

PERFORMANCES DES INSTALLATIONS DE TRI DE DECHETS D'ACTIVITES ECONOMIQUES

Etat des lieux des équipements,
définition d'une méthodologie d'évaluation
des performances de tri et
évolution pressentie du secteur du tri

RAPPORT FINAL

Novembre 2025



EXPERTISES

REMERCIEMENTS

Edouard FOUQUE, Roland MARION, Sylvain PASQUIER, Thierry ROLLAND (ADEME), Corinne BELVEZE, Océane MARTINEZ (Ministère de la Transition écologique), Valentine AMBERT, Romaric TALBOT, Muriel OLIVIER, Clotilde VERGNON (FNADE), Guénola GASCOIN (SNEFID), Thomas HUIBAN, Léonard NEUVILLE (FEDERREC), tous les exploitants et les représentants des sites volontaires qui ont participé à cette étude.

CITATION DE CE RAPPORT

Marion BOTTE, Ludovic DESCHAMPS, Alex ARNAL (ELCIMAI), Melinda GAUTIER, Tom HUPPERTZ (RDC Environment), 2025. Performances des installations de tri des déchets d'activités économiques : état des lieux des équipements, définition d'une méthodologie d'évaluation des performances de tri et évolution pressentie du secteur de tri. 162 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne <https://librairie.ademe.fr/>

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Ce document est diffusé par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé

BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 2022AC000063

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : Elcimai Environnement et RDC Environment

Coordination technique - ADEME : ROLLAND Thierry

Direction/Service : DEC/SVD

SOMMAIRE

1. Contexte du projet.....	7
1.1. Contexte de l'étude.....	7
1.2. Objet de l'étude.....	8
1.3. Les enjeux.....	8
1.4. Phasage de l'étude.....	9
2. Base de données des équipements mis sur le marché (phase 1)	10
2.1. Objet de la phase 1.....	10
2.2. Méthodologie.....	10
2.3. Résultats.....	10
2.3.1. Structure de la base de données.....	10
2.3.2. Résultats de la prise de contact.....	13
2.3.3. Bilan de l'état des lieux des équipements de tri.....	13
3. Performances réelles des installations de tri des déchets des professionnels (phase 2).....	15
3.1. Objet de la phase 2.....	15
3.2. Méthodologie.....	15
3.2.1. Validation du périmètre de sites audités.....	15
3.2.2. Organisation et planification des audits.....	16
3.2.3. Récolte de données préalable aux audits.....	16
3.2.4. Identifications visuelles des déchets entrants.....	17
3.2.5. Réalisation des fiches d'audits.....	19
3.3. Résultats.....	20
3.3.1. Nature des sites.....	20
3.3.2. Tonnages entrants.....	22
3.3.3. Tonnages sortants.....	24
3.3.4. Identifications visuelles.....	28
3.3.5. Données économiques.....	31
4. Outils de classement des performances de tri (phase 3)	35
4.1. Objet de la phase 3.....	35
4.2. Méthodologie.....	35
4.3. Résultats.....	36
4.3.1. Préambule.....	36
4.3.2. Critères de catégorisation.....	36
4.3.3. Critères de performance.....	46

4.3.4.	Choix des critères de catégorisation et identification des groupes d'installations.	53
4.3.5.	Synthèse de la performance	56

5. Étude de marché des matières triées (phase 4) 64

5.1.	Objet de la phase 4	64
5.2.	Méthodologie	64
5.3.	Résultats	65
5.3.1.	Analyse simplifiée	65
5.3.2.	Analyse approfondie	68
5.3.3.	Conclusion des analyses	89

6. Évolution pressentie dans le secteur des installations de tri, transit, regroupement suite aux futures évolutions réglementaires (phase 5) 91

6.1.	Objet de la phase	91
6.2.	Méthodologie	91
6.3.	Résultats	91
6.3.1.	Evolutions envisagées dans le secteur	91
1.1.1.	Synthèse comparative	100

7. Conclusion / Perspectives 102

Index des tableaux et figures 103

Sigles et abréviations 105

Liste des annexes 106

RÉSUMÉ

Les Déchets d'Activités Économiques (DAE) représentent une part importante du gisement de déchets avec une production de 57 millions de tonnes et 7 millions de tonnes de déchets assimilés en 2020. Des textes et réglementations encadrent l'activité et fixent des objectifs pour la gestion des DAE. La Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) du 17 août 2015 introduit la notion de tri à 5 puis 8 flux des DAE et impose une réduction des quantités de DND non inertes stockés de 50%. La Loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (Loi AGEC) du 10 février 2020 prévoit l'extension des filières REP et fixe de nouveaux objectifs nationaux de réduction de la production de DAE et de valorisation.

Les installations de tri des DAE jouent un rôle essentiel, en lien avec les autres modes de traitement, pour atteindre les objectifs nationaux en termes de valorisation matière et réduction des quantités enfouies. Cependant, ces installations sont soumises à des gisements hétérogènes et un contexte concurrentiel fort. La connaissance et l'amélioration des performances de ces sites permettraient ainsi de faciliter l'adaptabilité au contexte et l'atteinte des objectifs.

Cette étude s'inscrit dans la continuité de l'étude sur l'observation des DAE en France et l'étude stratégique d'évaluation des gisements de DAE afin de mieux caractériser le secteur de ces déchets et les installations de tri qui en font partie. L'objectif global est de définir une stratégie d'accompagnement des acteurs économiques de ce secteur en termes de performance de tri et couverture des besoins actuels et futurs de consommation des matières premières issues du recyclage.

La présente étude s'attache donc dans un premier temps à construire un état des lieux des équipements de tri mis sur le marché et à réaliser des audits d'installations pour relever des informations sur fonctionnement, les performances, projets et problématiques des opérateurs. L'étude s'attache dans un second temps à définir un outil de classement des performances des centres de tri, sur la base des données récoltées, afin d'orienter l'ADEME sur les sites à aider pour améliorer leurs performances de tri dans le cadre de travaux. Finalement, les besoins en termes de matières triées sont étudiés, ainsi que les évolutions pressenties à court terme dans le secteur, pour que l'ADEME puisse se positionner stratégiquement vis-à-vis du secteur.

Le présent document présente une synthèse de l'ensemble des travaux réalisés. Les éléments présentés dans le cadre de l'outil d'évaluation des performances de tri ne sont pas définitifs. Ils constituent une première version qui pourra être alimentée par des données de sites complémentaires et ajustée.

ABSTRACT

Waste from economic activities accounts for a significant proportion of the waste stream, with 57 million tonnes produced and 7 million tonnes of assimilated waste in 2020. Laws and regulations frame this activity and set targets for the management of WAS. The law for energy transition and green growth (LTECV) of August 17, 2015 introduces the notion of 5 then 8 mandatory sorting categories of WAS and imposes a 50% reduction in the quantities of non-inert non-dangerous waste going in landfills. The law against waste and for circular economy (AGEC law) of February 10, 2020 provides for the extension of Extended Producer Responsibility regime and sets new national targets for reducing WAS production and recovery.

Waste from economic activities' sorting facilities play an essential role, in conjunction with other treatment methods, in achieving national targets for material recovery and reducing the quantities sent to landfill. However, these facilities are subject to heterogeneous waste and a highly competitive environment. Knowing and improving the performances of these sites would help them to adapt to the context and achieve the national targets.

This study follows on from the study on the observation of waste from economical activities in France and the strategic study on the evaluation of waste from economical activities, in order to better characterize the sector and the sorting facilities that form part of it. The overall aim is to define a strategy to support the sector's economic stakeholders in terms of sorting performance and coverage of current and future consumption needs for raw materials derived from recycling.

The first stage of this study is therefore to draw up an inventory of the sorting equipments on the market, and to carry out facility audits to gather information on operators' operations, performance, projects and issues. Secondly, based on the data collected, the study aims to define a sorting centre performance ranking tool, in order to guide ADEME on which sites to help improve their sorting performance through works. Finally, the needs in terms of sorted materials are studied, as well as anticipated short-term developments in the sector, so that ADEME can adopt a strategical position with regard to the sector.

This document presents a summary of all the work carried out. The elements presented in the sorting centre performance ranking tool are not definitive. They represent an initial version which may be supplemented and adjusted by additional site data.

1. Contexte du projet

1.1. Contexte de l'étude

Les Déchets d'Activité Économique (DAE) sont des déchets inertes, dangereux ou non dangereux, dont le producteur initial n'est pas un ménage. Les activités génératrices de déchets d'activités économiques regroupent l'ensemble des secteurs de production comme les activités tertiaires, l'agriculture, l'industrie, l'artisanat ou encore les installations de traitement des déchets.

La production de déchets d'activités économiques de 2021 était de **57 millions de tonnes** (hors BTP et assimilés) et **7 millions de tonnes de déchets assimilés**, soit **64 millions de tonnes**.

Face à cette production, le contexte réglementaire de la gestion des DAE est en évolution. Les textes et réglementations suivants fixent des objectifs ambitieux et un cadre nouveau à la gestion des déchets d'activités économiques :

- **Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) du 17 août 2015**, fixe un objectif de réduction de la production des DAE à l'horizon 2020 et le tri 5 flux (devenu 8 flux en 2021) ;
- **Loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (AGEC) du 10 février 2020**, fixe de nouveaux objectifs nationaux :
 - Réduction des déchets ménagers et assimilés de 15% et **des déchets d'activités économiques de 5%** en 2030 par rapport à 2010,
 - **Interdiction de stockage des déchets non dangereux non inertes valorisables**, ainsi que la justification du respect des obligations de tri avant élimination d'ici 2030 ;
 - **Valorisation énergétique d'au moins 70 % des déchets** ne pouvant faire l'objet d'une valorisation matière d'ici 2025 ;
 - Extension du nombre et périmètres des **filières à responsabilité élargie du producteur (REP)**. En particulier, les filières REP Emballages industriels et commerciaux (EIC) et bâtiment (PMCB) auront un impact significatif sur les gisements en entrée de centre de tri des DAE et donc sur les quantités de matières en sortie pour recyclage.
- **L'arrêté du 20 février 2023 relatif au tarif réduit de taxe générale sur les activités polluantes** applicable à la réception par certaines installations de valorisation énergétique des résidus à haut pouvoir calorifique issus d'opérations de tri performantes, reprenant ceux mis dans l'arrêté du 29 juin 2021 pris pour l'application de l'article L. 541-30-2 du code de l'environnement relatif aux critères de performances d'une opération de tri des déchets non dangereux non inertes.

L'ADEME a entamé plusieurs démarches visant à connaître au mieux le gisement de DAE et les installations de tri, traitement et regroupement de DAE sur le territoire :

- **Réalisation d'une étude sur l'observation des déchets d'activités économiques en France :**

Afin d'atteindre les objectifs fixés par la Loi pour la Transition Énergétique et la Croissance Verte, l'ADEME a mis en place un guide offrant une méthode d'observation des DAE à la maille régionale et homogène sur le territoire. Le but est d'harmoniser les indicateurs et de proposer une lecture nationale pour comparer les régions entre elles.
- **Réalisation d'une étude stratégique d'évaluation des gisements de déchets d'activités économiques :**

Afin de remédier à une observation des DAE toujours inégale en fonction des territoires et à la connaissance des flux et principales sources de production de déchets d'activités économiques, l'ADEME a lancé une étude stratégique d'évaluation des gisements des DAE.

La présente étude s'inscrit dans le prolongement des démarches entamées pour une meilleure connaissance du secteur des déchets d'activités économiques. L'ADEME souhaite disposer de davantage d'informations sur le fonctionnement et les performances des centres de tri de DAE.

1.2. Objet de l'étude

Dans ce contexte, la présente étude vise à :

- Faire un **état des lieux des technologies de tri** mises sur le marché avec leurs performances théoriques et périmètre d'usage (notamment sur les types de matières de déchets) ;
- Faire un **état des performances réelles**, par type de matière de déchets, des chaînes de tri existantes dans les centres de tri accueillant des DAE (hors déchets inertes, VHU, textile et DEEE) ;
- Connaître **les freins, les limites et les facteurs clés de succès** pour l'atteinte des performances attendues ;
- Définir des **critères** spécifiques permettant de **catégoriser** les installations de tri en fonction de leurs **performances** ;
- Connaître les **besoins du marché en termes de matières sortantes** des chaînes de tri, les freins et l'attractivité de ces matières ;
- Définir les **axes d'optimisation de la traçabilité des flux de déchets**, par matière de déchets, au sein des centres de tri ;
- **Cartographier les installations sur la base de leur performance** en fonction du type de matière de déchet et de la qualité du flux entrant ;
- **Connaître les acteurs et leur rôle** intervenant à la mise en place, dans le fonctionnement et la maintenance d'une installation ;
- Analyser et prévoir **l'impact du déploiement des nouvelles filières REP** et de la montée en puissance de certaines filières existantes sur l'organisation actuelle des acteurs pour les opérations de tri, de transit et/ou de regroupement.

1.3. Les enjeux

Les principaux enjeux identifiés pour cette étude sont résumés dans le tableaux suivant :

Enjeux réglementaires	Enjeux techniques	Enjeux stratégiques	Enjeux économiques
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Atteindre les objectifs réglementaires actuels et futurs 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Disposer d'une image représentative des performances des centres de tri de DAE ➤ Homogénéité du nombre et de la qualité des données recueillies ➤ Connaître la performance des installations en fonction du type de tri effectué 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identifier les leviers d'amélioration du tri des DAE ➤ Fournir des outils d'aide à la décision et d'accompagnement des acteurs économiques ➤ Orienter l'évolution du tri des DAE en France 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Disposer d'éléments afin de mieux orienter les aides ADEME dans le domaine de tri des DAE ➤ Connaître les évolutions pressenties du secteur et leur impact économique

Tableau 1 : Synthèse des enjeux de l'étude

1.4. Phasage de l'étude

Cette étude se décompose en 5 étapes :

- **Etape 1** : État des lieux des équipements mis sur le marché ;
 - **Etape 2** : État des lieux des performances réelles des installations de tri des déchets des professionnels ;
 - **Etape 3** : Outil de catégorisation des performances de tri ;
 - **Etape 4** : Étude de marché des matières triées ;
- Etape 5** : Évolution pressentie dans le secteur des installations de tri, transit, regroupement suite aux futures évolutions réglementaire.

L'objet du présent rapport consiste en la présentation de l'ensemble des résultats de l'étude, correspondant aux différentes phases précitées.

2. Base de données des équipements mis sur le marché (phase 1)

2.1. Objet de la phase 1

La phase 1 de l'étude vise à contacter un large éventail de fabricants et de fournisseurs pour collecter des informations détaillées sur les équipements de tri disponibles sur le marché et utilisés sur les installations de tri des DAE.

Cet exercice est complexe car il implique parfois pour les fournisseurs de divulguer des informations confidentielles ou avec un enjeu commercial fort. De plus, les performances des équipements de tri dépendent de nombreux facteurs tels que la qualité et la quantité des déchets entrants, ce qui ajoute à la difficulté de l'évaluation et à la précision des données.

Commencer par cette mission en phase 1 permet d'établir un **état des lieux des équipements existants sur le marché**, de connaître leurs performances et de comparer ces données avec les équipements réellement utilisés en exploitation sur les sites audités en phase 2. Cela offre une vision claire des options disponibles et de leur efficacité relative, facilitant ainsi l'identification des écarts et des opportunités d'amélioration. Cette approche méthodique garantit que l'analyse et les conclusions de la phase 2 sont bien informées et pertinentes.

2.2. Méthodologie

La méthodologie suivante a été déployée :

- Identification des équipements de tri concernés
- Préparation de la grille de consultation
- Identification des fournisseurs et fabricants à interroger
- Prises de contacts et compilation des données

2.3. Résultats

2.3.1. Structure de la base de données

2.3.1.1. Liste des équipements concernés

Il existe trois types d'équipements sur une installation de tri des DAE :

- Les équipements de **préparation de la matière**, qui transportent (convoyage) ou transforment le flux sans séparer les différentes fractions ;
- Les équipements de **tri**, qui permettent de séparer au moins deux fractions de nature ou de composition différente ;
- Les **équipements annexes** qui n'impactent pas directement la performance du process, mais qui améliorent le confort d'exploitation.

La base de données créée lors de cette étape a pour vocation de fournir les caractéristiques des équipements de détection et de tri des déchets. Néanmoins, d'autres typologies d'équipements (préparation matière, équipements annexes) impactent indirectement la qualité du tri effectué. Le périmètre de l'état des lieux des équipements a donc été élargi pour les prendre en compte et la base de données inclut les équipements suivants :

<u>Equipements de préparation matière & convoyage</u>	<u>Equipements de séparation matière</u>	<u>Equipements annexes (confort d'exploitation)</u>
Broyeurs lents	Cribles à fines	Brumisation
Granulateurs	Cribles plans	Dépoussiérage
Convoyage	Cribles à disques	
Presses à balles	Cribles balistiques	
Presses à paquets	Cribles rotatifs	
	Tables vibrantes	
	Séparateurs métaux ferreux (overbands)	
	Séparateurs films	
	Séparateurs densimétriques	
	Tris optiques	
	Séparateur à courant de foucaults (métaux non ferreux)	

Tableau 2 : Identification des équipements concernés par l'étude Phase 1

Les équipements de confort d'exploitation et de préparation matière ont un impact sur la qualité du tri effectué, par les machines ou par le personnel. Par exemple, un broyeur en entrée de chaîne de tri permet de réduire la granulométrie des déchets pour protéger les équipements en aval et faciliter l'extraction des valorisables, notamment par les trieurs optiques.

Les équipements de conditionnement tels que les presses à balles, presse à paquets ou encore enrubanneuses n'ont pas été incluses dans la base de données, car interviennent après les opérations de tri et n'ont pas d'impact sur sa qualité.

2.3.1.2. Type de données

La base de données est structurée de la façon suivante pour chaque équipement :

- Informations sur l'équipement et sa provenance (type d'équipement, fournisseur, modèle) ;
- Caractéristiques techniques et de performance (fonction de l'équipement, technologie utilisée, capacité de fonctionnement, motorisation, consommation d'énergie et autres caractéristiques techniques) ;
- Matières entrantes et sortantes (nature, granulométrie).

Cette structure commune permet de disposer d'une liste précise des performances à renseigner par les fournisseurs et faciliter la comparaison entre équipements assurant la même fonction.

Type	Fournisseurs	Modèle	Fonction	Technologie	Nature de l'entrant	Granulométrie entrante	Nature du sortant	Nb de fractions sortantes	Granulométries sortantes	Capacité de fonctionnement (t/h)	Fixe/Mobile	Motorisation	Consommation d'énergie (kWh)	Autre
Cribles plans	Votre société ou votre partenaire	Référence commerciale du produit	Cadre d'utilisation de l'équipement	Principe de fonctionnement, particularités de l'équipement	Adéquation de l'équipement avec différents déchets (DAE, tout venant, CS, OMR ...)	Conditions sur l'acceptation de l'entrant en termes de granulométrie	Nom donné au flux sortant (3D, 2D, fines, matière principale composant le flux...)	Nombre de flux sortants	Plage de granulométrie possible pour chaque fraction sortante	Plage de débit en m ³ /h ou en t/h (avec hypothèses sur la densité)	Si mobile, indiquer si l'équipement est sur amplitroll, roues, chenilles...)	Type de moteur, V, Hz	Puissance consommée	Options, autres caractéristiques techniques ...
Cribles plans														

Tableau 3 : base de données équipements – cribles plans

2.3.2. Résultats de la prise de contact

Environ 50 fournisseurs différents ont été contactés, avec au minimum 2 fournisseurs identifiés pour chaque équipement répertorié. Le bilan de cette prise de contact est présenté ci-dessous :

Type d'équipement	Équipement	Nombre de fournisseurs contactés	Nombre de fournisseurs présents dans la BDD	Nombres de modèles différents présents dans la BDD
Cribles	<i>Cribles à fines</i>	2	1	2
	<i>Cribles plans</i>	1	0	0
	<i>Cribles trampolines</i>	1	0	0
	<i>Cribles à disques</i>	2	2	4
	<i>Cribles balistiques</i>	6	0	0
	<i>Cribles rotatifs</i>	3	3	3
	<i>Tables vibrantes</i>	3	0	0
Séparateurs métaux	<i>Séparateurs métaux ferreux ou Overband</i>	5	2	6
	<i>Séparateurs métaux non ferreux ou courant de Foucault</i>	2	3	12
Autres séparateurs	<i>Séparateur à films</i>	6	1	1
	<i>Séparateurs densimétriques</i>	2	1	1
	<i>Séparateurs optiques</i>	5	2	12
Équipements annexes	<i>Brumisation</i>	1	1	1
	<i>Dépoussiérage</i>	8	2	2
Équipements de préparation matière	<i>Broyeurs lents</i>	10	1	6
	<i>Granulateurs</i>	5	2	6
	<i>Convoyeurs</i>	2	2	4

Tableau 4 : résultats de la prise de contact

2.3.3. Bilan de l'état des lieux des équipements de tri

Les équipements de tri répertoriés dans la base de données sont synthétisés ci-dessous (voir tableau 5), avec les principales performances et contraintes à respecter sur les flux entrants.

Équipements	Fonction	Conditions à respecter sur l'entrant ?	Sortants	Données de fonctionnement
Cribles fines à	Séparer les fines ¹ du reste du flux	Oui, granulométrie 0-150 mm ou 0-200 mm	Fines ou déchets légers selon réglage	Capacité de fonctionnement de 1 t/h
Cribles disques à	Séparation granulométrique, la matière contenue dans la granulométrie souhaitée passe entre les disques	Oui	2 fractions sortantes, granulométrie selon le dimensionnement des disques	Capacité de fonctionnement jusqu'à 60 t/h
Crible rotatifs	Séparation granulométrique, criblage	En fonction des modèles, toutes granulométries acceptées ou restrictions sur la taille de l'entrant	2 à 5 fractions possibles en fonction des modèles, de granulométries variables	Capacité de fonctionnement jusqu'à 100 t/h pour des flux spécifiques
Broyeurs	Cisaille des déchets	Non, tous types de déchets acceptés, avec plage de granulométrie large (0-2000 mm)	Personnalisable, granulométrie <300 mm en général	Capacité de fonctionnement de 10 à 120 t/h en fonction des modèles
Granulateurs	Broyage des déchets	Tous types de déchets acceptés, avec préparation des déchets nécessaire en fonction des modèles (0-200 mm)	Granulométrie variable en fonction de la grille du granulateur	Capacité de fonctionnement jusqu'à 28 t/h
Overband	Séparation des aciers	Oui, plage de granulométrie variable en fonction des modèles	Flux d'aciers	
Séparateur à films	Extraire les films plastiques légers	Oui, plage de granulométrie de 50 à 300 mm		Taux de captation de 70%
Séparateurs densimétriques	Séparateurs aéraulique pour effectuer une séparation en fonction du poids des déchets	Oui, ratio à respecter entre les objets les plus petits et plus grands	2 fractions	Taux de captation jusqu'à 95% pour les légers, 99% pour les lourds
Séparateurs optiques	Tri optique des déchets via infrarouge	Oui, granulométrie variable en fonction des modèles	Possibilité de séparer plusieurs flux si séparateur optique multicanal	Efficacité de 75 à 95%, capacité de fonctionnement jusqu'à 10 t/h
Séparateurs à métaux non-ferreux	Extraction des métaux du flux	Oui, granulométrie variable Restriction sur le type de flux entrants pour certains modèles	Flux de métaux	Taux de captation de 80 à 90%

Tableau 5 : synthèse des équipements de la base de données, leurs contraintes et performances

¹ Fines : déchets de petite granulométrie, souvent définie par la maille d'un équipement de séparation granulométrique en tête du process (trommel, crible balistique).

