

Note de synthèse « la gestion des boues issues de l'assainissement »

Table des matières

I.	Généralité & contexte	3
I.1.	Synthèse	3
I.2.	Sources & études	4
I.3.	Réglementation	4
I.4.	L'épandage dans l'hexagone	5
II.	Le gisement des « boues »	5
II.1.	Stations de Traitement des Eaux Usées (STEU)	5
II.2.	L'industrie agroalimentaire	5
II.3.	Les Matières de Vidanges (MV)	6
II.3.1.	Gisement des MV	6
II.3.2.	Collecte et traitement des MV	6
II.3.3.	Rejets illégaux des matières de vidange	8
III.	La valorisation des boues et produits d'épandage	8
III.1.	Généralités	8
III.2.	Acceptabilité sociale	10
III.3.	Les micropolluants dans les boues et les impacts potentiels	10
III.3.1.	Les micropolluants dans les eaux urbaines / les STEU	10
III.3.2.	Les micropolluants dans les STEU martiniquaises - Recherche de Substances Dangereuses Emergentes (RSDE)	10
III.3.3.	Les micropolluants dans les produits d'épandages	10
III.3.4.	Les autres polluants	12
III.3.5.	Transfert vers les sols et les plantes	13
IV.	Le compostage en Martinique	15
IV.1.	Terraviva (boues urbaines)	15
IV.1.1.	Informations générales	15
IV.1.2.	Les Intrants (boues brutes)	16
IV.1.3.	Le compost	16
IV.1.4.	Contrôles	17
IV.2.	Le Centre de Valorisation Organique – CVO (déchets verts)	18
IV.2.1.	Informations	18
IV.2.2.	Réglementation et contrôles	18
IV.2.3.	Intrants et produit final	19
IV.3.	Holdex (déchets verts, bagasse)	19

IV.4. Alternatives.....	20
IV.5. Les utilisateurs de compost	21
Séquestration du carbone dans les sols.....	21
Annexe 1 - Valeur fertilisante des Mafor.....	22
Annexe 3 – Sources des différents ETM	23
Annexe 4 – Origine des apports en ETM.....	24
Annexe 5 – abattement des micro-organismes.....	26
Annexe 6 - Analyses des pathogènes dans les sols	27
Annexe 7 - Analyses des composés organiques dans les récoltes	28
Annexe 8 – Extrait arrêté préfectoral Terraviva.....	29
Annexe 9 – Analyses du chlordécone sur le compost produit à Terraviva	32
Annexe 10 – Synthèse analyse compost	33

I. Généralité & contexte

I.1. Synthèse

Ce qu'il faut retenir

En Martinique **100 % des boues de STEU ainsi que des matières de vidanges sont co-compostés** avec des déchets verts à l'usine de Terraviva. Il n'y a pas de pratique d'épandage direct des boues de STEU. Le compost est utilisé sur plusieurs exploitations agricoles de **canne à sucre**.

En France 78 % des boues sont soit compostées soit épandues directement. Les 22% restant sont incinérées.

Les principaux apports de micropolluants vers les sols proviennent des déjections animales, des produits phytosanitaires et des engrains minéraux (10 % des boues et compost de boues).

La fabrication de compost et son épandage sont soumis à une réglementation stricte (analyses des boues entrantes, analyses sur le compost, plan d'épandage et analyses des parcelles, contrôles des usines de compostage par l'Etat). Le procédé de compostage grâce au mélange des boues et des déchets verts permet de diminuer la concentration de micropolluants présent dans le produit final (principe de dilution).

De nombreuses études sont menées par des structures publiques (INERIS, IRSTEA, INRA, CIRAD...) sur le transfert des micropolluants **à long terme (20 ans)** depuis les boues vers le compost, les sols et enfin les cultures. Les analyses réalisées depuis 2000 sur différents sites (Paris, Colmar, Bretagne, La Réunion, Sénégal) montrent que des micropolluants sont retrouvés dans les boues (produits organiques dont pharmaceutiques et minéraux). Les essais sur le maïs et le blé ne montrent pas d'accumulation de métaux suite à l'épandage de compost de boues pendant plus de 10 ans.

Chiffres clés (source, INRAE)

Un Français génère en moyenne 200 L d'eau usée / jour :

- Soit 5 L de boues brutes ;
- Soit 15 g de Matières Sèches (MS).

La France produit annuellement 6 millions de tonnes (MT) de boues urbaines contre 275 MT de déjections animales. Les boues urbaines représentent 4 % des produits épandus (80 % pour l'élevage dont principalement bovins ; 98 % si on ne compte que les produits organiques – hors engrais minéral).

La France produit 850 000 tonnes de MS par an.

Les STEU de Martinique génèrent 8 530 T de boues par an avec une siccité proche de 18 % soit 1 540 T de MS/an.

Avantages du compost :

- Fertilisant (éléments nutritifs pour les plantes) ;
- Réduction des engrains chimiques ;
- Réduction des gaz à effet de serre, stockage de carbone dans le sol ;
- Amendant (améliore les propriétés physiques des sols) ;
- Effets bénéfiques sur la biologie du sol (vers de terre, porosité, infiltration eau de pluie, enracinement des cultures, baisse de l'érosion, rétention d'eau) ;
- Moins de nuisance olfactive que l'épandage de boues brutes ;
- Le compost est un levier essentiel de la valorisation agronomique de la matière organique. Il participe au recyclage des déchets et, donc, au développement de l'économie circulaire ;
- Normé, donc fortement tracé et contrôlé.

I.2. Sources & études

Note technique (Lucas Pelus) ODE 2017 pour le Conseil d'Administration de l'ODE suite à une demande de M. Montezume, membre du Comité de l'Eau et de la Biodiversité en tant que représentant des usagers (pêcheurs en eau douce). Plusieurs versions (synthèse, note détaillée) ici : [Note boues](#)

ODE, stage M1, Wesley Vielet, "Les boues d'assainissement, un déchet d'avenir ? ", 2019, 45 p.

INRAE, état des lieux sur les boues dans les DOM TOMs, 2023, 11 p.

INERIS, CNRS, ADEME, Substances émergentes dans les boues et composts de boues de STEU collectives – caractérisation et évaluation des risques sanitaires, 294 p, 2014.

CTM, Plan de prévention et de gestion des déchets de Martinique (PPGDM), 297 p, 2019

l'Association Scientifique et Technique pour l'Eau et pour l'Environnement (ASTEE – TSM), Dossier sur le compostage des boues d'épuration urbaines, 24 p, 2020.

CNRS-INRAE, effets de la valorisation agronomique de matières fertilisantes, résultats et observations dans un réseau de site longue durée (+10 ans), ValorPRO, <https://www6.inrae.fr/valor-pro>

Rapport pour le ministère de la Transition Écologique d'Alain Marois « pour un pacte de confiance », 2019.

INRAE, étude REVERSALL sur l'évolution des micropolluants dans les STEU.

IRSTEA, Projet Armistiq (devenir des micropolluants dans les boues), 2014.

Cirad, INRAE, Quantification des microplastiques dans les sols – QualiAgro, Colloque SOERE PRO, 2023.

Résultats du suivi des STEU de Martinique dans le cadre du RSDE (Recherche de Substances Dangereuses Emergentes, 2022).

I.3. Réglementation

Les boues et composts de boues ont le statut de déchet au titre de la réglementation déchet (article 95) et la loi EGALIM (octobre 2018). Le producteur de boues est responsable et a l'obligation d'en assurer la gestion via l'élimination ou la valorisation.

La réglementation concernant le retour au sol des boues (seules ou en compost) a été débattue lors du projet de loi relatif à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire en fin d'année 2019. La loi a été publiée au Journal officiel le 11 février 2020, elle contient un article (Art. 86) dédié aux boues de station d'épuration. Cet article impose une révision des référentiels applicables aux boues d'épuration en vue de leur usage au sol, avant le 1^{er} juillet 2021.

L'utilisation des boues dans la fertilisation des terres agricoles est régie par **l'arrêté national du 8 janvier 1998**. Il impose notamment les différentes analyses à réaliser sur les boues, ainsi que les prescriptions concernant les plans d'épandage.

Les modalités de surveillance sont définies en Section III (articles 13 à 19) de l'arrêté. Les analyses à réaliser sont : Eléments Trace Métalliques, Composés trace organiques, flux cumulés de matière sèche par hectare.

Programme prévisionnel d'épandage, bilan agronomique remis à la préfecture, analyses du compost et des sols en amont de l'épandage.

- Le projet de décret « **Socle Commun** des Matières Fertilisantes et Supports de Culture (MFSC) » est en cours d'ajustement, actuellement à la version 2.

3 grandes classifications en fonction des usages verront le jour :

- A1 : usage professionnel ou non professionnel ;
- A2 : usage professionnel, en dehors d'un plan d'épandage mentionné ;
- B : usage professionnel dans le cadre d'un plan d'épandage.

Les critères ne devraient que très peu ou pas changer concernant les normes pour le compost de boues. Il y aura cependant des ajustements (plus restrictifs) concernant l'épandage de boues brutes (sur les paramètres cuivre et cadmium).

Tous les arrêtés sont accessibles ici : <https://www.smra68.net/les-regles-epandage/textes-reglementaires.html>

I.4. L'épandage dans l'hexagone

Les teneurs en NPK (azote, phosphore et potassium) dans les produits épandues (boues, compost, effluents d'élevage) sont 10 à 100 fois inférieures à celles des engrains minéraux.

Entre 50 et 70 % des apports en NPK par les produits épandus proviennent des effluents d'élevage (fumiers et lisiers bovins).

27 % des surfaces agricoles ont reçu un épandage de produit organique en 2011, 30 % pour les prairies. Le maïs fourrage est la culture la plus concernée mais aussi le maïs grain et le colza ainsi que le blé (moins concerné mais plus cultivé, à l'inverse de la pomme de terre et la betterave : peu cultivées mais fortement concernées).

II. Le gisement des « boues »

II.1. Stations de Traitement des Eaux Usées (STEU)

Lors du procédé de traitement des eaux usées brutes par boues activées la pollution est transférée depuis l'eau vers différents « sortants » :

- ➔ Les **matières grossières** issues du dégrillage ;
- ➔ Les **sables et graisses** via le prétraitement (dégraisseur / dessableur) ;
- ➔ Et enfin la **pollution dissoute et particulaire** qui est séparée de l'eau grâce au clarificateur. Ces boues sont liquides et doivent être déshydratées (afin de diminuer le volume d'eau) pour faciliter leur manipulation, leur transport et leur élimination.

Pour cela les STEU de capacité suffisante (souvent supérieure à 2 000 eH) sont équipées de filières de déshydratation :

- ➔ **Filtres à bandes** : Pointe Courchet, Moulin à Vent, RIVIERE pomme (à l'arrêt donc camion hydrocureur), Desmarinières, Carbet, Maniba, Anses d'Arlet (arrêt car pas de clarificateur), Pays Noyé, Rivière salée, Trois Ilets (16-17 %), Belfond, Vauclin. Siccité sortie : 12 à 15 % ; Fond Lahaye, Godissard, Pelletier ; Pointe Bénie (18 % : 15 à 22 %), Hackaert ;
- ➔ **Lits de séchage** : courbaril, four à chaux, tartane, Cité bac, Coteaux, Ducos et rivière salée (double filière). Siccité après séchage : 20 à 40 %. Une benne volante récupère (via une pelle mécanique) pour envoi à Terraviva ;
- ➔ **Centrifugeuse** : Saint Pierre, Bellefontaine, Dizac (20 %), Marin, Sainte Luce -> sup 20 % ; Dillon 1&2, Pointe Des Nègres, Saint Joseph Rosières, Gaigneron ;
- ➔ **Presse à vis** : Petit Fond (à l'arrêt pour le moment) ;
- ➔ Les petites STEU utilisent un **camion hydrocureur** qui va ensuite dépoter vers la STEU équipée de déshydratation la plus proche.

A noter que les STEU de types **filtres plantés** retiennent les boues en surface de leur filtre. Les boues se minéralisent avec le temps et n'ont pas besoin d'être extraites régulièrement comme sur les STEU de types boues activées. Toutefois un curage des filtres est nécessaire tous les 10 à 15 ans. Les végétaux sont d'abord fauquardés puis extraits des filtres. Ensuite une pelleteuse récupère les boues en surface. Ces boues peuvent ensuite être chaulées et épandues directement ou valorisées via une usine de compostage.

II.2. L'industrie agroalimentaire

Les industriels, notamment le secteur agroalimentaire génère aussi des boues lors du traitement de leurs eaux de process.

Usine Denel (Jus de fruit Royal)

Avant 2021 les boues produites étaient utilisées localement en compost avec l'ajout de déchets de fruits puis amendement du compost (400 t/an) sur les champs. En 2021 l'usine est passé au traitement de ses effluents avec les filtres plantés et n'inclut donc plus de boues dans son compost. Les boues représentaient seulement 10 à 20 % de poids du compost.

SNYL (Littée, caresse antillaise, Yoplait)

200 tonnes de boue sont produites annuellement et déshydratées grâce à une presse à boue puis acheminées à Terraviva.

