiques : Seine-Mantoise, Confluent Oise, Seine Parisienne, Bièvre, Orge Yvette, Voise, Drouette, Eure Amont, Vesgre, Eure Aval, Mauldre Vaucouleurs, Seine fleuve et Epte

Il existe relativement peu d'étendues d'eaux dormantes, les principales sont l'étang de Saint-Quentin (250 hectares) et les étangs de Hollande, dans le secteur de Rambouillet.

Le département des Yvelines présente des cours d'eau permanents et des cours d'eau temporaires.

Les zones inondables du département sont majoritairement distribuées dans les fonds de vallée et le long des berges de ces cours d'eau.

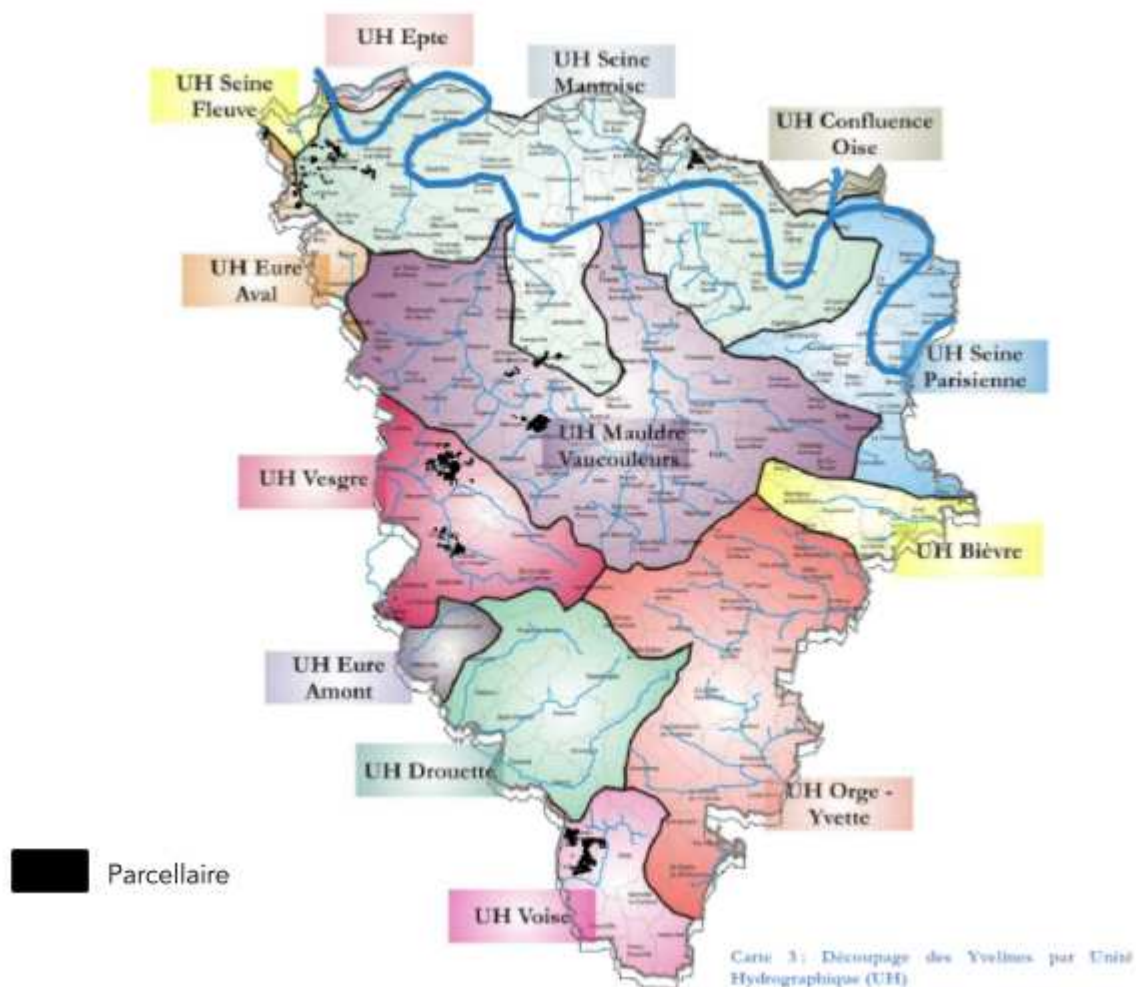


Figure 40: [Unités hydrographiques des Yvelines](#)

(Source : Conseil Général des Yvelines, 18 octobre 2013)

7.4.1.2. Cours d'eau

Les cours d'eau dit BCAE¹⁶ sont des cours d'eau jugés sensibles et qui doivent faire l'objet de l'implantation d'une zone tampon¹⁷ sur leur rives dans le cadre de l'activité agricole. Ce dispositif a, en particulier, pour objectif de protéger les eaux courantes en limitant les risques de pollutions diffuses. Par ailleurs, ils favorisent également les auxiliaires de culture et la biodiversité.

Les cours d'eau BCAE sont définis par l'arrêté ministériel du 24 avril 2015.

La DDT des Yvelines a également établi une cartographie de tous les cours d'eau du département.

[La définition de l'aptitude des parcelles par rapport aux cours d'eau a été réalisée à partir de la cartographie départementale des cours d'eau communiquée par la DDT en février 2021.](#)

¹⁶ BCAE : Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales

¹⁷ Les zones tampons correspondent à des bandes non cultivées pérennes d'au moins 5m de large, Elles peuvent être enherbées ou arborées.

7.4.1.3. Masse d'eau de surface

Le département des Yvelines se trouve sur le territoire de l'agence de bassin Seine Normandie.

L'arrêté du 12 janvier 2010 relatif aux méthodes et aux critères à mettre en œuvre pour délimiter et classer les masses d'eau et dresser l'état des lieux prévu à l'article R.212-3 du Code de l'Environnement définit la masse d'eau de surface comme « *une partie distincte et significative des eaux de surface telles qu'un lac, un réservoir, une rivière, un fleuve ou un canal, une eau de transition ou une portion d'eaux côtières* ». Il s'y distingue :

- la « *masse d'eau cours d'eau* » : masse d'eau de surface constituée d'un ou plusieurs tronçons de rivière, de fleuve ou de canal",
- la « *masse d'eau plan d'eau* » : masse d'eau de surface intérieure constituée d'eau stagnante,
- la « *masse d'eau littorale* » : masse d'eau de surface constituée d'eau de transition (port, baie), ou masse d'eau de surface constituée d'eau côtière.

A chaque masse d'eau correspond un volume d'eau sur lequel des objectifs de qualité, voire de quantité, sont définis. C'est l'unité de base pour rendre compte à la Commission Européenne de l'état des eaux.

Compte tenu de caractéristiques naturelles différentes, le réseau hydrographique du bassin Seine-Normandie est dense. De ce fait, les masses d'eau du bassin Seine-Normandie sont nombreuses et de petite taille. Afin de faciliter l'application de la DCE¹⁸ sur le terrain, elles sont regroupées dans des unités hydrographiques cohérentes (aplats de couleur).

Outre les masses d'eau de surface dites naturelles, il existe des masses d'eau dites fortement modifiées par suite d'altérations physiques dues à l'activité humaine (rivières navigables) et des masses d'eau dites artificielles créées par l'activité humaine (canaux, lacs de barrage). L'objectif de qualité des eaux est alors le bon potentiel et non plus le bon état.

Les masses d'eau superficielles situées à moins d'1 km du périmètre d'épandage sont présentées dans le tableau ci-dessous :

¹⁸ Directive Cadre sur l'Eau

Tableau 36: **Masses d'eau de surface du département des Yvelines concernées par le périmètre des boues de Seine aval**

Code de la masse d'eau	Nom de la masse d'eau
FRHR233-H3074000	la flexanville
FRHR231	L'Aubette de sa source au confluent de la Seine (exclu)
FRHR231-H3018000	ruisseau la montcient
FRHR230B	la Seine du confluent de la Mauldre (exclu) au confluent de l'Epte (exclu)
FRHR245	la Remarde de sa source au confluent de la Voise (exclu)
FRHR355	la Vesgres de sa source au confluent de l'Opton (inclus)
FRHR355-H4271050	cours d'eau de la chesnaie
FRHR355-H4274500	ruisseau le grapelin
FRHR355-H4275050	moque-souris
FRHR355-H4275500	ruisseau le sausseron
FRHR355-H4279000	ruisseau l'opton

La définition de l'aptitude des parcelles par rapport aux cours d'eau a été réalisée par rapport à la cartographie départementale des cours d'eau disponible sur le site de la DDT (mise à jour le 13/09/2019).

7.4.2. Hydrogéologie – Masse d'eau souterraine

La Directive Cadre sur l'Eau définit par masse d'eau souterraine « *un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères* » ; un aquifère représentant « *une ou plusieurs couches souterraines de roches ou d'autres couches géologiques d'une porosité et d'une perméabilité suffisantes pour permettre soit un courant significatif d'eau souterraine, soit le captage de quantités importantes d'eau souterraine* ».

Une masse d'eau souterraine désigne donc une partie de nappe d'eau souterraine.

Les eaux souterraines représentent une part importante des ressources globales en eau du département, ceci en raison de la nature exclusivement sédimentaire du sous-sol et des couches perméables qu'il renferme et qui constituent autant de réservoirs aquifères superposés.

La plupart des adductions publiques d'eau potable et des adductions privées (industrie, agriculture...) sont faites à partir des eaux souterraines.

Cependant, les différentes nappes contenues dans ces réservoirs sont d'inégale importance, non seulement en raison du volume de leurs réserves ou de leur extension, mais aussi et surtout en raison de leur degré d'exploitation lié à la fois à leur grande accessibilité, leur faculté de renouvellement et leur qualité.

En termes d'accessibilité, les nappes libres ou semi-captives peu profondes présentent un intérêt majeur. On trouve par ordre d'importance (volume, accessibilité, renouvellement, qualité), la nappe de la Craie puis les nappes du Tertiaire. Compte-tenu de l'intérêt de ces nappes et de leur vulnérabilité, la totalité du département a été classée en zone vulnérable (arrêté préfectoral n°2012355-002 du 20 décembre 2012 et arrêté du 13 mars 2015 portant sur la délimitation des zones

vulnérables aux pollutions par les nitrates d'origine agricole sur le bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands).

Les mesures compensatoires prises sont l'application des contraintes éditées par le PAR d'Ile-de-France et le PAN. Ces dispositions sont reprises dans le chapitre 10 de ce document.

La carte et le tableau ci-dessous présentent la répartition du parcellaire concerné par la présente demande de renouvellement par rapport aux masses d'eau souterraines du département des Yvelines.