3. Performances réelles des installations de tri des déchets des professionnels (phase 2)

3.1. Objet de la phase 2

L'objectif est de récolter les informations relatives au fonctionnement des centres de tri des Déchets d'Activités Economiques volontaires pour cette étude afin de définir et d'évaluer par la suite la performance de ces installations.

Pour que les résultats obtenus lors de cette phase soient pertinents, une attention particulière a été portée sur les points suivants :

- **L'échantillon d'installations** de tri des Déchets d'Activités Économiques doit être **représentatif** : en effet, ces installations disposent d'une grande diversité, tant au niveau des gisements traités que des équipements utilisés pour effectuer le tri des matières ;
- **Les données récoltées doivent être homogènes** : ceci afin d'obtenir un même niveau d'information sur l'ensemble des centres de tri audités, grâce notamment à la mise en place de supports détaillés pour la transmission des informations ;
- **Les données transmises doivent être exhaustives** : les exploitants sont sollicités en amont des audits pour transmettre une partie des données. Ces dernières sont ensuite confrontées aux données relevées lors de l'audit terrain.
- **La nature des déchets doit être évaluée** : des identifications visuelles sont nécessaires afin de pouvoir comparer a posteriori des centres de tri similaires en termes de fonctionnement.

3.2. Méthodologie

Cette partie de la mission s'est déroulée en plusieurs phases, listées ci-dessous :

- Organisation et planification des audits :
 - Préparation des supports pour la collecte de données ;
 - Prise de contact avec les exploitant et planification des dates de visite ;
 - Récolte de données préalables aux audits ;
- Réalisation des audits de terrain ;
- Identifications visuelles des déchets entrants ;
- Synthèse des audits :
 - Compilation des données issues des audits de chaque site au travers de fiches de synthèse ;
 - Validation des fiches de synthèse avec les exploitants.

Chacune de ces phases sont développées dans les chapitres suivants.

3.2.1. Validation du périmètre de sites audités

Préalablement au démarrage de cette étude, l'ADEME a sollicité les différents acteurs du tri des DAE (opérateurs, fédérations, ...) afin d'obtenir une liste d'installations volontaires pour participer à l'étude.

Une première liste de 22 sites a émergé, sachant qu'un échantillon de 35 unités était visé.

Dès le lancement de l'étude, les exploitants et fédérations ont été sollicités dans le but de compléter ce panel avec de nouveaux sites. Malgré plusieurs relances, aucun nouveau centre n'a été proposé.

Par ailleurs, quatre installations se sont retirées de l'étude soit avant (pour l'un d'entre eux), soit pendant la réalisation des audits (pour les trois autres).

L'étude a donc finalement été effectuée sur un panel de 18 sites.

3.2.2. Organisation et planification des audits

Différents supports ont été développés pour garantir une prise d'information homogène par les auditeurs et entre les centres de tri audités :

- Une **grille d'audit** présentée en Annexe 1 reprenant l'ensemble des thématiques nécessaires pour respecter les éléments demandés au cahier des charges de l'étude. Cette grille d'audit a été présentée aux auditeurs en interne pour assurer une bonne compréhension du support et un même niveau de précision pour la prise de données.
- Une « **grille des flux** », présentée en Annexe 2, support utilisé pour récolter les données de tonnage, composition et qualité des flux entrants et sortants des centres de tri de déchets d'activités économiques. Cette grille des flux est accompagnée d'une méthodologie pour aider les exploitants à renseigner correctement le fichier.
- Une **méthodologie de caractérisation des gisements entrants** sur les installations de tri, soit par des identifications visuelles des bennes soit par la réalisation de caractérisations, présentée en Annexe 3.
- Un **accord de confidentialité**, sur demande des exploitants, pour garantir la confidentialité des données fournies dans le cadre de l'étude a été établi avec chaque site concerné.

Ces documents ont été établis en concertation avec l'ADEME et/ou les exploitants et les Fédérations.

Les opérateurs ont dans un premier temps été sollicités pour communiquer aux auditeurs les contacts et informations générales relatives à chaque site. Une fois ces informations transmises, les auditeurs ont planifié les dates des visites directement les responsables des installations.

3.2.3. Récolte de données préalable aux audits

En amont de la réalisation des audits terrain, les informations suivantes ont été demandées aux exploitants pour chaque site :

- Plan de masse du site ;
- Synoptique de(s) ligne(s) de tri (le cas échéant) ;
- Arrêté préfectoral d'exploitation du site ;
- Grille des flux ;
- Résultats de caractérisations des bennes entrantes (pour les centres de tri volontaires) ;
- Liste des engins ;
- Données performance :
 - Tonnage passé sur chaîne et tonnage conditionné directement sans passage sur chaîne en 2023 ;
 - Débit de(s) ligne(s) de tri ;
- Données de consommation :
 - Eau (m3/an) ;
 - Électricité (kWh/an) ;
 - Carburant (L/an) ;
- Données économiques
 - Chiffre d'affaires annuel sur l'année 2023 ;
 - Coûts / Recettes sous-produits 2023 (élimination des refus, valo énergétique, valo matière) ;
 - Montant des investissements bâtiment / process et des éventuelles subventions ADEME.

3.2.4. Identifications visuelles des déchets entrants

3.2.4.1. Méthodologie pour les identifications visuelles

Afin de disposer d'une meilleure connaissance de la qualité des flux entrants, des caractérisations des déchets ont été demandées pour chaque site.

Ce travail a d'abord été amorcé en marge des audits. Les opérateurs ont été invités à communiquer aux auditeurs :

- Soit les résultats de caractérisations visuelles basées sur la méthodologie expliquée ci-dessous* ;
- Soit, pour les sites volontaires, les résultats de caractérisations de type « MODECOM » effectuées récemment sur leur site ;

* *Méthodologie initiale pour l'identification visuelle des flux entrants :*

<p>But : déterminer la composition des intrants d'une installation</p> <p>Méthodologie :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ L'exploitant du centre de tri procède à des identifications visuelles en volume sur les bennes entrantes, à l'aide d'une grille simplifiée à compléter ; ➤ Communication du tonnage entrant global sur la semaine d'observation. <p>Durée : 1 semaine</p>	<p>Exemples :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Benne n°1 - Flux plastiques - Composition (sur la base de l'identification visuelle) : <ul style="list-style-type: none"> ○ 80% de "plastiques souples d'emballages" ; ○ 20% de "cartons d'emballages". ➤ Benne n°2 - Flux cartons - Composition (sur la base de l'identification visuelle) : <ul style="list-style-type: none"> ○ 60% de "cartons emballages" ; ○ 10 % autres cartons ; ○ 30 % refus. 																								
<p>Les données collectées pendant la semaine d'observation sont ensuite associées aux tonnages des flux entrants pour déterminer leur composition moyenne. Les évaluations volumiques sont converties en données massiques en s'appuyant sur des densités moyennes pour chaque catégorie.</p>																									
<p>Application d'hypothèses de densité (littérature ou REX)</p>																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Catégorie</th> <th>Moyenne des identifications visuelles en volume</th> <th>Moyenne des identifications visuelles en masse</th> <th>Détermination de la composition</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cartons/papiers</td> <td>30%</td> <td>23%</td> <td>508 t</td> </tr> <tr> <td>Verre</td> <td>10%</td> <td>21%</td> <td>226 t</td> </tr> <tr> <td>Bois</td> <td>20%</td> <td>31%</td> <td>338 t</td> </tr> <tr> <td>Fer</td> <td>15%</td> <td>15%</td> <td>677 t</td> </tr> <tr> <td>Plastiques</td> <td>25%</td> <td>10%</td> <td>451 t</td> </tr> </tbody> </table>		Catégorie	Moyenne des identifications visuelles en volume	Moyenne des identifications visuelles en masse	Détermination de la composition	Cartons/papiers	30%	23%	508 t	Verre	10%	21%	226 t	Bois	20%	31%	338 t	Fer	15%	15%	677 t	Plastiques	25%	10%	451 t
Catégorie	Moyenne des identifications visuelles en volume	Moyenne des identifications visuelles en masse	Détermination de la composition																						
Cartons/papiers	30%	23%	508 t																						
Verre	10%	21%	226 t																						
Bois	20%	31%	338 t																						
Fer	15%	15%	677 t																						
Plastiques	25%	10%	451 t																						

Tableau 6 : Méthodologie initiale pour les caractérisations visuelles des déchets entrants

Les résultats de ces premières séries de mesures ont été jugés insuffisants. En effet, le nombre d'échantillons global, ainsi que le nombre d'échantillon par site (à l'exception d'un centre), étaient trop faibles pour obtenir des données suffisamment fiables.

Suite à ce constat, l'ADEME a demandé aux opérateurs d'effectuer une seconde série de mesures, axée essentiellement sur les déchets en mélange. Ces nouveaux travaux ont fait l'objet d'une méthodologie spécifique, fournie en Annexe 4, et détaillée brièvement ci-dessous.

L'objectif est de réaliser des identifications visuelles sur des flux de bennes en mélange, qu'il s'agisse de bennes de DIB en mélange, de bennes de bi-flux (exemple : cartons + saches plastiques), tri-flux (exemple : cartons + plastiques + bois), etc. Les bennes concernées sont toutes les bennes de flux en mélange exclusivement (DAE 2 à 7 flux et DAE/DIB en mélange).

Deux solutions sont proposées aux exploitants :

- Solution 1 : Les opérateurs procèdent par l'envoi de photos de bennes de DIB en mélange et de bennes de bi-flux, tri-flux, etc... ;
- Solution 2 : Les opérateurs procèdent à une caractérisation par identification visuelle des bennes de DIB en mélange, de bi-flux, tric-flux, etc....

In fine, la solution 1 a été mise en œuvre par manque de temps par les opérateurs sur site pour l'identification visuelle des bennes entrantes.

Le mode opératoire de la solution utilisée est détaillé dans le tableau ci-dessous :

Mode opératoire pour la solution n°1 - identification photographique :						
<p>➤ Pendant une semaine, l'exploitant du centre de tri procède à une identification photographique d'un minimum :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ de 5 bennes pour chacun des types de flux en mélange allant de 2 flux à 7 flux (par exemple un centre recevant des bennes de 2 flux et de 5 flux devra identifier 5 bennes de 2 flux et 5 bennes de 5 flux) ; ○ de 15 bennes de DAE/DIB en mélange. 						
<p>L'opérateur indique pour chacune des bennes photographiées :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ la typologie du flux de la benne (DIB en mélange, cartons + saches plastiques, cartons-plastiques-bois, etc.) qui correspond à l'appellation sous laquelle la benne est enregistrée au niveau de l'opérateur pont bascule ; ➤ le nombre de flux en mélange ; ➤ le tonnage de la benne avant toutes décotes humidité/impuretés (afin de connaître le tonnage total caractérisé visuellement) ; ➤ le % de décote d'humidité/impuretés appliqué. 						
Format du tableau à compléter :						
N° d'identification de la benne	Date	Nombre de flux en mélange	Typologie du flux de la benne	Tonnage brut de la benne (humidité et impuretés <u>non déduites</u>)	Pourcentage de décote d'humidité/impuretés appliqué (si appliqué)	Photos
Benne n°1	02/12/2024	-	DIB en mélange	5,2 T	10% (soit un poids total net de la benne de 4,68 T)	Cf. Dossier photos « Benne n°1 »
Benne n°2	02/12/2024	2	Bi-flux Cartons + saches plastiques	1,3 T	10% (soit un poids total net de la benne de 1,17 T)	Cf. Dossier photos « Benne n°2 »
Etc.	Etc.	Etc.	Etc.	Etc.	Etc.	Etc.
<p>Pour faciliter la réalisation de l'exercice, il est demandé à l'opérateur de prendre 10 photos par benne en alternant entre photos « vue d'ensemble » et photos « zoomées ». Toutes les faces de la benne doivent être représentées sur les photos.</p>						

Tableau 7 : Méthodologie révisée pour les caractérisations visuelles des déchets entrants

3.2.4.2. Données récoltées

A l'issue de la première série de mesures, les retours ont été les suivants :

- 2 sites ont communiqué des données complètes : c'est-à-dire correspondant à un nombre total d'échantillon et une diversité des flux mesurés suffisamment représentatifs du fonctionnement du site ;
- 13 sites ont communiqué des informations partielles : nombre d'identifications visuelles réalisées pas toujours suffisantes pour une bonne représentativité ou données issues d'autres sources (caractérisations des refus sortants par exemple) ;

3 sites n'ont communiqué aucune donnée.

3.2.5. Réalisation des fiches d'audits

Les informations récoltées lors des phases d'audits seront compilées pour chaque site dans une fiche de synthèse, organisée en plusieurs catégories :

- **Identification du site :** adresse, type d'installation, régime ICPE, activités présentes sur site ou encore capacité réglementaire ;
- **Entrées :** détail des flux réceptionnés sur l'installation, du tonnage passé sur chaîne en 2023 pour les sites mécanisés ;
- **Sorties :** détail des flux expédiés, du tonnage destiné à l'enfouissement en 2023 et de la part des matières faisant l'objet d'une valorisation ;
- **Synoptique de tri :** reconstitution d'un synoptique standardisé à partir des données fournies lors de l'audit ;
- **Équipements :** liste des engins et autres équipements du site (abattement et captation des poussières, air comprimé ou encore supervision), les équipements de tri étant déjà décrits dans le synoptique ;
- **Données de fonctionnement :** fonctionnement du centre de tri en termes de postes, horaires d'ouverture et d'accueil des déchets ou encore moyens humains à disposition ;
- **Données de performance :** débit et disponibilité de la chaîne de tri pour les sites concernés, taux de pureté des matières triées, taux de valorisables dans les refus et consommations ;
- **Dispositif de contrôle et de traçabilité :** moyens et procédures mis en place pour assurer la qualité et traçabilité des flux ;
- **Données économiques :** investissements, recettes valorisation matière et énergie, chiffre d'affaires ou encore coûts d'élimination des refus ;
- **Évolution du site :** ensemble des freins identifiés sur l'installation actuelle et des évolutions prévues ;
- Photographies.

Les données récoltées concernent l'année de référence 2023.

3.3. Résultats

3.3.1. Nature des sites

3.3.1.1. Préambule

Les données disponibles sur la nature et les caractéristiques des centres de tri DAE en France montrent une diversité importante des types de centres pouvant accueillir des gisements de type DAE ou assimilés DAE. De nombreuses configurations existent, allant d'un site recevant un flux unique dont la provenance et la nature du gisement est connue, jusqu'aux sites multi-activités et multi-flux pouvant recevoir des déchets ménagers, non-ménagers, dangereux et non-dangereux, pré-triés à la source et en mélange, simplement transférés ou triés,

Plusieurs prérequis ont été actés au démarrage de l'étude. Tout d'abord, les installations de tri concernées sont celles :

- Accueillant des déchets d'activité économiques, des encombrants (hors déchets dangereux, installations accueillant des déchets inertes et des déchets de filières spécifiques REP type VHU, textile et DEEE) et des DAE acceptés sur des sites accueillant des déchets assimilés (DMA) ;
- N'ayant qu'un seul équipement de tri (tri manuel ou équipement type grappin ou pince au bout d'un engin) ou équipées d'une chaîne de tri.

Concernant ce dernier point, un principe de base a été définie en amont de l'étude : les centres de tri sont dissociés en deux catégories :

- Les **sites mécanisés** : correspondant aux installations disposant d'une ligne de tri contenant au moins un équipement mécanique permettant la séparation des matières. **Ces sites sont codifiés par la lettre « M »** (comme mécanisé) tout au long de l'étude ;
- Les **sites non-mécanisés** : correspondant aux installations effectuant un tri à l'aide d'engins de type pelle mécanique ou manuel. **Ces sites sont codifiés par la lettre « E »** (comme engin) tout au long de l'étude.

Le schéma ci-dessous donne la représentation du périmètre de l'étude.



Figure 1 : Périmètre de l'étude

Anonymisation des résultats par site

Enfin, pour des raisons de confidentialité, les résultats présentés dans ce rapport ont été anonymisés. La codification évoquée ci-dessus (sites M et E) a été conservée, mais la numérotation des sites a été randomisée. Cela signifie qu'un site identifié M1 pour des résultats relatifs à un critère X, sera identifié différemment (Mx) pour les résultats relatifs à d'autres critères.

3.3.1.2. Données générales

22 sites se sont portés volontaire (11 effectuant un tri mécanique (E) et 11 un tri mécanisé (M)). Cependant, après le démarrage de l'étude, 4 sites n'ont pas souhaité communiquer in fine les informations demandées et se sont retirés du panel des sites volontaires.

Au total, ce sont donc 18 sites (8 sites effectuant un tri mécanique (E) et 10 un tri mécanisé (M)) ont contribué activement à la réalisation de cette étude.

Région	Nombres de site « mécanisés » (M)	Nombres de sites « engins » (E)
Zone Nord-Ouest : Bretagne – Normandie – Pays de la Loire – Centre Val de Loire	4	3
Ile de France	0	2
Zone Nord Est : Hauts-de-France – Grand Est – Bourgogne Franche-Comté	1	3
Zone Sud-Ouest : Nouvelle Aquitaine - Occitanie	2	2
Zone Sud-Est : Auvergne Rhône Alpes – Provence-Alpes Côté d'Azur	1	0
TOTAL	8	10

Tableau 8 : Panel de sites audités par région et typologie de site

L'ensemble des 5 zones géographiques est représenté. La répartition géographique des sites étudiés est inégale, avec une sous-représentation du Sud-Est de la France. Au contraire, la région Bretagne est légèrement sur représentée, avec 7 sites audités.

La part des sites « mécanisés » et sites « engins » est suffisante pour avoir des données sur les différents types d'installations.

La grande majorité des sites audités est sous le régime de l'Autorisation, compte-tenu des activités exercées sur les différentes installations et des volumes traités, stockés ou encore transités.

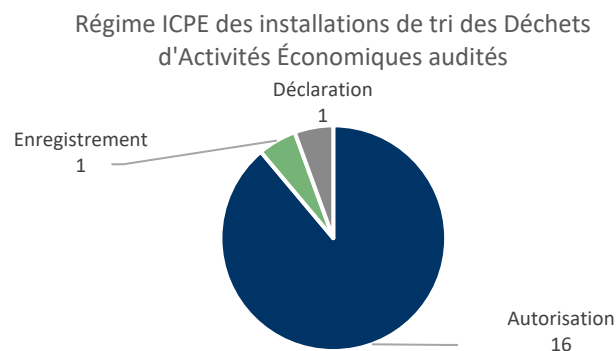


Figure 2 : Régime ICPE des installations de l'échantillon

Les rubriques ICPE les plus courantes sur ce type d'installation sont les suivantes :

- 2791-1 : Installation de broyage de déchets non dangereux
- 2718-1 : Installation de transit, regroupement ou tri de Déchets Dangereux
- 2716-1 : Installation de transit, regroupement, tri ou préparation en vue de réutilisation de Déchets Non Dangereux non inertes
- 2714-1 : Installation de transit, regroupement, tri ou préparation en vue de réutilisation de papiers, cartons, plastiques, caoutchouc, textiles, bois
- 2710-1 : Installation de collecte de déchets apportés par le producteur initial de ces déchets
- 3532 : Valorisation ou un mélange de valorisation et d'élimination de déchets non dangereux

Les sites les plus anciens datent de la fin des années 90, tandis que les plus récents ont été mis en service en 2022. L'ancienneté moyenne des sites est de 13 ans à compter de leur date d'ouverture ou de rachat par l'exploitant actuel.

3.3.2. Tonnages entrants

L'évolution des tonnages entrants de 2021 à 2023, par typologie de site, est présentée dans le graphique ci-dessous :

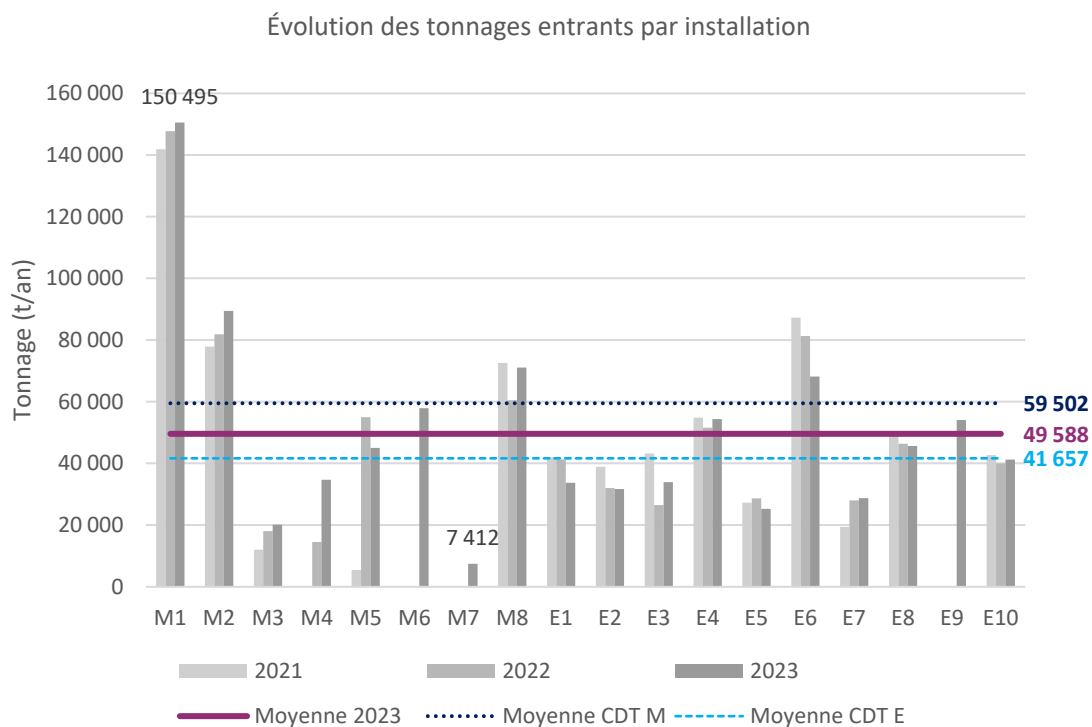


Figure 3 : Graphique de l'évolution des tonnages entrants sur les centres de tri DAE étudiés

En moyenne sur l'année 2023, les centres de tri concernés réceptionnent environ 50 kt de déchets d'activités économiques. Les quantités traitées sont très hétérogènes en fonction des sites, de leur organisation et de leurs moyens. Les valeurs extrêmes vont de 7 kt traitées pour le centre de tri M7, en raison de travaux jusqu'à mi 2023, à 150 kt pour le centre de tri M1.

Les centres de tri effectuant un tri simplifié à la pelle mécanique, nommés dans le cadre de cette étude centres de tri « engins » (E), traitent en moyenne des tonnages moins conséquents que les centres de tri dits « mécanisés » (M). Cette différence est notamment dû à la différence de moyens techniques entre les installations, avec la présence d'une chaîne de tri plus ou moins poussée pour les sites mécanisés.