Brasserie Lorraine

300 tonnes de boues sont produites par an puis acheminées à Terraviva.

II.3. Les Matières de Vidanges (MV)

II.3.1. Gisement des MV

Selon le Plan de Prévention et de Gestion des Déchets de Martinique (PPGDM) datant de 2019, le potentiel de production de la Martinique en MV serait de 73 000 T/an de MV brutes (sur une hypothèse de vidange tous les 4 ans). On peut imaginer qu'avec une vidange des dispositifs d'Assainissement Non Collectif (ANC) tous les 8 ans on aurait un gisement de 36 500 T/an.

Selon l'IRSTEA, un foyer produit 0,4 m³ de MV pour 98 000 foyers en ANC en Martinique soit un gisement de 39 000 T/an (une estimation proche du PPGDM, voir précédemment).

Il faut rajouter à cela les microstations de traitement des eaux. Le gisement est estimé à 25 000 m³/an (hypothèse basse basée sur une collecte des boues de 50 %).

Le gisement total serait donc 39 000 + 25 000 = 64 000 T MV brutes/an. La siccité moyenne de ce gisement est estimée à 1,5 % ce qui donnerait une quantité de matière sèche de 960 T/an. Les chiffres de l'Inrae sont différents (4 à 6 % de siccité) mais la siccité dépend de plusieurs paramètres (type d'ouvrage ANC, date de la dernière vidange et méthode utilisé par le vidangeur).

Cependant la quantité totale de MV traitée en 2016, en Martinique, s'élevait à 9 547 T de matière brute soit 15 % du gisement estimé. Cette différence peut s'expliquer par plusieurs facteurs. D'une part, la fréquence des vidanges de fosses septiques est bien inférieure en Martinique par rapport à la France hexagonale (revenu moyen de la population plus faible, prix de la vidange plus élevé). Par ailleurs, il est suspecté qu'une partie des opérations de vidanges des fosses n'est pas déclarée avec potentiellement un dépôtage sauvage du camion vidangeur (dans le réseau d'assainissement ou dans la nature), voir plus d'informations cf. II.3.3 Rejets illégaux des matières de vidange.

II.3.2. Collecte et traitement des MV

Des sociétés proposent un service de vidange des fosses septiques et des systèmes d'Assainissement Non Collectif (ANC) à l'aide de camions vidangeurs. Celles-ci nécessitent un agrément de la préfecture. Les « boues liquides » collectées sont appelées matières de vidange. Elles sont acheminées vers des unités de traitement des matières de vidanges. Il existe trois unités de traitement en Martinique :

- **L'UTMV** à Fort-de-France qui rejette les boues partiellement traitées dans le réseau d'assainissement collectif relié à la STEU de Dillon 2 ;
- **Essainia** au Marigot qui transmet ses boues déshydratées à l'usine de compostage de Terraviva ;
- **E Compagnie** au Lamentin qui récupère les MV des camions de la même société.

Les camions vidangeurs doivent donner un bordereau au client lors des vidanges de fosses septiques et garder une copie afin de garder une trace des MV.

E-Compagnie est l'une des entreprises agréées pour la vidange des fosses septiques. 70 % de ses camions vidangeurs déposent leur MV sur le site de l'UTMV et 30 % utilisent une filière de déshydratation présente sur le site même de l'entreprise.

L'Unité de Traitement des Matières de Vidanges (UTMV) – secteur centre

L'UTMV a été initialement conçue dans l'objectif de traiter les MV et les graisses des STEU du secteur centre. Finalement elle traite les sous-produits sur l'emblle de la Martinique. Elle réceptionne les MV des sociétés de vidangeurs qui ont un agrément de la préfecture. Une convention est ensuite signée entre Odyssi (l'exploitant du site) et la société de vidangeurs.

Les volumes collectés et le nombre de dépotage sont comptabilisés. Un bilan annuel est transmis à la DEAL. L'UTMV a récolté 9 800 T de MV et 3 565 T de graisse en 2022.

Le système de traitement est composé en entrée de deux fosses distinctes (MV et graisse). Les flux sont ensuite mélangés dans le carbofil, un cylindre de 10m de profondeur, qui est brassé et aéré en continue. L'effluent partiellement traité est ensuite déversé dans le réseau de collecte des eaux usées d'Odyssi. Il transite vers la STEU Dillon 2 en passant par 3 postes de refoulement au préalable.

L'UTMV est actuellement chargée à 100 % au niveau des graisse mais a encore de la marge pour les MV. Un projet d'extension a été validé et devrait voir le jour en 2024/2025.

ESSAINIA (traitement matières vidanges) – secteur Nord

Le Groupe Vilea a créé et exploite la plateforme Essainia au Marigot, il est constitué de 3 entreprises

- SEA pour l'exploitation de STEU, les travaux, l'ANC ;
- Somanet pour les vidanges, les curages, les camions hydrocureurs ;
- Essainia, la plateforme de traitement des MV.

La plateforme est située au Marigot, ouverte en 2017 avec une capacité de 18 000 m³/an (18 000 T/an).

95 % des camions vidangeurs qui dépotent sur la plateforme appartiennent au groupe : 98 % Somanet, 2 % plombier environnement et Madinina Reseau.

Les STEU sans unités de traitement des boues sur le secteur cap Nord envoient leurs boues brutes soit sur la STEU de Hackaert (Case Paul & Bois Neuf) soit sur la STEU de Pointe Bénie (Bellevue, Denel, Reculée) soit directement vers la plateforme d'Essainia. Les STEU du Marigot et actuellement du Lorrain (encore en phase travaux) envoient leurs boues brutes sur Essainia.

La plateforme déhydrate les boues liquides de mini stations (80 %) ainsi que les matières de vidange de fosses septiques (20 %) et permet d'obtenir une boue avec une siccité moyenne de 18 %. Le process est constitué d'un prétraitement avec un piège à caillou broyeur puis un dégrilleur. Les boues toujours liquides sont ensuite acheminées vers une bâche d'homogénéisation puis vers une benne filtrante par unité de flocculation (séparation boues / eaux). Le retour est récupéré dans un bassin tampon aéré puis traités par des unités de traitement en culture fixés. S'ensuit un traitement par filtre zéolite, charbon actif et enfin traitement UV. Ces eaux usées traitées sont ensuite réutilisées pour les curages et pour l'exploitation du site :

- Nettoyage des surfaces béton du site au karcher ;
- Arrosage des espaces verts du site ;
- Utilisation dans le process (circuit fermé) : retrolavage des filtres zéolite et des filtres à charbon, composition du polymère avant la benne filtrante ;
- A terme, revente potentiel de cette eau pour les camions qui procède au curage de réseau (0,9 €/m³).

Les boues sont ensuite acheminées vers la plateforme de compostage de Terraviva (voir plus d'infos en IV.1 Terraviva).

Terraviva demande deux analyses par an à Essainia sur les paramètres règlementaires classiques métaux, hydrocarbures, etc. Un contrat de dépotage avec Terraviva est signé chaque année (certificat d'acceptation annuelle).

La plateforme est en forte sous charge et le volume traité n'augmente pas d'année en année. A noter qu'un marché a été signé avec Cap Nord pour récupérer les boues des miniSTEU du parc.

1968 m³ de boues (1968 T/an) ont été dépotés sur la plateforme en 2022. 66,3 tonnes ont été ensuite exportées vers Terraviva, pour une siccité moyenne annuelle de 18 %.

E Compagnie (groupe SEEN) – secteur centre

La plateforme de traitement récupère les MV des camions de E Compagnie uniquement. Les camions vidangent en grande partie des fosses septiques (90 %).

Le système de déshydratation est constitué d'un caisson fixe (en cours de modification afin de devenir mobile) équipé des plusieurs paliers qui permettent l'ajout de floculants.

Les boues déshydratées sont ensuite acheminées vers Terraviva et le CVO.

- 21,1 m³ dépotés à E. Compagnie en 2023 ;
- Siccité moyenne -> pas de mesure mais les critères d'acceptation de Terraviva sont validés pour une siccité supérieure à 12 % ;
- Exutoires : Terraviva 11,9 t/an (2023).

II.3.3. Rejets illégaux des matières de vidange

Il est à noter que certains vidangeurs ne remettent pas de bordereau aux clients et vidangent illégalement leur camion dans le milieu naturel ou le réseau d'assainissement (afin d'économiser les trajets ainsi que le traitement des MV sur les différents sites). Les exploitants de STEU, notamment sur les mini STEU ont informé plusieurs fois l'ODE et la DEAL de dépotages sauvages de camions vidangeurs dans les réseaux d'assainissement.

Des actions de contrôles des sociétés agréées ont été mises en place par la DEAL.

La DEAL a supprimé l'agrément pour 7 vidangeurs (2021-2022) :

- 5 sociétés qui ne transmettaient pas de bilans (et dont une partie ne sont sûrement plus en activité) ;
- 2 sociétés à la suite de contrôles documentaires sur site dont une n'avait conservé aucun bordereau de suivis, et ne présentait aucune organisation administrative (société de plomberie).

Il est à noter que 2 contrôles parmi ceux réalisés l'ont été suite à des signalements :

- Un dépotage sauvage dans le milieu signalé pour un coureur ;
- Un dépotage dans le réseau d'assainissement signalé par la SME (signalement transmis au procureur via les inspecteurs de l'environnement du Service Départemental de l'OFB).

Les contrôles réalisés sur le volet administratif ne permettent pas de démontrer une pratique avérée de dépotages sauvages dans le milieu.

Il reste en 2023, 14 sociétés de vidangeurs agréés en Martinique.

III.La valorisation des boues et produits d'épandage

III.1. Généralités

En Europe, la voie du retour au sol est utilisée par la quasi-totalité des pays de l'Union Européenne et constitue le débouché pour plus de 50 % de la production de boues d'épuration. Il bénéficie d'une meilleure acceptation sociétale que l'incinération. Elle permet de bénéficier de la valeur fertilisante et amendant de près des deux tiers des boues produites.

- Près de 25% des boues sont compostées avant d'être épandues sur les sols agricoles ;
- La totalité des états membres de l'Union Européenne qui compostent des boues utilisent des déchets verts comme co-produit ;
- **En Martinique, 100 % des boues sont co-compostées avec des déchets verts puis utilisées en agriculture (canne à sucre).**

Tableau 1 - Les différentes filières de traitement des boues

Filière	Martinique	France	Europe
Compostage	100%	33%	14%
Épandage direct	0%	38%	42%
Incinération	0%	27%	32%
Décharge	0%	2%	
Enfouissement	Interdit	Interdit	12%

Le compostage est un processus naturel et biologique de dégradation de la matière organique en présence d'oxygène (aérobie). Il nécessite une source d'azote (boues de STEU) et une source de carbone structurante (déchets verts).

Le compost de boues urbaines peut avoir un caractère plutôt amendant ou fertilisant en fonction de sa matière organique. Il est composé d'une fraction minérale et une fraction organique. L'azote est souvent présent sous la forme organique à l'inverse du phosphore plus présent sous la forme minérale, le potassium quant à lui est uniquement sous forme minérale. La valeur amendante organique du compost dépend de la vitesse de dégradation et d'incorporation de leur MO dans celle du sol. Leur valeur fertilisante dépend elle de la vitesse de passage des éléments nutritifs sous une forme assimilable par les végétaux (cf. Annexe 1 - Valeur fertilisante des Mafor).

Le compostage diminue la valeur fertilisante à court terme en raison de la perte par volatilisation de l'ammonium au cours du compostage et de la stabilisation sous formes organiques du N dans la matière organique.

Les avantages d'épandage de produits organiques (effluents élevage, compost, boues, etc.) sur la composition des sols sont multiples (agronomiques et économiques)

- Amélioration de la stabilité de la structure, augmentation de l'infiltration de l'eau ;
- Diminution des risques d'érosion par ruissellement ;
- Augmentation de la porosité, de la rétention d'eau et de la conductivité hydrique (meilleure disponibilité en eau pour les plantes) ;
- Diminution du tassement du sol ;
- Stimulation de la microflore du sol ;
- Protection des cultures contre les maladies (ravageurs, maladies fongiques...)¹ ;
- Substitution partielle ou totale aux fertilisants de synthèse.

En matière d'innocuité, il faut noter que seules des boues qui pourraient être épandues directement en agriculture, avant leur entrée sur le site de compostage, sont acceptées pour la fabrication de compost à vocation agricole et que le compost doit respecter *a minima* les mêmes critères réglementaires que les boues initiales. La montée en température au cours du procédé de fabrication garantit, elle, une hygiénisation et favorise l'élimination des germes pathogènes et d'aventices.

Les différentes étapes du compost favorisent la dégradation des contaminants :

- l'activité biologique aérobie dégrade les contaminants organiques ;
- la montée en température abat les pathogènes et hygiénise ;
- le criblage élimine les contaminants et les inertes.