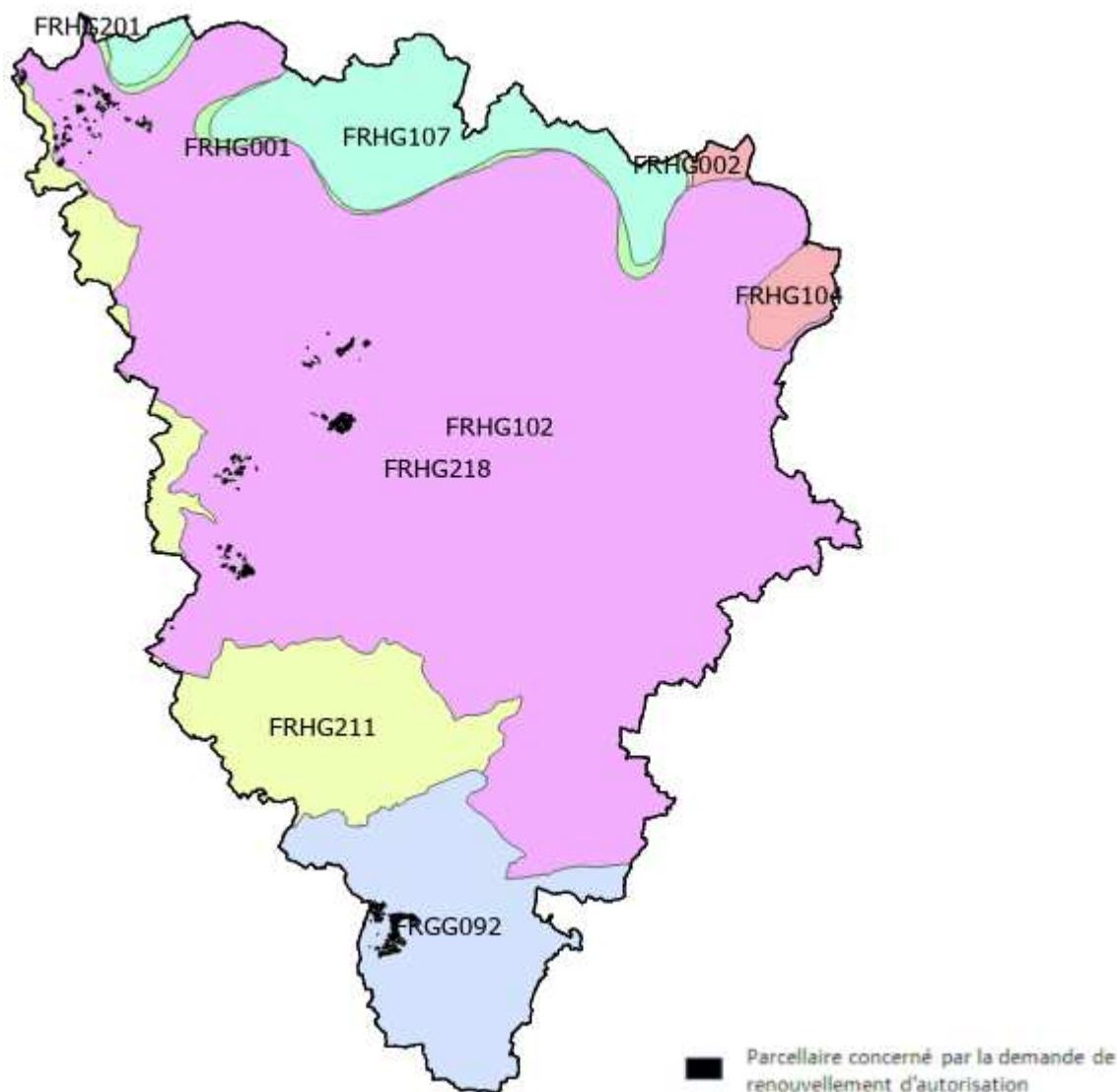


Figure 41: Masses d'eau souterraines du département des Yvelines concernées par le périmètre d'épandage des boues de Seine aval (Source : www.seine-normandie.eaufrance.fr, juin 2019)

Tableau 37: **Masses d'eau souterraine concernées par le périmètre d'épandage**

Code masse d'eau	Nom de la masse d'eau	% de la surface du périmètre concerné
FRGG092	Multicouches craie du Séno-turonien et calcaires de Beauce libres	32%
FRHG001	Alluvions de la Seine moyenne et avale	4%
FRHG102	Craie et Tertiaire du Mantois à l'Hurepoix	67%
FRHG107	Éocène et craie du Vexin français	1%
FRHG211	Craie altérée du Neubourg-Iton-plaine de Saint-André	5%
FRHG218	Albien-néocomien captif	100%

Les épandages de boues de Seine aval ont un faible impact sur la ressource en eau grâce à l'application des prescriptions réglementaires (distance d'isolement, calendrier) et du raisonnement de la dose.

7.4.3. Périmètres de protection de captage et aires d'alimentation de captage prioritaire

7.4.3.1. Périmètre de protection de captage d'alimentation en eau potable

Les périmètres de protection de captage sont établis autour des sites de captages d'eau destinés à la consommation humaine, en vue d'assurer la préservation de la ressource. L'objectif est donc de réduire les risques de pollutions ponctuelles et accidentelles de la ressource sur ces points précis.

Les périmètres de protection de captage sont définis dans le code de la santé publique (article L-1321-2). Ils ont été rendus obligatoires pour tous les ouvrages de prélèvement d'eau d'alimentation depuis la loi sur l'eau du 3 janvier 1992. Des guides techniques d'aide à la définition de ces périmètres ont été réalisés, notamment par le Bureau de Recherche Géologiques et Minières (BRGM).

Cette protection comporte trois niveaux, établis à partir d'études réalisées par des hydrogéologues agréés en matière d'hygiène publique, schématisés en figure suivante et définis ci-après :

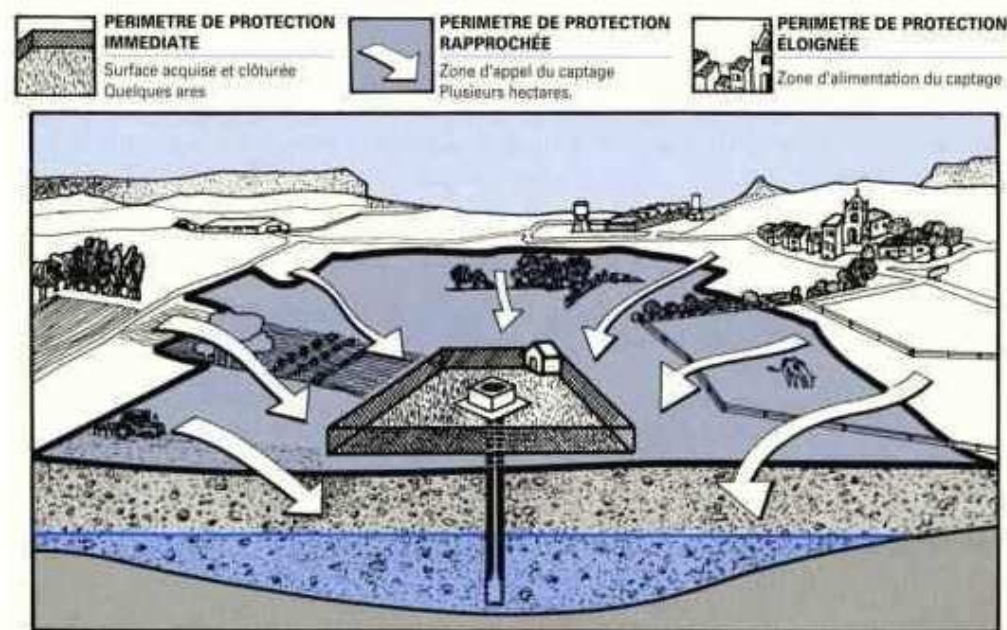


Figure 42: Périmètre de protection des captages

(Source : <http://pays-de-la-loire.sante.gouv.fr>)

- ✓ Le périmètre de protection immédiat : site de captage clôturé (sauf dérogation) appartenant à une collectivité publique, dans la majorité des cas. Toutes les activités y sont interdites hormis celles relatives à l'exploitation et à l'entretien de l'ouvrage de prélèvement de l'eau et au périmètre lui-même. Son objectif est d'empêcher la détérioration des ouvrages et d'éviter le déversement de substances polluantes à proximité immédiate du captage.
- ✓ Le périmètre de protection rapproché : secteur plus large (en général quelques hectares) dans lequel toute activité susceptible de provoquer une pollution est interdite ou est soumise à prescription particulière (construction, dépôts, rejets ...). Son objectif est de prévenir la migration des polluants vers l'ouvrage de captage.
- ✓ Le périmètre de protection éloigné : facultatif, ce périmètre est créé au cas où certaines activités seraient susceptibles d'être à l'origine de pollutions importantes. Ce secteur correspond généralement à la zone d'alimentation du point de captage, voire à l'ensemble du bassin versant.

L'arrêté préfectoral d'autorisation de prélèvement et d'institution des périmètres de protection fixe les servitudes de protection opposables au tiers par déclaration d'utilité publique (DUP).

Dans le cadre de cette étude, la localisation des captages et la définition de leurs périmètres de protection ont été actualisées, [au cours du mois de novembre 2020](#).

L'ensemble des périmètres de protection est représenté sur les cartes d'aptitude à l'épandage des boues de Seine aval (cf. document d'Atlas cartographique).

Aucun épandage, ni stockage de boues de Seine aval n'est autorisé dans les périmètres de protection immédiat et rapproché.

7.4.3.2. Aire d'Alimentation de Captage prioritaire (AAC)

Captage prioritaire Grenelle

Lors du Grenelle de l'environnement, les Ministères en charge du développement durable, de la santé et de l'agriculture ont dressé une liste de 507 captages parmi les plus menacés par les pollutions diffuses, notamment les nitrates et les produits phytosanitaires. Les aires d'alimentation de ces captages dits « prioritaires » sont protégées depuis 2012.

Dans les Yvelines, 7 captages sont dits « Grenelle. En 2020, toutes les démarches sont lancées sur les captages « Grenelle », mais ne sont pas au même point d'avancement.

Tableau 38: AAC situées dans les Yvelines

http://www.deb.developpement-durable.gouv.fr/telechargements/ouvrages_grenelles.php# consulté le 16/11/2020

Nom de l'ouvrage :	Maître d'ouvrage	Commune	Etude de délimitation de l'AAC	Diagnostic territorial des pressions	Plan d'action	problématique
SOURCE-DU-LAVOIR -BLARU	SYNDICAT DES EAUX PERDREAUVILLE	BLARU	Finie	Finie	élaboré	Nitrates et pesticides
SAINT-MARTIN-LA-GARENNE-SM1	COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION MANTES	SAINT-MARTIN-LA -GARENNE	Finie	Finie	En cours	Pesticides
BEYNES LA CHAPELLE F5	SAUR	BEYNES	Finie	En cours	Non entamé	Pesticides
MAREIL MAULDRE P2 LES BISMES	SYNDICAT DES EAUX REGION D'YVELINES	MAREIL-SUR-MAU LDRE	Finie	En cours	Non entamé	Nitrates et pesticides
RAMBOUILLET P5	MAIRIE DE RAMBOUILLET	RAMBOUILLET	Finie	Finie	élaboré	Pesticides
BUCHELAY P1	COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION MANTES	BUCHELAY	Finie	En cours	En cours	Nitrates et pesticides
LES AULNAYS D'AULNAY	MAIRIE D'AULNAY SUR MAULDRE	AULNAY-SUR-MAU LDRE	Finie	En cours	Non entamé	Nitrates et pesticides

Seul le captage prioritaire “Source-du-lavoir-Blaru” est concerné par le périmètre d'épandage : 18 parcelles sont situées dans l'AAC rattachée pour une superficie de 75,98 ha total dont 73,96 ha épandable.

Au 16 novembre 2020, le département des Yvelines compte 7 aires de protection de captages prioritaires Grenelle dont une concernée par le périmètre soumis à la présente demande de renouvellement d'autorisation.

La protection de ces aires d'alimentation de captages passe par la définition d'une Zone de Protection de l'Aire d'Alimentation de Captage (ZPAAC) et par l'élaboration d'un programme d'actions visant, en particulier, à des évolutions de pratiques agricoles au sein de cette zone. Afin de mettre en place ce programme, des études, portant sur des diagnostics effectués chez des agriculteurs volontaires, doivent être menées sur chacune des aires d'alimentation de captage prioritaire.

Les évolutions de pratiques agricoles sont d'abord testées volontairement par les agriculteurs (économies d'engrais et de pesticides, remise en herbe de certaines parcelles, etc.), puis rendues obligatoires, si opportunes, après constat d'efficacité.

La liste des parcelles concernées et les cartographies associées seront détaillées dans le document d'incidences.

Les caractéristiques des boues de Seine aval (stabilisées, déshydratées, rapport C/N supérieur à 8, et contenant une faible part d'azote minéral), et les dispositions prises par le SIAAP pour le stockage et l'épandage de ces matières organiques (raisonnement de la fertilisation, distances d'isolement...) permettent de respecter les prescriptions applicables dans en ZPAAC des captages prioritaires des Yvelines.

Le SIAAP s'engage à respecter les prescriptions du plan d'actions de la ZPAAC du captage prioritaire concernée par son périmètre d'épandage. Le SIAAP mènera une veille réglementaire sur l'avancée des démarches liées aux autres captages prioritaires, et prendra en compte les aires et plans d'actions qui seront établis.