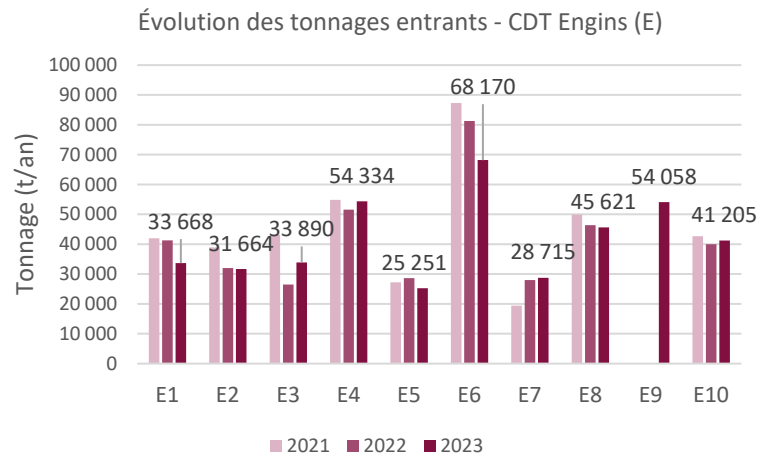
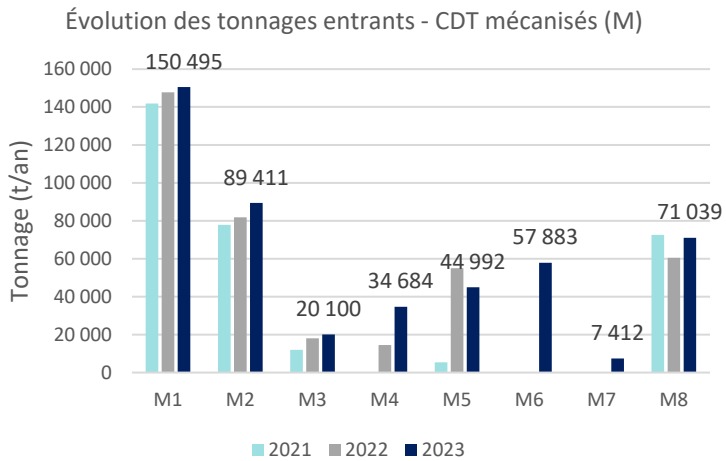


Figure 4 : Graphiques de l'évolution des tonnages entrants, détaillés par typologie de site (mécanisés à gauche et simplifiés ou engins à droite)

Cependant, l'écart type des tonnages est nettement supérieur pour les centres de tri mécanisés. A noter que certains sites engins (E) réceptionnent davantage de déchets que les centres de tri mécanisés, même si le tonnage moyen sur l'échantillon des sites audités est inférieur. Par exemple, l'installation E6 traite plus de DAE que la majorité des sites mécanisés.

Concernant la nature des flux entrants, il s'agit majoritairement de DAE recyclables en mélange, encombrants et DEA pour les centres de tri « mécanisés ». Les centres de tri engins traitent aussi des flux en mélange, mais ont une plus grande part de monoflux.

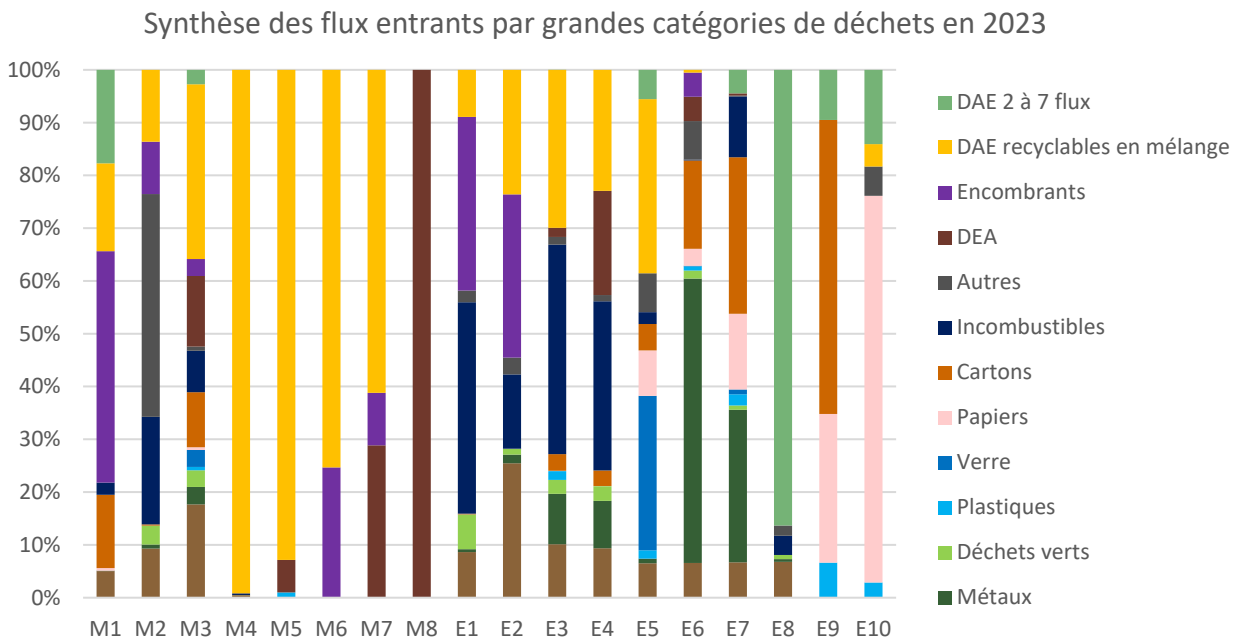


Figure 5 : Synthèse des flux entrants sur les installations de tri des DAE, par grandes catégories de déchets en 2023

Dans le graphe ci-dessous, les flux en mélange correspondent aux flux hors monoflux (donc à partir de biflux). Sur l'ensemble de l'échantillon, la part de monoflux et flux en mélange est équilibrée (52% de flux en mélange pour 48% de monoflux). En analysant par typologie d'installation, les quantités d'entrants par nature de flux sont opposées :

- Centres de tri « mécanisés » : 1/3 de monoflux pour 2/3 de flux en mélange ;
- Centres de tri « engins » : 2/3 de monoflux pour 1/3 de flux en mélange.

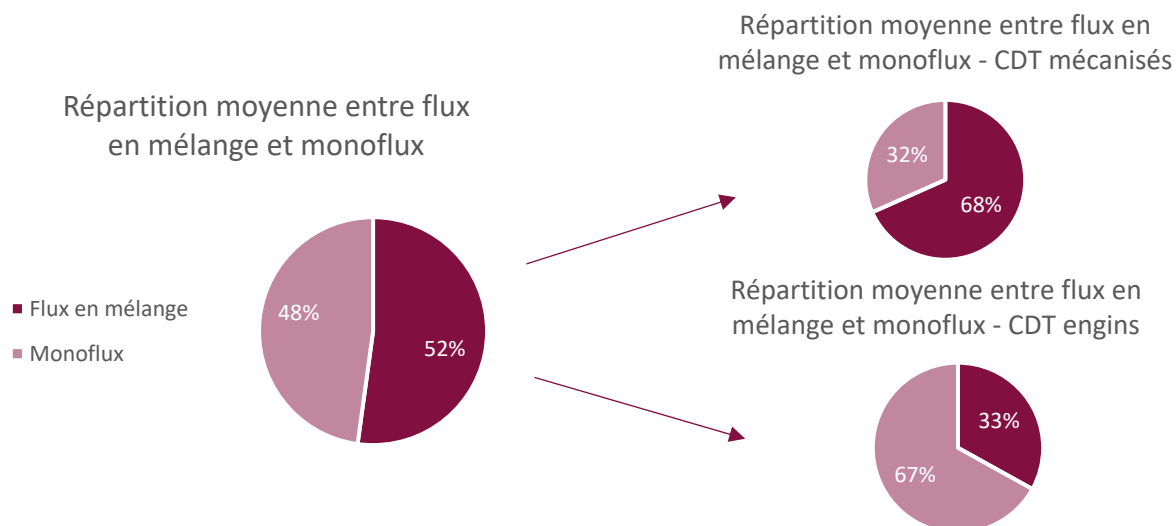


Figure 6 : Répartition moyenne entre flux en mélange et monoflux en entrée des centres de tri DAE, par typologie de site

3.3.3. Tonnages sortants

L'évolution des tonnages sortants de 2021 à 2023, par typologie de site, est présentée dans le graphique ci-dessous :

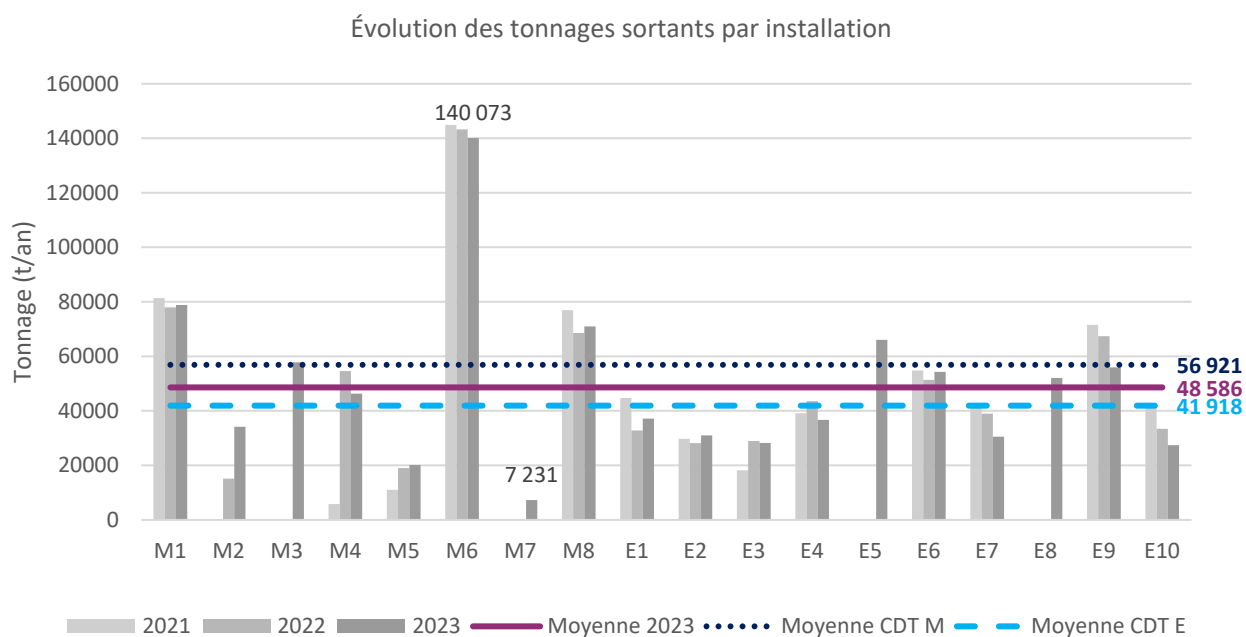


Figure 7 : Graphique de l'évolution des tonnages sortants sur les centres de tri DAE étudiés

En moyenne, sur l'année 2023, les centres de tri audités expédient en moyenne 49 kt de déchets d'activités économiques. Les tendances observées sur les entrants se retrouvent sur les sortants, avec en

moyenne des centres de tri « mécanisés » qui expédient plus que les centres de tri « engins » à hauteur de +15 kt.

Un différentiel d'environ 1 kt est observé entre les déchets entrants et sortants de l'installation. Plusieurs facteurs jouent sur ce paramètre comme les variations de stocks sur la période ou encore la freinte de l'installation. La freinte est la part de déchets « perdue » sur l'installation (par perte de matière lors de manutention ou transport par exemple). Cette freinte est de l'ordre de quelques pourcents des tonnages entrants (1 à 2% dans les centres de tri de collecte sélective par analogie).

Pour les centres de tri dits « engins » (E), le différentiel de tonnages est positif. Les expéditions sont donc supérieures aux entrants, à cause d'effets de stocks liés à l'état des marchés, plus ou moins amplifiés par des facteurs externes comme l'humidité.

A noter que certaines installations n'ont pas été en mesure de fournir des données de tonnages sur les années 2021 et 2022 car le site était fermé sur la période (travaux ou ouverture en 2022-2023).

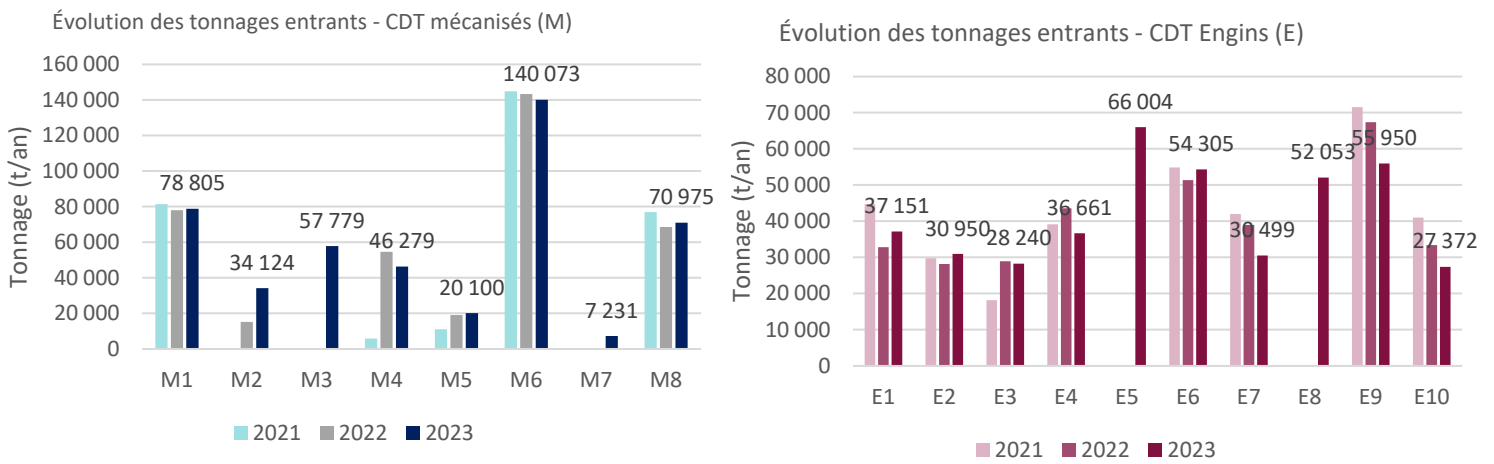


Figure 8 : Graphiques de l'évolution des tonnages sortants, détaillés par typologie de site (mécanisés à gauche et simplifié ou engins à droite)

Concernant la nature des flux sortants, les flux majoritaires produits faisant l'objet d'une valorisation matière sont le bois, le carton, les inertes ou encore les métaux. Le reste des flux est regroupé sous l'appellation « non valorisables sous forme de matière ». Elle comprend les DAE non recyclables ou refus à destination des filières de valorisation énergétique, CSR, enfouissement ou à destination d'un autre centre de tri en vue d'une opération de sur-tri. La répartition des flux sortants est présentée dans le graphe Figure 9.

Répartition des tonnages sortants en 2023

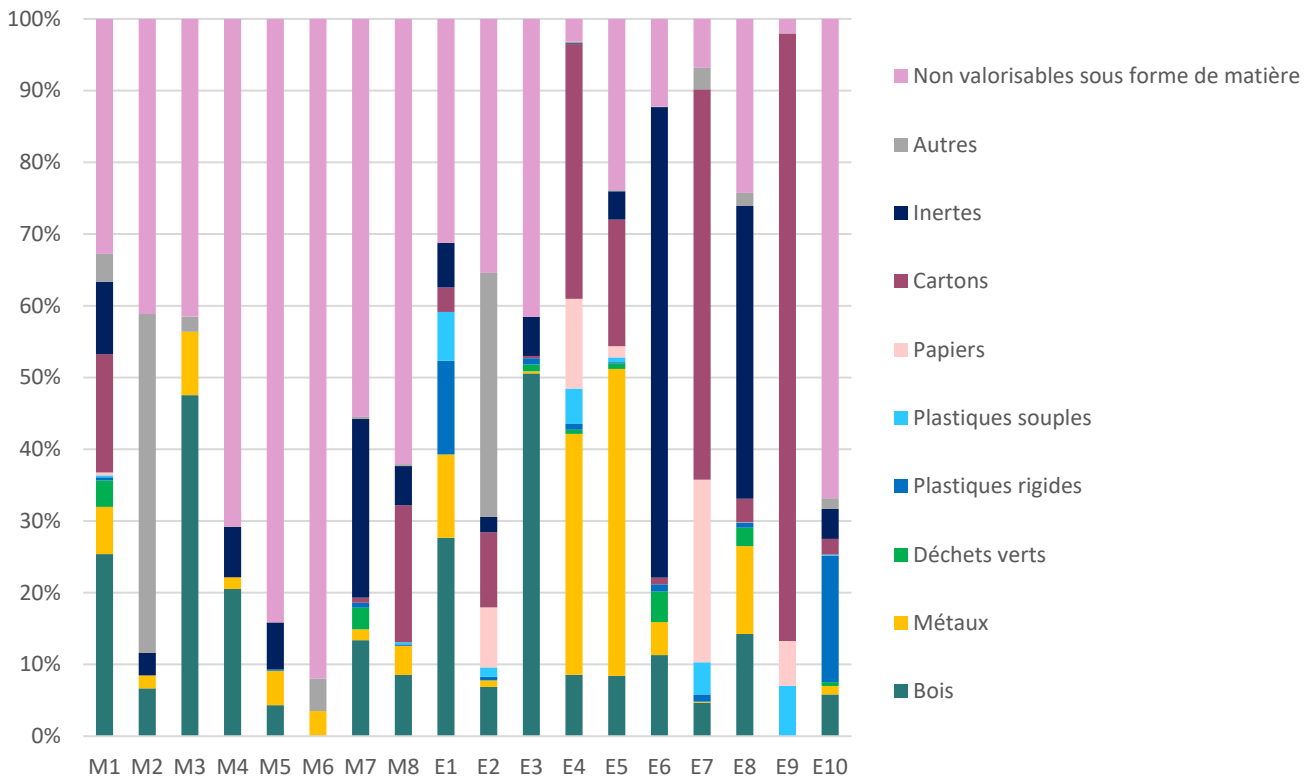


Figure 9 : Nature et répartition des tonnages sortants par site en 2023

Le détail des modes de traitement de ce flux de « non valorisables sous forme de matière » est illustré dans les graphes en figure 10 et 11.

Les centres de tri « engins » ont en moyenne moins de « non valorisables sous forme de matière » (voir figure 9). Cependant, ils orientent une plus grande part de ces déchets vers la filière de stockage, à hauteur de 46%. Les centres de tri « mécanisés » quant à eux en produisent une quantité importante, donc la grande majorité est à destination de la valorisation énergétique, UVE ou CSR à hauteur de 76%.

Modes de traitement des non valorisables par site en 2023

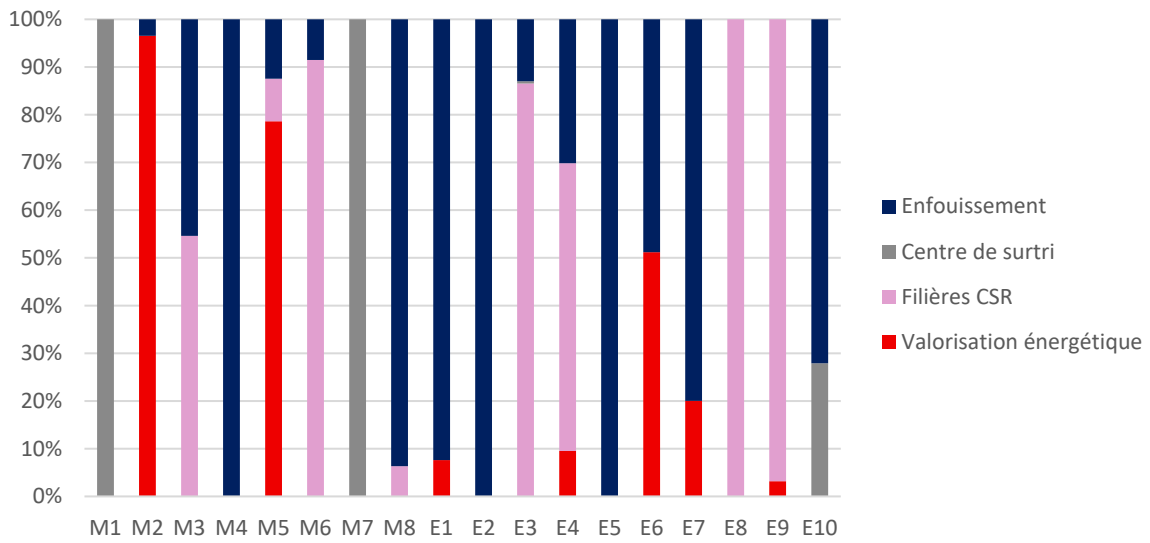
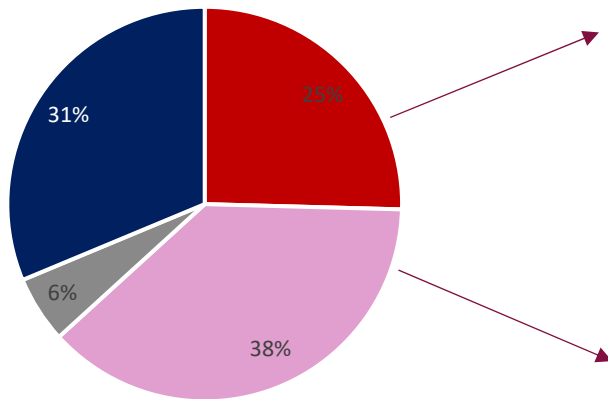


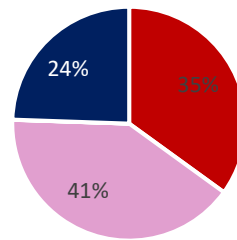
Figure 10 : Modes de traitement des non valorisables sous forme de matière en 2023 par site

Modes de traitement des non valorisables sous forme de matière en 2023

- Valorisation énergétique
- Filières CSR
- Centre de surtri
- Enfouissement



CDT mécanisés



CDT engins

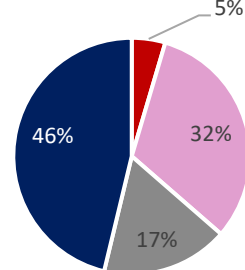


Figure 11 : Modes de traitement des non valorisables sous forme de matière par typologie d'installation

Concernant la valorisation des plastiques en sortie des centres de tri, les flux majoritaires produits sont un mixte de plastiques rigides et du PET (voir figure 12). A noter qu'une partie des sites interrogés ne produit pas de flux plastiques (sites M4, M6 et M7) car ils n'ont pas cette matière dans leurs flux entrants.

Composition des plastiques en 2023

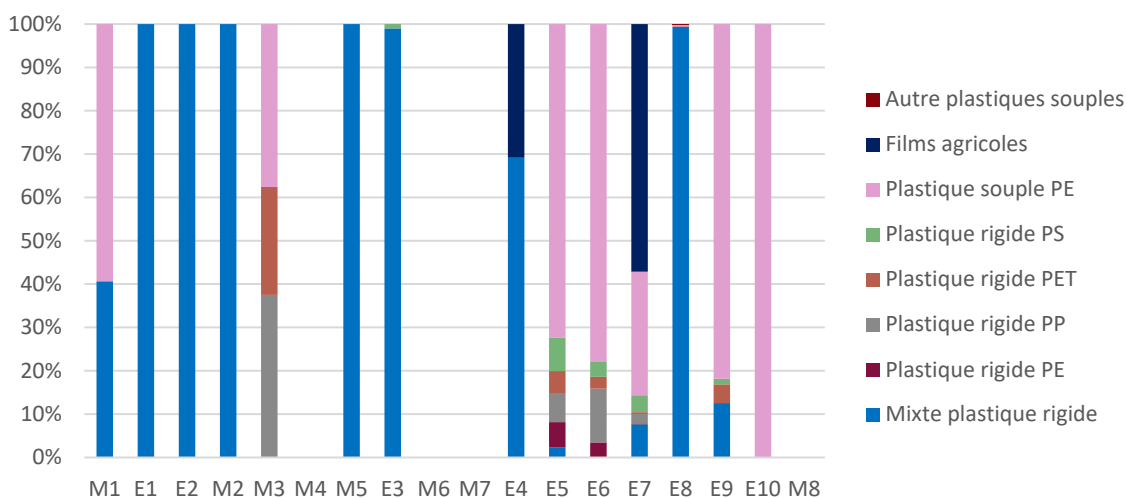


Figure 12 : Tonnages sortants annuels de plastiques

3.3.4. Identifications visuelles

3.3.4.1. Composition moyenne globale

Une analyse globale des identifications visuelles a été effectuée sur la base des éléments transmis présentés en partie 3.2. Ces données sont à prendre avec précaution pour deux raisons :

- Chaque site présente ses propres caractéristiques de déchets entrants, en fonction notamment du contexte local et des activités du centre ;
- La précision des identifications visuelles reste approximative par rapport à des caractérisations effectuées en bon et due forme (selon les normes en vigueur) ;
- La nature des entrants peut évoluer dans le temps (que ce soit d'une année sur l'autre ou d'une période l'année à l'autre).