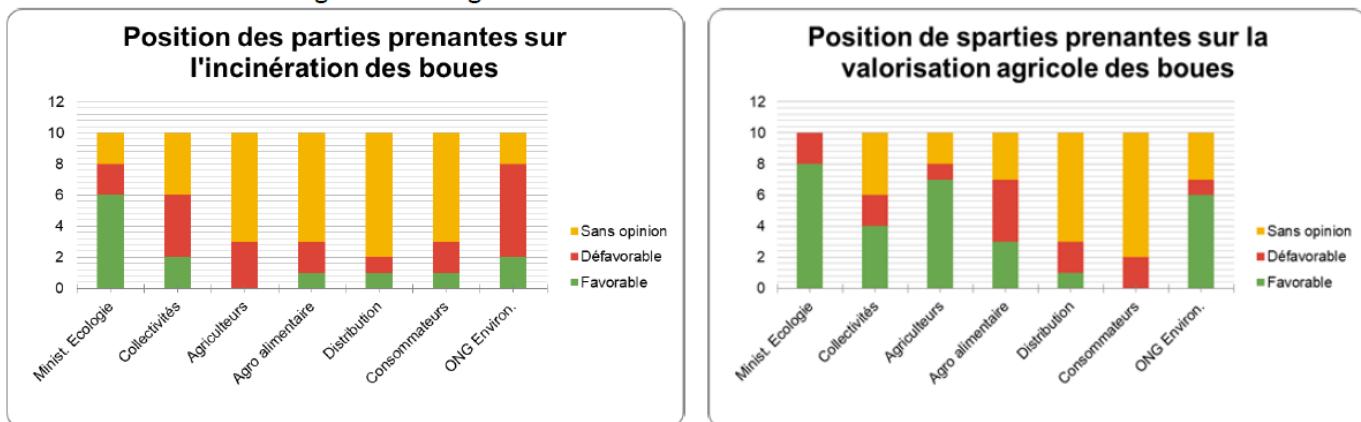
Couts de traitement / valorisation

Si le compostage est 2 à 3 fois plus cher que le recyclage en direct des boues (de l'ordre de 70 € la tonne de matière brute, dans le Haut-Rhin, par exemple, contre 25 à 35 € pour des boues brutes), cela reste bien moins coûteux que l'incinération (plus d'une centaine d'euros par tonne de matière brute, 160 € en Martinique).

¹ Il semble que la gestion du procédé de compostage influence plus fortement l'effet suppressif du compost que les matières initiales entrant dans sa composition, qui jouent néanmoins un rôle dans ce pouvoir suppressif.

III.2. Acceptabilité sociale

La position des parties prenantes vis-à-vis du retour au sol ou de l'incinération des boues a été évaluée au travers du retour d'un questionnaire pour une dizaine d'état membres européens. Le retour au sol bénéficie d'une bien meilleure acceptation sociétale que l'incinération notamment auprès des associations de protection de l'environnement et des organisations agricoles.



III.3. Les micropolluants dans les boues et les impacts potentiels

Dans ce paragraphe, la plupart des résultats et interprétations proviennent de l'étude sur la « Valorisation des matières fertilisantes d'origine résiduaires sur les sols à usage agricole ou forestier » co-rédigée en 2014 par l'Inra, le CNRS et l'Irstea, s'appuyant notamment sur un réseau de suivi des micropolluants liés aux différents produits épandus sur plus de 10 ans et suivis par l'INRAE (réseau SOERE PRO).

III.3.1. Les micropolluants dans les eaux urbaines / les STEU

Les STEU classiques de type boues activées traitent une partie des micropolluants. En effet, certains micropolluants qui transitent dans la STEU restent dans la phase aqueuse :

- Hormones (perturbateurs endocriniens) : 75 %

Tandis que les substances hydrophobes migrent vers les boues lors du process. Cela concerne :

- 60 % des micropolluants présents dans les eaux résiduaires ;
- Principalement les métaux ;
- Certaines substances organiques (hydrocarbures, détergents, TBT, ...) ;
- 35 % des produits pharmaceutiques ;
- Alkylphénols (perturbateurs endocriniens) : 75 %.

Plus d'informations concernant l'origine des micropolluants sont disponibles en Annexe 3 – Sources des différents ETM.

III.3.2. Les micropolluants dans les STEU martiniquaises - Recherche de Substances Dangereuses Emergentes (RSDE)

Le suivi RSDE (Recherche de Substances Dangereuses Emergentes) en Martinique, vient d'être achevé sur les principales STEU. Les résultats sont en cours de traitement.

86 substances sont analysées (pesticides, métaux, Alkylphénols, HAP, Organoétains) dans le cadre du RSDE. Ce suivi concerne 7 STEU (les plus grandes) : Dillon 1 & 2, Pointe des Nègres, Gaigneron, Ducos, Trois Ilets, Le Marin. 6 campagnes de prélèvements ont été réalisées en 2022 sur les eaux de sortie de ces STEU.

Aucune des 6 campagnes n'a révélé la présence de chlordécone dans les eaux de sortie des 7 stations.

III.3.3. Les micropolluants dans les produits d'épandages

On retrouve différentes familles de micropolluants au sein des produits organiques épandus voir tableau ci-dessous :

Tableau 2 2 – Composition des Produits Résiduaires Organiques PRO (source : INRAE)

PROs	Composés les plus concentrés	Concentrations maximales	Flux moyen / épandage
Boues et composts de boue	- Antibiotiques (fluoroquinolones) - Bactéricide	Quelques mg/kg MS	Jusqu'à 10 g/ha
Autres composts d'origine urbaine	Anti-inflammatoires	Quelques mg/kg MS	Jusqu'à 16 g/ha
Effluents d'élevage	Antibiotiques	< 50 µg/kg MS sauf doxycycline dans lisier : quelques mg/L	Jusqu'à 300 µg/ha Jusqu'à 120 g/ha

Les Eléments Traces Métalliques (ETM)

Classiquement, le cuivre et le zinc sont les contaminants dont les concentrations sont les plus proches des seuils autorisés pour l'épandage. La teneur dans les sols augmente mais ces métaux sont aussi considérés comme des oligo-éléments (indispensables aux organismes vivants). Ils ne provoquent pas d'effet négatif si la dose reste à faible concentration.

Le cuivre et le zinc sont présents en forte concentration dans les effluents d'élevage (360 à 800 mg Cu /kg MS). Les concentrations en ETM rencontrées dans les boues de STEU françaises sont largement inférieures aux seuils réglementaires pour les 7 ETM réglementés. Dans les boues compostées, l'ajout du structurant carboné lors du mélange avant compostage conduit à une "dilution" des polluants présents initialement dans les boues.

Tableau 33 - Evolution des teneurs des micropolluants lors du compostage

Contaminants dont la concentration a tendance à baisser	Contaminants dont la concentration mesurée augmente entre 0 et 50%	Contaminants dont la concentration mesurée augmente de plus de 50%
Cuivre, Zinc, Mercure, Cadmium, Benzofluoranthène, Benzopyrène	Chrome, Nickel, Plomb, 7 PCB	Fluoranthène
L'effet de l'apport de co-produits présentant une plus faible teneur que les boues supplante celui dû à la dégradation de la matière organique des boues ou composés présentant un potentiel de volatilisation durant le procédé.	Contaminants pour lesquels la dégradation de la matière organique lors du procédé engendre une augmentation de la concentration mesurée par rapport à la matière sèche du compost ou contaminant pouvant être apporté lors du procédé via l'usure des pièces mécaniques (crible pour Cr et Ni).	L'apport de co-produits significativement plus concentrés pour cet élément que les boues engendre une teneur dans le compost significativement supérieure à celle observée sur la boue brute.

On peut noter que pour la plupart des contaminants de type ETM, les teneurs sont largement inférieures aux seuils de la norme du compost NFU 44-095.

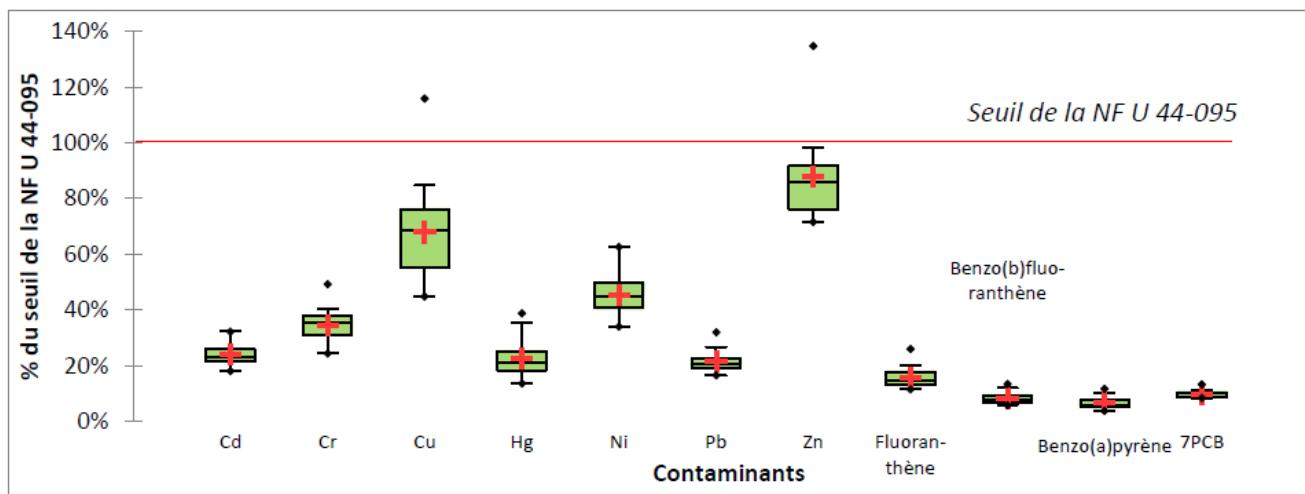


Figure 1 - Concentrations en micropolluants au sein des composts de boues dans le Bas-Rhin (SMRA68)

En France hexagonale, les apports d'ETM dus aux boues et composts d'origine urbaine ne contribuent pas à plus de 20 % du total des apports (engrais minéraux, effluents d'élevage...) (voir Annexe 4 – Origine des apports en ETM).

CTO – composés organiques

Il s'agit de molécules d'origine diverses et variées (naturelle, hydrocarbures, hormones, perturbateurs endocriniens, détergents, antibiotiques, etc.). En France, sont contrôlés dans les boues et le compost, les micropolluants organiques les plus persistants (hydrocarbures et PCBs). Les valeurs des CTO dans les boues et les composts de boues sont comprises entre 2 et 4 µg/kg de MS. Les antibiotiques sont fréquemment détectés dans les boues de STEU (analgésiques, ibuprofène, antiépileptique, etc.). On retrouve aussi des antibiotiques dans les effluents d'élevage.

L'activité biologique présente au cours des différentes étapes du compostage permet la diminution de la concentration des contaminants organiques (volatilisation, dégradation, minéralisation en CO₂...). La persistance (durée de demi-vie DT50²) est très variable selon les CTO :

Figure 2 - Temps de demi-vie sur différents sites du réseau SOERE PRO, INRAE

Composé	QualiAgro	ProSpective	Réunion
Antibiotiques fluoroquinolones doxycycline	1500 à 2500 j	750 à 1900 j	100 à 350 j 80 - 120 j
Anti-épileptique Carbamazépine	900 j	500 - 900 j	250 - 900 j
Anti-inflammatoires diclofenac ibuprofène	150 - 1000 j 190 - 300 j		

Les contaminants biologiques

Concernant les agents pathogènes (bactéries, champignons, virus), le **compostage**, la digestion anaérobiose thermophile, et le chaulage sont des traitements efficaces pour abattre leur charge (voir résultats en

² le DT50 est le temps nécessaire pour que 50% des molécules aient disparu.

Annexe 5 – abattement des micro-organismes). Le compostage peut diminuer la présence de l’Escherichia Coli entre 100 et 100 000 fois (2 à 6 log₁₀). Cela favorise l’hygiénisation du produit épandu.

III.3.4. Les autres polluants

- **Microplastiques**

On observe peu de microplastiques dans les sols témoins (sols sans épandages), peu d’apports via le compost de boues ou le compost de biodéchets verts mais un fort apport via le compost d’ordures ménagères.

- **Perfluorés (per and polyfluoroalkyl = PFAS)**

Les PFAS sont très répandus dans l’environnement, les industries et les STEU. Ils sont persistants et résistants à la dégradation et ont des effets toxicologiques importants (perturbation hormonale, immunotoxicité).

On retrouve plus de PFAS dans les boues, compost de boues et compost d’ordures ménagères que dans les composts de biodéchets ou les effluents d’élevage. On reste dans une gamme faible dans les sols (ng/g soit 10⁻⁹g de PFAS dans 1 g de produit).

III.3.5. Transfert vers les sols et les plantes

Les métaux les plus toxiques pour l’homme sont le Cd, Hg et Pb. Ils sont présents naturellement dans les sols, à de très faibles concentrations. La majeure partie des apports en ETM vers les sols français proviennent des déjections animales, des produits phytosanitaires et des engrains minéraux (voir graphique ci-dessous).