Captage de conférence environnementale

Suite à la conférence environnementale de septembre 2013, la feuille de route du Premier ministre demande à identifier au niveau national 1000 captages prioritaires pour lesquels des plans d'action seront élaborés.

Les captages "prioritaires" du prochain cycle SDAGE 2016-2021 reprendront donc les captages « Grenelle » et des captages identifiés suite à la conférence environnementale :

- les captages des Zones d'Actions Renforcées du Programme d'Action Régional,
- d'autres captages sur des critères de pressions pesticides et/ou urbaines.

Les nouveaux captages identifiés (en plus des captages « Grenelle ») ont été sélectionnés sur la base de critères relatifs à la qualité des eaux prélevés (concentrations dépassant 80% des normes en nitrates et/ou pesticides, etc.) ou en raison du caractère stratégique de la ressource (population desservie, etc.). Ainsi, 43 nouveaux captages prioritaires ont été identifiés dans les Yvelines, en plus des 7 captages « Grenelle ».

Les aires d'alimentation de captage et les programmes d'action qui y sont associés n'ont pas été tous définis à ce jour.

Au 16 novembre 2020, le département des Yvelines compte 43 nouveaux captages dits « prioritaires » suite à la conférence environnementale, dont aucun n'est concerné par le périmètre soumis à la présente demande de renouvellement.

7.5. Zones vulnérables

L'arrêté préfectoral [n°IDF 2018-07-02-005 du 2 juillet 2018](#) définit la délimitation de « zones vulnérables » aux pollutions par les nitrates d'origine agricole sur le bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands. Ces arrêtés classent l'intégralité du département des Yvelines en zone vulnérable. Par conséquent, le projet de plan d'épandage des boues de Seine aval se situe en totalité en zone vulnérable.

Le PAN et le PAR d'Ile-de-France définissent les prescriptions particulières à mettre en œuvre dans ces zones.

Aucune parcelle de la demande de renouvellement n'est située dans une Zones d'Action Renforcées (ZAR) définie par le PAR d'Ile-de-France.

Les prescriptions du PAN ainsi que du PAR d'Ile-de-France sont appliquées aux stockages et épandages des boues de Seine aval, pour l'ensemble des parcelles de la présente demande d'autorisation.

7.6. habitats naturels

L'ensemble des habitats naturels et zones remarquables de différentes natures, situés sur ou à proximité des parcelles du périmètre, soumis à la présente demande de renouvellement, ont été recensés pour le département des Yvelines, dans le cadre de l'élaboration du document d'incidence. L'analyse des effets de l'activité d'épandage dans ces zones a également été réalisée.

L'épandage de boues de Seine aval n'a pas d'impact sur les habitats naturels. Néanmoins, les éventuelles prescriptions dans ces zones sont prises en compte et appliquées.

8. Définition des aptitudes à l'épandage et cartographie

La cartographie, présentée dans l'atlas, réunit l'ensemble des informations du projet de plan d'épandage des de Seine aval : parcellaire par commune et par exploitation agricole. Pour chacune des parcelles, la ou les aptitudes sont définies en respectant les zones d'exclusion liées aux contraintes environnementales et réglementaires, énumérées dans les précédents chapitres et rappelées ci-dessous.

8.1. Aptitude à l'épandage

8.1.1. Critères d'évaluation

L'évaluation de l'aptitude à l'épandage repose sur l'examen de plusieurs critères, détaillés ci-après. Cette évaluation synthétise les contraintes environnementales et les zones inaptes à l'épandage de boues. Certains critères peuvent se cumuler ou se rencontrer individuellement pour une parcelle donnée.

La définition de l'aptitude à l'épandage d'une parcelle est réalisée selon 2 étapes :

- En amont, sur système d'information géographique, les limites des parcelles sont définies en superposant les couches fonds IGN et îlots PAC anonymes. Les données cartographiques présentes sur le site géoportail (photographies aériennes, cartes IGN, cours d'eau et étendues d'eau) sont également utilisées pour définir l'aptitude des parcelles. La couche des points de captage en eau potable ainsi que leurs périmètres de protection éloigné, rapproché et immédiat a été réalisée à partir des données récupérées auprès de l'ARS des Yvelines.
- En aval, un arpentage des parcelles est réalisé. Il consiste à vérifier, voire compléter, sur le terrain, l'ensemble des contraintes environnementales identifiées sur les différentes couches mentionnées ci-dessus et utilisées pour la constitution du périmètre d'épandage. Ces couches n'étant pas toujours à jour, l'arpentage permet de relever à une date donnée, le contexte de chaque parcelle (fossé, mare, habitation...). L'arpentage ainsi que les corrections engendrées sont repris dans un document de synthèse, archivé de manière à dater les informations.

Une fiche identité, qui comprend l'ensemble des sources d'information, les dates d'obtention et les dates de mises à jour, est jointe au document d'atlas cartographique.

Critères pris en compte dans la définition des aptitudes :

- distances réglementaires (arrêté du 08/01/1998, PAN et PAR),
- définition des zones vulnérables dans les Yvelines (arrêté préfectoral n°2012355-002 du 20 décembre 2012 et arrêté préfectoral n°2015049-001 du 13 mars 2015 portant désignation des zones vulnérables à la pollution par les nitrates d'origine agricole dans le bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands),
- captages d'eau potable et périmètres de protection (données ARS),

- critères pédologiques, topographiques et hydrogéologiques,
- cours d'eau (données DDT).

L'ensemble de ces critères ont été définis aux chapitres 5 et 7 de ce document.

8.1.2. Aptitude des parcelles

Suite à la prise en compte de l'ensemble des éléments précédents, les parcelles du périmètre peuvent être sectorisées selon 3 classes d'aptitude à l'épandage des boues de Seine aval, en fonction de leur sensibilité (cf. tableau ci-dessous).

Tableau 39: Répartition des aptitudes du périmètre d'épandage soumis à la présente demande de renouvellement d'autorisation

	Surfaces (en ha)
Classe 0 : interdiction d'épandage	47,97
Classe 1 : épandage autorisé dans certaines conditions*	1 023,87
Classe 2 : épandage autorisé	0,00
Total du périmètre d'épandage	1 071,84

Un récapitulatif du parcellaire concerné par l'aptitude 0, précisant les motifs d'exclusion, est disponible en annexe 10.

Les motifs d'exclusion des parcelles à l'épandage des boues de Seine aval sont tous liés à la ressource en eau.

Le tableau suivant présente la répartition de ces motifs et leur importance (en % de la surface inapte).

Tableau 40: répartition des motifs d'exclusion

Motif d'exclusion		Surface concernée (en % de la surface inapte)
Ressource en eau	Aqueduc	20,6%
	Cours d'eau	26,1%
	Plan d'eau	7,4%
	Périmètre rapproché	44,6%
	Station de pompage	0,9%
	Captages d'irrigation	0,4%
TOTAL		100%

8.1.3. Atlas cartographiques

Le document d'Atlas cartographique comporte 2 volets :

- un atlas cartographique du périmètre à l'échelle de l'exploitation agricole,
- un atlas cartographique du périmètre à l'échelle de la commune

8.1.4. Contenu

8.1.4.1. Atlas par exploitation agricole

L'atlas cartographique par exploitation agricole reprend, agriculteur par agriculteur, les parcelles retenues dans le périmètre soumis à la présente demande d'autorisation, ainsi que leurs caractéristiques. Il comprend :

- ✓ une carte d'aptitude à l'épandage au 1/25 000^{ème}, intégrant toutes les contraintes réglementaires et environnementales,
- ✓ une carte pédologique au 1/25 000^{ème}, précisant les types de sols et la localisation des points de référence,
- ✓ une fiche « parcellaire », où sont mentionnés, pour chaque parcelle : le nom, le code SUIVRA¹⁹, la surface, l'aptitude,
- ✓ une fiche « références cadastrales », qui reprend les références cadastrales de chacune des parcelles.

8.1.4.2. Atlas par commune

Afin de faciliter la mise à disposition des informations et la lisibilité des documents, un atlas cartographique par commune est également réalisé.

Les mêmes types de fiches et cartes que celles de l'atlas par exploitation agricole sont présentes dans l'atlas par commune.

8.1.5. Mode d'emploi

La carte d'aptitude et la carte pédologique sont disponibles au 1/25 000^{ème} dans le document d'atlas cartographique. Cette échelle correspond à celle mentionnée dans l'arrêté du 8 janvier 1998. Toutefois il est possible d'obtenir ces cartes, sur demande faite auprès du SIAAP ou de son prestataire, à une plus grande échelle (1/10 000^{ème} par exemple).

De même, une carte globale visualisant l'ensemble du périmètre, à l'échelle du département est disponible dans ce document.

Le document d'Atlas cartographique est remis à l'administration, lors du dépôt du dossier.

Toutes ces fiches et ces cartes sont actualisées régulièrement, en lien avec l'administration, en cas de modification des îlots PAC, des références cadastrales (en cas de remembrement notamment) et/ou suite à l'émergence de nouveaux paramètres réglementaires et environnementaux (nouveaux captages,...).

L'administration est tenue informée de ces actualisations à travers le bilan agronomique.

Ainsi, à tout moment, une information complète, actualisée et facile d'accès est disponible auprès de l'administration, du SIAAP ou de son prestataire.

¹⁹ Logiciel de gestion de la filière de valorisation agricole présenté au chapitre 10.6.2

9. Organisation et mise en œuvre de la filière de valorisation agricole

9.1. Gestion de la filière de valorisation agricole

Le SIAAP, avec l'aide de son prestataire, gère la filière de valorisation des boues de Seine aval, par Épandage Agricole Contrôlé. La filière s'organise de la façon suivante :

- ✓ contact des exploitants agricoles pour la prise de commande,
- ✓ évacuation des boues du site Seine aval vers les parcelles agricoles,
- ✓ gestion et contrôle des livraisons
- ✓ réalisation du Suivi et de l'Auto-surveillance des épandages (cf. chapitre 10) : analyses, contrôles, établissement des documents réglementaires (PPE...),
- ✓ gestion des évolutions du périmètre d'épandage.

Afin de maîtriser l'ensemble de la filière, le SIAAP a choisi de prendre à sa charge le transport et l'épandage des boues sur son périmètre autorisé.

9.2. Stockage des boues au sein de l'usine : une gestion par lots

9.2.1. Installations de stockage

Les installations de stockage de boues thermiques ont été présentées au chapitre 1 de ce document.

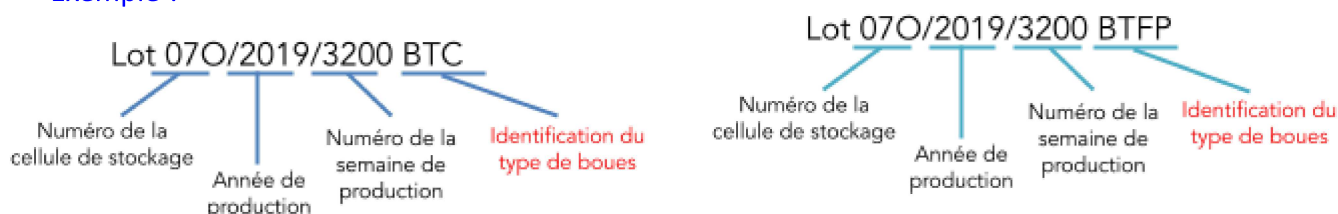
9.2.2. Stockage et traçabilité des boues thermiques

Les boues sont gérées par lots regroupant une à deux semaines de production. En attente des résultats d'analyse, chaque lot est transféré vers l'un des **17 cellules de stockage** du site. Les casiers permettent une séparation physique des lots, ce qui facilite leur suivi. La capacité de stockage du site est d'environ **35 000 tMB**.

Les deux types de boues thermiques produites seront identifiés et stockés séparément les uns des autres.

La traçabilité est assurée par l'attribution, à chaque lot, d'un identifiant reprenant son année et sa semaine de production ainsi que le numéro de sa cellule de stockage, l'identification du type de boues alloti. Cette identification se fera de par l'ajout, à la fin du nom du lot, des lettres « BTFP » pour les boues thermiques déshydratées par filtres presses et « BTC » pour les boues thermiques déshydratées par centrifugeuses.