Toutefois, ces données permettent de dégager les grandes tendances relatives aux caractéristiques et à la nature des déchets entrants sur les centres de tri audités, évaluées à l'instant t. Pour rappel, les sites réceptionnent à la fois des monoflux (par exemple bois B, cartons) et des flux contenant plusieurs fractions, appelés « flux en mélange ». Le nombre de fractions présentes varie de 2 à 5-6 flux en moyenne.

Le graphique suivant montre la composition moyenne globale à l'échelle de l'ensemble des installations auditées (engins et mécanisées) et tous flux confondus (monoflux et flux en mélange).

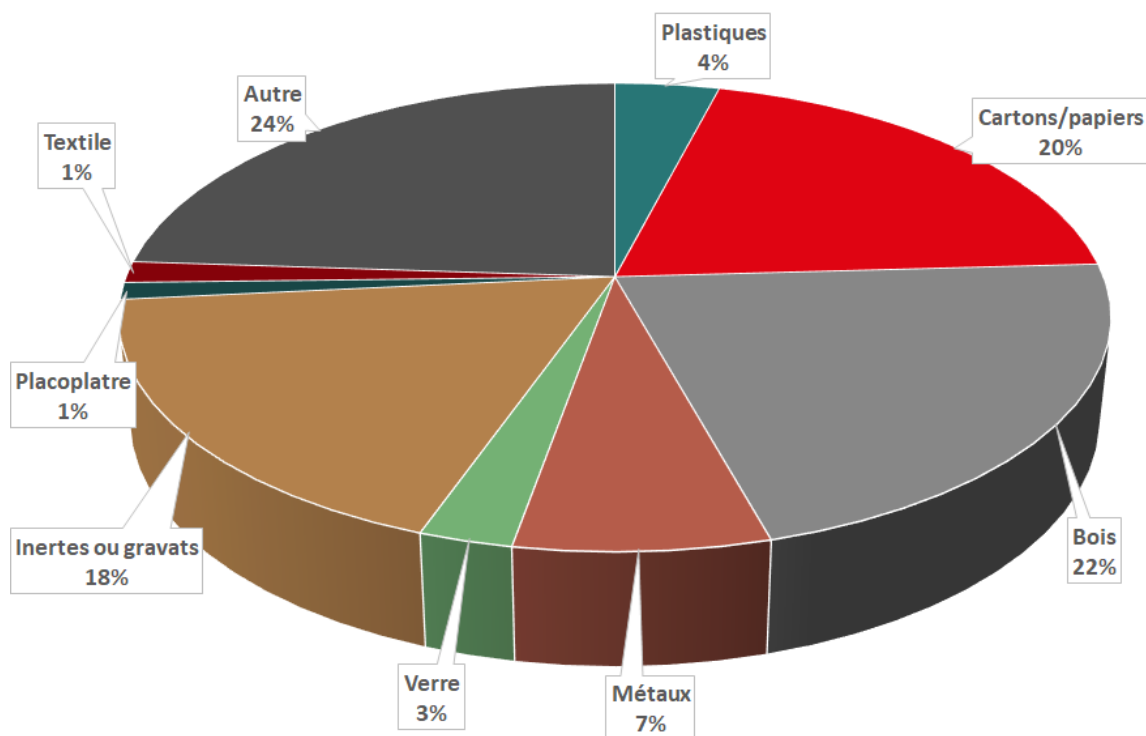


Figure 13 : Composition moyenne globale en masse des entrants sur les centres DAE audités

Le bois représente 22% des entrants sur les sites, catégorie pouvant comporter tout type de qualité de bois (bois A, bois B, emballages ou non emballages) même s'il s'agit majoritairement (les 3/4) de bois B, essentiellement reçus en mélange avec d'autres flux.

Les fibriques (papiers/cartons) constituent la seconde catégorie la plus représentée, à hauteur de 20% du gisement global. Ce flux arrive pour les 2/3 déjà trié à la source, et est majoritairement composé de cartons d'emballages.

18% d'inertes composent les entrants de DAE, dont la moitié arrive en monoflux et l'autre moitié en mélange (notamment au sein des encombrants de déchèteries et déchets de chantier).

Les métaux représentent 7% du gisement moyen. Ce sont essentiellement des produits et objets « non-emballages ». Les 2/3 sont des métaux ferreux, l'autre tiers étant des métaux non-ferreux, la grande majorité (80%) arrivant sur site déjà trié.

La part de plastiques, bien qu'importante visuellement, ne représente que 4% en poids du gisement sur les sites étudiés. La moitié correspond à des plastiques souples d'emballages. Ils arrivent très majoritairement en mélange (notamment en bi-flux). A noter que l'exercice d'identification visuelle n'a pas été réalisé dans un but de reconnaître les différents types de plastiques.

Les autres catégories plus à la marge sont le verre (3%), les textiles (1%) et le plâtre (1%).

A noter que près d'1/4 du flux (appelé « Autre ») correspond soit à des éléments fins, soit d'autres catégories (DEEE, moquettes, ...), soit à des objets non reconnaissables au travers des identifications visuelles (par exemple : déchets contenus dans des sacs plastiques noirs).

3.3.4.1. Composition moyenne des flux en mélange

L'un des objectifs de ce travail d'identification visuelle était de disposer d'une meilleure connaissance des flux en mélange, c'est-à-dire les flux contenant 2 fractions ou plus, reçus sur les installations de tri.

Les données récoltées mettent en avant les tendances ci-dessous.

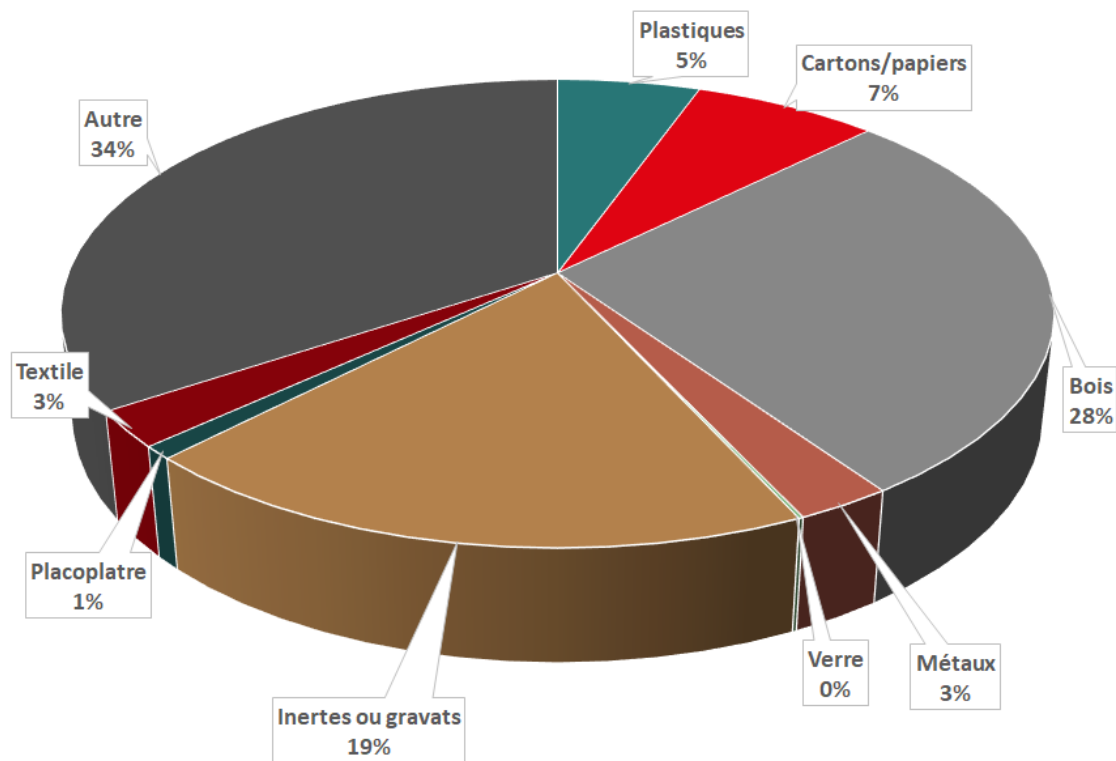


Figure 14 : Composition moyenne globale en masse des flux en mélange

Les flux en mélange peuvent se décomposer en quatre flux ou groupe de flux :

- Le bois (28%), dont les 3/4 correspondent à du bois B ;
- Les inertes (19%) ;
- 34% d'éléments fins ou non reconnaissables ;
- 19% pour le reste des catégories plus à la marge² : fibreux – 7% ; plastiques – 5% ; métaux – 3% ; textiles – 3% ; plâtre – 1%.

Le graphique ci-dessous montre quelques points différenciants entre sites engins et sites mécanisés.

² les commentaires faits pour ces catégories dans la composition globale moyenne sont valables également pour les flux en mélange

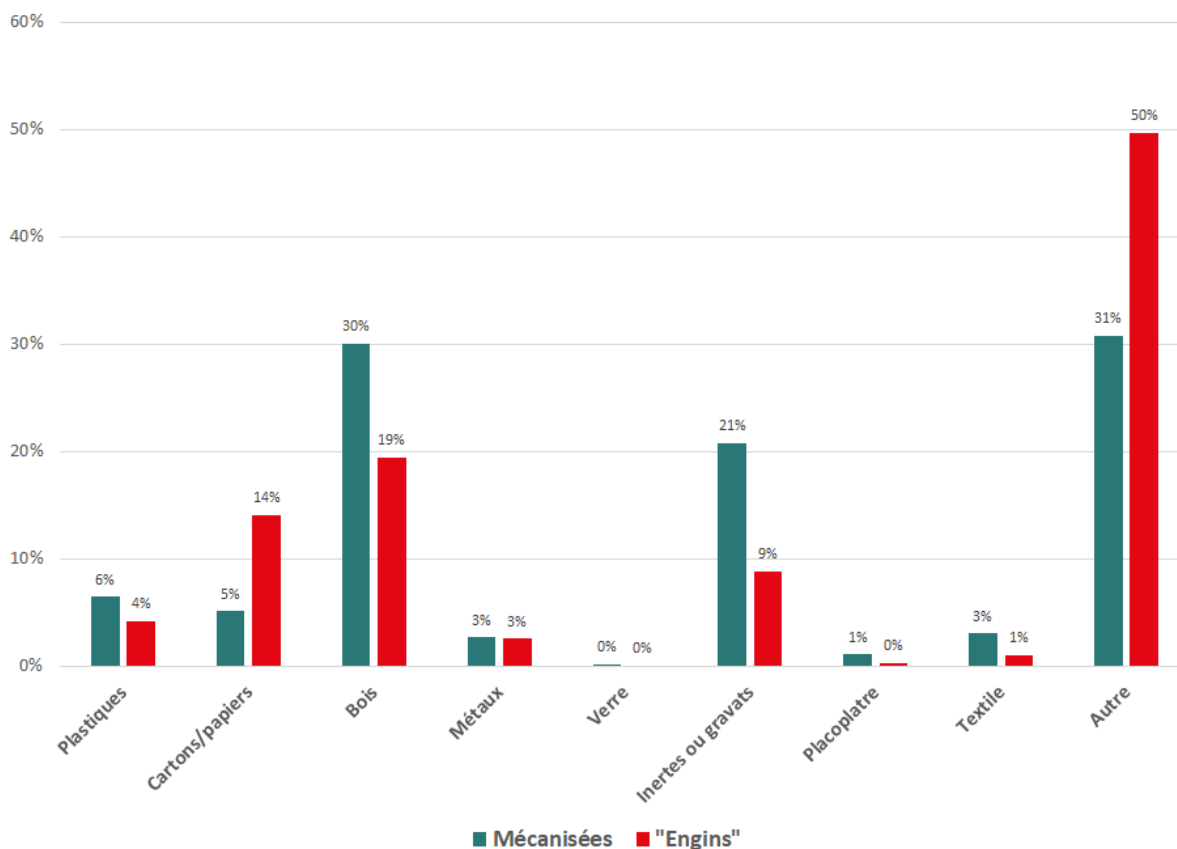


Figure 15 : Comparaison des compositions moyennes en masse des flux en mélange par type d'installation

Les principales différences concernent :

- Les fibres : la part de papiers/cartons dans les flux en mélange est plus importante sur les sites engins que sur les sites mécanisés (notamment présence importante de bi-flux cartons/films souples)
- La part de bois et d'inertes dans les flux mélangés reçus sur les sites mécanisés est élevée (beaucoup d'encombrants de déchèteries et de bennes mobilier) ;
- La moitié du flux en mélange reçu sur les sites engins n'a pu être identifié par les identifications visuelles. En effet, la qualité des photographies communiquées dans le cadre de la seconde campagne d'identifications visuelles n'était parfois pas suffisante pour rendre compte précisément des différents composants d'un flux, ou la granulométrie des déchets était trop faible.

3.3.5. Données économiques

Les exploitants ont été interrogés sur les éléments suivants, sur l'année de référence 2023 :

- Chiffre d'affaires ;
- Coûts d'élimination des refus, recettes liées à la valorisation matière et énergies ;
- Montant des investissements réalisés (bâtiment, process) et des subventions perçues par l'ADEME ;
- Fourchettes de prix des matières triées par grandes familles (plastiques, bois, fibreux, ferrailles...).

Les données économiques sont jugées sensibles par une grande partie des opérateurs. Malgré l'accord de confidentialité passé dans le cadre de l'étude, une grande partie des centres de tri sollicités ont refusé de fournir tout ou partie des données économiques précitées.

Sur la base des informations recueillis, les installations de tri des DAE génèrent un chiffre d'affaires fortement variable d'une unité à l'autre, en fonction des quantités traitées, des types de flux triés et produits. Sur les 18 sites de l'échantillon, le chiffre d'affaires moyen est 11,5 M€, pour une médiane à 6,3 M€. Pour faciliter la comparaison, le graphe ci-dessous présente le chiffre d'affaires annuel et les résultats ramenés à la tonne traitée.

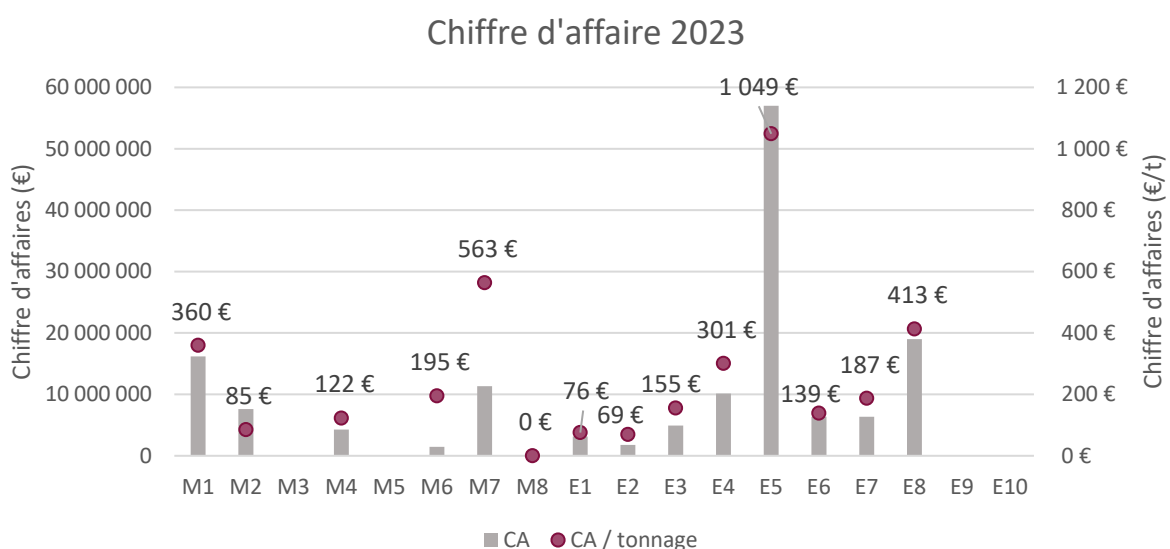


Figure 16 : Chiffre d'affaires des installations de tri des DAE à la tonne

A noter que certains centres ne disposent pas de données propres aux sites ou à l'activité DAE. Ainsi, pour E5, la donnée représentée est le chiffre d'affaires de l'agence régionale, ramenée au tonnage traité de l'installation.

Le graphe ne met pas en avant de différence marquée de chiffre d'affaires entre les centres de tri « mécanisés » et centres de tri « engins » en €/t :

- Centres de tri « mécanisés » : 76 à 563 €/ tonne ;
- Centres de tri « engins » : 69 à 1049 €/ tonne.

En moyenne, les sites ont un chiffre d'affaires aux alentours de 150 €/ tonne, avec une fourchette basse à 70-80 €/ tonne et une fourchette haute supérieure à 200 €/ tonne.

Concernant les coûts et les recettes liés aux produits sortants, ils sont présentés en ratio à la tonne dans les graphes suivants (voir figure 17 et 18). Les coûts de traitement des refus ont été soit fournis à la tonne, soit obtenus en divisant le montant annuel par les tonnages de refus. Le périmètre de coûts et de tonnage ne semble pas correspondre pour certaines installations, qui ont un coût de traitement aux alentours de 50 €/ tonne ou moins. Sans tenir compte de ces sites, le coût de traitement moyen des refus mesuré est d'environ 200 €/tonne de refus produite, TGAP comprise.

Pour les flux valorisés, les recettes à la tonne produite sont largement supérieures pour la valorisation matière par rapport à la valorisation énergétique. En effet, ce type de valorisation génère des recettes de l'ordre de 180-360 €/ tonne contre quelques €/ tonne pour la valorisation énergétique.

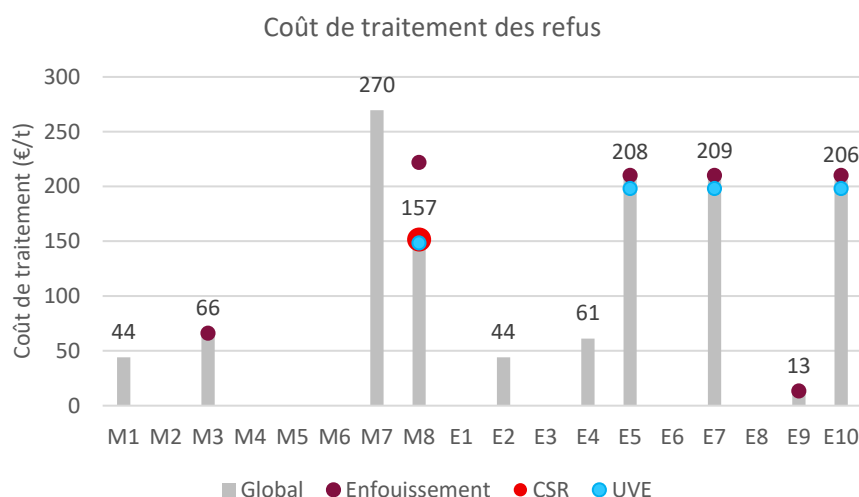


Figure 17 : Graphes des coûts liés aux produits sortants

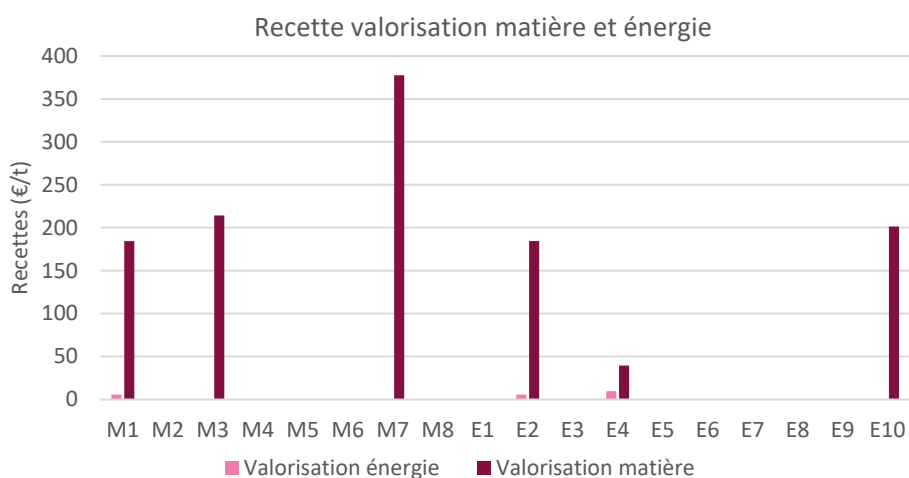


Figure 18 : Graphe des recettes liées aux produits sortants

Enfin, en ce qui concerne les montants investis (voir figure 19), la fourchette moyenne des investissements réalisés est de 5 à 15 M€ (bâtiment et process), et varie fortement selon les installations. Les montants d'investissement inférieurs à 2 M€ ne comprennent pas les investissements initiaux pour la construction du bâtiment et process. Il s'agit dans ce cas-là de sites rachetés par un nouvel opérateur. Les montants indiqués correspondent alors aux investissements réalisés depuis la date de rachat. Les investissements futurs (2025 et au-delà) n'ont pas été pris en compte dans l'analyse. L'ensemble des sites possède une partie de bâti :

- soit pour les opérations de tri : hall ou auvent abritant la chaîne de tri ou utilisé pour le tri à la pelle pour les centres de tri « engins » ;
- soit pour du stockage : hall ou auvent pour le stockage amont ou aval de matières, en balles ou vrac.