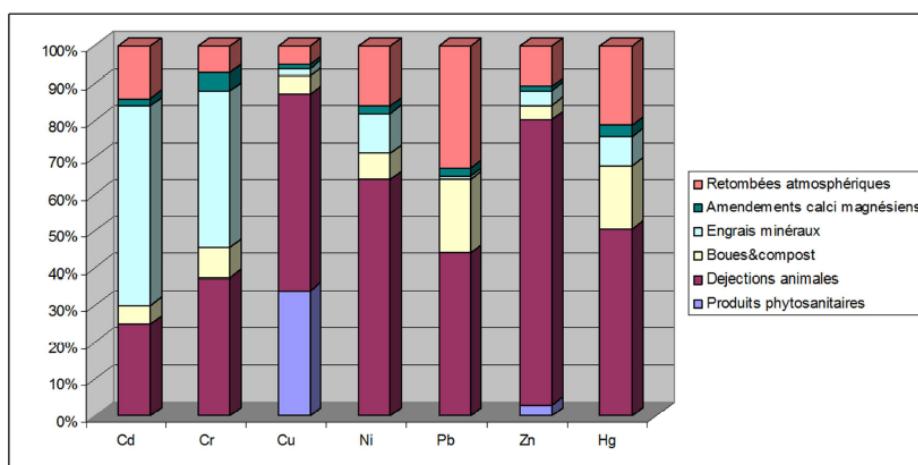


Figure 3 - Contribution des intrants aux flux d'ETM sur les sols français (Ademe, 2005)

« La dilution du compost divise par cinq la présence de résidus de médicaments, dont on ne trouve ensuite quasiment aucune trace dans les sols », souligne Sabine Houot, INRAE.

- **Accumulation dans les sols**

Les contaminants persistants sont peu mobiles et peu disponibles pour un transfert vers les eaux ou les plantes. Cette persistance rend possible leur accumulation dans le sol. L’étude QualiAGRO dans le cadre du Projet SoerePRO n’a montré aucune accumulation ni transfert aux plantes des hydrocarbures (HAP). Les travaux examinant plusieurs horizons de sol n’observent aucune migration vers les couches profondes, y compris pour des contaminants moyennement persistants. A noter que le compostage tend à réduire la mobilité des ETM dans les sols, de plus, il dilue la quantité d’ETM initialement présent dans les boues (via l’ajout de déchets verts).

L’étude sur le site de Colmar (apport de PRO tous les 2 ans depuis 2010), porte sur 17 ETM (dont 9 réglementaires) et ne montre pas de différences sur les teneurs dans les sols à l’exception de l’Argent et du Molybdène.

Les HAP et PCB sont des composés trace organique (CTO) initialement présents dans les sols. Les flux provenant des apports de composts ou de boues sont non négligeables mais aucune accumulation n’est décelable.

Les substances pharmaceutiques et bactéricide (triclosan) sont présentes dans PROs, mais ont un faible impact sur les teneurs dans sols même après 7 à 10 apports et ont un très faible impact sur teneurs dans eaux du sol.

Contrairement aux ETM, les **CTO** se dissipent progressivement dans les sols. Les ETM ne se dégradent pas, ils sont susceptibles de s'accumuler dans les sols. Les CTO présents en concentrations les plus fortes dans les produits d'épandage ne sont pas forcément ceux qui présentent le plus de risques en termes de persistance dans les sols.

Bien que les concentrations de certains composés pharmaceutiques soient très élevées dans les produits épandus, les concentrations mesurées au champ restent faibles à très faibles.

Concernant les **agents pathogènes**, une fois dans le sol, leur persistance varie de quelques jours à plusieurs mois (selon l'humidité - élevée, la température – basse). Toutefois ces agents sont naturellement présents dans les sols (voir Annexe 6 - Analyses des pathogènes dans les sols).

Les sols ont des teneurs très faibles pour les perfluorés (polluants persistants, toxiques, issus de l'industrie).

Tableau 4 - comparaison de concentration des micropolluants entre les sols et les apports (Inrae, SOERE PRO)

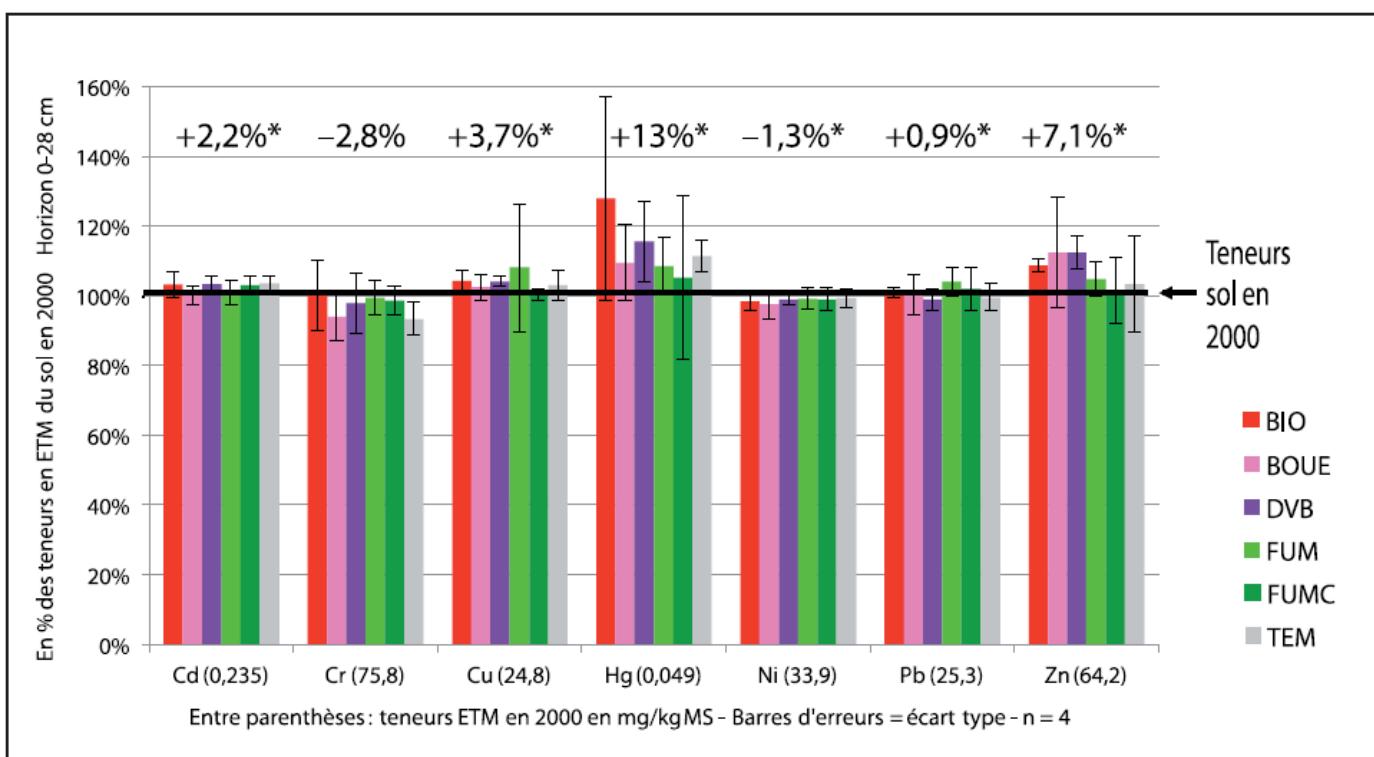
	16 HAP		PCB	
	QualiAgro	Colmar	QualiAgro	Colmar
Stock moyen initial sol (g / ha)	1 500 ¹ (70 à 4 000)	1 100 (surestimé)	15 ² (9 à 60)	14 (surestimé)
Flux via PRO (g / ha / par épandage)	10 - 70	15 - 53	0,2 - 2	0,1 - 0,9
Flux via pluie ³ (g / ha / an)	0,2	< LQ ⁴	NA	0,03 – 0,04

¹ calculé en 1998

² calculé en 2002

³ déposition totale (retombées sèches + humides) Versailles : 1 g / ha / an (Azimi et al., 2005)

⁴ LQ qui sont très élevées par rapport à la méthode pour QualiAgro

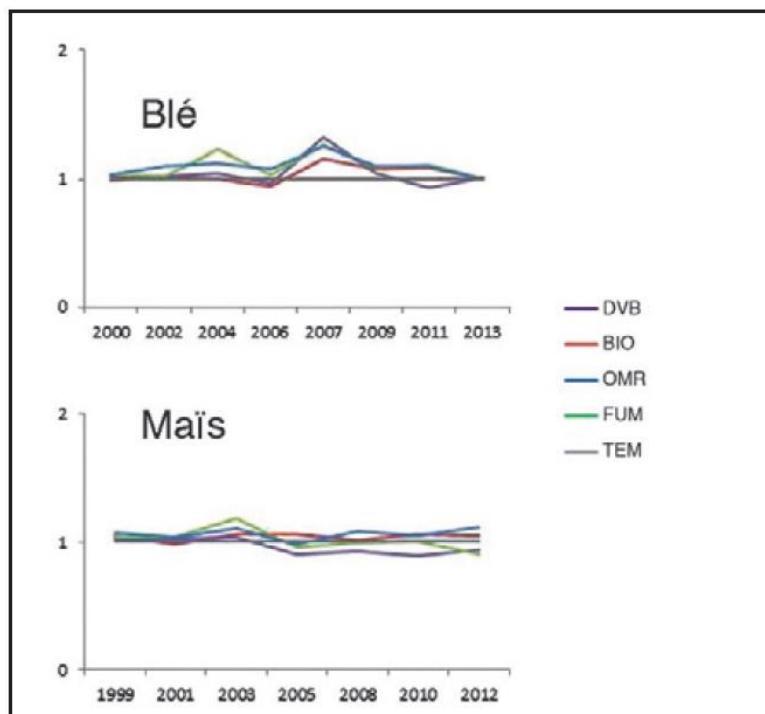


BOUE : Boue d'épuration urbaine ; DVB : cette même boue compostée; BIO : un compost de biodéchets; FUM : un fumier de bovins et FUMC: ce même fumier composté; TEM : témoin sans apport organique; MS : matière sèche. Les variations marquées d'un astérisque sont significatives.

Figure 4 - Effets de 15 ans d'apports de Produits Résiduaires Organiques sur les ETM dans les sols (INRAE, SOERE-PRO)

- Transfert vers les végétaux**

Dans des conditions réelles d'épandage, la disponibilité des contaminants organiques hydrophobes dits persistants (HAP, PCB, POP de façon générale) pour les végétaux est généralement faible (voir Annexe 7 - Analyses des composés organiques dans les récoltes). La sorption des contaminants hydrophobes sur les racines a été observée, mais sans translocation aux parties végétatives.



DVB : compost de boues ; BIO : compost de biodéchets ; OMR : compost d'ordures ménagères résiduelles ; FUM : fumier de bovins ; TEM : témoin sans apport organique.

Les essais réalisés en France montrent que dans les conditions d'épandage classiques des boues de STEU, des composts et des déjections animales, il n'est généralement pas observé d'augmentation du transfert des ETM vers les matières premières végétales. Les exceptions portent essentiellement sur le Zn des boues.

Figure 5 - Evolution des teneurs en zinc dans les grains de blé et de maïs (Inrae, SOERE-PRO)

L'étude sur le site d'Ensisheim (68) a suivi l'évolution des ETM après épandage de boues brutes sur une période de 20 ans. Les épandages de boues brutes (sans compostage) comparés à une fertilisation minérale classique sont, dans le cadre de ce dispositif (maximisant le risque de transfert d'ETM), sans conséquence sur la qualité des récoltes (maïs). Concernant les seuils dans les sols, les teneurs sont à moins de 20 % des seuils pour les ETM. L'étude sur le site de Colmar conclue à l'absence d'impact notable sur la qualité des récoltes concernant les ETM.

Dans les plantes la concentration en PFAS reste faible. Suivant les sites on note des valeurs inférieures au ng suggérant une absence de contamination par les composés perfluorés des grains de maïs consommés.

- Transfert vers les eaux**

Les contaminants organiques apportés au sol par les Mafor (matières fertilisantes d'origine résiduaire) sont susceptibles d'être transférés vers les eaux superficielles et vers les eaux souterraines. Pour les produits pharmaceutiques et les hormones, on observe au champ des durées de demi-vie dans les eaux de ruissellement de quelques jours, avec des concentrations dans l'eau entre le ng/l et le µg/l. Des transferts vers les eaux de surface via les réseaux de drainage ont été observés après apport de boues. Les risques de transferts vers les eaux souterraines sont accrus pour les molécules les plus persistantes.

Concernant les ETM, ils ont une solubilité faible dans les sols, la lixiviation et leur entraînement vers les eaux ne concerne qu'une faible partie (< 1%) du stock global d'ETM.

L'étude sur le site de Colmar (voir plus haut) montre que les flux d'ETM exportés par lixiviation sont très faibles et inférieurs aux entrées par eau de pluie.