Exemple :



Un système de code couleur détermine les opérations en cours pour chaque cellule de stockage et aire de production et garantit la traçabilité et le suivi des boues sur l'usine.

Le résultat de l'analyse peut amener à déclarer le lot de boues :

- ✓ Conforme²⁰ à la valorisation en agriculture : en fonction de ses caractéristiques agronomiques, il est identifié par un panneau vert ou un panneau marron, en remplacement du panneau orange et peut être valorisé en agriculture ou composté.

Panneau vert (lot Seine aval +) : lot conforme à la valorisation agricole et dont les critères (siccité, teneurs en éléments fertilisant et éléments-traces organiques) respectent ceux définis par la certification Qualicert.

Panneau marron (lot réglementaire) : lot conforme à la valorisation agricole mais pour lequel au moins un des critères de la certification Qualicert n'est pas atteint.

- ✓ Non conforme : la cellule de stockage est identifiée par un panneau rouge. Les boues qui y sont contenues seront évacuées vers une ISDND.



Figure 43: Illustration de l'étiquetage par panneaux de couleur

Seules les boues conformes sont évacuées en agriculture ou en compostage : aucun lot de boues ne sort de l'usine avant le retour du résultat d'analyse.

Lors de leur livraison, les lots de boues sont accompagnés de leur bulletin de désignation.

Chaque semaine, le SIAAP émet un document qui est remis à son prestataire (cf. annexe 11). Ce document permet de valider l'état et la localisation de la production des boues. Deux contrôles quotidiens sont également réalisés pour vérifier la conformité des panneaux de suivi des lots.

²⁰ Respectent les prescriptions imposées par l'arrêté du 8 janvier 1998, réglementation en vigueur.

9.3. Démarche auprès des agriculteurs

9.3.1. Lors de la constitution du périmètre

Les 9 exploitations agricoles concernées par le périmètre soumis à la présente demande de renouvellement d'autorisation, sont liées au producteur de boues par une convention, signée après l'obtention de l'arrêté préfectoral d'autorisation d'épandage. Ces conventions sont obligatoires dans le cadre de la Politique Agricole Commune (PAC) et de l'écoconditionnalité.

Les conventions sont présentées dans le document d'annexes (annexe 12).

De nouvelles conventions seront signées avec les agriculteurs à la suite de la signature de l'arrêté de renouvellement d'autorisation.

9.3.2. Après obtention de l'arrêté préfectoral d'autorisation

L'agriculteur et le technicien du prestataire du SIAAP définissent ensemble, au moment de la commande, la ou les parcelles à épandre en fonction des pratiques de l'exploitation (fertilisation, rotation, assolement) et des contraintes (accessibilité des parcelles...). 85 % des commandes sont effectuées de septembre à mars, au regard du calendrier d'achat des engrais ; le solde est réalisé durant les mois d'avril et mai.

Un bon de commande est établi conjointement, reprenant l'ensemble des informations suivantes :

- ✓ la liste des parcelles à épandre, leur surface et la succession culturale,
- ✓ la période d'épandage prévue et la dose à épandre par parcelle,
- ✓ les informations relatives à l'entreposage et à l'épandage (date, accessibilité...),
- ✓ les contraintes particulières (dates d'implantation des CIPAN²¹, enfouissement...),
- ✓ les conditions de cession (rendu racine gratuit).

Un exemplaire de la commande est laissé à l'agriculteur, un second est conservé par le prestataire du SIAAP. Un exemple de bon de commande est fourni dans le document d'annexes (annexe 13).

A partir de la commande, le conseiller technique pourra prévoir les épandages et définir les affrètements ainsi que les lieux d'entreposage des boues de Seine aval.

9.4. Evacuation et livraison des boues de Seine aval

9.4.1. Affrètement des transporteurs

Chaque commande de boues de Seine aval prise auprès de l'agriculteur fait l'objet d'un ou plusieurs affrètements. Le déclenchement des affrètements est effectué en fonction de la période de livraison convenue avec l'agriculteur.

²¹ Culture Intermédiaire Piège à Nitrates

9.4.1.1. Ordre d'affrètement

Un affrètement correspond à une quantité de boues destinée à un unique lieu d'entreposage (tête de parcelle), et livrée par un unique transporteur.

La transmission de l'ordre d'affrètement au transporteur déclenche la livraison.

Ce document reprend les informations suivantes :

- ✓ La nature du déchet,
- ✓ la quantité à livrer,
- ✓ la destination,
- ✓ le contact,
- ✓ les conditions tarifaires.

9.4.1.2. Bordereau d'affrètement et de livraison

C'est le document de suivi de l'avancement de l'affrètement. Il est complété au fur et à mesure des livraisons avec les informations suivantes :

- ✓ la date,
- ✓ l'immatriculation du camion,
- ✓ le tonnage,
- ✓ le tonnage cumulé,
- ✓ n° du lot de boue.

L'indication du ou des numéro(s) de lot de boues de Seine aval sur le bordereau permet de connaître avec précision la destination géographique de l'ensemble des lots concernés.

Ces éléments sont enregistrés dans un logiciel de suivi des pesées, puis au logiciel de gestion et de suivi de la filière (Cf. chapitre 10-6 de ce document).

Un exemple de bordereau d'affrètement et de livraison des boues est donné dans le document d'annexes (annexe 14).

9.4.2. Transport

La livraison des boues en tête de parcelle s'effectue par transport non dédié, dans des semi-remorques, de type céréalière, équipées obligatoirement d'un système de bâchage. Une benne contient de 25 à 30 tonnes de boues.

Les entreprises de transport affrétées sont originaires ou limitrophes du département dans lequel a lieu la livraison. Elles transportent vers la région parisienne des matériaux, et repartent vers leur département avec des boues destinées à être valorisées.

Le choix privilégié d'un transport non dédié permet d'améliorer le bilan environnemental de la filière et évite d'apporter un trafic supplémentaire sur les routes.

Les transporteurs retenus font l'objet d'une évaluation annuelle, par le prestataire du SIAAP, portant sur le matériel utilisé (véhicule tracteur, benne), la qualité de la prestation, le respect des consignes de sécurité,... Cette démarche d'amélioration continue permet de garantir la qualité des prestations réalisées.

9.4.3. Chargement et évacuation des boues sur l'usine Seine aval

A leur arrivée sur l'usine, les transporteurs se voient remettre un badge de pesée, paramétré avec l'ensemble des données relatives à l'évacuation : transporteur, lot de boues, destination. Le chauffeur du camion présente ensuite le badge à la borne du pont bascule pour la pesée à vide (cf. photo ci-dessous). Les données sont ainsi enregistrées dans la base de pesées.



Figure 44: Présentation du badge à la borne du pont bascule

Les camions sont ensuite dirigés vers la cellule contenant le lot de boues thermiques à évacuer (cf. figure suivante).



Figure 45: Chargement des camions

Une fois chargés, les camions sont pesés une 2^{ème} fois à plein. Un bon de pesée est alors édité en trois exemplaires, indiquant le poids net de boues transportées. Un exemplaire est conservé sur site, le deuxième est destiné au transporteur et le troisième à l'agriculteur.

Le bon de pesée reprend, conformément à ce qu'impose la réglementation :

- ✓ la nature du déchet,
- ✓ la date de chargement (entrée / sortie),
- ✓ le nom du transporteur,
- ✓ le numéro du lot,
- ✓ le poids (poids à vide / poids à charge, charge utile),
- ✓ l'adresse de livraison,
- ✓ la plaque minéralogique du camion chargé.

Un exemple de bon de pesée est disponible dans le document d'annexes (annexe 15).

9.4.4. Livraison et entreposage en tête de parcelle des boues de Seine aval

Le respect des exigences réglementaires et logistiques est vérifié avant toute livraison de boues sur les parcelles agricoles.

9.4.4.1. Modalités de livraison des boues de Seine aval

Chaque dépôt en tête de parcelle fait l'objet d'un affrètement (cf. paragraphe précédent).

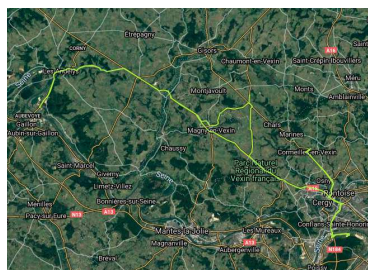
A chaque démarrage d'un nouvel affrètement, le chauffeur du premier camion se voit remettre :

- ✓ une carte de localisation précise de la parcelle à livrer,
- ✓ une pancarte à déposer sur le tas livré, de manière à informer les riverains de la nature du déchet. Cette pancarte précise l'origine et les caractéristiques des boues et les coordonnées de l'usine. Chaque demande (écrite ou téléphonique) fera l'objet d'une réponse de la part du SIAAP.



Depuis 2011, un outil complémentaire de suivi des livraisons de boues par géolocalisation a été mis en place par le prestataire du SIAAP.

Grâce à un logiciel spécialisé et à une balise GPS installée dans la cabine des camions, il est possible de suivre en temps réel la livraison des boues, du départ de l'usine Seine aval jusqu'au dépôt en tête de parcelle.



Lors d'une première livraison sur une parcelle, le chauffeur appelle le prestataire du SIAAP avant de vider sa benne, afin de valider sa position. La personne chargée de la vérification visualise à l'écran la localisation du camion et donne le feu vert pour la livraison. De cette façon les erreurs de livraison sont évitées, les camions suivants pouvant se repérer au premier tas de boues formé pour identifier la parcelle à livrer.

9.4.4.2. Modalités d'entreposage

Les boues de Seine aval peuvent être entreposées en tête de parcelle, sans travaux d'aménagement, pendant la campagne car ils répondent aux exigences réglementaires suivantes : caractère solide, stabilisé et hygiénisé (cf. chapitre 5.2.4). Conformément à l'arrêté du 15/09/2020, le dépôt temporaire des boues en tête de parcelle sera réalisé uniquement pendant les périodes où l'épandage est autorisé conformément au calendrier d'épandage défini par le PAN et le PAR d'Ile de France soit du 15/01 au 15/11 pour les cultures d'automne et du 15/01 au 01/07 pour les cultures de printemps. (cf. figure 46 chapitre suivant). Toutefois, comme présenté dans le chapitre 5.2.4.2, une demande de phase transitoire a été faite à la DDT des Yvelines et à la DRIEE (ainsi que dans les 12 autres départements concernés par l'épandage des boues de Seine aval) pour déstocker toute l'année en tête de parcelle, le temps que les travaux d'agrandissement du stockage sur site soit finalisés.

Une prescription supplémentaire sur le stockage entrera en vigueur à partir du 1er janvier 2022 : les dépôts en zone vulnérable seront limités à 30 jours sauf sur les cultures implantées depuis plus de 2

mois ou si le dépôt est couvert. La majorité des entreposages de boues de Seine aval sont dorés et déjà réalisés sur des cultures implantées depuis plus de 2 mois.

Le SIAAP ne réalisera pas la couverture des dépôts (bâchage) car cette opération ne semble pas appropriée d'un point de vue sécuritaire pour le personnel devant réaliser cela ainsi que pour la gestion des bâches après utilisation (gestion des déchets, ...).

Les lieux de livraison sont retenus pour leur aptitude à l'entreposage et sont définis en concertation avec l'agriculteur de manière à limiter la distance entre le dépôt et le lieu d'épandage, tout en privilégiant l'éloignement par rapport aux habitations :

- ✓ L'entreposage est réalisé uniquement sur des parcelles du périmètre autorisé, dont l'aptitude à l'épandage a été vérifiée, ou sur des aires de dépôt temporaire, et en dehors d'un périmètre de captage rapproché ou éloigné.
- ✓ L'entreposage a lieu en zone de faible pente (<15%). Cette précaution, combinée au caractère solide des boues de Seine aval évite tout entraînement d'éléments par ruissellement.
- ✓ Le lieu de livraison respecte les distances d'isolement mentionnées au chapitre 5 de ce document.
- ✓ Les vents dominants sont également pris en compte dans le choix de la localisation du site d'entreposage.



Pour que les camions puissent accéder aux parcelles, il faut que les sols soient portants et donc relativement secs.