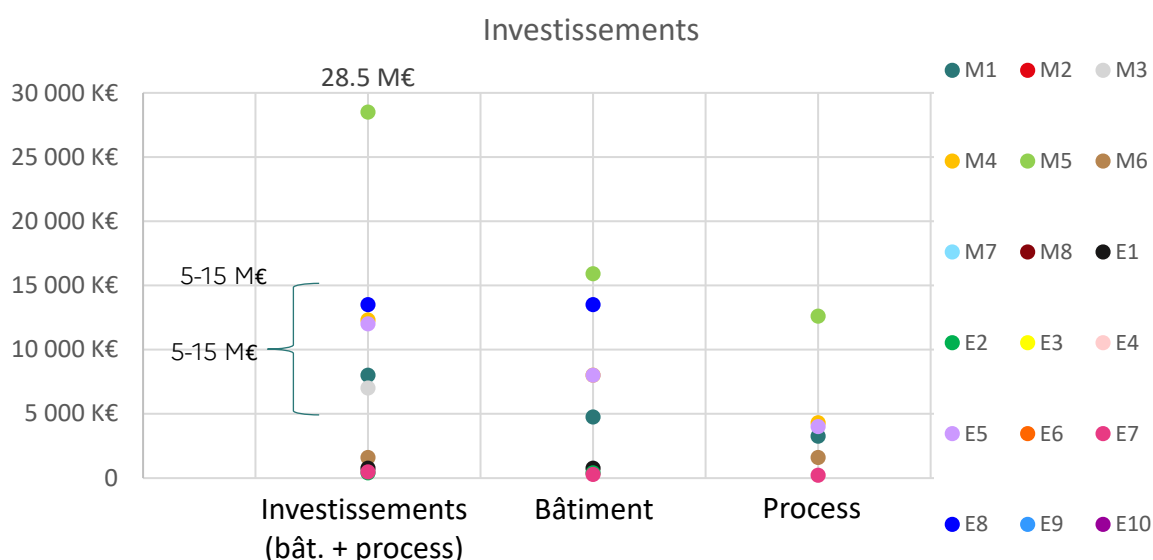


Figure 19 : Montant des investissements passés par l'installation et subventions ADEME perçues

Concernant les fourchettes de prix de reprise des matières triées, 4 opérateurs ont fourni des informations, qui sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

	Bois A	Cartons	Mélange papiers-cartons	Papiers	Ferrailles	Plastiques	Déchets verts	Inertes	DIB
Opérateur 1	5-10 €/t	60 €/t			200 €/t (mélange de ferrailles)				
Opérateur 2	15 €/t	95 €/t (1.05)	75 €/t (1.04 ou EMR) 50 €/t (1.01 ou 1.02)		65 €/t (ferraille patinage)	140 €/t (films plastiques PEBD 90/10)			
Opérateur 3	45 €/t						35 €/t	19 €/t	140 €/t
Opérateur 4				80 €/t	130 €/t	180 €/t (films plastique PEBD 80/20) 360 €/t (plastiques PEBD 98/2)			
Bilan fourchettes de prix	5-45 €/t	60-95 €/t	50-75 €/t	80 €/t	65-200 €/t	140-360 €/t	35 €/t	19 €/t	140 €/t

Tableau 9 : Fourchettes de prix de reprise par grandes familles de matières triées

Les prix de reprise sont à distinguer des recettes matières présentés en figure 18. Les recettes matières sont des montants globaux moyens tous flux confondus, issus des recettes annuelles. Les prix de reprise quant à eux correspondent uniquement au prix de vente des matériaux en sortie du centre de tri et détaillés par flux.

A noter également que, lors des échanges, les opérateurs ont soulevé l'importance du contexte économique du site pour l'analyse de ses performances. En effet :

- Certains contrats avec les opérateurs privés sont construits avec un engagement de valorisation matière minimal à respecter, par exemple de l'ordre de 30%. Il n'est alors pas toujours économiquement avantageux de maximiser la valorisation matière.
- Les filières de reprise des centres de tri sont conditionnées au contexte local, c'est-à-dire la présence des filières aux alentours du site.

Plusieurs exploitants mettent également en avant des problématiques économiques d'exploitation :

- Les centres de tri DAE ont besoin d'être flexibles sur la nature des entrants et la quantité traitée. Les tonnages ne sont pas lissés sur l'année et les installations sont dépendantes des marchés, en particulier pour celles traitant majoritairement des tonnages issus des éco-organismes (ECOMAISON).
- Les centres de tri DAE sont en concurrence avec les autres filières de traitement (élimination, incinération). La filière n'est parfois pas privilégiée car trop coûteuse en comparaison.
- Les centres de tri DAE ont des difficultés à trouver des débouchés pour certains flux et sont fortement dépendants de la fluctuation des prix de reprise des matières sortantes.

4. Outils de classement des performances de tri (phase 3)

4.1. Objet de la phase 3

La phase 2 a permis de disposer de données qualitatives et quantitatives sur les centres de tri audités, en termes de tonnages, filières de valorisation ou encore de fonctionnement.

La phase 3 de l'étude a pour objectif de **définir des critères et indicateurs pertinents** issus de ces données afin **d'évaluer le niveau de performance des centres de tri de déchets d'activités économiques**.

La performance d'un centre de tri DAE peut être définie comme :

- Remplir la fonction de « tri » de façon efficace, c'est-à-dire extraire un maximum de matières en vue de leur valorisation matière, énergétique, de façon à limiter les quantités enfouies ;
- Avoir une exploitation performante en termes d'organisation, de traçabilité ou encore sécurité.

L'enjeu de cette étape est de choisir des critères adaptés à ce type d'installation, s'appuyant sur des données facilement mesurables par les exploitants.

L'outil doit aboutir à une **notation unique**, pour que chaque site puisse s'évaluer d'une part, et de mesurer l'évolution des performances en cas d'extension de tonnage ou de modification du process.

L'élaboration du système de catégorisation a été réalisée dans une logique collaborative avec les différents opérateurs et simultanément à la préparation des audits pour anticiper les données à demander aux exploitants. L'enjeu est de bénéficier du retour d'expérience des opérateurs afin de définir des critères applicables et pertinents.

Ensuite, 7 réunions de travail ont été organisées avec les exploitants des sites ou leurs représentants et les fédérations professionnelles (FNADE, FEDERREC, SNFID) pour coconstruire une première version de méthodologie d'évaluation des performances de centres de tri DAE. Celle-ci pourra être affinée ultérieurement avec un nouveau panel de sites volontaires.

4.2. Méthodologie

La méthodologie suivie pour établir un outil d'évaluation de la performance des centres de tri est la suivante :

- 1) Construction des propositions de critères de performance :
 - a. Élaboration des critères
 - b. Définition de seuils
 - c. Définition de la méthodologie pour le classement
- 2) Proposition des critères et recueil des avis lors de plusieurs réunions d'échange entre l'ADEME et les exploitants et Fédérations ;

Une fois l'outil établi, les critères calculés avec les informations des audits ont été proposés aux exploitants. S'en est suivi une période d'échanges et de réunions de travail pour adapter le système existant afin de :

- Déterminer les limites des critères proposés ;
- Choisir les critères les plus pertinents ;
- Proposer de nouveaux critères ou associations de critères ;
- Définir des seuils de performance pour chaque critère ;
- Définir une méthodologie afin d'aboutir à un critère unique.

Les critères ont été actualisés tout au long de cette phase avec les données complémentaires fournies par les opérateurs.

4.3. Résultats

4.3.1. Préambule

Au cours des différentes réunions de travail, différents critères ont été proposés et testés avec les données des sites volontaires. Deux types de critères ont été retenus :

- **Les critères de catégorisation** : ils permettent de regrouper les sites en groupes comparables et homogènes. Les indicateurs sont basés sur les tonnages traités sur le site concerné et le nombre d'équipements composant le process ;
- **Les critères de performances** : ces indicateurs permettent de mesurer de façon directe la performance des centres de tri à partir de la qualité des tris effectués.

Ces deux types de critères sont complémentaires car ils ne se limitent pas uniquement à évaluer la performance stricto sensu de la performance des installations de tri mais aussi de prendre en compte la variabilité de la qualité des déchets entrants d'une part et les possibilités ou non de valorisation des matières triées.

Les deux types de critères sont présentés dans le tableau 25.

Critères de « catégorisation »	Critères de performance
<i>Ces indicateurs permettent de caractériser plus finement le type de centre de tri étudié (degré de mécanisation, notion de débit avec le tonnage traité annuellement) ainsi que la typologie du tri effectué (tri majoritaire de monoflux, flux en mélange, diversité des flux sortants).</i>	<i>Ces indicateurs caractérisent directement la performance du tri effectué. En d'autres mots, la capacité du centre de tri à extraire des matières valorisables d'un flux et les rediriger vers les filières de valorisation adaptées tout en réduisant les quantités enfouies.</i>
Critère E : Niveau de mélange	Critère V : Valoscore Tonnages extraits pondérés à une hiérarchie des modes de valorisation
Critère M : Nombre de machines	Critère R : Taux de valorisables dans les refus Part de valorisables non extraite des flux entrants
Critère T : Tonnage annuel	Critère CR : Taux de refus
Critère S : Nombre de flux sortants	

Tableau 10: Critères de performance et de catégorisation

4.3.2. Critères de catégorisation

4.3.2.1. Critère Niveau de mélange (« E »)

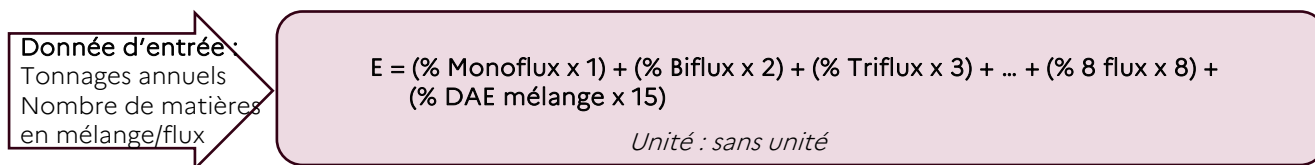
4.3.2.1.1. Présentation du critère et modalités de calcul

Le critère « E » donne une indication du « niveau de mélange » des flux en entrée d'un centre de tri. Cet indicateur permet de caractériser la complexité de l'opération de tri à effectuer par l'exploitant et la variabilité de la qualité des flux entrants.

Le « niveau de mélange » est le nombre de matières différentes présentes dans un flux à trier, en entrée du centre de tri. Par exemple, un flux composé de cartons et f plastiques a un « niveau de mélange » égal à deux.

Ainsi, le niveau de mélange le plus bas correspond à des monoflux, qui ne comportent qu'une seule matière. Le rôle de l'opérateur est alors de retirer les éventuelles impuretés présentes dans les bennes livrées et éventuellement d'effectuer un conditionnement. Au contraire, le niveau de mélange le plus haut correspond à un flux de DAE en mélange, comprenant des objets de natures différentes en nombre, au-delà de ceux de la réglementation 8 flux.

Le critère « E » est construit de façon à donner un aperçu du niveau de mélange moyen des flux traités par une installation, selon la méthodologie de calcul suivante :



$$E = (\% \text{ Monoflux} \times 1) + (\% \text{ Biflux} \times 2) + (\% \text{ Triflux} \times 3) + \dots + (\% \text{ 8 flux} \times 8) + (\% \text{ DAE mélange} \times 15)$$

Unité : sans unité

Les données utilisées pour chaque site sont issues de la grille des flux (cf annexe 3) remplie par l'exploitant. Pour rappel, cette étude est basée sur l'année de référence 2023.

La part (%) de chaque type de flux (monoflux, biflux, DAE en mélange, etc) est déterminée en divisant le tonnage entrant du type de flux considéré par le tonnage global entrant sur le centre de tri sur l'année de référence 2023.

La pondération associée correspond au niveau de mélange du flux. Au-delà du seuil de 8 flux présents dans une benne, lié à la réglementation 7/8 flux du Code de l'Environnement, le flux est considéré comme des DAE en mélange. La pondération pour les tonnages concernés est alors de 15, valeur moyenne du nombre de flux principaux retrouvés dans ces bennes.

Les valeurs de cet indicateur peuvent donc s'échelonner de 1 (site ne recevant que des monoflux) à 15 (site recevant que des flux en mélange)

Selon la grille des flux, les flux considérés comme DAE en mélange dans le calcul sont les flux suivants :

- DAE valorisables en mélange
- Encombrants
- Déchets d'Éléments d'Ameublement ou mobilier

Les seuils proposés pour ce critère, au regard des éléments fournis lors des audits, sont les suivants :

Seuils	Plage numérique	Nombre de centres de tri concernés
1	Supérieur ou égal à 12	5
2	7.5 à <12	3
3	5 à <7.5	4
4	2 à <5	2
5	0 à <2	4

Tableau 11 : Seuils critère E

Ces seuils ont été établis après analyse des résultats des différents sites pour le critère E, de façon à obtenir une répartition des installations homogène.

4.3.2.1.1. Résultats par site

Les centres de tri interrogés traitent en moyenne des flux avec un « niveau de mélange » de 8.

Les sites mécanisés ont tendance à trier davantage de flux en mélange, avec une moyenne à 12. En particulier, les sites M4 à M8 traitent exclusivement des déchets entrant dans la catégorie « DAE en mélange ».

Au contraire, les centres de tri « engins » trient plus de monoflux, avec une moyenne du critère à 4. La moitié de ces sites a un niveau de mélange d'environ 2, avec donc un tri majoritaire de monoflux et biflux. L'autre part a un fonctionnement intermédiaire avec un niveau de mélange autour de la moyenne de l'échantillon.

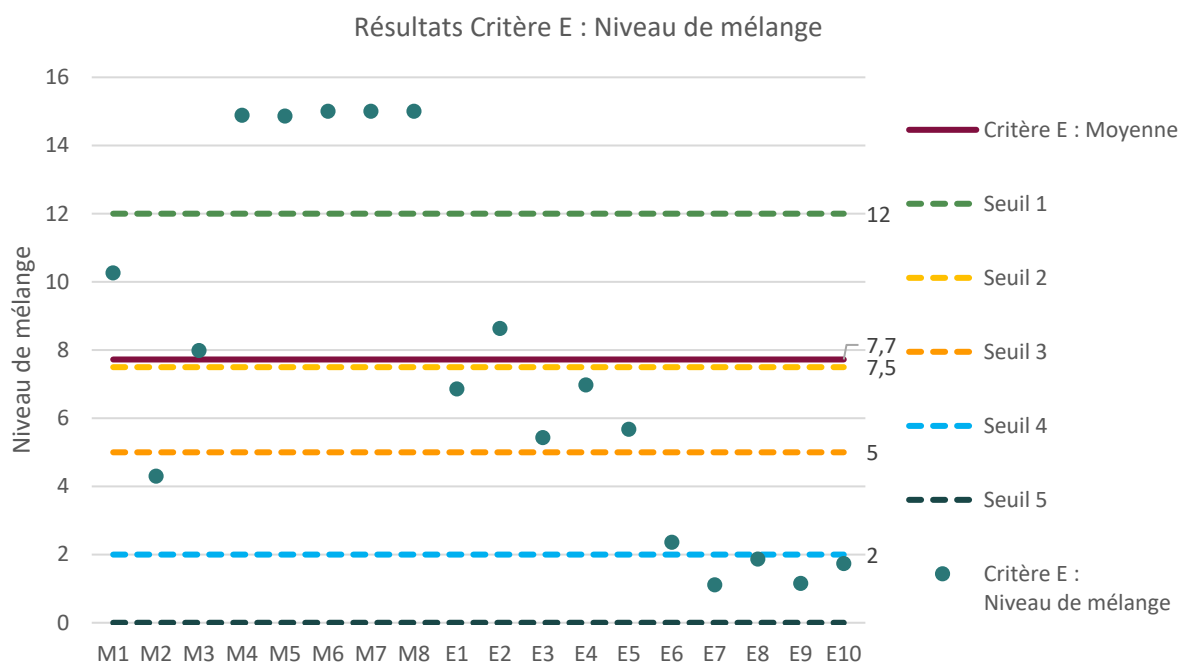


Figure 20 : résultats critère E par site

4.3.2.1.2. Avis et points de vigilance sur l'application du critère

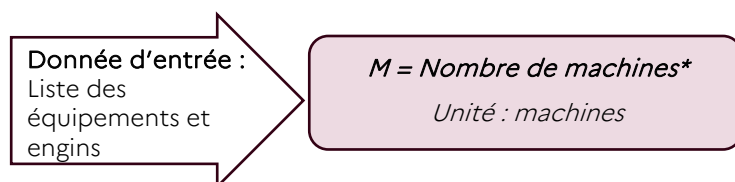
Le critère E est un critère fiable car uniquement basé sur des données de tonnages, issues du pont bascule des installations. Il a été demandé aux exploitants de préciser le nombre de matières différentes en présence pour chaque appellation de flux dans une grille de renseignement fournie en Annexe 3. Les éventuels déclassements de bennes effectués sur site ont également été pris en compte, avec affectation des tonnages concernés aux nouvelles catégories de flux. Par exemple, une partie des bennes de Cartons et Plastiques peut être déclassée en Cartons. Les quantités concernées passent donc de biflux à monoflux.

4.3.2.2. Critère Nombre de machines (« M »)

4.3.2.2.1. Présentation du critère et modalités de calcul

Le critère « M » correspond au nombre de machines présentes sur l'installation et utilisées dans le cadre du traitement de DAE.

La méthodologie de calcul proposée est la suivante :



*Est considéré comme « machine » un équipement effectuant une séparation matière des DAE. Les équipements suivants ne sont donc pas compris dans le calcul :

- Équipement pour le transport des déchets : trémie d'alimentation, convoyeurs ;
- Équipements de conditionnement : presse à balles, presse à paquets, broyeur ;
- Équipements autres liés au fonctionnement du site : équipements de détection et protection incendie, équipement pour la gestion des poussières, etc.

Les cabines de tri effectuant une séparation matière sont donc comprises dans le calcul. Une table de tri correspond alors à 1 machine. Les robots de tri et trieurs optiques effectuant plusieurs séparations matières (exemple : un tri optique trinaire, séparant donc 1 flux en entrée en 3 flux en sortie) sont considérés comme 1 unique machine.

De la même manière, les engins effectuant des opérations de pré-tri ou tri, mobiles ou fixes, sont comptabilisés. Sont donc exclus les autres engins (chargeurs, nacelles, chariots et pelles dont la fonction est uniquement le déchargement, chargement ou transport des déchets sur site).

Les seuils proposés pour ce critère, au regard des éléments fournis lors des audits, sont les suivants :

Seuils	Plage numérique	Nombre de centres de tri concernés
1	Supérieur ou égal à 16	2
2	11 à 15	2
3	6 à 10	4
4	3 à 5	6
5	0 à 2	4

Tableau 12 : Seuils critère M

Ces seuils ont été établis après analyse des résultats des différents sites pour le critère M, de façon à obtenir une répartition homogène des installations. Plus les installations se situent dans un seuil haut, plus le degré de mécanisation du site est important, avec une chaîne de tri développée et des typologies de séparation matière différentes (mécanique, optique, robotique).

4.3.2.2. Résultats par site

Le critère M donne une indication du degré de mécanisation d'un site. Ce paramètre est donc lié aux performances de tri car il correspond aux moyens techniques avancés pour les atteindre. Les modalités d'exploitation influent également sur la qualité du tri mais les équipements représentent le socle pour aboutir à une installation performante.

Le critère M moyen est de 8 équipements par site sur l'échantillon audité. Par la définition des « sites mécanisés » et sites « engins », une différence marquée est observée entre ces deux typologies de sites au regard de cet indicateur.

Les centres de tri « engins » disposent en moyenne de 1 à 4 engins effectuant du tri et/ou pré-tri, complété éventuellement d'une cabine de tri manuel. Le critère M moyen est donc de 3 machines effectuant une séparation matière par site.

Les chaînes de tri des sites « mécanisés » sont quant à elles équipées en moyenne de 13 machines effectuant de la séparation matière.

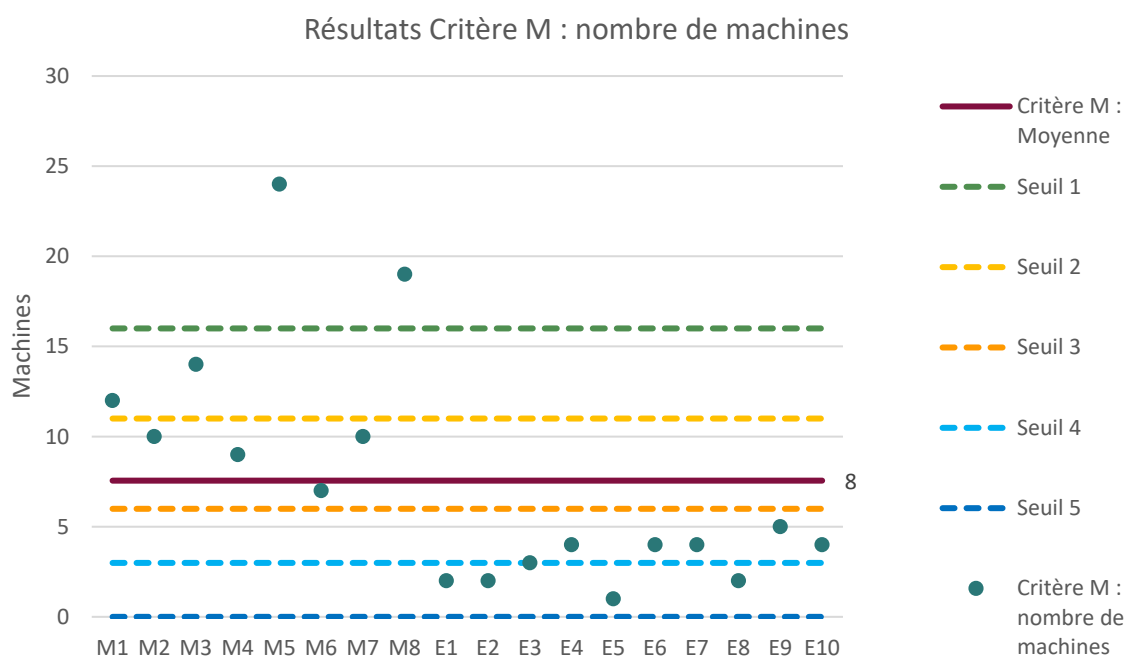


Figure 21 : Résultats critère M par site

Type d'équipement	Séparation granulométrique (crible, trommel)	Séparation lourds/légers (crible, aérauliques)	Séparation des métaux (overband, courant de foucault)	Séparation robotique	Séparation optique (trieurs optiques)	Cabines de tri	Engins effectuant un pré-tri ou tri
Nombres de CDT mécanisés ayant au moins 1 équipement	8 sur 8	7 sur 8	8 sur 8	1 sur 8	5 sur 8	5 sur 8	7 sur 8
Nombre de CDT engins ayant au moins 1 équipement	/	/	1 sur 10	/	/	2 sur 10	10 sur 10

Tableau 13 : type d'équipements installé sur les sites de tri DAE

Les centres de tri « mécanisés », par définition ont au minimum une chaîne de tri avec séparation granulométrique. L'ensemble des sites audités complète la chaîne avec une séparation des métaux (séparation des ferreux grâce à un overband, séparation des aluminiums grâce à un courant de foucault ou les deux). Le reste des équipements est ensuite présent ou non en fonction du degré de mécanisation de la chaîne de tri. La majorité des sites interrogés se sont dotés d'équipements de séparation des lourds et légers, de type aéraulique, et d'équipements de séparation optique.

Un site a opté pour une séparation robotique au lieu d'une séparation par trieurs optiques. Les robots sont équipés de capteurs de vision et utilisent l'intelligence artificielle pour détecter les objets à retirer du flux.

Les centres de tri « engins » sont parfois équipés de cabines pour le tri de flux spécifiques, sans pour autant avoir une chaîne de tri. Un site de l'échantillon dispose également d'un overband, intégré en bout de table de tri.

4.3.2.3. Avis et points de vigilance sur l'application du critère

Le critère M est un critère fiable car il repose sur des données factuelles comme le synoptique de tri, les listes d'équipements et d'engins fournis par les exploitants.

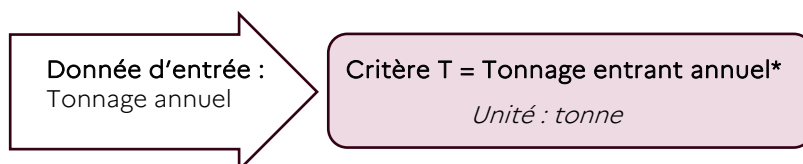
Les points de vigilance vis-à-vis de ce critère sont de bien distinguer les équipements qui ne sont pas utilisés pour les activités liées aux DAE, ainsi que les équipements n'effectuant pas de séparation matière.