Dans les eaux du sol, les composés pharmaceutiques sont rarement détectés et très rarement quantifiés (réseau SOERE PRO, INRAE).

IV. Le compostage en Martinique

IV.1. Terraviva (boues urbaines)

IV.1.1. Informations générales

Terraviva est une usine de type Installation Classé Protection de l'Environnement (ICPE). L'usine est soumise à un arrêté préfectoral pour la gestion de 15 000 T de boues par an. Actuellement, la structure est conçue pour 10 000 T/an. Un agrandissement de l'usine est possible dans le futur. Le coût de traitement moyen de la tonne de boues sur Terraviva est d'environ 140 € (le coût unitaire dépend de la siccité de la boue).

Le process est le suivant :

- 2 semaines de fermentation aérobiose (oxygène + chaleur) (destruction des bactéries)
- Au moins une opération de retourne suivi d'une remontée de température à 50 °C pendant 24h ;
- 55°C sur une durée minimale de 72 h (maturation).

Les biofiltres traitent les gaz en sortie de la tour de lavage. Des seuils sont imposés pour les gaz (H₂S, NH₃, NOx, etc.), voir en Annexe 8 – Extrait arrêté préfectoral Terraviva.

IV.1.2. Les Intrants (boues brutes)

• Boues de STEU urbaines

L'usine reçoit 8 500 T de boues de STEU par an soit 1 500 bennes par an (une benne = 5,5 Tonnes).

La siccité minimum attendue est de l'ordre de 12 %, pour que les boues ne soient pas trop liquides et manipulable à la pelle. Les exploitants de l'île acheminent différents tonnages vers Terraviva :

- **Odyssi** : 4 500 T par an de boues en 2022 ;
- **SME** : 2 875 T en 2022 ;
- **SEA** : 191 T (Hackaert, Pointe Bénie, Hackaert, 2TDA-Essainia : 66,3 T).

• Boues agroalimentaires

L'usine recrute environ 800 T/an de boues originaires du secteur industriel et agroalimentaire (SNEMBG-coca cola, Brasserie Lorraine, SNYL, E-Compagnie).

• Autres (co-produits)

Plusieurs co-produits sont utilisés en complément :

- la bagasse issue des distilleries (La Mauny notamment),
- les déchets verts,
- du broyat de palette.

La bagasse se compose mal mais apporte du carbone, à l'inverse le broyat de palette sert de liant au compost.

IV.1.3. Le compost

Pour produire 350 T de compost, l'usine a besoin de 1000 T de boue. Au total, la production est de 2700 T/an de compost **normé NFU 44-095**.

Les principaux clients sont :

- Exploitation agricole du Galion ;
- Petit Morne, exploitation agricole du Lareinty au Lamentin ;
- La Mauny (en cours de discussion) ;
- Distillerie JM (maître de chai précédent).

Selon Terraviva, le compost produit n'est pas très demandé. Les clients fidèles n'hésitent pas car « ils connaissent le produit ». La commercialisation n'est pas si facile malgré le fait que le produit soit normé.

Le compost est épandu juste après la coupe de la canne à sucre donc une seule fois par an alors qu'il est produit en continu, les boues de STEU étant un déchet quotidien. Une des problématiques de la plateforme est donc de pouvoir stocker le compost lors de longues durées et donc en grande quantité.

Le problème est que le produit est difficile à stocker et à vendre hors des périodes d'épandage. En effet le compost est vendu uniquement à la tonne et non pas en sachet pour les particuliers.

IV.1.4. Contrôles

- **DEETS** (Direction de l'économie, de l'emploi, du travail et des solidarités)

1 contrôle a été réalisé en juin 2023 par répression des fraudes. Le contrôle était programmé mais peut être inopiné si besoin et associé à des prélèvements pour analyses complémentaires sur le compost.

Dans ce cas, il y a eu un prélèvement pour analyse de chlordécone sur le produit (non détecté, cf. Annexe 9 – Analyses du chlordécone).

- **DEAL – SREC, service ICPE** (Service Risques, Energie & Climat)

3 contrôles ont été réalisés par les inspecteurs ICPE (2019, 2022 et 2023). Tous les arrêtés préfectoraux et rapports d'inspection ICPE et IOTA sont disponibles en ligne avec accès libre au public en suivant la procédure ci-dessous :

- ➔ <https://www.georisques.gouv.fr/risques/installations>
- ➔ Cliquer sur « Accès aux données » ou <https://www.georisques.gouv.fr/risques/installations/donnees?page=1>
- ➔ Ajouter la « localisation » : Martinique puis Ducos.

Selon l'arrêté préfectoral, Terraviva est tenue de transmettre les documents suivants :

- Mesure des odeurs ;
- Bilan annuel d'épandage ;
- Déclaration annuelle des émissions polluantes et déchets (GEREP) ;
- Bilan des contrôles de détection de la radioactivité ;
- Vérification de la lagune de stockage des eaux (étanchéité) ;
- Analyses des paramètres sur les prétraitements des eaux polluées ;
- Analyse des eaux pluviales avant rejet en milieu naturel (voir Annexe 8 – Extrait arrêté préfectoral Terraviva) ;
- Analyse du pH des sols où sera épandu le compost ;
- Bilan annuel d'épandage (fertilisant, pathogènes, valeur agronomique, substances chimiques)

L'usine montre des difficultés pour gérer le stockage des surplus de production et doit trouver de nouveaux emplacements.

Des travaux sont prévus sur le site :

- Contrôle d'étanchéité de la lagune ;
- Modification du réseau de collecte des effluents aqueux (lixiviat, + ruissellement).

Des contrôles sont aussi réalisés sur les rejets atmosphériques (2 cheminées en sortie de biofiltre).

Les lixiviats sont envoyés dans une lagune. Actuellement l'eau est pompée et envoyée vers une STEU à proximité (Ducos Pays Noyé).

Il y a deux effluents issus du process : les eaux de pluie et les eaux de lavage des camions. Une aire de lavage est présente sur le site après la zone de dépotage. Les eaux sont récupérées dans une canalisation puis transitent vers un débourbeur puis vers une lagune qui possède un point de rejet vers milieu naturel.

Des travaux sont prévus sur l'ensemble du réseau de collecte présent sur le site notamment afin de séparer les eaux pluviales des eaux de process.

A terme le lixiviat issu du compostage sera récolté à part puis stocké dans une cuve dédiée (37 m³). Tous les 3 mois l'eau sera pompée dans cuve, acheminée et traitée sur le site de E-Compagnie.

Il y a des valeurs limites pour le rejet de la lagune (voir Annexe 8 – Extrait arrêté préfectoral Terraviva).

Une modification de l'arrêté préfectoral est prévue avec de nouvelles valeurs limites ainsi qu'une réduction des points de collecte et de rejets.

- **Intrants (boues)**

Chaque année, les exploitants de STEU doivent demander un certificat d'acceptation à Terraviva. Pour cela, ils présentent les résultats d'analyses de diverses substances issues de leurs boues (année n-1). Le cahier des charges du certificat d'acceptation a été contrôlé et validé au préalable par la DEAL.

A titre d'exemple, une STEU qui produit moins de 32 T de MS / an doit réaliser 2 analyses de Valeurs Agronomiques (VA) et 2 analyses complètes d'éléments traces métalliques (ETM) selon l'arrêté national de 1998. Une STEU qui produit entre 32 et 160 T de MS/an doit réaliser : 4 analyses de type VA, 2 analyses des ETM et 2 analyses des composés traces organiques.

Pour que le compost final soit normé, les intrants dont les boues doivent posséder des caractéristiques qui correspondent à l'arrêté de 1998 sur les boues qui peuvent être épandues sans procédé de compostage au préalable (épandage de boues brutes) selon des concentrations en ETM, Valeur Agronomique et CTO (composés traces organiques).

- **Compost**

Le seul paramètre qui pourrait poser problème en Martinique est le Zinc (seuil à **3 000 mg/Kg** de MS), les valeurs mesurées par le laboratoire sont comprises entre **600 et 900 mg/kg**.

Le Zinc peut provenir des toitures et des mauvais raccordements de réseau pluvial sur le réseau d'assainissement.

En plus des paramètres demandés par l'arrêté de 1998, Terraviva entreprend des analyses sur le chlordécone depuis 2015 et n'a jamais retrouvé de traces dans son compost (cf. Annexe 9 – Analyses du chlordécone).

L'ensemble des paramètres réglementaires (HAP, CTO, etc.) sont analysés sur le compost avant distribution (voir Annexe 10 – Synthèse analyse compost).

IV.2. Le Centre de Valorisation Organique – CVO (déchets verts)

IV.2.1. Informations

Le CVO est une installation classée ICPE.

Le maître d'ouvrage est le Syndicat Martiniquais de Traitement et de Valorisation des Déchets (SMTVD), il délègue les travaux et l'exploitation grâce à un contrat de délégation de service public à Idex Environnement (durée d'environ 10 ans). Le contrat arrive à échéance courant 2023.

Le CVO utilisait autrefois des boues de STEU mais ce n'est plus le cas depuis plusieurs années. A noter que le volume utilisé était bien plus faible que Terraviva (400 T contre 8 000 T).

IV.2.2. Réglementation et contrôles

La DEAL est informée des résultats d'analyses menés par l'exploitant Idex.

L'établissement a été contrôlé par le SREC de la DEAL 3 fois depuis 2019 ce qui a conduit à un arrêté de mise en demeure.

Le nouveau lieu de stockage des déchets verts n'était pas prévu dans l'arrêté préfectoral et n'est pas équipé, il y a donc des effluents supplémentaires à traiter dû au ruissellement sur la plateforme que le système de traitement n'est pas en mesure de traiter. Ces travaux sont à la charge du maître d'ouvrage, le SMTVD.

Tableau 5 - Points de rejets autorisés pour le CVO (extrait de l'arrêté préfectoral du 05/11/2013)

A. Eaux polluées ou susceptibles d'être polluées			
Rejet N°	Type d'effluent	Traitement avant rejet	Milieu récepteur
A1	Eaux usées issues du bâtiment administratif	Oui : micro-station d'épuration du site	Milieu naturel (ravine au Nord-est du site)
A2	Eaux de ruissellement zones Nord et Ouest du site (dont eaux de lavage des camions pré-traitées)	Oui : débourbeur / séparateur à hydrocarbures Ouest (double traitement pour les eaux de lavage des camions)	Milieu naturel (ravine au Nord-est du site)
A3	Eaux de ruissellement zones Nord et Ouest du site (dont eaux de lavage des camions pré-traitées)	Oui : débourbeur / séparateur à hydrocarbures Est	Milieu naturel (ravine au Nord-est du site)
B. Eaux non susceptibles d'être polluées			
B4	Eaux de toitures non récupérées	Non	Milieu naturel (ravine au Nord-est du site)
B5	Trop-plein du bassin de récupération des eaux pluviales de toitures	Non	Milieu naturel (ravine à l'Est du site)
C. Autres			
C6	Digestats de méthanisation	Sans objet	Recyclage intégral dans le process

IV.2.3. Intrants et produit final

- Intrants**

Le CVO n'accepte plus de boues de STEU urbaines depuis un sinistre datant 2018. Un bâtiment de production occupant les 2/3 de la surface présente un défaut de conception selon l'exploitant. Le SMTVD n'arrive pas à gérer la réparation actuellement (2023).

Auparavant, les boues déshydratées issues de la plateforme de traitement des matières de vidanges d'Essainia au Marigot étaient envoyées vers le CVO (actuellement : Terraviva).

Par manque de place le CVO se concentre sur l'essentiel et a donc décidé d'arrêter l'importation des boues d'épuration et s'oriente plutôt vers les déchets verts ou les boues agroalimentaires. A noter qu'il y a de plus en plus de biodéchets verts.

- Produit final**

Le compost produit par le CVO est normé NFU 44-051.

IV.3. Holdex (déchets verts, bagasse)

Holdex est une ICPE contrôlée par le SREC de la DEAL. Tout comme Terraviva, la répression des fraudes (DEETS) réalise aussi des contrôles sur site (étiquetage, rapports, tests, mode de fabrication), des suites correctives ou pénales peuvent être données.

6 contrôles ont été effectués depuis 2019 par le SREC. Plusieurs manquements ont été observés, notamment :

- Pas de traitement des lixiviats ;
- Intrants non autorisés, non déclarés (sous-produits de déchets d'animaux) ;
- Travaux non déclarés (dalle de stockage de la bagasse).

Les inspections ont conduit à 1 arrêté de mise en demeure, 1 arrêté de mesure d'urgence, 1 arrêté portant astreinte, 2 arrêtés de liquidation d'astreinte et 1 arrêté de suspension partielle d'activité.

Une visite du service Connaissance des Milieux et Pressions de l'ODE a été organisée (12/07/2023) dans le cadre d'un inventaire des pressions s'exerçant sur la baie du Simon. Des travaux sont en cours de finalisation pour la récolte et le traitement des lixiviats à l'aide de filtres plantés de végétaux.