N'est livré en tête de parcelles que le tonnage de boues nécessaire à un ensemble d'ilots culturaux proches, et pour les épandages prévus pour la prochaine campagne et intégrés au PPE. Afin de respecter le Règlement Sanitaire Départemental (RSD), les boues sont entreposées au maximum 12 mois en tête de parcelle.

Enfin, depuis 2011, le SIAAP s'engage, par le biais de son prestataire, à contrôler 100 % des livraisons de boues. Une procédure de suivi et de contrôle des livraisons a donc été mise en place afin de remplir cet objectif d'amélioration de la mise en œuvre de la filière. Celle-ci se base sur des actions préventives (information des transporteurs, transmission des informations liées à l'affrètement aux agriculteurs, création du lieu de dépôt dans le logiciel de gestion et de suivi de la filière), sur l'outil de géolocalisation et des contrôles terrain *a posteriori* systematiques, adaptés en fonction du niveau de sensibilité des parcelles.

La procédure de suivi mise en place permet le contrôle de 100% des livraisons.

9.5. Calendrier d'épandage

Il correspond à la période pendant laquelle ont lieu les épandages. Il tient compte :

- ✓ des conditions climatiques,
- ✓ des types de sols,
- ✓ des pratiques culturales,
- ✓ des contraintes réglementaires relatives à la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole (PAN et PAR d'Ile-de-France).

Les articles R211-40 à R211-43 du Code de l'Environnement précisent que :

« Les périodes d'épandage et les quantités épandues doivent être adaptées afin que :

- ✓ la capacité d'absorption des sols ne soit pas dépassée, compte-tenu des autres apports de substances épandues et des besoins des cultures,
- ✓ ni la stagnation prolongée sur les sols, ni le ruissellement en dehors de parcelles d'épandage, ni une percolation rapide ne puissent se produire. »

Les principales périodes d'épandage des boues se situent de début juillet à fin octobre sur chaumes de céréales, avant labours et semis d'automne. Des épandages peuvent également avoir lieu en mars / avril, avant les semis de printemps.

Les boues de Seine aval sont classées dans la catégorie des fertilisants de type I du fait de leur rapport C/N élevé (supérieur à 8). Conformément au PAN et au PAR d'Ile-de-France, et compte-tenu des contraintes agronomiques et climatiques, les périodes d'épandage pour les boues de Seine aval sont les suivantes :

	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin
Sols non cultivés												
Cultures implantées à l'automne ou en fin d'été (autres que colza)												
Colza implanté à l'automne												
Cultures implantées au printemps non précédées d'une CIPAN ou dérobée (1)												
Cultures implantées au printemps précédées d'une CIPAN ou dérobée (2)												
Le total des apports avant et sur la CIPAN ou la dérobée est limité à 70 kg d'azote efficace/ha (3)												
Prairies implantées depuis plus de 6 mois dont prairies permanentes, luzerne (4)												
Autres cultures												

	Epandage autorisé
	Epandage possible sous conditions, épandage impossible si enfouissement obligatoire car CIPAN en place
	Epandage interdit

PAN

Périodes de conditions d'épandage :

(1) : L'épandage de boues de papeteries ayant un C/N > 30 est autorisé dans ces périodes, sans implantation d'une CIPAN ou d'une dérobée, sous réserve que la valeur du rapport C/N n'ait pas été obtenue à la suite de mélange de boues issues de différentes unités de production.

(2) : Du 1er juillet à 15 j avant l'implantation de la CIPAN ou de la dérobée et de 20 j avant la destruction de la CIPAN ou la récolte de la dérobée et jusqu'au 15 janvier.

(3) : Cette limite peut être portée à 100 kg d'azote efficace/ha dans le cadre d'un plan d'épandage soumis à autorisation et à étude d'impact ou d'incidence, sous réserve que cette dernière démontre l'innocuité d'une telle pratique et qu'un dispositif de surveillance des teneurs en azote nitrique et ammoniacal des eaux lixiviées dans le périmètre d'épandage soit mis en place.

(4) : L'épandage des effluents peu chargés est autorisé dans cette période dans la limite de 20 kg d'azote efficace/ha.

Figure 46: Combinaison du PAN du 19 décembre 2011 et du PAR d'Ile-de-France du 2 juin 2014 - cas des fertilisants de type I

L'agriculteur s'engage à respecter les périodes d'interdiction préconisées par la réglementation.

9.6. Valorisation agricole : les épandages

L'épandage est réglementé par différents textes, rappelés au chapitre 5 de ce document. Cette phase de la campagne s'organise de la manière suivante :

9.6.1. Entreprise de Travaux Agricoles (ETA) et cahier d'épandage

9.6.1.1. ETA

Les épandages de boues de Seine aval sont réalisés par des ETA locales et qualifiées. Les ETA retenues respectent le cahier des charges répondant aux exigences du SIAAP. Leur matériel est validé par le SIAAP, via son prestataire.

Tout comme les transporteurs, les ETA font l'objet d'une sélection et d'une évaluation annuelle de leurs prestations.

9.6.1.2. Cahier d'épandage

Avant la campagne d'épandage, chaque entreprise de travaux agricoles est destinataire d'un cahier d'épandage qui reprend les informations nécessaires au bon déroulement des opérations d'épandage :

- ✓ la liste et la localisation de l'ensemble des parcelles que l'ETA doit épandre,
- ✓ la localisation des zones d'exclusion,
- ✓ les accès aux parcelles,
- ✓ les consignes à respecter pour la campagne : étalonnage des épandeurs, bonnes pratiques...
- ✓ les différents opérateurs de la filière,
- ✓ la liste des adresses et des coordonnées téléphoniques des agriculteurs.

Ce document est complété par l'ETA, au fur et à mesure des épandages, puis remis au conseiller technique chargé du secteur en fin de campagne. Ces données servent à l'établissement du registre d'épandage.

9.6.2. Réalisation de l'épandage

Lors des épandages, les boues entreposées temporairement en tête de parcelle sont reprises, le plus souvent à l'aide d'une pelle ou d'un chargeur, et chargés dans des épandeurs adaptés qui permettent le dosage adéquat des apports : épandeurs à plateaux.



Tracteur équipé d'un godet



Pelle



Engin télescopique

Figure 47: reprise des boues

La qualité de l'épandage est une exigence du SIAAP vis-à-vis des ETA. Une répartition homogène des boues lors des épandages est l'un des critères les plus importants pour optimiser leur efficacité agronomique.

Pendant la campagne d'épandage, les techniciens sont présents sur le terrain : ils encadrent les ETA, réalisent le contrôle des épandages et valident la prestation. Ils assurent le suivi et l'organisation au quotidien de la campagne d'épandage en concertation avec les agriculteurs et les ETA et en fonction des conditions climatiques (pluies, vent, chaleur).



Figure 48: Épandage de boues

9.6.2.1. Prise en compte du voisinage

Les chantiers d'épandage sont organisés de façon à limiter les nuisances pour le voisinage (prise en compte des conditions climatiques...).

L'enfouissement des est réalisé sous 48 h, à moins de 100 m des habitations et dans les plus brefs délais sinon. L'exploitant agricole s'y engage par l'intermédiaire de la convention tripartite signée au titre de l'éco-conditionnalité PAC, qui précise les termes du contrat entre le SIAAP, son gestionnaire et l'agriculteur.



9.6.2.2. Contrôle des épandages

Depuis 2011, le SIAAP impose à son prestataire de contrôler 100 % des épandages de boues. Le contrôle des épandages permet de vérifier le respect des consignes d'épandage et la bonne réalisation des chantiers.

Tout comme pour le suivi des livraisons, une procédure de suivi et de contrôle des épandages a donc été mise en place. Les moyens de contrôle sont adaptés selon le niveau de sensibilité de la parcelle, défini préalablement en fonction de critères environnementaux (présence de cours d'eau, d'habitations,...) et de l'historique de la parcelle (existence de réclamations par le passé).

Les contrôles portent sur :

- ✓ le respect des distances d'isolement vis-à-vis des habitations et cours d'eau,
- ✓ le respect des zones d'exclusion,
- ✓ le respect de la dose d'épandage : la dose doit être impérativement respectée dans le cadre d'une fertilisation raisonnée. Cela passe par une connaissance de la qualité physique du déchet et par le réglage du matériel (chaque épandeur réalise des tests de répartition en début de campagne),

- ✓ la régularité d'épandage : obtenir un épandage le plus régulier possible, tant sur la longueur que sur la largeur,
- ✓ le respect de la structure des sols : le chantier d'épandage est organisé pour éviter le tassement du sol et limiter les passages sur la parcelle, les épandeurs sont équipés de pneumatiques préservant la structure des sols,
- ✓ la propreté du site d'entreposage après épandage.

Le technicien met en place, si nécessaire, un balisage des zones d'exclusion des parcelles prévues à l'épandage et assure le contrôle lors ou à l'issue de l'opération d'épandage.

Des essais de suivi des épandages par GPS ont également été menés au cours des 3 dernières campagnes. Ce suivi participe au contrôle et à l'auto-surveillance des épandages.

La procédure de suivi mise en place permet le contrôle de 100 % des épandages.

10. Définition du Suivi et de l'Auto-Surveillance des épandages (SAE)

Les procédures de contrôle et d'encadrement de la filière de valorisation des boues de Seine aval par Épandage Agricole Contrôlé visent à assurer la traçabilité et la transparence de la filière de valorisation des boues de Seine aval :

- suivi des boues durant la production, puis l'entreposage dans l'usine Seine aval par allotement de la production et suivi du stock.
- suivi qualitatif et quantitatif des boues produites,
- contrôle des commandes, des livraisons et des épandages,
- accessibilité des informations pour les administrations de tutelle (Suivi et Auto-Surveillance des Épandages) et le grand public (enquête publique),
- suivi des sols (analyses de sol, mise en place de parcelles de référence),
- contrôle des doses épandues et des épandages,
- traçabilité instantanée et archivage des dossiers par un logiciel de gestion des filières de recyclage.

Ces procédures, mises en place depuis de nombreuses années, vont au-delà des exigences réglementaires actuelles, et sont le témoin de la volonté du SIAAP de suivre rigoureusement la filière de valorisation agricole des boues et de pérenniser cette solution durable, écologique et économique de recyclage.

10.1. Organisation, responsabilité et certification

Le SIAAP est producteur de boues au sens de l'article R.211-30 du livre II du Code de l'Environnement.

L'identité des intervenants de la filière est précisée ci-dessous :

- ✓ maître d'ouvrage et exploitant : SIAAP (pétitionnaire et producteur de boues),
- ✓ prestataire en charge de la gestion de la filière (transport, épandage, Suivi et Autosurveillance des Épandages) : actuellement SEDE Environnement.

SEDE Environnement est certifié ISO 9001 notamment, pour les prestations de services et de produits relatifs au recyclage des déchets urbains.

[Le SIAAP confie les analyses de boues thermiques de Seine aval aux laboratoires SIAAP-DLE et Carso accrédités COFRAC.](#)

Par ailleurs, SEDE Environnement est appelé à faire intervenir un certain nombre de sous-traitants pour assurer l'ensemble des missions qui lui sont confiées :

- ✓ laboratoires d'analyses (analyses de sols, de végétaux) : ces laboratoires sont indépendants du producteur de boues. Ils possèdent tous les agréments requis²², et sont reconnus pour leurs compétences (LCA (Laboratoire Centre Atlantique), Galys, ...),
- ✓ Entreprises de Travaux Agricoles (ETA) : localement reconnues, elles disposent des matériels adéquats pour l'épandage des boues,
- ✓ entreprises de transport des boues : ces sociétés possèdent les compétences et le matériel requis pour la livraison sur les parcelles agricoles. Conformément à la réglementation, elles sont toutes titulaires d'un récépissé de transport de déchets non-dangereux.

Fortement impliqués dans la démarche qualité, et attachés à progresser constamment dans ce domaine, le SIAAP et son prestataire SEDE Environnement se sont engagés dans le processus de certification de services Qualicert pour faire reconnaître la qualité de la filière d'épandage des boues de Seine aval. La certification a été obtenue le 17 novembre 2004. Elle a été renouvelée le 17 avril 2008, le 1^{er} avril 2011, le 7 avril 2014, **le 21 août 2017 et dernièrement le 21 août 2020 (valable pour 3 ans)**.