Les opérateurs et fédérations ont cependant mis en avant que ce critère ne mesure pas directement la performance du tri.

4.3.2.4. Critère Tonnage annuel entrant (« T »)

4.3.2.4.1. Présentation du critère et modalités de calcul

Le critère « T » correspond au tonnage entrant annuel sur l'installation pour les activités de traitement des DAE. La méthode de calcul proposée est la suivante :



*Sont compris dans le tonnage entrant l'ensemble des flux réceptionnés sur le site de tri des Déchets d'Activités Économiques selon le périmètre défini en partie 3.3.1 du présent rapport, sur la base des valeurs renseignées par les exploitants.

Sont donc exclus les tonnages réceptionnés sur site pour d'autres activités exercées par l'exploitant, par exemple celles relevant de la rubrique 2712 sur les véhicules hors d'usage ou de la rubrique 2713 relative aux plateformes métaux.

Les seuils proposés pour ce critère, au regard des tonnages traités, sont les suivants :

Seuils	Tonnage entrant annuel	Nombre de centres de tri concernés
1	≥60 000	4
2	45 000 à <60 000	5
3	30 000 à <45 000	5
4	15 000 à <30 000	3
5	0 à <15 000	1

Tableau 14 : Seuils critère T

Ces seuils ont été établis après analyse des résultats des différents sites pour le critère T, de façon à obtenir une répartition des installations homogène.

4.3.2.4.2. Résultats par site

Le tonnage traité est une donnée essentielle pour apprécier la performance d'un centre de tri. En effet, ce paramètre donne une indication du débit auquel fonctionne l'installation et de sa viabilité économique. Une exploitation, même si elle dispose d'excellents taux de captation et qualité des produits, ne peut pas fonctionner sur le long terme sans un tonnage traité suffisant.

Comme évoqué plus en détails en partie 3.3.2, les installations de tri interrogées réceptionnent en moyenne 49 kt de DAE par an avec des tonnages plus importants pour les centres de tri « mécanisés ». Un différentiel de 20 kt/an est observé entre les 2 typologies d'installations : 60 kt/an en moyenne pour les sites « mécanisés » contre 40 kt/an pour les centres de tri « engins ». Cette différence est accentuée par la présence dans l'échantillon d'une installation mécanisée traitant 150 kt/an.

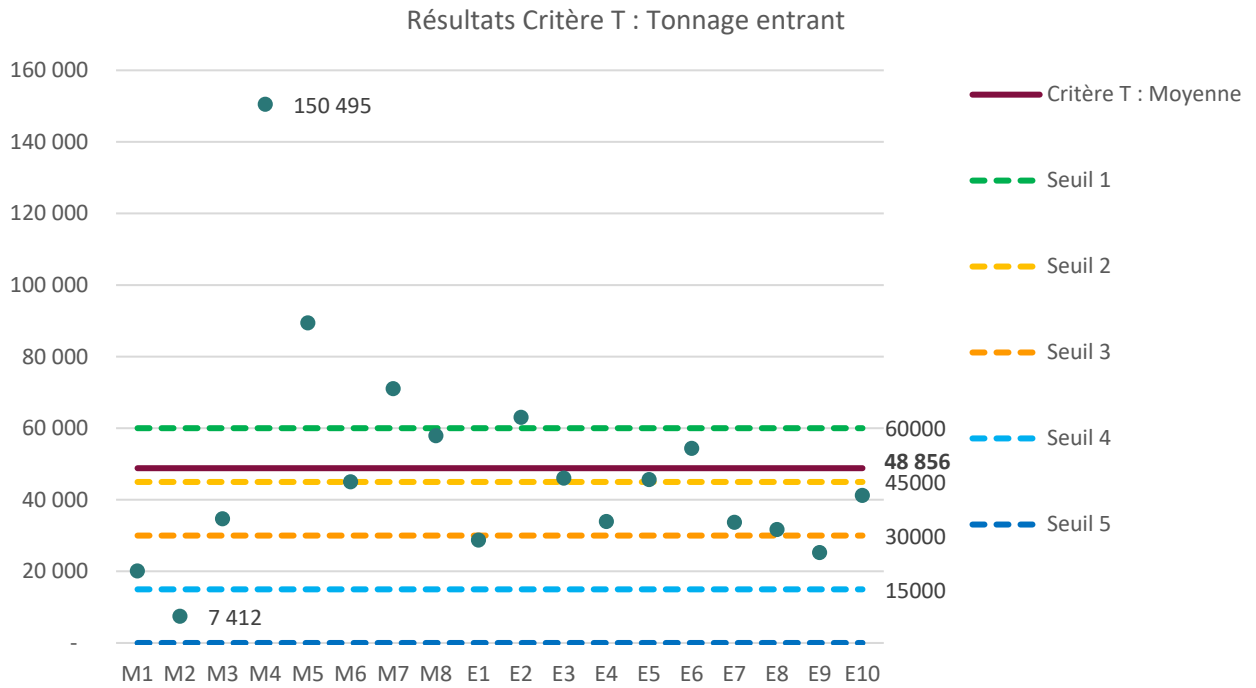


Figure 22 : Résultats du critère T par site

4.3.2.4.3. Avis et points de vigilance sur l'application du critère

Cet indicateur est basé sur des données factuelles et mesurées par l'ensemble des exploitants grâce aux données issues de leur pont bascule. Il s'agit donc d'un critère fiable, qui nécessite cependant de bien définir le périmètre des tonnages pris en compte pour le calcul pour les sites multi activités.

Les opérateurs et fédérations ont cependant mis en avant que ce critère ne mesure pas directement la performance du tri.

4.3.2.5. Critère Nombre de flux sortants valorisés (« S »)

4.3.2.5.1. Présentation du critère et modalités de calcul

Le critère S mesure le nombre de flux faisant l'objet d'une valorisation matière ou énergie (hors refus à destination de l'enfouissement), sur la base de la « grille des flux » utilisée pour les audits et fournie en Annexe 2.

Cet indicateur donne un aperçu de la diversité des flux en sortie des installations. Dans la même logique que le critère E, il donne une indication de la complexité du tri effectué selon la qualité du flux entrant.

Exemple :

Cas 1

Flux en entrée : DAE en mélange

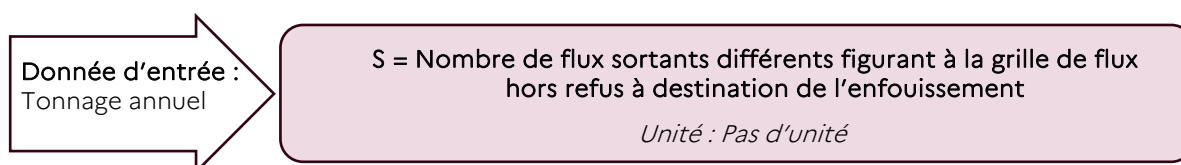
Flux en sortie : Métaux ferreux non-emballages ; Métaux non ferreux non-emballages ; Gravats ; Bois B

Cas 2

Flux en entrée : DAE en mélange

Flux en sortie : Métaux ferreux non-emballages ; Métaux non ferreux non-emballages ; Gravats ; Bois B ; Plâtre ; Films plastiques ; Cartons ; Verre ; Mixte plastique rigide non-emballage

Les modalités de calcul pour le critère sont les suivantes :



Les seuils proposés pour ce critère sont les suivants :

Seuils	Nombre de flux sortants hors enfouissement	Nombre de centres de tri concernés
1	≥20	3
2	15 à 19	3
3	10 à 14	3
4	5 à 9	6
5	0 à 4	3

Tableau 15: Seuils critère S

Ces seuils ont été établis après analyse des résultats des différents sites pour le critère S, de façon à obtenir une répartition homogène des installations.

4.3.2.5.2. Résultats par site

En moyenne, les sites interrogés ont 12 flux sortants différents (hors refus en enfouissement). Les sites mécanisés ont tendance à moins diversifier les types de flux en sortie avec environ 8 flux différents. Au contraire, les centres de tri engins ont en moyenne 15 flux sortants.

Cette dynamique observée est opposée à celle dû au critère E : Niveau de mélange. Ainsi, l'analyse montre que communément, les centres de tri « mécanisés » acceptent des flux complexes, avec beaucoup de fractions différentes en mélange pour en ressortir les fractions principales, dont une, fait souvent l'objet d'une valorisation énergétique (CSR ou UVE). Les centres de tri « engins » réceptionnent quant à eux plus de monoflux de natures diverses. En conséquence, leur nombre de flux sortants est souvent haut, en lien avec la diversité de l'entrant.

Les flux produits les plus récurrents sont les suivants :

1. Bois B
2. Métaux ferreux non-emballage
3. Cartons
4. Bois A
5. Gravats

Résultats Critère S : Nombre de flux sortants

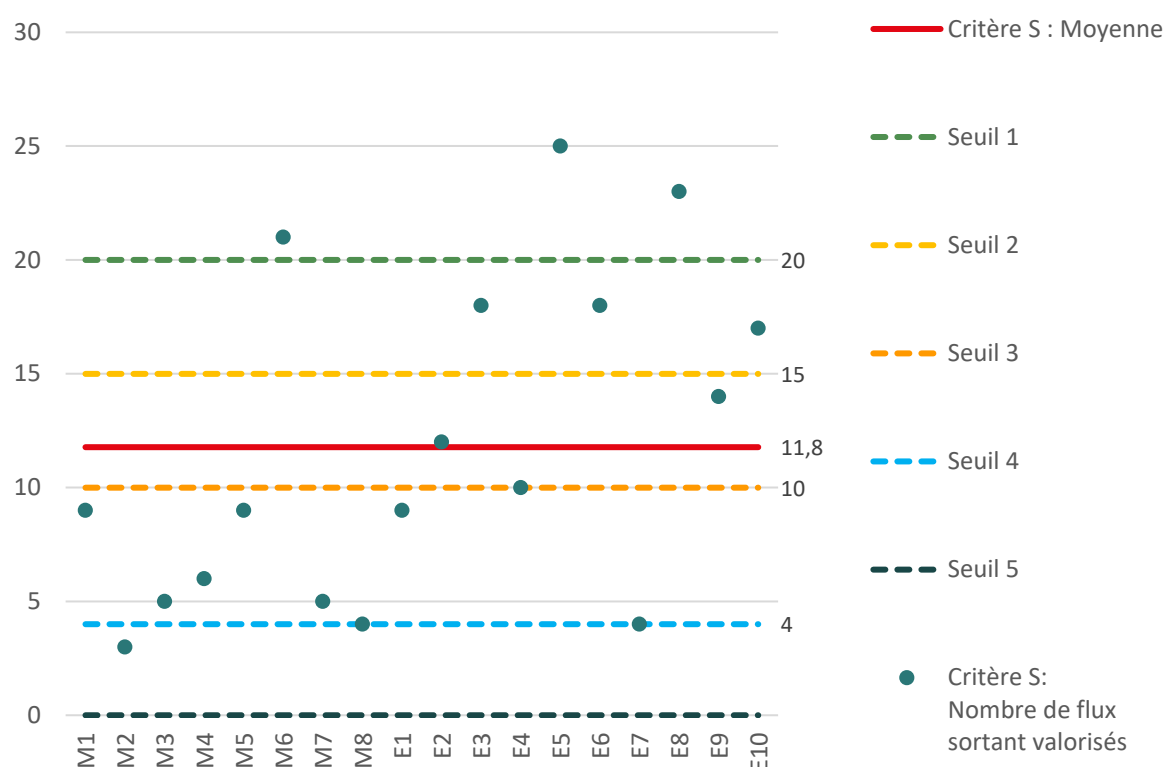


Figure 23 : résultats critère S par site

4.3.2.5.3. Avis et points de vigilance sur l'application du critère

Le critère S est fiable car il repose uniquement sur des données de pesées issues du pont-bascule.

Les opérateurs et fédérations ont cependant mis en avant que ce critère ne mesure pas directement la performance du tri.

4.3.3. Critères de performance

4.3.3.1. Critère Valoscore (« V »)

4.3.3.1.1. Présentation du critère et modalités de calcul

Le critère « V » : Valoscore donne une indication sur les choix de valorisation faits par l'installation de tri, en valorisant les exploitations qui privilégient des débouchés hauts dans la hiérarchie des modes de traitement.

Ainsi, une pondération a été associée à chaque mode de traitement possible :

Type de valorisation	Pondération attribuée
Valorisation matière	5
Remblais	4
Valorisation vers une filière CSR (filière conforme à l'arrêté du 23/05/2016)	3
Envoi vers un centre de sur-tri	2
Valorisation énergétique	1
Enfouissement	0

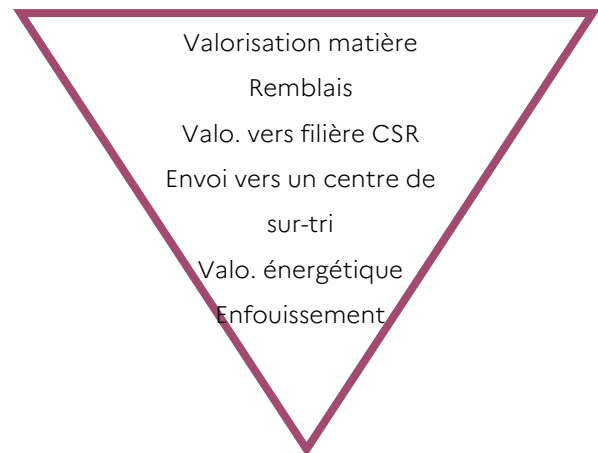
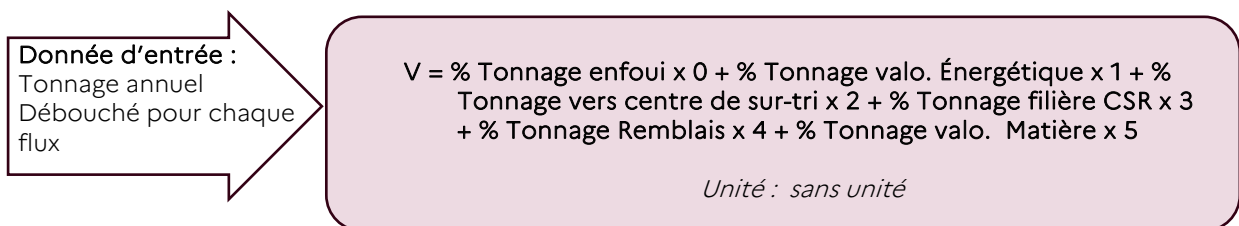


Tableau 16 : Pondération des modes de valorisation pour le calcul du Valoscore

Le critère intègre une catégorie « envoi vers un centre de sur-tri ». En effet, plusieurs installations réalisent un premier tri puis expédient le flux restant vers un centre de sur-tri pour affiner le tri sur ce flux de mélange par des équipements que le premier centre de tri ne dispose pas. Les tonnages concernés peuvent encore faire l'objet d'une valorisation matière ou au contraire être envoyés vers des filières d'élimination, ce qui justifie une pondération de cette étape supplémentaire de traitement intermédiaire (pondération égale à 2).

A noter par contre que, un centre de tri qui réalise le tri d'un ou plusieurs flux qui sont ensuite envoyés vers un centre de surtri pour affiner le tri à la résine par exemple, les tonnages correspondants doivent être considérés en « valorisation matière » car ces flux sont totalement valorisables.

La méthode de calcul proposée pour ce critère est la suivante :



Exemple : un centre de tri ayant 60% de ses tonnages sortants destinés à des filières de valorisation matière, 10% à de la valorisation énergétique en UVE, 10% en remblais et 20% en enfouissement aura un Valoscore de 3.5.

Si le type de valorisation par flux n'est pas disponible, les hypothèses suivantes ont été posées :

- Les flux de bois, métaux, plastiques, déchets verts, caoutchouc, verre, textile, papiers, cartons, pneumatiques, plâtre, béton, laine de roche et de verre, moquette et D3E font l'objet d'une **valorisation matière** ;
- Les gravats font l'objet d'une valorisation en **remblai**.

A noter que si l'exutoire des gravats est une Installation de Stockage des Déchets Inertes (ISDI), les tonnages concernés sont comptabilisés dans la catégorie « enfouissement ».

Les seuils proposés pour ce critère sont les suivants :

Seuils	Résultat du Valoscore	Nombre de centres de tri concernés
1	≥4,5	3
2	3.5 à <4,5	4
3	2,5 à <3,5	6
4	1,5 à <2,5	4
5	0 à <1,5	1

Tableau 17 : Seuils critère V

Ces seuils ont été établis après analyse des résultats des différents sites pour le critère V, de façon à obtenir une répartition des installations homogène. En théorie, les valeurs du Valoscore peuvent donc aller de 0 (tout enfouissement) à 5 (tout valorisation matière).

4.3.3.1.2. Résultats par site

Les sites ont en moyenne un Valoscore de 3.2 car une grande partie des tonnages est à destination de filières de valorisation matière, à hauteur de 47% du tonnage.

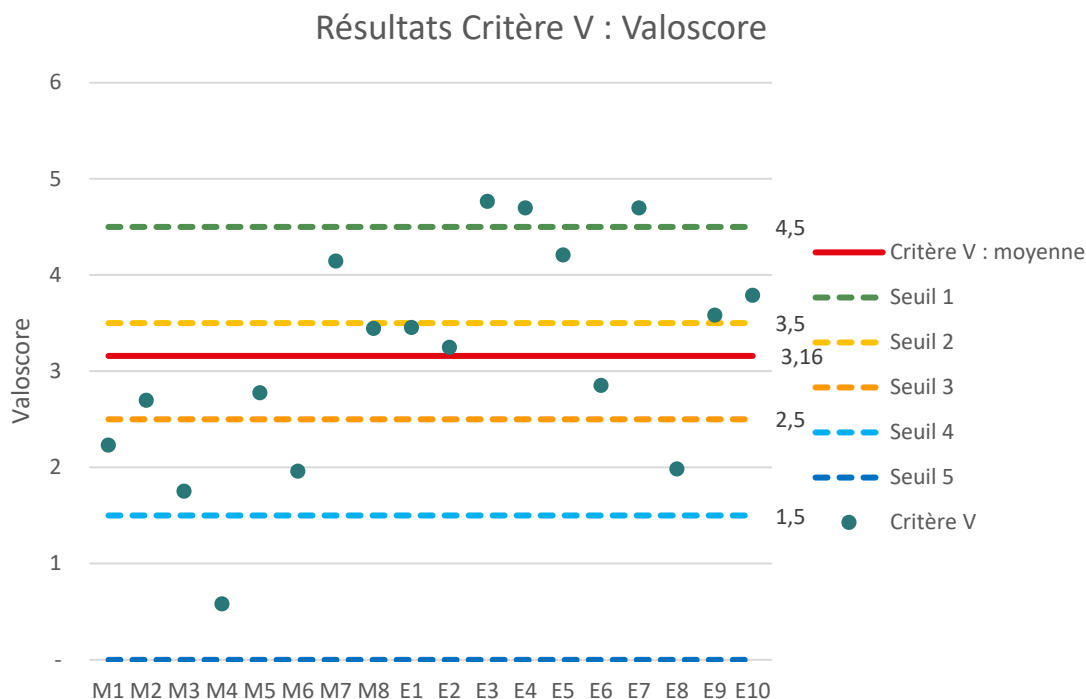


Figure 24 : résultats critère V par site

Les sites dits « engins » ont tendance à avoir une part de déchets destinée au stockage inférieure aux sites mécanisés, car 6% du tonnage passe par une étape de tri supplémentaire (voir figure 25). La part de valorisation matière est également plus élevée pour les centres de tri « engins » car ces derniers ont moins recours à des filières énergétiques (UVE, CSR).

Ainsi, ces différences de modes de traitement expliquent une valeur de Valoscore en moyenne plus élevée pour les centres de tri « engins », à savoir de 3.75 contre seulement 2.45 pour les sites « mécanisés ».

A noter que les filières choisies par chaque type de site sont fortement dépendantes du contexte local et des filières de valorisation qui y sont disponibles.

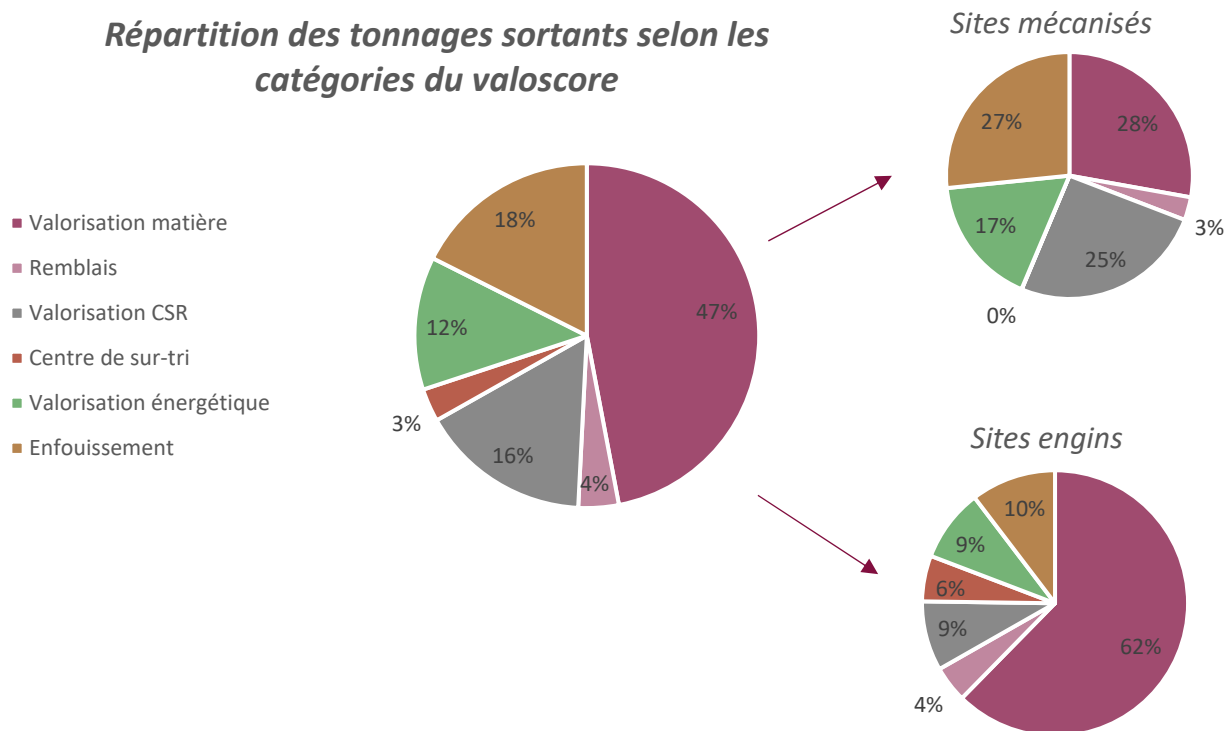


Figure 25: Répartition des tonnages sortants selon les catégories du Valoscore

4.3.3.2. Avis et points de vigilance sur l'application du critère

Le critère V est un critère fiable car il dépend des données de tonnages, issus du pont-basculé, et de données factuelles sur les modes de valorisation de chaque flux.

Les fédérations ont cependant émis des réserves quant à l'utilisation de ce critère pour évaluer la performance des centres de tri. Le critère V, tel qu'il est construit, communique une information sur les filières avalées du centre de tri. Il illustre la capacité ou possibilité du site à trouver des filières de valorisation. Cet aspect est fortement dépendant du contexte et moins d'un choix libre de l'exploitant. Par exemple, le choix d'utiliser la matière triée comme le bois pour de la valorisation matière ou de la valorisation énergétique ne dépend pas du centre de tri mais du repreneur.