- **Intrants**

Holdex n'accepte aucune boues (urbaines et agroalimentaires) mais utilise :

- Des déchets verts (élagage particulier : gliceria, manguier) ;
- De la vinasse issue de la canne à sucre ;
- Les coproduits des distilleries et usine sucrières (bagasse) ;
- Les fientes de poules, coquilles d'œufs.

Pendant un temps, un faible taux de sargasses a été utilisé. Cependant cela n'a pas duré à cause de débats quant aux teneurs en arsenic, au taux de salinité, ou encore à l'éventuelle présence de chlordécone. Selon l'étude Eco3Sar menée par le CNRS (financée par l'ADEME), les sargasses contiennent très peu de métaux lourds (teneurs inférieures aux normes) sauf concernant l'arsenic. Celui-ci est présent en plus grande quantité (80 mg/kg) et peut se diffuser lors du séchage vers les lixiviats (1 000 µg/L). Toutefois, lors de tests de compostage, les teneurs en arsenic diminuent fortement avec le temps. L'étude précise que le compost produit lors de cette période était conforme aux normes françaises.

A noter que des analyses de chlordécone ont été menées sur 35 sites (Guadeloupe / Martinique). Les sites situés en dehors des zones contaminées (autorisées à la pêche) ont montré l'absence de la molécule. Sur les sites contaminés liées à la restriction de la pêche, les valeurs sont disparates entre 0,001 mg/kg et 1,9 mg/kg de MS. Les tests réalisés lors du compostage ont montré une baisse allant de 0,060 mg/kg de MS à 0,015 mg/kg de MS. Selon l'étude, Holdex pourrait utiliser plus de sargasses que lors des tests en restant dans les normes (NF U44 051). Cependant, la production de compost utilisant en parties des sargasses a été arrêtée.

- **Produit final**

Le compost produit par le CVO est normé NFU 44-051.

Holdex peut vendre son compost au détail donc aux particuliers, aux agriculteurs (canne à sucre, bananes et maraîchage). Le compost est aussi disponible à l'achat dans les grandes surfaces type carrefour.

IV.4. Alternatives

L'incinération

Un arrêté préfectoral encadre les déchets que l'incinérateur est autorisé à traiter (cela exclu les déchets dangereux). Les résidus de combustion (mâchefers / matériaux alternatifs) sont contrôlés avec des seuils à ne pas dépasser.

L'incinérateur de Martinique reçoit les boues de la station de potabilisation Vivé Capot à raison d'une benne tous les 3 mois. Les boues sont mélangées aux déchets existants. A noter qu'il y a une convention avec l'usine de Vivé qui demande une siccité de 20 %. **Ces boues sont notamment chargées en chlordécone.**

La combustion de boues urbaines pourrait entraîner des problèmes d'odeur. Actuellement l'incinérateur impose des quotas car il est très proche de la saturation.

Les déchets de Martinique sont très humides ce qui peut poser un problème lors de la combustion (les boues à 80 % d'humidité font baisser le pouvoir calorifique et baisser la qualité de combustion).

Le but est de valoriser l'énergie pour créer l'électricité. Donc la combustion de boues aurait un impact négatif.

La digestion / méthanisation

C'est une méthode de valorisation énergétique de matrices organiques au cours de laquelle la dégradation en conditions anaérobies des MO génère la production de biogaz (méthane et dioxyde de carbone). Le résidu du procédé, appelé digestat, est une matière plus ou moins humide qui contient de la matière organique plus ou moins stabilisée. Le digestat peut être épandu directement ou, plus fréquemment, après différents post-traitements.

IV.5. Les utilisateurs de compost

Les parcelles de banane reçoivent un apport compost à chaque grand cycle soit tous les 6 à 7 ans. Dans ce cas on peut utiliser 40 T de compost / ha. Des analyses de sols sont réalisées tous les ans et avant chaque nouveau cycle. L'engrais minéral est utilisé tous les mois à hauteur de 125g/pied de banane, soit 225 kg/ha/mois ou 2,7 T/ha/an.

L'exploitation du Lareinty (Petit Morne) utilise le compost du CVO composé principalement de déchets verts car ils ont besoin d'un compost ligneux, avec un relargage lent car celui-ci est appliqué tous les 6 ans.

Le Lareinty utilise en partie du compost issu de Terraviva pour ses parcelles de canne à sucre. Celui-ci est propriétaire des terrains de l'usine Terraviva et était anciennement le client exclusif de Terraviva.

Depuis 2021, plusieurs exploitations utilisent le compost de boues urbaines (Terraviva) sur leurs parcelles de canne à sucre (exploitation Agricole du Galion, exploitation de Rivière-Salée).

Le Lareinty utilise le compost sur les parcelles du Lamentin et de Ducos où le sol est plus argileux. Le compost n'est pas systématiquement épandu chaque année. Les quantités épandues varie de 2 à 4 tonnes/ha. Le Lareinty préfère utiliser le compost de boues plutôt que les composts de déchets verts pour éviter d'ajouter des mauvaises herbes dans les parcelles de canne. Une fois que la canne pousse il devient très difficile de passer dans les ranger pour désherber à l'inverse des parcelles de banane. La perte de rendement due aux mauvaises herbes peut aller jusqu'à 10 t/ha. Des analyses de sols sont réalisées chaque année.

L'exploitation agricole du Galion est un client de Terraviva depuis 2020.

L'exploitation Canasuc SAS du groupe HSE située sur la plaine de Rivière Salée utilise depuis 2022 le compost de Terraviva (en parallèle de celui d'Holdex). Le compost de Terraviva est utilisé sur les parcelles proches des habitations. En effet celui-ci n'apporte pas de problème d'odeur lors de son épandage. De plus, son prix est inférieur à celui d'Holdex.

L'exploitant utilise 40 tonnes/ha lors des replantations (tous les 6 à 7 ans), et 20 t/ha pour les rejetons (tous les 2 à 3 ans). A noter une utilisation d'engrais minéral tous les ans. Des analyses de sol sont réalisées chaque année via le prestataire fournisseur d'engrais. Celui-ci délivre un rapport complet avec les résultats d'analyses, les interprétations ainsi que les conseils sur les épandages à réaliser. L'exploitant précise que depuis qu'il utilise du compost (celui d'Holdex les années précédentes et maintenant Holdex + Terraviva) il a vu son rendement augmenter. De plus, l'utilisation du compost permet de limiter les pertes de rendement lors des sécheresses.

L'exploitant agricole du Galion utilise lui aussi les composts de Terraviva et de Holdex à tonnage équivalent : 1 200 t/an pour 50 à 70 ha. Le compost est épandu avant plantation de canne ou de banane donc tous les 7 ans. Les sols sont différents en comparaison du centre ou du sud et donc le compost de Terraviva est préféré à celui de Holdex pour sa richesse en azote, notamment pour les bananeraies. Il y a moins de rotations de cultures. Le compost est épandu à la machine et l'exploitant note qu'il y a très peu d'odeur, en tout cas pratiquement aucune 24h après l'épandage. Il n'a jamais été inquiété par la présence de boues de STEU dans le compost car il a porté un regard attentif sur les analyses.

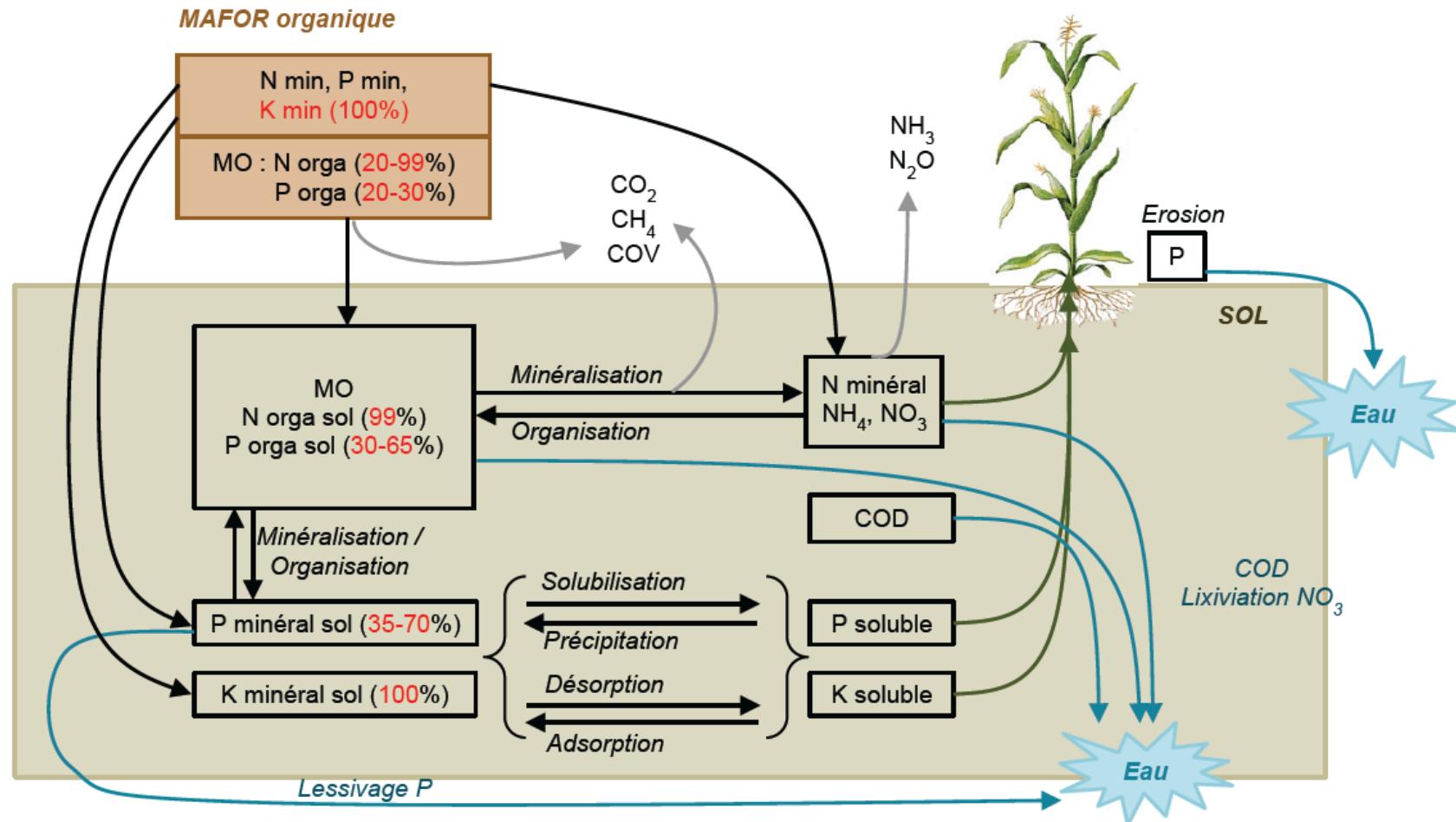
Séquestration du carbone dans les sols

Le 24 février 2020, le Ministère des Outre-Mer (MOM), le Cirad, INRAe et l'IRD, en présence de l'Initiative internationale « 4 pour 1000 : les sols pour la sécurité alimentaire et le climat », ont signé un accord-cadre relatif à une coopération scientifique et technique.

L'Initiative « 4 pour 1000 » invite tous les acteurs du monde agricole et forestier à mettre en place des actions concrètes sur le stockage du carbone dans les sols et le type de pratiques pour y parvenir. Son ambition est d'inciter les acteurs à s'engager dans une transition vers une agriculture et une sylviculture productive, hautement résiliente, fondée sur une gestion adaptée des terres et des sols.