La certification de services est une démarche volontaire, innovante et complémentaire du système qualité ISO 9001, qui permet à toute entreprise de faire certifier par un organisme tiers (SGS-ICS) les caractéristiques de son service. Elle répond au besoin de confiance des citoyens et est un gage de transparence, de qualité et de régularité des prestations offertes.

Le respect de la réglementation est une condition nécessaire, mais non suffisante, pour son obtention, qui est soumise au respect d'un référentiel recensant les contraintes à respecter pour assurer les objectifs fixés de qualité du service.

Le référentiel « *Filières d'épandage agricole de matières fertilisantes recyclées* », élaboré par le SYPREA, a été validé en juillet 2001, par un comité de suivi regroupant des représentants de l'ADEME, de l'Agro Paris-Tech, de l'Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture, des représentants des consommateurs et des agriculteurs. Fort de 37 caractéristiques, il impose entre autres un renforcement des mesures relatives aux contrôles de terrain et le respect des consignes d'un cahier des charges pour garantir la qualité de l'épandage.



²² Ces laboratoires sont agréés par le Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire, et accrédités COFRAC (programme 156)

10.2. Information, conseils, et relations agriculteurs

10.2.1. Information et contrôle

Le schéma ci-après récapitule les différentes étapes du SAE (cf. Figure 49).

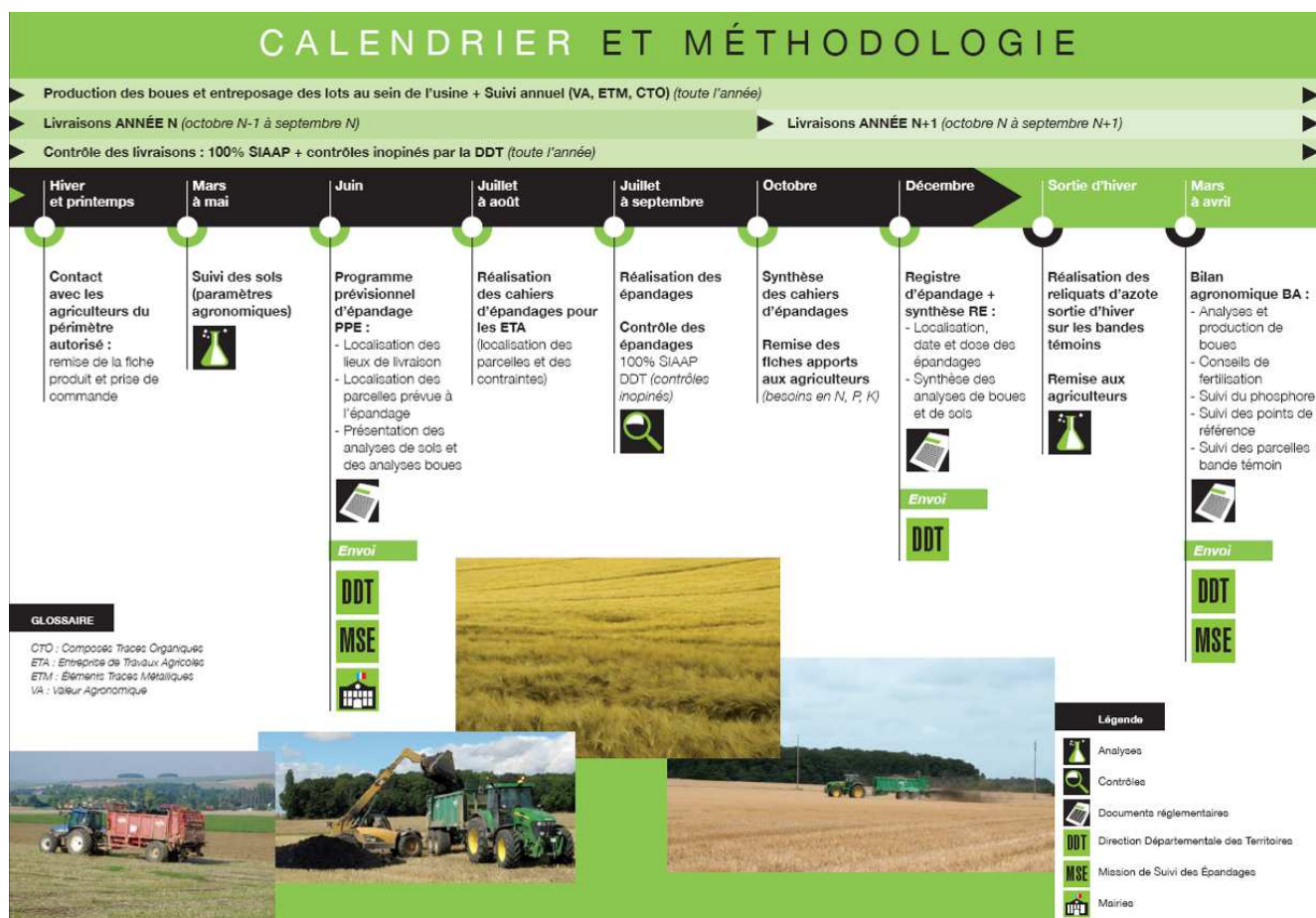


Figure 49: Valorisation des boues de Seine aval – Organisation de la filière et étapes de contrôle

10.2.2. Conseils agronomiques

Outre le contact établi lors de la prise de commande, les contacts réguliers avec les agriculteurs sont l'occasion de renforcer le conseil agronomique et d'insister notamment sur la nécessité d'adapter la fertilisation complémentaire.

Une sensibilisation sur les délais d'enfouissement et à l'implantation des CIPAN est effectuée régulièrement.

En fin de campagne, une fiche apport récapitulative est établie pour chaque parcelle épandue et envoyée à l'agriculteur, qui dispose ainsi d'informations sur la composition des boues de Seine aval et les éléments disponibles apportés par l'épandage.

Les agriculteurs peuvent joindre les techniciens pour obtenir un conseil sur la fertilisation complémentaire à prévoir. Le conseil est effectué selon la dose d'épandage (t/ha) et est adapté en fonction :

- ✓ du type de sol,
- ✓ de l'historique des épandages,

- ✓ des analyses de sol antérieures,
- ✓ de l'assolement (exigences des cultures).

10.3. Suivi réglementaire du fonctionnement de l'usine d'épuration

Le cadre réglementaire de l'usine est décrit au chapitre 1 de ce document.

Toute modification de la nature ou de l'origine des effluents, ainsi que tout changement dans le traitement de l'usine d'épuration, sera pris en compte, conformément à la réglementation. Ses conséquences sur la composition des boues seront définies, notamment par une nouvelle caractérisation initiale des boues produites, et transmises à l'administration.

10.4. Suivi agro-environnemental

10.4.1. Contrôles pratiqués sur les boues

10.4.1.1. Quantités de boues de Seine aval et évacuations

Suivis hebdomadaires des filières de déshydratation par filtre-pressé et de déshydratation par centrifugation

Chaque semaine, une réunion a lieu entre le SIAAP et son prestataire, au cours de laquelle sont évoqués :

- les quantités de boues thermiques transférées dans les cellules de stockage et évacuées vers les différentes filières,
- les résultats d'analyses de boues thermiques,
- les quantités de boues centrifugées produites,
- les prévisions de production de boues centrifugées pour la semaine suivante.


Chaque camion, au départ de l'usine Seine aval est pesé sur un pont-bascule.

10.4.1.2. Suivi analytique des boues

La vérification de la conformité réglementaire des boues est obligatoire avant tout épandage. Seules des boues qualifiées de conformes, c'est-à-dire dont la composition respecte les valeurs réglementaires, sont livrées en tête de parcelle et donc épandus.

Les éléments analysés dans le cadre du suivi régulier des boues de Seine aval sont en accord avec les exigences de la réglementation en vigueur.

Tableau 41: Suivi analytique des boues de Seine aval

	Préleveur	Laboratoire d'analyses**	Paramètres analysés	Périodicité	Nombre annuel d'analyses
Boues thermiques	Le SIAAP	 Laboratoire Santé Environnement et Hygiène de Lyon jusqu'au 01/01/2021 SIAAP-DLE Laboratoire analyse depuis mai 2017	Valeurs agronomiques + ETM + CTO + Soufre + Bore + Fer + Aluminium	1/semaine	52
			Oligo-éléments (Arsenic, Cobalt, Manganèse, Molybdène)	1/trimestre	4
			MOP	1/trimestre	4
			Coliformes thermotolérants	2/mois(*)	41

Valeurs agronomiques= (MS, C, MO, N-NH₄, N-NO₃, C/N, pH, CaO, MgO, K₂O, P₂O₅, Na, Cl, S)

ETM = Eléments-traces métalliques (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn)

CTO = PCB et HAP

PCB = Congénères 28, 52, 101, 118, 138, 153, 18

HAP = Fluoranthène, Benzo (b) fluoranthène, Benzo (a) pyrène

MOP = Micro-organismes pathogènes (Salmonelles, entérovirus, œufs d'helminthes pathogènes viables)

ISMO = Indice de Stabilité de la Matière Organique

(*) +15 analyses sur des entreposages au plus près des épandages

(**) Laboratoires agréés et accrédités susceptibles de changement lié au renouvellement des marchés mais respectant dans tous les cas les recommandations techniques définies par l'arrêté du 08/01/98.

10.4.2. Suivi des sols et des cultures (articles 2 et 15 de l'arrêté du 08/01/98)

10.4.2.1. Analyses de sols (points de référence)

Une analyse de sol est réalisée par zone homogène de 20 ha, conformément à l'article 2 de l'arrêté du 8 janvier 1998. Ces analyses géoréférencées constituent les points de référence. L'ensemble des points de référence et leurs analyses est disponible en document d'Annexes (annexe 16). Leur suivi est effectué au moins une fois tous les 10 ans et à l'issue de l'ultime épandage (cf. IV.2.3).

Au total, **67 points de référence** sont définis sur le périmètre dans le département des Yvelines, pour **une surface épandable du périmètre Seine aval de 1 023,87 ha soit 1 point de référence pour 15,3 ha épandables.**

Ces points de référence sont caractérisés sur :

- ✓ le pH,
- ✓ les ETM (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn).

Les résultats sont comparés aux teneurs limites dans les sols fixées par l'arrêté du 8 janvier 1998 pour conclure sur leur conformité à l'épandage (cf. chapitre 5 de ce document).

10.4.2.2. Analyses de sol avant épandage

Durant les campagnes d'épandage, des analyses de sol portant sur les paramètres agronomiques sont réalisées sur les parcelles destinées à être épandues, et présentant un point de référence. Les éléments analysés sont :

- ✓ la matière organique,
- ✓ le pH,
- ✓ le rapport C/N,
- ✓ la Capacité d'Echange Cationique,
- ✓ l'azote total,
- ✓ le phosphore échangeable,
- ✓ le potassium échangeable,
- ✓ le calcaire total et échangeable,
- ✓ le magnésium échangeable.



Un conseil de fertilisation à la parcelle est établi sur la base des résultats d'analyse et transmis à l'agriculteur.

Ces analyses sont incluses dans le PPE, envoyés avant les épandages à l'administration.

Les épandages n'auront lieu que sur les parcelles dont le pH est supérieur ou égal à 6, conformément à la réglementation. Dans le cas où le pH d'un point de référence est inférieur ou égal à 6 et supérieur à 5, une analyse est systématiquement réalisée avant épandage afin de vérifier la conformité de la parcelle.

10.4.2.3. Analyses décennales

L'arrêté du 8 janvier 1998 prévoit un contrôle de l'analyse de sol au moins tous les 10 ans et après l'ultime épandage sur le point de référence et en cas de retrait du périmètre. Le protocole de suivi des parcelles épandues mis en place par le SIAAP, à travers son prestataire, intègre ces dispositions.

10.4.2.4. Suivi des flux

Afin d'encadrer les opérations d'épandage, la notion de flux a été définie réglementairement (arrêté 8 janvier 1998) pour réguler les apports de boues par unité de surface, sur une période glissante de 10 ans. Les flux de MS, d'ETM et de CTO doivent être mesurés et maîtrisés.