De plus, les flux entrants sur les installations sont amenés à fortement varier en fonction des demandes des producteurs de DAE, tout comme leur qualité. Un centre de tri est paramétré pour valoriser un certain type et nombre de flux différents. En fonction de la variabilité de l'entrant, des proportions plus ou moins grandes de tonnages sont orientés vers l'enfouissement, ce qui impacte le Valoscore.

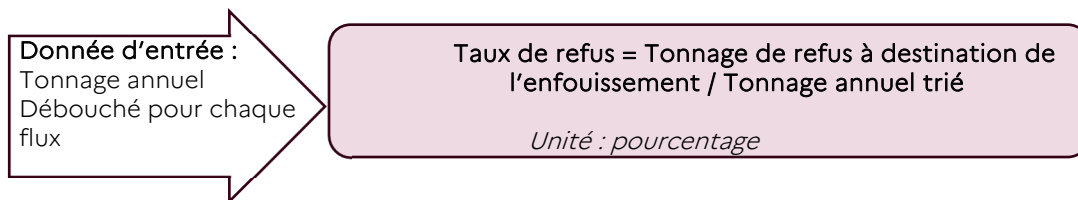
Les fédérations et opérateurs ont également mis en avant les différences de valorisation possible de la catégorie « centre de sur-tri ». Ils sont favorables à distinguer dans la hiérarchie du critère les centres de sur-tri orientés valorisation matière des centres de sur-tri donc la fonction principale est la valorisation énergétique. Cette idée, bien que fondée vis-à-vis du critère V, présente néanmoins des désavantages :

- Complexification du critère ;
- Impossibilité de faire la distinction en l'absence de données sur les tonnages sortants du centre de sur-tri ;
- La performance d'un site pour ce critère dépendrait de la performance du site aval.

4.3.3.3. Critère Taux de refus (« CR »)

4.3.3.3.1. Présentation du critère et modalités de calcul

Le « critère CR : Taux de refus » mesure la part de refus annuelle enfouie pour une installation. Ses modalités de calcul sont :



Il est issu d'un travail collaboratif pour créer un indicateur de taux de captation, adapté au secteur des déchets d'activités économiques. Au lieu de mesurer la part de valorisables extraite du gisement entrant, le paramètre observé est l'inverse, c'est-à-dire la part de refus. Cela présente l'avantage d'éviter l'intégration potentielle dans le calcul des flux valorisables issus de gisements hors périmètre de l'étude (par exemple flux en transit).

4.3.3.3.2. Résultats par site

Les résultats pour ce critère sont présentés dans le graphe ci-dessous (voir figure 26).

Le taux de refus moyen est de 20% sur l'échantillon. Les centres de tri « mécanisés » ont une moyenne légèrement supérieure (26% contre 16% pour les centres de tri « engins ») notamment à cause d'un site ayant une valeur haute de 88% de taux de refus. Cette différence serait lissée avec un échantillon de site plus large étudié.

2 sites ont un Taux de refus de 0% car ils font partie d'un maillage d'installations, l'intégralité de leurs refus étant dirigé vers un centre de sur-tri.

Résultats Critère CR : Taux de refus

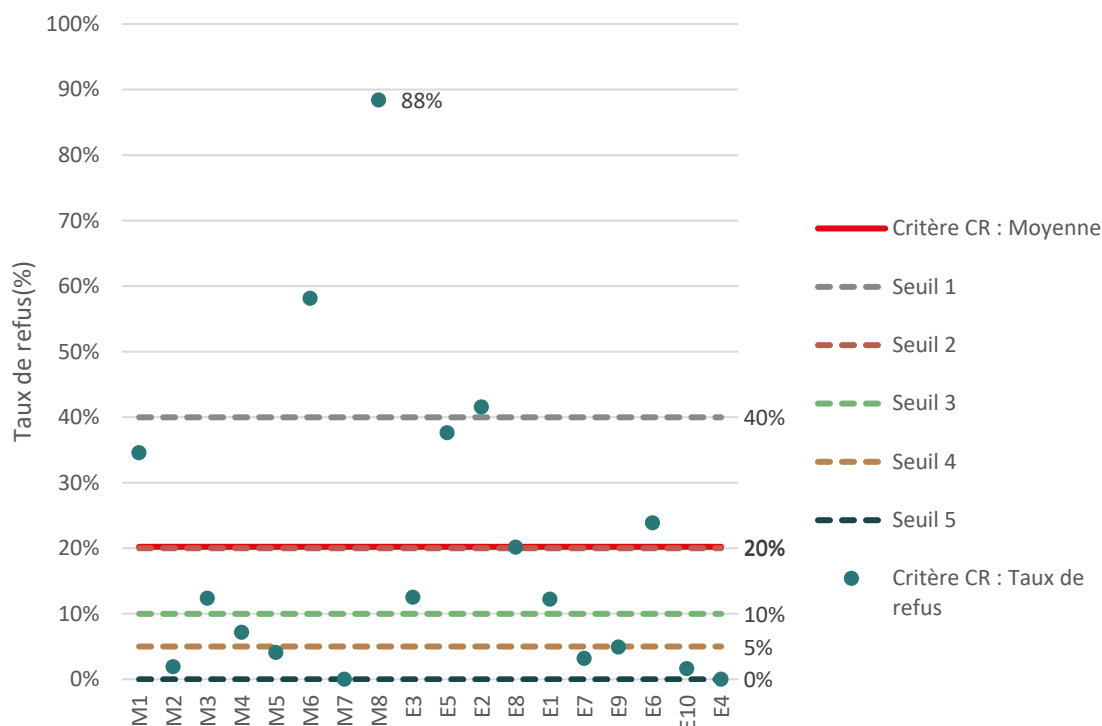


Figure 26: Résultats critère CR par site

Les seuils proposés pour ce critère sont les suivants :

Proposition de seuils	Taux de refus	Nombre de centres de tri concernés
1	≥40%	3
2	20% à <40%	4
3	10% à <20%	3
4	5% à <10%	1
5	0% à <5%	7

Tableau 18: Seuils critère CR

Ces seuils ont été établis après analyse des résultats des différents sites pour le critère CR, de façon à obtenir une répartition des installations homogène.

4.3.3.4. Avis et points de vigilance sur l'application du critère

Cet indicateur, proposé par les opérateurs et privilégié par les fédérations, est fiable car basé sur des données de tonnages issues du pont bascule des installations.

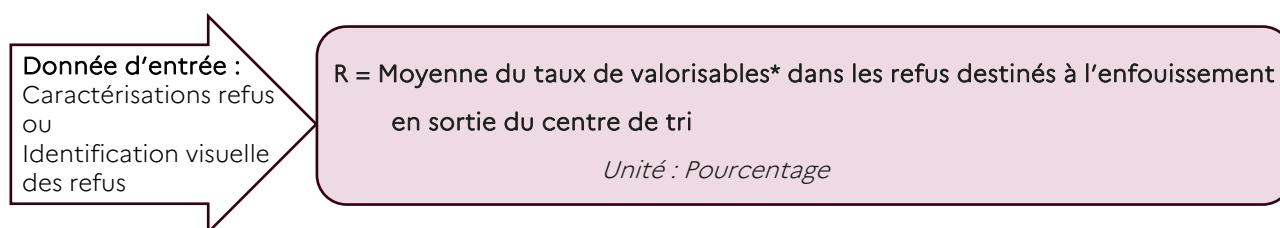
Cet indicateur pourra cependant être consolidé, notamment concernant de qui est inclus dans les valorisables et donc exclu des modalités de calcul.

4.3.3.5. Critère Taux de valorisables dans les refus (« R »)

4.3.3.5.1. Présentation du critère et modalités de calcul

Le critère « R » est le taux de valorisables dans les refus à destination de l'enfouissement. Ce critère donne une indication sur la qualité du tri effectué sur l'installation, par la mesure du taux de valorisables encore présent dans les refus destinés aux filières de stockage des déchets.

La méthodologie de calcul est la suivante :



**Est-entendu par taux de valorisables uniquement la part du flux valorisable sous forme de matière.*

Ce taux est soit :

- Fourni directement par l'exploitant lors des audits ;
- Calculé sur la base des caractérisations ou identifications visuelles de refus fournies. Sont alors considérés comme « valorisables » dans le calcul du taux les matières présentes dans les flux sortants et faisant l'objet d'une valorisation matière.

4.3.3.5.2. Résultats par site

En moyenne, le taux de valorisables dans les refus sur les sites interrogés est de 33%, avec une moyenne légèrement inférieure pour les centres de tri engins (R = 24%) comparé aux centres de tri mécanisés (R = 36%).

Les données sont très variables d'un site à l'autre quel que soit sa typologie : de 0 à 72% de valorisables pour les centres de tri mécanisés et de 7 à 55% pour les centres de tri « engins ».

A noter que 5 sites n'ont pas fourni de caractérisations ou identifications visuelles des refus. Le taux de valorisables n'est donc pas disponible pour ces installations qui sont matérialisées en rouge dans le graphe ci-dessous (voir figure 27).

Résultats Critère R : Taux de valorisables dans les refus

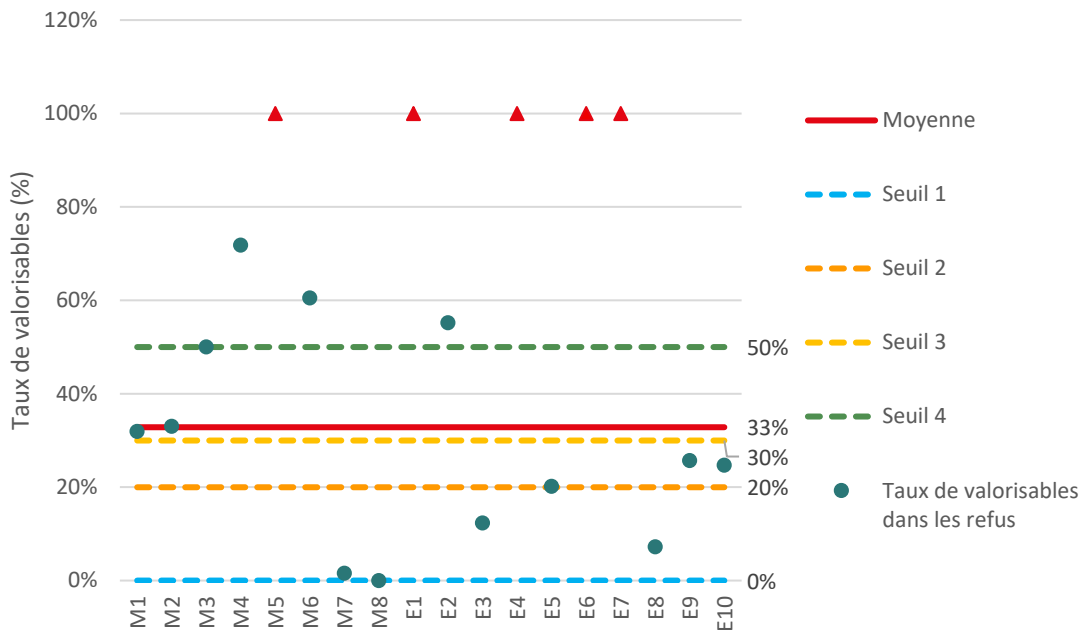


Figure 27 Critère R : Taux de valorisables dans les refus

Les seuils proposés pour ce critère sont les suivants :

Seuils	Valeurs du critère R	Nombre de centres de tri concernés
1	0 à <20%	4
2	20% à <30%	3
3	30% à <50%	2
4	≥50%	4
5	Pas de données	5

Tableau 19: Seuils critère R

Ces seuils ont été établis après analyse des résultats des différents sites pour le critère R, de façon à obtenir une répartition des installations homogène.

4.3.3.5.3. Avis et points de vigilance sur l'application du critère

Ce critère est à nuancer par le contexte économique des centres de tri étudiés :

- L'offre et la demande peuvent influencer la qualité attendue des matières en sortie de centre de tri ou la qualité des matières acceptées en entrée ;
- Certains contrats passés par les exploitants indiquent une part de valorisables à retirer du flux. L'opérateur n'a donc pas toujours d'intérêt économique à effectuer un tri poussé afin de retirer une grande part de valorisables. En conséquence, la part restante dans les refus est plus importante.

- La finalité de l'action des centres de tri est d'extraire des fractions de matière qui vont trouver des repreneurs. L'ensemble des fractions n'est donc pas trié pour assurer la rentabilité du site.

A noter que ce critère est également mesuré à partir de données ayant des degrés de précision différents (caractérisations, identifications visuelles) et à partir d'un nombre faible d'échantillons. Des caractérisations complémentaires seraient à fournir pour fiabiliser le résultat du critère. Or, la caractérisation du taux de valorisation dans les refus est effectuée par les exploitants annuellement et reflète une situation à un instant T correspondant à l'état du marché. Le taux de refus pour les Déchets d'Activités Économique varie de façon importante en fonction des entrants au moment de la mesure, contrairement à la collecte sélective où le gisement reste relativement stable en nature.

Finalement, pour être considérées comme « valorisables », les matières présentes dans les refus doivent répondre au cahier des charges des repreneurs. La granulométrie joue sur la capacité à trier (selon si le tri s'effectue à la pelle, en cabine ou s'il est automatisé), d'où la pertinence de définir des seuils de granulométrie pour ce critère en fonction de la catégorie du centre de tri. La granulométrie en deçà de laquelle toute matière est considérée comme refus, ou granulométrie des « fines », est en moyenne de 300 à 400 mm sur les sites interrogés.

4.3.4. Choix des critères de catégorisation et identification des groupes d'installations

Pour ne pas sur-complexifier l'outil d'évaluation des performances des centres de tri DAE, une analyse des critères de catégorisation a été menée afin d'identifier les indicateurs les plus pertinents pour constituer des groupes d'installations comparables.

L'analyse des critères « S » et « T » n'a pas permis d'identifier des corrélations marquées entre la typologie des sites et/ou les autres critères. Ces deux indicateurs de catégorisation n'ont donc pas été retenus.

L'analyse du critère « E » et « M » permet quant à elle d'identifier 4 groupes de centres de tri (voir figure 28 ci-dessous) :

1. Pour les sites mécanisés (M) :

- **Catégorie MA** : installations « mécanisées » effectuant un tri mixte de monoflux (pré-trié en amont) et flux en mélange (>50% de monoflux, 2, 3 ou 4 flux). Cette catégorie est caractérisée par degré de mécanisation dans la moyenne haute et un niveau de mélange moyen.
- **Catégorie MB** : installations « mécanisées » effectuant un tri majoritaire ou exclusif de DAE en mélange (>50% de flux en mélange ou à partir de 5 flux). Cette catégorie est caractérisée par un niveau de mécanisation moyen à haut et un niveau de mélange haut.

2. Pour les sites engins (E) :

- **Catégorie EB** : installations « engin » effectuant un tri majoritaire de monoflux, prétriés en amont (>50% de monoflux, 2, 3 ou 4 flux). Cette catégorie est caractérisée par un degré de mécanisation bas et un niveau de mélange des flux bas.
- **Catégorie EA** : installations « engin » effectuant un tri mixte de monoflux et flux en mélange (<50% de monoflux, 2, 3 ou 4 flux). Cette catégorie est caractérisée par un degré de mécanisation bas et un niveau de mélange moyen.

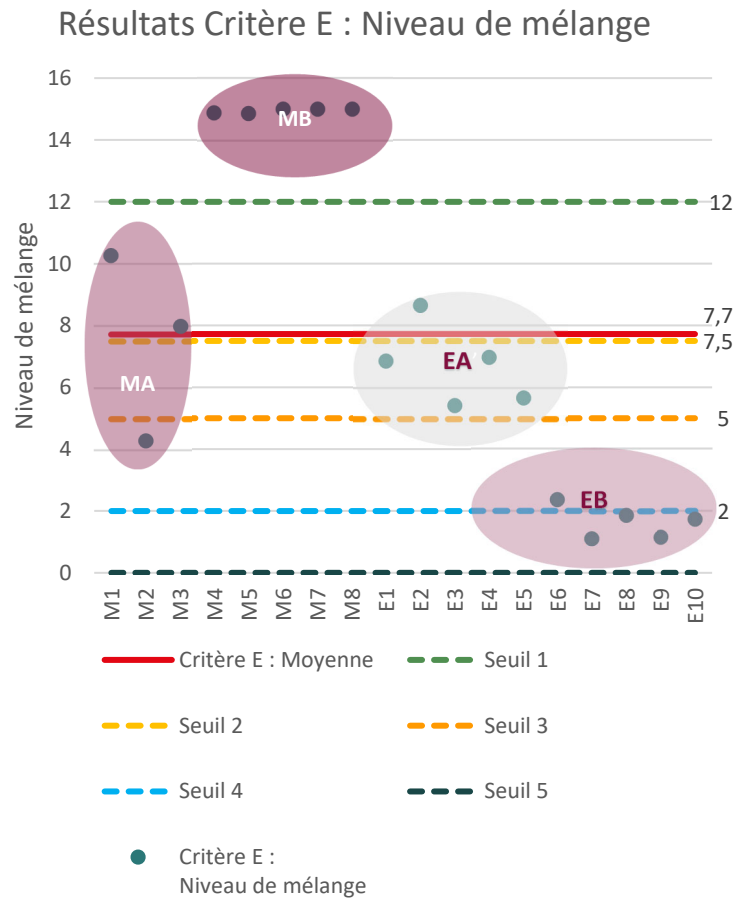
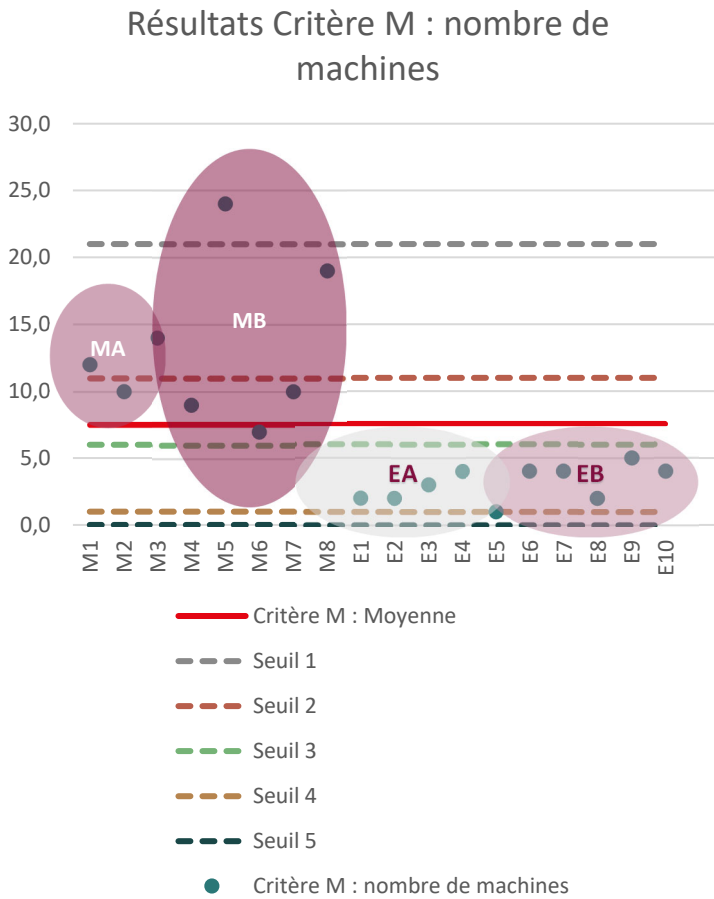


Figure 28: Analyse des critères E et M et identification de catégories de centres de tri

Ainsi, les critères de catégorisation retenus sont le critère « E » et critère « M ». Combinés, ils permettent de définir 4 catégories de centres de tri comparables :

Mode de tri	Catégorie	Conditions		Codes anonymisés des sites (<i>cf figure 28 ci-dessus</i>)
		Critère M	Critère E	
Mécanisé	CAT MA	Sites mécanisés (observation : M ≥ 6 en général pour ces sites)	Sites recevant >50% de flux mono-2, 3 ou 4 flux E < 12	M1 ; M2 ; M3
	CAT MB	Sites mécanisés (observation : M ≥ 6 en général pour ces sites)	Sites recevant >50% de flux en mélange ou 5 flux et + E ≥ 12	M4 ; M5 ; M6 ; M7 ; M8
Engins	CAT EB	Sites engins (observation : M < 6 en général pour ces sites)	Sites recevant >50% de flux mono-2, 3 ou 4 flux E < 5	E6 ; E7 ; E8 ; E9 ; E10
	CAT EA	Sites engins (observation : M < 6 en général pour ces sites)	Sites recevant <50% de flux mono-2, 3 ou 4 flux E ≥ 5	E1 ; E2 ; E3 ; E4 ; E5

Tableau 20: Définition des catégories de centres de tri

4.3.5. Synthèse de la performance

4.3.5.1. Choix du système de notation

Comme évoqué précédemment, des seuils sont définis pour chaque critère et les installations sont positionnées vis-à-vis de ces valeurs limites pour chaque critère. Il s'agit ensuite de définir une méthodologie pour aboutir à un critère unique.

2 méthodologies ont été proposées et discutées :

- **Proposition 1** : affectation d'un coefficient unique de performance à chaque centre de tri **sur la base de critères de performance**, pour chaque catégorie de centre de tri. Cette proposition s'appuie sur le travail effectué sur les critères de catégorisation et critères de performance.
- **Proposition 2** : affectation d'un coefficient unique de performance **sur le modèle de l'arrêté du 20 février 2023**. Cette proposition s'appuie sur des éléments de la réglementation citée, sans exploiter le système de critères évoqué en partie précédente.

Dans les deux cas, des coefficients de performance sont affectés pour chaque critère aux installations, selon des arbres de décision qui varient en fonction de la catégorie du centre de tri (MA, MB, EA, EB).

Proposition 1 – critères de performance

Les coefficients de performance des sites sont attribués sur la base d'un arbre de décision à partir des critères de performances définis précédemment : le Valoscore (« V »), le taux de valorisables dans les refus (« R ») et le taux de refus (« CR »).

Les critères et seuils sont identiques pour l'ensemble des catégories de centres de tri (A, A', B, B'). Seul l'arbre de décision diffère et permet d'aboutir à des coefficients de performances sensiblement différents et adaptés à chaque groupe de sites.

Chaque arbre de décision a été établi en analysant les résultats des installations en sous-groupes comparables.

1. Pour les centres de tri de catégories MA et EB :

Exemple pour un centre de tri CAT MA : taux de valorisables dans les refus de 18%, valoscore de 3.2 et taux de refus de 14%.