Annexe 1- Valeur fertilisante des Mafor

Figure 2-1. Les processus régissant la valeur fertilisante organique des Mafor ; impacts environnementaux associés



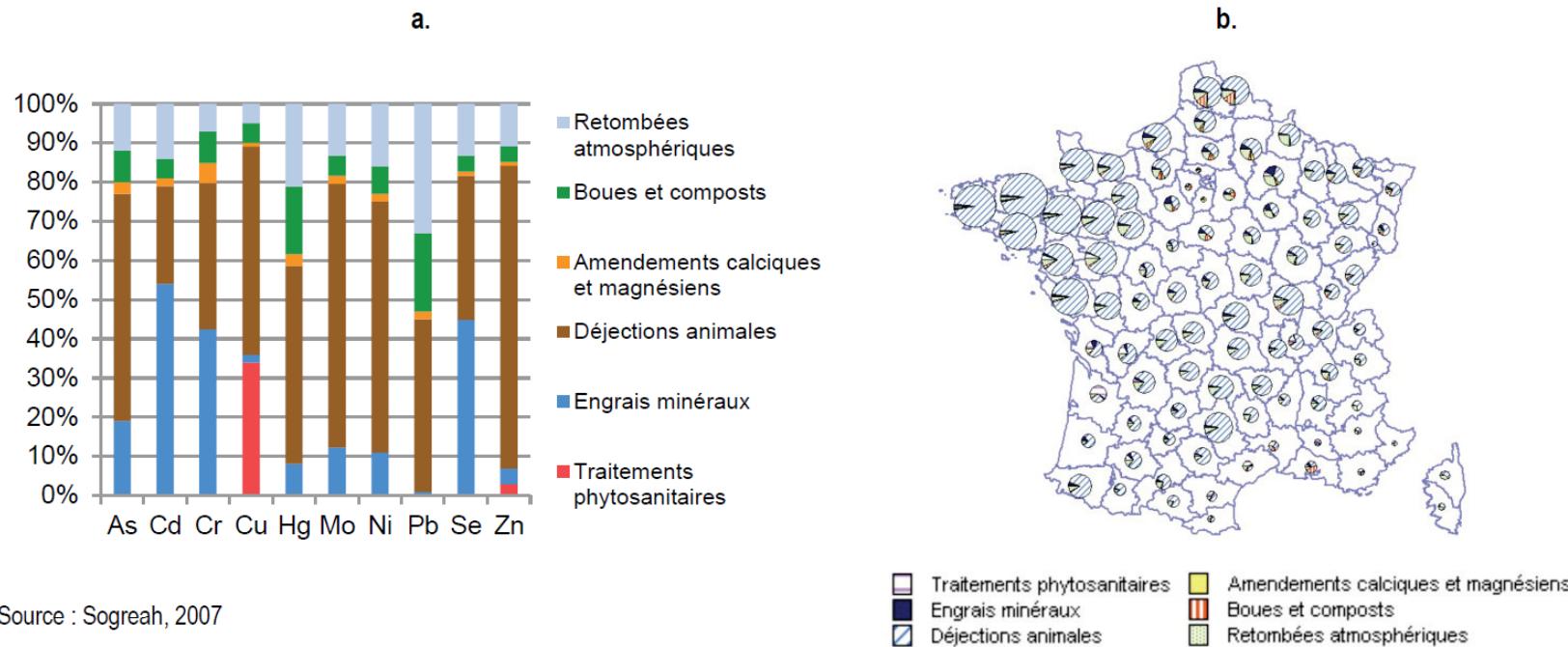
MO : matière organique ; COD : carbone organique dissous ; COV : carbone organique volatile ;
 N : azote ; P : phosphore ; K : potassium ; NH₄ : ammonium ; NO₃ : nitrate ; CH₄ : méthane ; CO₂ : gaz carbonique

Annexe 3 – Sources des différents ETM

	Eaux usées (tous types) → Boue d'épuration		Effluents d'élevage	Déchets ménagers
Cd	Impureté du zinc, revêtement anticorrosion, pigments, alliages métalliques, tannage, pneus	+ pollution atmosphérique		Pile Cd-Ni
Cr	Alliages métalliques (ustensiles de cuisine, carrosserie de voiture par ex.), pigments			Résistances électriques, verres
Cu	Toiture, tuyauterie, alimentation, traitement phytosanitaire		Alimentation	Fil électrique
Hg	Amalgame dentaire			
Ni	Alliages métalliques (ustensiles de cuisine)			Résistances électriques
Pb	Soudure, vieilles peintures, détergents, tubes en PVC			
Zn	Produits d'hygiène (shampoings, dentifrices), détergents, alimentation, toiture		Alimentation	Déchets métalliques, déchets putrescibles
As	industries extractives, sidérurgie/métallurgie, chimie/parachimie, industries du bois			Composants électroniques
Se	Pigments, métallurgie, produits pharmaceutiques			Composants électroniques, additifs alimentaires

Annexe 4 – Origine des apports en ETM

Flux annuel d'ETM apportés aux sols agricoles en France : contribution des différentes sources, à l'échelle nationale pour 10 ETM (a) et à l'échelle départementale pour le Zn (b)



Source : Sogreah, 2007

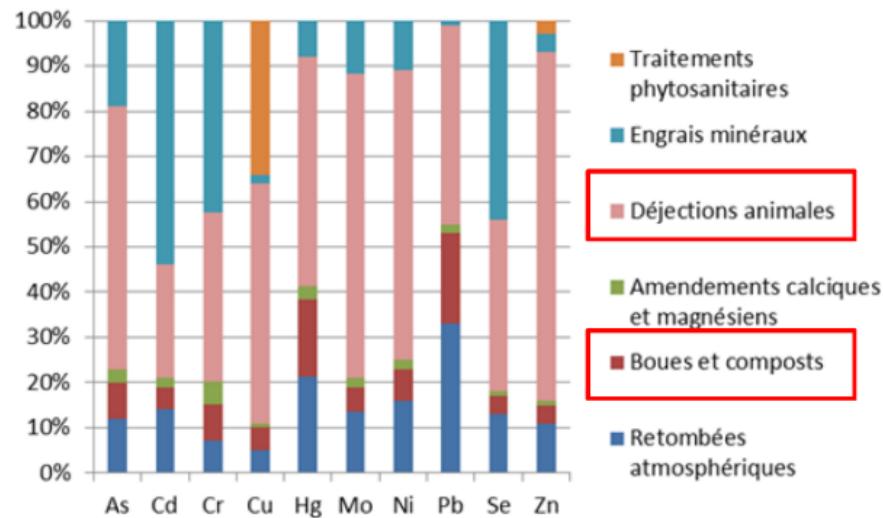


FIGURE 1
Proportion des différentes origines de flux d'ETM entrant sur les sols agricoles en France

Source : Sogreah, 2007 (ADEME)

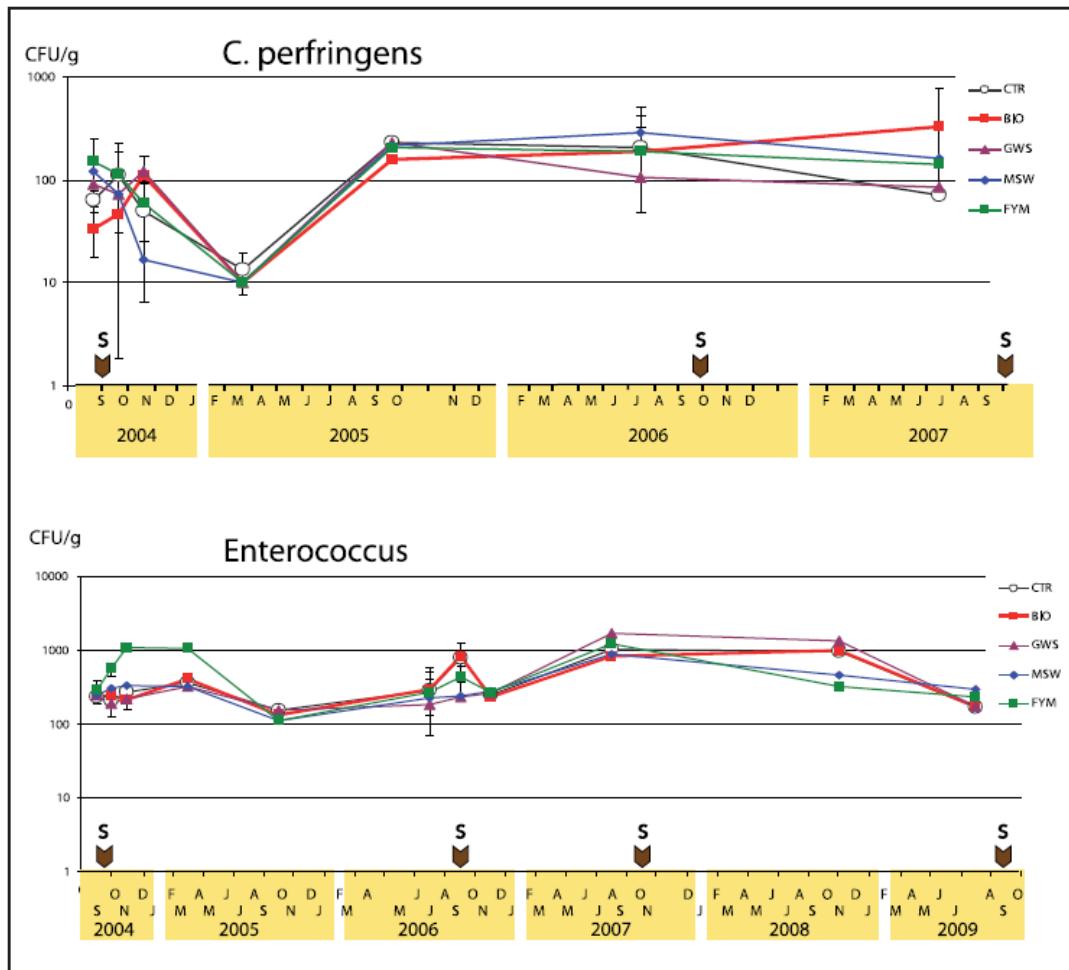
Annexe 5 – abattement des micro-organismes

Micro-organisme	Abattement en Log ₁₀ (moyenne ou valeurs minimales et maximales) ^a		
	Compostage	Méthanisation mésophile	Méthanisation thermophile
<i>E. coli</i>	1,8 - 6,2	1 - 3	>4
<i>Clostridium perfringens</i>	2,3	0-1	0-0,6
<i>Salmonella sp.</i>	>1,5	0,2 - 3,7	nd
<i>Listeria monocytogenes</i>	> 1,5 - 3,1	2,2	nd
<i>Campylobacter jejuni</i>	5,7	0	nd
Entérovirus	>3	1 - 2,6	7
<i>Ascaris suum</i>	nd ^b	0	≥ 2

^aUn abattement de 1 en unité Log10 signifie que le microorganisme est 10 fois moins présent, 100 fois moins pour un abattement de 2, 1000 fois moins pour 3....

^b absence de données

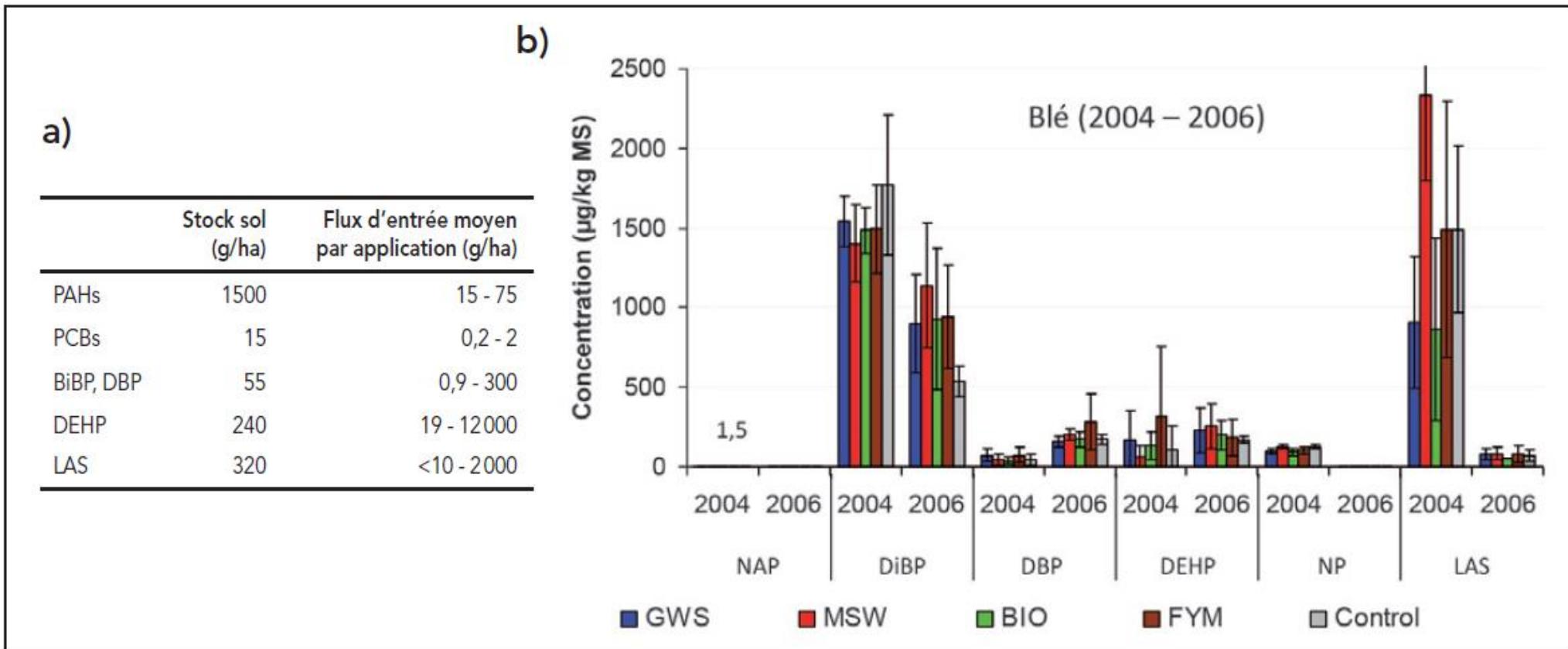
Annexe 6- Analyses des pathogènes dans les sols



CTR : traitement témoin sans apport organique, BIO : compost de biodéchets, GWS : compost de boues, MSW : compost d'ordures ménagères résiduelles, FYM : fumier de bovins.