Au vu de la composition des boues de Seine aval, les éléments les plus sensibles sont :

- la somme des 4 ETM,
- le zinc,
- le cuivre,
- la matière sèche.

Dans ce cadre, des outils de suivi spécifiques ont été développés. Ils permettent de prévenir l'atteinte des valeurs limites pour chaque parcelle, et, par conséquent, de veiller au respect de la réglementation en vigueur.

Aussi, depuis 2007, lors de la saisie d'une nouvelle commande, pour une parcelle donnée :

- ✓ le logiciel de suivi de la filière bloque toute validation de la commande, si le flux décennal pour un élément atteint 90 % de la valeur limite réglementaire. La parcelle concernée ne sera

pas épanchée l'année de la commande, mais maintenue dans le périmètre et pourra de nouveau être prévue à l'épandage lorsque les flux prévisionnels seront réduits.

- ✓ Le logiciel de suivi de la filière émet un message d'alerte, au moment de la validation de la commande, si le flux décennal pour un élément atteint 75% de la valeur limite réglementaire. Dans ce cas, une attention particulière est portée à la parcelle concernée afin de ne pas dépasser le flux.

L'épandage de boues de Seine aval, à la dose préconisée, respecte les flux réglementaires (chapitre 4.2).

10.4.2.5. Analyses de sol et de végétaux sur bande témoin

Depuis 1996, un réseau de parcelles témoins est mis en place à chaque campagne, sur l'ensemble du périmètre d'épandage des boues de Seine aval, dans le but d'observer les effets des épandages de boues sur les sols et les cultures.

Sur chacune de ces parcelles, sélectionnées en collaboration avec les agriculteurs parmi celles prévues à l'épandage, une bande témoin de 24x100 m qui ne sera pas épanchée est définie.

Un suivi analytique est alors mis en place en parallèle sur la bande témoin et sur la partie de la parcelle recevant des boues. La comparaison des résultats obtenus sur chacune des deux zones permet de mettre en évidence les éventuelles variations dans les teneurs en éléments du sol et des cultures, générées par l'apport de boues. Les résultats sont synthétisés chaque année dans le bilan agronomique (cf. chapitre 10-5).

Les analyses suivantes sont réalisées :

- ✓ **avant épandage** : analyse de sol sur les paramètres agronomiques et les ETM,
- ✓ **après épandage** (année n+1) : analyse de sol sur les paramètres agronomiques et les ETM,
- ✓ **au moment de la récolte** (de la culture bénéficiant de l'épandage) : analyse des teneurs en ETM des organes récoltés de la culture (analyse de contrôle destinée à valider, par comparaison, l'absence de contamination des cultures par les éléments-traces, c'est-à-dire l'innocuité des épandages pour la santé humaine),
- ✓ **en sortie d'hiver** (février n+1) : analyse de reliquat azoté en sortie d'hiver, sur 2 à 3 horizons.

Tous les prélèvements de sols sont réalisés sur les mêmes points, repérés par leurs coordonnées GPS, et suivant la même procédure que pour le suivi réglementaire.

Cette procédure de suivi de l'impact des épandages constitue un moyen de contrôle à long terme de l'innocuité de la pratique de valorisation en agriculture des boues.

Remarque : Concernant l'impact des épandages sur les teneurs en ETM des sols et des cultures, les données cumulées depuis 1996 ne montrent aucune différence significative entre les parcelles épanchées et les bandes témoins.

Les variations de teneurs observées dans les sols et dans les plantes sont donc liées aux teneurs naturelles des sols en ETM (entre 2 parcelles d'essai), mais ne sont pas dues aux épandages de boues.



Figure 50: Mise en place et suivi d'une parcelle d'essai bande témoin

Ce dispositif a été mis en place dans les Yvelines, à partir de la campagne d'épandage 2017.

Tableau 42: Suivi sur « bande témoin » pour le département des Yvelines

	2017	2018	2019	2020
Nombre de parcelles mises en place sur le périmètre Seine aval	16	16	16	21
Nombre de parcelles mises en place dans les Yvelines	1	1	1	1

Les données cumulées depuis la mise en place de ce suivi, ne montrent aucune différence statistiquement significative de teneurs en ETM dans les sols et les cultures récoltées, entre les parcelles épandues et les bandes témoins.

L'épandage des boues de Seine aval n'a pas d'impact sur les teneurs en ETM des sols récepteurs et des cultures.

Des résultats similaires ont été obtenus suite à d'autres suivis expérimentaux et études menés, entre autre par l'ADEME et l'INRA²³.

²³ D. BAIZE (Unité de science du sol/Olivet), C COURBE (Chambre d'Agriculture de la Haute-Vienne), O SUC (SATEGE de la Somme), C SCHWARTZ (ENSAIA), M TERCE (INRA Paris), A BISPO (ADEME), T STERCKMAN (ENSAIA), H CIESIELSKI (INRA). Epandage de boues d'épuration urbaines sur des terres agricoles. Courrier de l'environnement de l'INRA n°53, décembre 2006

10.5. Suivi des épandages et documents réglementaires

Chaque campagne d'épandage est ponctuée par la réalisation de trois documents de suivi réglementaires.

L'établissement de ces documents inclut, entre autres pièces, des éléments tels que le bilan détaillé des épandages, la localisation des parcelles épandues et les fiches apport. Des exemples de ces pièces sont disponibles dans le document d'annexes (annexe 17).

10.5.1. Programme Prévisionnel d'Épandage (PPE)

D'après le Code de l'Environnement (article R.211-39) et l'article 3 de l'arrêté du 08/01/1998, un PPE doit être établi à partir des parcelles du périmètre d'épandage autorisé, en concertation avec les agriculteurs, et transmis à l'administration et au maires des communes concernées, au minimum un mois avant le début des épandages.

Les éléments suivants y sont transcrits :

- ✓ les coordonnées de l'agriculteur,
- ✓ la référence des parcelles à épandre et leur surface totale épandable, leur classe d'aptitude, leur localisation sur carte IGN au 1/25 000^{ème},
- ✓ les lieux prévisionnels de stockage, les dates prévisionnelles de livraison et d'épandage,
- ✓ les cultures précédant et suivant l'épandage,
- ✓ la dose préconisée,
- ✓ les analyses de sol réalisées sur ces parcelles avec schéma de prélèvement et conseil de fumure complémentaire,
- ✓ les caractéristiques des boues de Seine aval (quantités, valeur agronomique, ...),
- ✓ les préconisations d'entreposage (distance, volume...),
- ✓ les modalités de surveillance réalisées : analyses des boues et des sols.

Seules les parcelles aptes à l'épandage (du point de vue des sols, des contraintes environnementales, des flux calculés, ...) peuvent être intégrées au PPE. A cette fin, le logiciel de suivi de la filière exerce un contrôle automatique de l'aptitude des parcelles lors de l'enregistrement du PPE. Si une parcelle est inapte à recevoir des boues (parcelles d'aptitude 0, analyse de sol manquante ou non-conforme, flux décennal dépassé pour un élément,...), l'enregistrement est bloqué.

10.5.2. Registre d'épandage

Conformément à l'article 17 de l'arrêté du 08/01/1998, le registre d'épandage, tenu par l'exploitant de l'usine Seine aval et son prestataire, est mis à jour au fur et à mesure des livraisons de boues, et à l'issue de chaque campagne d'épandage. Il comporte :

- ✓ les quantités de boues produites dans l'année,
- ✓ les caractéristiques des boues valorisées (teneurs en éléments fertilisants, ETM et CTO),
- ✓ les quantités épandues par unité culturale avec les références parcellaires, les surfaces, les dates d'épandage, les cultures pratiquées,

- ✓ l'ensemble des résultats d'analyses des sols et d'analyses des boues valorisées en agriculture (avec les dates des mesures et des prélèvements, et leur localisation),
- ✓ l'identification des personnes morales ou physiques chargées des épandages et des analyses.

Une synthèse de ce registre est établie et envoyée en fin d'année à l'Administration, et à chaque agriculteur concerné par la campagne d'épandage.

10.5.3. Bilan agronomique

Conformément à l'article 4 de l'arrêté du 08/01/1998, un bilan agronomique, qui reprend l'ensemble des données recueillies au cours de l'année, doit être réalisé à la fin de chaque campagne d'épandage.

Il est remis à l'Administration au plus tard en même temps que le PPE de la campagne d'épandage suivante.

Il comprend :

- ✓ le bilan quantitatif et qualitatif des boues,
- ✓ le bilan des quantités d'éléments fertilisants apportées à la parcelle ainsi que les résultats des analyses de sols réalisées pour le PPE. Il s'agit de l'exploitation des différents registres d'épandage complétés dans l'année,
- ✓ les flux décennaux d'éléments traces (ETM et CTO) et de matière sèche des parcelles épandues,
- ✓ les bilans de fumure réalisés sur des parcelles de référence représentatives de chaque type de sols et de système de culture ainsi que les conseils de fertilisation complémentaires,
- ✓ la remise à jour éventuelle des données réunies lors de l'étude initiale (cf.V.4 : l'actualisation du plan d'épandage).

Remarque : les épandages de boues de Seine aval dans le département des Yvelines interviennent essentiellement durant la période estivale. Néanmoins, des épandages peuvent avoir occasionnellement lieu au printemps. A cette date, tous les éléments du bilan agronomique ne sont pas réunis (analyses des bandes témoins, validation des données de production,...).

Dans ce cas, afin de respecter à la fois le délai de remise du PPE de printemps et du bilan agronomique, un bilan agronomique simplifié, conforme à la réglementation, est intégré au PPE de printemps. Le bilan agronomique complet est quant à lui remis dans les délais habituels, au plus tard en même temps que le PPE de la campagne estivale.

10.5.4. Actualisation du plan d'épandage

Conformément à l'arrêté du 08/01/1998, une actualisation du périmètre est réalisée annuellement pour chaque département autorisé à l'épandage des boues de Seine aval. Les informations de mise à jour sont synthétisées dans un document d'actualisation.

Ce document présente :

- ✓ les données réglementaires actualisées,
- ✓ les contraintes environnementales actualisées (nouveaux captages, remembrement),

- ✓ l'actualisation du parcellaire (intégration/retrait de parcelles, recalage des parcelles sur les îlots PAC...),
- ✓ la synthèse des surfaces et tonnages potentiellement épandables.

10.6. Suivi de la filière : qualité, rigueur, traçabilité, transparence et amélioration

10.6.1. Une amélioration constante du suivi de la filière

Le contenu du SAE évolue en même temps que la réglementation.

De plus, afin d'avoir une meilleure connaissance du comportement des boues de Seine aval dans les sols, plusieurs suivis appelés « suivis renforcés » ont été mis en place, au cours des dernières années dans les différents départements de son périmètre d'épandage.

- Les fermes pilotes : suivi renforcé phosphore

En parallèle des études menées en laboratoire sur la biodisponibilité du phosphore des boues thermiques, un suivi de « fermes pilotes phosphore » a été mis en place entre 2004 et 2010, sur 3 exploitations agricoles du périmètre d'épandage des boues de Seine aval.

Ce suivi avait pour objectif de mieux connaître l'effet et le comportement du phosphore dans les sols suite à des épandages des boues thermiques. Les études au champ permettent également d'avoir une vision de la biodisponibilité du phosphore, à court et moyen terme.

Ce suivi :

- ⇒ n'a pas mis en évidence d'augmentation du phosphore total dans les sols, suite à l'épandage de boues thermiques,
- ⇒ a mis en évidence une lente mise à disponibilité probable du phosphore, qui limite la quantité de phosphore total non disponible dans le sol et contribue sur plusieurs années à la nutrition des cultures. Cette hypothèse avait déjà été émise par Armel GUIVARCH, dans le cadre de sa thèse de doctorat²⁴.

- Suivi renforcé phosphore avec UniLasalle Beauvais

Un dispositif expérimental sur la dynamique du phosphore a débuté en 2015, en partenariat avec UniLasalle Beauvais. Il vise à :

- ⇒ préciser la dynamique du phosphore des boues de Seine aval dans le sol et affiner les connaissances sur sa disponibilité pour la nutrition des cultures à l'échelle d'une rotation culturale ;
- ⇒ évaluer le comportement au champ, et en particulier la dynamique du phosphore, pour des boues traitées selon différents procédés.