Figure 6. Évolution des populations de *Clostridium perfringens* et *Enterococcus* dans les sols du site QualiAgro entre 2004 et 2007 [BROCHIER et al., 2012]

Annexe 7- Analyses des composés organiques dans les récoltes



BIO : compost de biodéchets ; Control : traitement témoin sans apport ; DiBP, DBP, DEHP : phtalates ; FYM : fumier de bovins ; GWS : compost de boue ; HAP : somme de 16 hydrocarbures aromatiques polycycliques ; LAS : Linear alkylbenzène sulfonates ; MS : matière sèche ; MSW : compost d'ordures ménagères résiduelles ; NAP : naphtalène ; NP : nonylphénol ; PCB : somme de 7 polychlorobiphényles.

Figure 3. a) Stocks et flux par apport en différents types de composés traces organiques (CTO) dans les sols de QualiAgro, calcul fait pour l'ensemble des produites résiduaires organiques (PRO) et traitements ; b) teneurs en CTO dans les grains de blé récoltés dans les différents traitements du site QualiAgro

Annexe 8 – Extrait arrêté préfectoral Terraviva

Concentrations instantanées en mg/Nm ³	Conduit n°1 et conduit n°2	Conditions d'application
COVNM	20 mg/m ³	
NOx	100 mg/m ³	
CH ₄	50 mg/m ³	
CO	100 mg/m ³	
H ₂ S	5 mg /m ³	si flux horaire supérieur à 50 g/h (AM 22/04/2008 art 24)
NH ₃ (ammoniac)	50 mg/m ³	si flux horaire supérieur à 100 g/h (AM 22/04/2008 art 24)

L'exploitant est tenu de respecter avant rejet des eaux pluviales non polluées dans le milieu récepteur considéré, les valeurs limites en concentration définies :

Paramètre	Concentration maximale (mg/l)
DCO	120
Hydrocarbures totaux	10
DBOS	30
MES	35

Compost :

Éléments-traces	Valeur limite dans les déchets ou effluents (mg/kg deMS)	Flux maximum cumulé, apporté par les déchets ou effluents en 10 ans (g/m ²)	
		Cas général	Épandage sur sol de pH<6
Cadmium (Cd)	10	0,015	0,015
Chrome (Cr)	1 000	1,5	1,2
Cuivre (Cu)	1 000	1,5	1,2
Mercure (Hg)	10	0,015	0,012
Nickel (Ni)	200	0,3	0,3
Plomb (Pb)	800	1,5	0,9
Zinc (Zn)	3 000	4,5	3
Chrome + cuivre + nickel + zinc	4 000	6	4

• Teneurs limites en composés traces organiques :

Composés-traces organiques	Valeur limite dans le déchets ou effluents (mg/kg de MS)	Flux cumulé maximum apporté par les déchets ou effluents en 10 ans (mg/m ²)			
		Cas général	Épandage pâture	sur Cas général	Épandage sur pâture
Total des principaux PCB (*)	7 0,8	0,8		1,2	1,2
Fluoranthène	5	4		7,5	6
Benzo(b)fluoranthène	2,5	2,5		4	4
Benzo(a)pyrène	2	1,5		3	2

(*) PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180

Zone d'épandage :

Sous réserve des prescriptions fixées en application de l'article L.1321-2 du code de la santé publique, l'épandage de déchets et / ou d'effluents respecte les distances et les délais prévus dans les tableaux suivant :

Nature des activités à protéger	Distance minimale	Domaine d'application
Puits, forage, sources, aqueduc acheminant 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.	35 mètres	Pente du terrain inférieure à 7 %
	100 mètres	Pente du terrain supérieure à 7 %
Cours d'eau et plan d'eau		Pente du terrain inférieure à 7 % :
	5 mètres des berges	1 déchets non fermentescibles enfouis immédiatement après épandage
	35 mètres des berges	2 autres cas
		Pente du terrain supérieure à 7 %
	100 mètres des berges.	1. Déchets solides et stabilisés.
	200 mètres des berges	2. Déchets non solides et non stabilisés
Lieux de baignade	200 mètres	
Sites d'aquaculture	500 mètres	
Habitations ou locaux occupés par des tiers, zones de loisirs et établissement recevant du public.	100 mètres	

Annexe 9 – Analyses du chlordécone sur le compost produit à Terraviva



DEMANDEUR / PRESCRIPTEUR		DESTINATAIRE	
SOCIETE MARTINIQUE DES EAUX PLACE D ARMES BP 213 LE LAMENTIN 97232 LE LAMENTIN		SOCIETE MARTINIQUE DES EAUX PLACE D'ARMES BP 213 97284 LE LAMENTIN CEDEX 02	
Lieu de prélèvement			
Commune			
Technicien	José JEAN PIERRE		
N° de commande	0000		
Date de prélèvement	30/01/2023	Début d'analyse	06/02/2023
Date d'arrivée	06/02/2023	Date d'édition	22/02/2023 (v.1)
		Code organisme : 3008897	
N° LIMS	93677974	REFERENCE CLIENT	C/22/03
N° ECHANTILLON	93677974	MATRICE	Compost
		TYPE	compost de MIATE
<i>Échantillon prélevé par le technicien</i>			

AUTRES DETERMINATIONS		sur sec	sur brut
pe(380) Chlordecon	GC/MS/MS	mg/kg MS	non détecté (<0.010)

Commentaire

(380) : Analyse réalisée par CERECO à GARONS

Validation des résultats

Vincent CAQUOT
Responsable technique (site 45)

Annexe 10 – Synthèse analyse compost



COMPOST-VA-V1-MLG-11-01-2021

Légende :	█ conforme	X non conforme	⚠ conclusion impossible
-----------	---	---	---

ANALYSE RÉALISÉE POUR :			ORGANISME :		
SOCIETE MARTINIQUE DES EAUX PLACE D ARMES BP 213 LE LAMENTIN 97232 LE LAMENTIN			SOCIETE MARTINIQUE DES EAUX PLACE D'ARMES BP 213 97284 LE LAMENTIN CEDEX 02		
			Code organisme : 3008897		
Référence échantillon			Dates repères		
N° échantillon : 93677974	Référence : C/22/03	Date de prélèvement : 30/01/2023			
N° LIMS : 93677974	Commune :	Date de réception : 06/02/2023			
	Station :	Date de sortie : 25/02/2023 (v.1)			
Type produit : compost de MIATE	Référence réglementaire : NF U 44-095 toutes cultures sauf cultures maraîchères				
Caractéristiques physico-chimiques					
	Résultats	Normes	Conformité		
Matière Organique (% brut)	34,2	>= 20	█		
Matière Sèche (% brut)	53,9	>= 50	█		
Matière organique / N organique	18,3	< 40	█		
Matière Organique (% sec)	63,4	>= 30	█		
Azote total (N) (% brut)	2,15	< 3	█		
N Nitrique + N ammoniacal + N uréique (% du N total)					
Phosphore (P ₂ O ₅) (% brut)	1,68	< 3	█		
Potassium (K ₂ O) (% brut)	0,415	< 3	█		
N + P ₂ O ₅ + K ₂ O (% brut)	4,25	< 7	█		
Eléments traces métalliques					
	Résultats (mg / kg MS)	Valeur limites (mg / kg MS)	Conformité		
Arsenic (As)	4,07	< 18	█		
Cadmium (Cd)	0,823	< 3	█		
Chrome (Cr)	25,7	< 120	█		
Cuivre (Cu)	172,6	< 300	█		
Mercure (Hg)	0,71	< 2	█		
Nickel (Ni)	16,06	< 60	█		
Plomb (Pb)	18,0	< 180	█		
Sélénium (Se)	< 3,14	< 12	█		
Zinc (Zn)	590	< 600	█		

Composés Traces Organiques (CTO)

	Résultats (mg / kg MS)	Valeur limites (mg / kg MS)	Conformité
Total des 7 PCB	0,02 à 0,06	< 0,8	
Fluoranthène	0,061	< 4	
Benzo (b) fluoranthène	< 0,042	< 2,5	
Benzo (a) pyrène	< 0,042	< 1,5	
Somme des 16 HAP	---		

Inertes et impuretés

	Résultats (% MS)	Valeur limites (% MS)	Conformité
Films + PSE > 5 mm	0,00	< 0,3	
Autres plastiques > 5 mm	0,01	< 0,8	
Verres + métaux > 2 mm	0,15	< 2	
Inertes > 5 mm	0,89		
Verres > 5 mm	0,00		
Inertes > 2 mm	0,17		

Films + PSE : films plastiques souples majoritairement en polyéthylène. Le polystyrène expansé (PSE) et les mousse sont rattachées aux films car ils ont un impact visuel important.

Autres plastiques : matières plastiques synthétiques autres que les films, essentiellement les PE, PET, PVC, etc ...

Verres et métaux : verre vert, brun, blanc et verres spéciaux ainsi que les métaux ferreux, inox, aluminium.

Micro organismes d'intérêt sanitaire

Type produit :

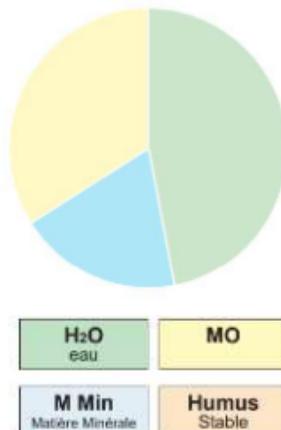
compost de MIATE

Référence réglementaire :

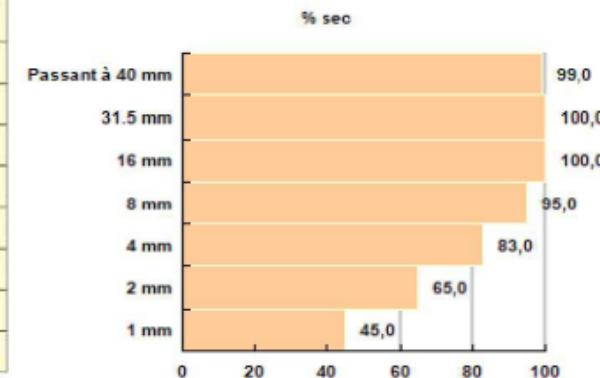
NF U 44-095 toutes cultures sauf cultures maraîchères

Caractéristiques physiques

	<i>Résultats</i>
Humidité (% produit brut)	46,1
Matière sèche (% produit brut)	53,9
Matière minérale (% produit brut)	19,8
Matière organique (% produit brut)	34,2
pH	6,23
Conductivité (mS/m)	
Masse volumique compactée (g/L)	353
Refus à 40 mm (% produit brut)	0,8



<i>Classes granulométriques</i>	<i>Résultats</i>
> à 40 mm	1
> à 31,5 mm	0,0
16 à 31,5 mm	0,0
8 à 16 mm	4,8
4 à 8 mm	12,2
2 à 4 mm	17,8
1 à 2 mm	19,3
< 1 mm	45,9



Utilisation de tamis à mailles carrées

Les proportions suivantes du produit :	50%	80%	90%
Passent à la maille théorique (en mm) de :	1,2	3,7	6,3

Valeur amendante (apport de matière organique)	
	Résultats
Carbone organique (% MS)	31,68
N total (% MS)	3,986
Rapport C/N (total)	7,9
Rapport C/N (organique)	9,2
MO potentiellement résistante à la dégradation (kg / t de produit brut)	---

Dose d'apport maximale conseillée *	
--- t / ha	Si apport tous les 3 ans
--- t / ha	Pour ne pas dépasser les 120 kg P2O5 / ha / an.
--- t / ha	Si apport tous les ans
--- t / ha	Pour ne pas dépasser les 120 kg P2O5 / ha / an.

*Calculé sur la base des analyses demandées et en fonction des flux maximum autorisés pour ETM et CTO (NF U 44-096 toutes cultures sauf cultures maraîchères) et de l'apport recommandé en phosphore (dose agronomique moyenne). Les critères microbiologiques ne sont pas pris en compte.

Valeur fertilisante (apport d'éléments minéraux)		
	<i>g / kg (ou kg/tonne) produit brut</i>	<i>g / kg produit sec</i>
AZOTE		
Azote organique	18,665	34,598
Azote Nitrique (N NO ₃)	0,525	0,972
Azote ammoniacal (N NH ₄)	2,31	4,29
Azote minéral (N NH ₄ + N NO ₃)	2,84	5,26
Azote Dumas (N orga + N NO ₃)	19,2	35,6
ÉLÉMENTS MAJEURS		
Azote total (N)	21,5	39,86
Phosphore (P ₂ O ₅)	16,8	31,1
Potassium (K ₂ O)	4,15	7,69
Magnésium (MgO)	3,93	7,29
Calcium (CaO)	12,8	23,7
Sodium (Na ₂ O)		
Soufre (SO ₃)		
IGO - ÉLÉMENTS		
Zinc (Zn)	318	590
Cuivre (Cu)	93,1	172,6
Fer (Fe)		
Manganèse (Mn)		
Bore (B)		

--- t/ha	--- kg de MO dont	--- kg de MO stable
--- t/ha	--- kg de MO dont	--- kg de MO stable