Le suivi vise à caractériser le potentiel agronomique des boues de l'usine d'épuration Seine aval sur le moyen terme. En particulier, l'objectif général du projet est de caractériser la disponibilité du phosphore dans les sols cultivés amendés par des produits organiques issus de procédés de traitement différents : conditionnement thermique et compostage.

²⁴ A. GUIVARCH, 2001. *Valeur Fertilisante à court terme du phosphore des boues de stations d'épuration urbaines*. INPL. 306p.

L'étude porte sur une rotation culturale de 3 ans, orge de printemps – colza – blé, représentative du périmètre d'épandage des boues de Seine aval. Elle permettra d'examiner les effets de différentes matières fertilisantes organiques issues de l'usine Seine aval sur les propriétés chimiques et biologiques du sol (et sur sa fertilité), sur la spéciation et disponibilité du phosphore, et sur les services écosystémiques rendus (séquestration carbone et biodiversité du sol).

Le déroulement complet est présenté au chapitre 2 de ce document.

Le suivi porte sur :

- 1 parcelle gérée par l'Institut Lasalle-Beauvais ;
- 5 traitements :
 - T = témoin sans aucun apport de phosphore + fertilisation minérale azotée et potassique ;
 - BT = apport de boues thermiques de Seine aval à la dose agronomique + fertilisation minérale complémentaire en azote et potassium ;
 - FBT = apport super phosphate triple à quantités d'apport équivalentes à ce qu'apportent les boues thermiques + fertilisation minérale azotée et potassique ;
 - BCC = apport de boues centrifugées compostées de Seine aval à la dose agronomique + fertilisation minérale complémentaire en azote et potassium ;
 - FBCC = apport super phosphate triple à quantités d'apport équivalentes à ce qu'apportent les boues thermiques + fertilisation minérale azotée et potassique ;
- 4 répétitions par traitement, soit $4 \times 5 = 20$ placettes de 4 m x 10 m disposées systématiquement ;
- 3 années : rotation orge– colza – blé.

L'essai s'est terminé à la fin de l'année 2018.

L'étude a abouti à une meilleure connaissance du comportement du phosphore apporté par les boues dans les sols sur le moyen terme, présenté dans le chapitre 3.1.1.1.

- Suivi renforcé ETM (Yvelines)

Un suivi sur les effets des épandages de boues thermiques a été initié sur 5 parcelles des Yvelines en 2007/2008. Il a pour objectif d'étudier les éventuelles possibilités de migration des ETM vers les eaux souterraines. Le dispositif initial a révélé plusieurs difficultés quant à l'exploitation des résultats obtenus et n'a pas permis de figer des conclusions concernant l'évolution des teneurs en ETM dans les horizons de surface, ou les migrations verticales ou horizontales de ceux-ci.

Aussi, le protocole de suivi renforcé a évolué en 2009, sur la base d'un travail conjoint d'experts de différentes institutions (AgroParisTech, hydrogéologue agréé des Yvelines, SATESE²⁵ des Yvelines, DDEA²⁶)

Les premiers résultats de ce suivi montrent :

²⁵ SATESE : Syndicat d'Assistance Technique pour l'Épuration et le Suivi des Eaux

²⁶ DDEA : Direction Départementale de l'Équipement et de l'Agriculture, actuelle DDT (Direction départementale des Territoires)

- un effet positif de l'apport de boues de Seine aval sur les teneurs en phosphore du sol,
- pour les autres éléments, les teneurs dans le sol évoluent sans qu'une différence ne puisse être mise en évidence entre les modalités de traitement (avec ou sans apport de boues).

Ce suivi a été remplacé à partir de la campagne d'épandage 2017 par un suivi d'une parcelle bande témoin selon le protocole présenté dans le chapitre 10.4.2.5.

- Suivi renforcé Soufre (Eure)

Les épandages de boues thermiques de Seine aval apportent des quantités de soufre de l'ordre de 80 à 90 kg/ha. Dans le cadre d'une convention (2008-2011) entre la Chambre d'Agriculture de l'Eure et le SIAAP, une expérimentation destinée à mesurer la contribution des épandages de boues thermiques de Seine aval à la fertilisation soufrée d'une rotation colza/ blé (effet direct sur colza, arrière-effet sur blé) a été menée.

Sur les trois années d'essais en colza et deux en blé, il n'a pas été démontré de carence en soufre sur l'ensemble des sites testés. Le seul critère pertinent est la différence d'absorption du soufre en faveur de l'apport minéral au printemps par rapport au témoin et aux boues thermiques de Seine aval. Cependant, dans aucun cas, ce constat n'a eu d'impact sur les rendements ou la qualité de la graine.

- Suivi renforcé sols de Sologne (Cher)

Cet essai a pour objectif de caractériser l'impact des épandages de boues de Seine aval spécifiquement sur les sols de Sologne, pour les paramètres N, P, K et pour les éléments traces métalliques. Le protocole de l'essai a été établi en 2009 par l'UCATA, et amélioré par la DDEA et la Chambre d'Agriculture en 2011, avec l'aide d'experts de l'INRA (D. BAIZE) et d'AgroParisTech (S. BOURGEOIS). Il a été validé par la MESE, la Chambre d'Agriculture et la DDT le 17 juillet 2012.

Le suivi a été mis en place en 2012 et s'est terminé en 2018.

Les conclusions sont les suivantes :

- le principal impact d'un apport de boues de Seine aval sur des sols de Sologne concerne les teneurs en phosphore des sols,
- le potentiel agronomique d'une parcelle ayant reçu des boues est équivalent à celui d'une parcelle ayant reçu une fertilisation minérale : il n'a pas été observé de différences notables entre les rendements des cultures sur les deux modalités,
- les effets sur les teneurs en ETM des sols et des cultures sont nuls à faibles.

10.6.2. Le logiciel de gestion de la filière de valorisation agricole

Depuis 1998, le SAE est géré par un logiciel de gestion des filières de valorisation, qui permet :

- ✓ le suivi des exploitations agricoles : fiche identité qui précise les coordonnées de l'agriculteur, son parcellaire (surface, localisation, références cadastrales, aptitude des parcelles...), l'historique des épandages pratiqués sur ses parcelles,
- ✓ le suivi analytique des boues (saisie des résultats des analyses des paramètres agronomiques, des ETM, des CTO, des micro-organismes, flux des éléments-traces sur 10 ans, etc.),
- ✓ la gestion des commandes, des affrètements et des livraisons,
- ✓ la saisie et localisation des lieux d'entreposage des boues,

- ✓ le suivi quantitatif et qualitatif des épandages à la parcelle, sur plusieurs années, avec une gestion avancée par lot : fiche d'allotement, analyses de sol, fiche apport, suivi des flux, etc.,
- ✓ la saisie et la gestion des épandages avec distinction entre les programmes prévisionnels (élaborés avant les épandages) et les réalisations effectives figurant dans le registre d'épandage.

Le logiciel de suivi est couplé à un Système d'Information Géographique (SIG), ce qui permet de visualiser précisément les parcelles grâce :

- ✓ au fond cartographique SCAN 25, acheté auprès de l'IGN,
- ✓ à la couche anonyme des îlots PAC, qui fournit le tracé exact des îlots PAC déclarés par les exploitants agricoles.

Le logiciel de suivi permet l'édition des documents réglementaires : PPE, cahier d'épandage, registre, synthèse du registre et bilan agronomique.

Le logiciel de suivi permet :

- ✓ le calcul automatique des flux cumulés en fonction des apports de boues et prévention de l'atteinte des valeurs limites :
 - blocage de toute validation de commande si le flux prévisionnel atteint 100 % de la valeur limite réglementaire,
 - message d'erreur au moment de la saisie de la commande lorsque le flux prévisionnel atteint 75 % de la valeur limite réglementaire,
- ✓ le contrôle automatique des analyses de terre (analyse complète et conforme à la réglementation) et de l'aptitude des parcelles à l'épandage.

L'enregistrement des commandes et du PPE n'est possible que si les contrôles effectués par le logiciel sont conformes à la réglementation. Dans le cas contraire, le logiciel bloque la saisie.

Enfin le logiciel de suivi permet la transmission de données numériques à l'Administration au format SANDRE (Cf. paragraphe ci-après).

10.6.3. Echange avec l'administration au format SANDRE

Le SANDRE (Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau) réalise des échanges dans différents domaines (eau potable, assainissement, nappes phréatiques, ...). Il standardise les échanges en créant des dictionnaires et des scénarios d'échange. On parle d'échange au format SANDRE.

Sur la base du référentiel SANDRE, le ministère en charge de l'écologie développe l'application SILLAGE, spécialement la thématique des épandages.

L'article 12 de l'arrêté du 15 septembre 2020 précise : « En application de l'article R. 211-34 du code de l'environnement, le producteur de boues transmet aux autorités administratives, lorsque les boues font l'objet d'une valorisation agricole conformément aux dispositions du présent arrêté, les données relatives aux campagnes d'épandage prévues à l'article R. 211-39 du même code, via l'application informatique VERSEAU ou en les saisissant directement dans l'application informatique SILLAGE. Les modalités d'accès à ces applications informatiques sont disponibles auprès du service police de l'eau.

« La transmission des données relatives à l'étude préalable prévue à l'article R. 211-33 du même code est réalisée selon les mêmes modalités lors du dépôt du dossier de déclaration ou de demande d'autorisation. Il en est de même en cas de modification notable de l'autorisation en application du II de l'article R. 181-46 du code de l'environnement, ou en cas de modification de la déclaration en application de l'article R. 214-40 du même code. »

Le SIAAP travaille conjointement avec l'administration, par l'intermédiaire de son prestataire, au bon fonctionnement de ces échanges.

CONCLUSION

Entre 2012 et 2017, l'usine Seine aval a produit en moyenne 115 000 tonnes de MB/an de boues dont 100 000 tonnes de MB/an de boues déshydratées après conditionnement thermique. Suite à l'incendie de 2018, elle se situe actuellement autour des 180 000 tonnes de matière brutes, pour 35 000 tonnes de boues thermiques.

A partir de mars 2020, l'usine a produit des boues thermiques déshydratées par centrifugation, la quantité de boue brutes produite a donc diminué pour atteindre presque 109 000 t MB dont environ 27 900 t MB de boues thermiques filtrées (BTF) et 54 000 t MB de boues thermiques centrifugées (BTC).

Afin de maintenir le potentiel de valorisation des boues de Seine aval dans le département des Yvelines, le SIAAP souhaite procéder au renouvellement de l'autorisation d'épandage dans le département. La présente demande concerne une surface totale de 1 071,84 ha, dont 1 023,87 ha épandables, répartis sur 21 communes.

Les boues de Seine aval, riches en éléments fertilisants et amendants (phosphore et matière organique, notamment) présentent un intérêt agronomique reconnu et démontré. Leur valorisation agricole constitue une alternative efficace à l'utilisation d'engrais minéraux.

Les doses préconisées ont été déterminées sur la base de la fertilisation raisonnée. Aussi les épandages de boues de Seine aval sont en adéquation avec les besoins des sols des Yvelines et participent à l'amélioration de leur structure.

La filière de valorisation agricole est mise en œuvre dans le respect de la réglementation en vigueur.

Des procédures précises et répétées concernant le suivi analytique (boues, sols et cultures) et la traçabilité (destination et allotement des boues, documents réglementaires...) viennent encadrer cette filière. Par ailleurs, l'ensemble des informations relatives à la filière est transmis à l'administration, et un bilan de la campagne précédente est réalisé au cours des réunions de secteurs organisées par le SIAAP, à l'attention des différents acteurs de la filière, afin d'assurer une totale transparence.

La qualité de la filière de valorisation agricole des boues de l'usine Seine aval est démontrée à travers sa mise en œuvre, son suivi et une auto-surveillance des épandages.

Enfin, à travers la certification de services Qualicert, le SIAAP vise à améliorer en permanence la filière de valorisation de ses boues en établissant notamment des critères de qualité des boues plus restrictifs que la réglementation. Une évaluation de la filière a également lieu annuellement par un comité de suivi.