<u>CAT. MA et EB</u>	Crit. R	Crit. V	Crit. CR	
Seuil 1	<20%	>4,5	<5%	<i>Coefficient 1 (C1)</i>
Seuil 2	20 à 30%	3,5 à 4.5	5 à 10%	<i>Coefficient 2 (C2)</i>
Seuil 3	30 à 50%	2,5 à 3.5	10 à 20%	
Seuil 4	> 50%	1,5 à 2.5	20 à 40%	<i>Coefficient 3 (C3)</i>
Seuil 5	Pas de données	<1,5	>40%	

Tableau 21: Arbre de décision CAT MA et EB - coefficients de performance

2. Pour les centres de tri de catégories MB et EA :

CAT. MB et EA	Crit. R	Crit. V	Crit. CV	
Seuil 1	<20%	>4,5	<5%	Coefficient 1 (C1)
Seuil 2	20 à 30%	3,5 à 4,5	5 à 10%	
Seuil 3	30 à 50%	2,5 à 3,5	10 à 20%	Coefficient 2 (C2)
Seuil 4	> 50%	1,5 à 2,5	20 à 40%	Coefficient 3 (C3)
Seuil 5	Pas de données	<1,5	>40%	

Tableau 22 : Arbre de décision CAT MB et EA - coefficients de performance

Pour la catégorie MA et EB

	Critère V	Critère R	Critère CR	
Seuil 1	> 4,5	< 20%	< 5%	Coefficient 1
Seuil 2	3,5 à ≤ 4,5	20 à < 30%	5 à < 10%	
Seuil 3	2,5 à ≤ 3,5	30 à < 50%	10 à < 20%	Coefficient 2
Seuil 4	1,5 à ≤ 2,5	50% et +	20 à < 40%	
Seuil 5	< 1,5	Pas de données	40% et +	Coefficient 3

Pour la catégorie MB et EA

	Critère V	Critère R	Critère CR
Seuil 1	> 4,5	< 20%	< 5%
Seuil 2	3,5 à ≤ 4,5	20 à < 30%	5 à < 10%
Seuil 3	2,5 à ≤ 3,5	30 à < 50%	10 à < 20%
Seuil 4	1,5 à ≤ 2,5	50% et +	20 à < 40%
Seuil 5	< 1,5	Pas de données	40% et +

Ainsi, un centre de tri du groupe MA avec un taux de valorisables dans les refus de 18%, un Valoscore de 3.2 et un taux de refus de 14% se verra attribuer les coefficients suivants : R = C1, V = C3 et CR = C3.

Proposition 2 – arrêté du 20 février 2023

L'arrêté du 20 février 2023, relatif au tarif réduit de la TGAP applicable à la réception par certaines installations de valorisation énergétique des résidus à haut pouvoir calorifique issus d'opérations de tri performantes, détaille des seuils à respecter pour les flux de déchets issus d'une collecte séparée faisant l'objet d'une opération de tri en vue de leur valorisation matière.

Pour chaque flux, 2 valeurs limites sont à respecter pour les paramètres suivants :

- La proportion de résidus de tri :

$$\% \text{ de résidus de tri} = \frac{\text{Masse des résidus de tri du flux de déchets}}{\text{Masse du flux de déchets entrant dans l'opération de tri}}$$

Cette valeur correspond à la part de refus restante après les opérations de tri sur un « Flux X ».

- La proportion de déchets indésirables d'un flux de déchets :

$$\frac{\text{Masse de déchets indésirables du flux de déchets}}{\text{Masse des déchets sélectionnés en vue d'une valorisation matière}}$$

Cette valeur correspond aux impuretés présentes dans le « Flux X » une fois trié en vue de sa valorisation.

Ces modes de calcul impliquent de connaître et mesurer la part de valorisables matière par type de flux présente dans les refus.

Les différents seuils à respecter dans l'arrêté concernant la part de résidus de tri sont consignés ci-dessous :

Nature des flux entrants	% maximale de résidus de tri
Papiers collectés par le SPGD	35%
DAE en mélange	25%
Métaux – monoflux	8%
Papiers / cartons – monoflux	8%
Plastiques – monoflux	10%
Bois – monoflux	10%
Verre – monoflux (hors pare-brise)	10%
Verre pare-brise - monoflux	20%
DEA (meubles)	7%
DEEE	20 – 45%
Métaux vers unité de tri-broyage (VHU...)	20%
Métaux broyés – non métalliques légers	70%
Métaux broyés – non ferreux lourds	40%
Biodéchets dans emballages	20%
Biodéchets sans emballages et DV	5%
DND de la construction	40%
Plâtre	30%
Isolants	2%

Tableau 23: Part maximale de résidus de tri - arrêté du 20 février 2023

Une partie des flux évoqués n'entre pas dans le périmètre des DAE, par exemple les papiers collectés par le SPPGD³, ou alors n'est pas représenté en entrée des centres de tri DAE. Afin d'éviter une complexification de l'outil de classement des performances, un tableau simplifié a été proposé, en moyennant les seuils à respecter :

Nature des flux entrants	% maximale de résidus de tri
Monoflux et déchets d'ameublement	10 %
DAE en mélange	25 %
Autres flux en mélange (construction ...)	40 %

Tableau 24: Tableau simplifié de la part maximale des résidus de tri

³ Service Public de Prévention et de Gestion des Déchets

Des coefficients sont ensuite appliqués aux installations selon un arbre de décision établi pour chaque catégorie de centre de tri (A, A', B, B').

<u>CAT. MA</u>	<i>Monoflux</i>	<i>Mélange</i>	<i>Autre</i>	
<i>Seuil 1</i>	< 2 %	< 5 %	< 5 %	<i>Coefficient 1</i>
<i>Seuil 2</i>	2 – 10 %	5 – 25 %	5 – 40 %	<i>Coefficient 2</i>
<i>Seuil 3</i>	> 10 %	> 25 %	> 40 %	<i>Coefficient 3</i>

Tableau 25 : Arbre de décision CAT MA - arrêté du 20 février 2023

<u>CAT. MB</u>	<i>Monoflux</i>	<i>Mélange</i>	<i>Autre</i>	
<i>Seuil 1</i>	< 2 %	< 5 %	< 5 %	<i>Coefficient 1</i>
<i>Seuil 2</i>	2 – 10 %	5 – 25 %	5 – 40 %	<i>Coefficient 2</i>
<i>Seuil 3</i>	> 10 %	> 25 %	> 40 %	<i>Coefficient 3</i>

Tableau 26 : Arbre de décision CAT MB - arrêté du 20 février 2023

<u>CAT. EB</u>	<i>Monoflux</i>	<i>Mélange</i>	<i>Autre</i>	
<i>Seuil 1</i>	< 5 %	< 10 %	< 15 %	<i>Coefficient 1</i>
<i>Seuil 2</i>	5 – 10 %	10 – 25 %	15 – 40 %	<i>Coefficient 2</i>
<i>Seuil 3</i>	> 10 %	> 25 %	> 40 %	<i>Coefficient 3</i>

Tableau 27 : Arbre de décision CAT EB - arrêté du 20 février 2023

<u>CAT. EA</u>	<i>Monoflux</i>	<i>Mélange</i>	<i>Autre</i>	
<i>Seuil 1</i>	< 5 %	< 10 %	< 15 %	<i>Coefficient 1</i>
<i>Seuil 2</i>	5 – 10 %	10 – 25 %	15 – 40 %	<i>Coefficient 2</i>
<i>Seuil 3</i>	> 10 %	> 25 %	> 40 %	<i>Coefficient 3</i>

Tableau 28 : Arbre de décision CAT EA - arrêté du 20 février 2023

4.3.5.1.1. Analyse comparative des propositions

	Avantages	Inconvénients
<i>Proposition 1 : utilisation d'un arbre de décision à partir des critères de performances</i>	<p>Critères élaborés en concertation entre les acteurs (opérateurs, Fédérations, ADEME), adaptés à la spécificité des installations de tri des DAE.</p> <p>Calculs simples basés sur les bilans annuels détaillés des sites</p>	<p>Les données exploitées pour le système de critères sont à consolider avec un panel plus large d'installations.</p>
<i>Proposition 2 : utilisation d'un arbre de décision en lien avec l'arrêté du 20 février 2023</i>	<p>Cohérence avec les textes existants pour caractériser les opérations de tri performante.</p>	<p>Le taux de résidus l'arrêté du 20/02/2023 sont les résidus non sélectionnés vers la valorisation matière. La proposition 2 défavorise donc fortement les centres de tri effectuant de la valorisation énergétique en complément.</p> <p>Difficulté à mettre en place les seuils proposés sans analyses complémentaires.</p> <p>Calculs faits par l'exploitant selon une méthodologie plus complexe et difficile à mettre en œuvre du fait de la variabilité de la qualité des flux à trier.</p>

Tableau 29 : analyse comparative des propositions 1 et 2

Compte-tenu de l'absence de données suffisantes pour appliquer la proposition 2 d'une part, et sur la décision de la majorité des parties prenantes de cette étude, l'outil d'évaluation des performances des centres de tri DAE est construit en suivant la proposition 1.

4.3.5.2. Choix de la méthodologie pour aboutir à un critère unique

A cette étape, chaque installation dispose de 3 coefficients de performance associés aux 3 critères R, CR et V. Il s'agit ensuite de statuer sur la méthodologie suivie pour aboutir à un coefficient unique, nommé ci-après la « classe » de l'installation.

Deux méthodologies ont été proposées et discutées :

- **Proposition 1** : critère unique de performance ou « classe » calculé par moyenne arithmétique des coefficients des 3 critères, sans application de pondération entre les critères ;

Proposition 2 : critère unique de performance ou « classe », calculé avec une pondération des critères.

La proposition 2 a été retenue par l'ensemble des parties prenantes car, en fonction des résultats obtenus pour les 3 critères de performance, elle permet de classer les centres de tri en fonction de la criticité obtenue via le tableau de criticité ci-dessous :

Valeur du coefficient du critère R Produit des coefficients de critères CR et V

		Critères CR*V					
		1	2	3	4	6	9
Critère R	1	1	2	3	4	6	9
	2	2	4	6	8	12	18
	3	3	6	9	12	18	27

Légende:

Classe 1		Très bonne performance
Classe 2		Performance moyenne
Classe 3		Performance insuffisante

Les notes des coefficients obtenus pour les critères CR et V sont multipliées entre elles et ensuite multipliées avec la valeur du coefficient du critère R.

4.3.5.3. Résultats par site

L'outil de classement des performances de tri attribue une classe de performance à chaque installation (voir figure 29) :

- **5 sites** (2 « mécanisés » et 3 « engins ») font partie de la **classe 1** ;
- **5 sites** (5 sites « engins ») font partie de la **classe 2** ;
- **8 sites** (6 « mécanisés » et 2 « engins ») font partie de la **classe 3**.

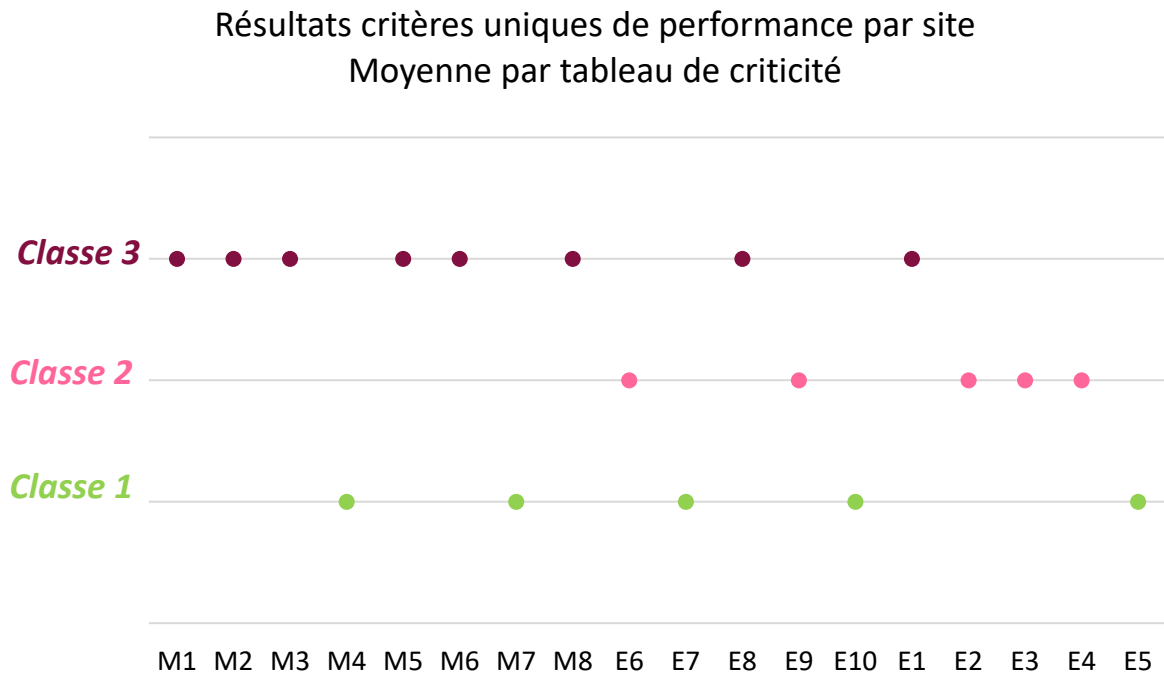
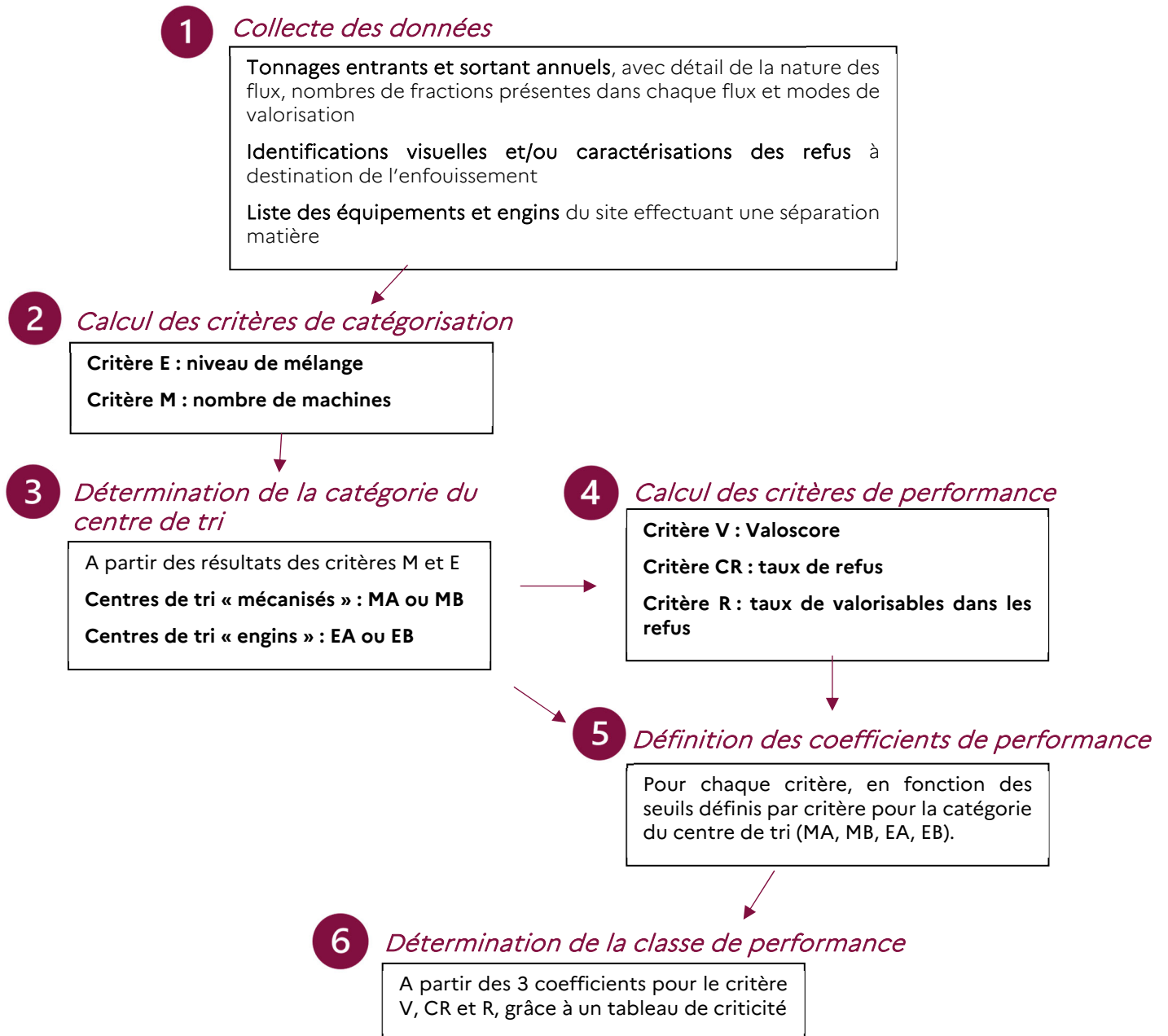


Figure 29: résultats des classes de performance par site

4.3.5.4.Synthèse de la méthodologie

En conclusion, les éléments constitutifs de l'outil de classement des performances des centres de tri DAE tels que présentés (critères et seuils) et la méthode d'application sont une version initiale qui se base sur les résultats de la présente étude. Ils s'appuient sur un panel de 18 sites et nécessiteront donc un ajustement à l'usage avec les données de sites complémentaires.

Chaque nouveau site devra suivre les étapes clés suivantes pour mesurer la classe de performance à laquelle il appartient :



5. Étude de marché des matières triées (phase 4)

5.1. Objet de la phase 4

Cette phase a pour objectif :

- D'identifier le marché et les besoins actuels et futurs du marché dans l'utilisation des matières premières recyclées (MPR) issus de ces tris ;
- D'identifier et localiser les structures (et leur secteur d'activité) utilisatrices ou demandeuses de MPR ;
- D'identifier les contraintes réglementaires, techniques, économiques sur l'usage de ces MPR ;
- De connaître les coûts de rachat de ces matières selon les exigences des repreneurs (notamment en termes de qualité et régularité des apports) ;
- Identifier les facteurs d'influence pouvant impacter les équilibres des marchés concernés et dans la mesure du possible les seuils d'équilibre ;
- De dégager des recommandations et des orientations stratégiques de positionnement de l'ADEME pour l'atteinte des objectifs réglementaires actuels et futurs (acteurs clés, actions prioritaires...).

5.2. Méthodologie

Les données de cette phase de l'étude sont issues d'une analyse de la littérature et d'entretiens et échanges par mail avec des fédérations et entreprises.

Elle se décompose en deux volets d'analyse :

- une analyse simplifiée portant sur 10 flux ;
- et une analyse approfondie de 3 flux sélectionnés par le COPIL parmi les 10.

Les flux retenus pour l'analyse simplifiée ont été choisis en raison de leur faible valorisation actuelle. Toutefois, ils présentent un fort potentiel d'amélioration à moyen et long terme, tant sur les plans réglementaire, technique qu'économique, ce qui pourrait permettre une plus grande valorisation matière à l'avenir.

Ces 10 flux ont été pré-classés, puis soumis à l'avis des parties prenantes, en vue de sélectionner les 3 flux à analyser de manière approfondie. Les 3 flux ont été retenus pour l'analyse approfondie car les quantités dans les DAE sont élevées et parce que ces flux présentent plusieurs leviers d'amélioration (2 à 3 en fonction du flux). À l'inverse, les autres flux présentent des quantités plus faibles et dans certains cas moins de leviers d'action.

L'analyse approfondie vise à fournir une compréhension plus fine des points suivants :

- L'identification et la localisation en France (et Europe si pertinent) des acteurs du recyclage, ainsi que des secteurs utilisateurs des matières premières recyclées ;
- Les enjeux du tri et du recyclage au niveau réglementaire, technique (dont cahier des charges des recycleurs, granulométrie...) et économique (incluant une décomposition et identification des coûts tout au long du cycle de vie de la matière) ;
- L'identification des leviers d'amélioration spécifiques à chaque matière analysée.

5.3. Résultats

5.3.1. Analyse simplifiée

Les 10 flux analysés pour l'analyse simplifiée sont les suivants :

- Flux plastiques :
 - Plastiques multicouches et multi matériaux,
 - Plastiques rigides noirs,
 - Plastiques de DEEE et jouets,
 - PVC,
 - Plastiques rigides avec additifs toxiques ou difficiles à éliminer.
- Flux papier-carton :
 - Cartons composés ou multi matériaux,
 - Papiers et cartons avec encres complexes,
 - Papiers et cartons résistants à l'humidité.
- Flux déchets de construction : isolants Flux textiles

Les analyses simplifiées de chaque flux sont consignées en Annexe 6.

5.3.1.1. Tableau récapitulatif et sélection des 3 flux

	Plastiques					Papiers-Cartons			Déchets de construction	Textiles
	Multi-couches/multi matériaux	Rigides noirs	DEEE et jouets	PVC	Rigides avec additifs toxiques ou difficiles à éliminer	Cartons composés ou multi matériaux	Avec encres complexes	Résistant à l'humidité	Isolants	Textiles
Quantités dans les DAE	Faibles	Elevées	Faibles	Elevées	Faibles	Faibles	Faibles	Faibles	Elevées	Faibles
Principaux leviers d'amélioration										
Eco-conception	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Non déterminé	Oui
Collecte sélective	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui
Tri	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Non	Non	Non
Recyclage	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui
Analyse approfondie	Non	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui	Non

Tableau 30 : Tableau récapitulatif de l'analyse simplifiée avec sélection des 3 flux à analyser de manière approfondie

Les flux de PVC, de plastiques rigides noirs et d'isolants ont été retenus (après validation avec les parties prenantes) pour l'analyse approfondie car les quantités dans les DAE sont élevées et parce que ces flux présentent plusieurs leviers d'amélioration (2 à 3, détaillés ci-après en fonction du flux). À l'inverse, les autres flux présentent des quantités plus faibles et dans certains cas moins de leviers d'action.

- **PVC** : quantités élevées dans les DAE avec une filière de recyclage déjà établie et un potentiel d'amélioration via la collecte sélective et le tri.
- **Plastiques rigides noirs** : quantités élevées dans les DAE avec des problèmes techniques spécifiques (non-détection optique) avec aussi des potentiels d'amélioration : éco-conception, tri et recyclage
- **Isolants** : quantités élevées en croissance dans les DAE avec une filière de recyclage émergente et un potentiel d'amélioration via la collecte sélective et le tri.

Ainsi, ces 3 flux sélectionnés font l'objet d'une analyse approfondie dans le but de fournir une compréhension plus fine des points suivants :

- L'identification et la localisation en France (et Europe si pertinent) des acteurs du recyclage, ainsi que des secteurs utilisateurs des matières premières recyclées ;
- Les enjeux du tri et du recyclage au niveau réglementaire, technique (dont cahier des charges des recycleurs, granulométrie...) et économique (incluant une décomposition et identification des coûts tout au long du cycle de vie de la matière) ;
- L'identification des leviers d'amélioration spécifiques à chaque matière analysée.

5.3.2. Analyse approfondie

5.3.2.1. Plastiques rigides noirs

5.3.2.1.1. Collecte

Les plastiques rigides noirs issus des activités économiques proviennent principalement de trois secteurs :

- Les véhicules hors d'usage dits VHU (RBA⁴ issus de pare-chocs, intérieurs automobiles...);
- Les déchets d'équipements électriques et électroniques dits DEEE (résidus de broyage);
- Les emballages industriels ;

D'autres types de produits sont composés de plastiques noirs : meubles, palettes, pots de fleurs, articles de jardin, sport, loisirs, jouets, Ils sont retrouvés en grande partie dans les flux de tout venant de déchèteries.

Pour les deux principales sources (VHU et DEEE) de plastiques rigides noirs, la composition des polymères est la suivante :

- VHU : 14,3 % de polymères dans les VHU dont 28% PP, 19% PE, 8% PUR, 6% PA, 4% ABS et 35% d'autres polymères plastiques ;
- DEEE : 19 % de polymères (plastiques) dans les DEEE dont 16 % ABS, 14% PS, 12 % PP, 12 % PC & PC/ABS, 7% BFR, 5% élastomères, 1% PE, 17% autres polymères et 16% autres non-polymères.

La collecte peut se faire via plusieurs canaux :

- REP : DEEE, VHU, jeux et jouets, loisirs, PMCB, bricolage et jardin, sport et loisirs, EPRO⁵ depuis mars 2024 (en attendant EIC⁶) ;
- En mélange dans les bennes.

5.3.2.1.2. Identification et localisation des recycleurs

Une partie des recycleurs de plastiques rigides noirs est située en France mais la majorité est située dans d'autres pays de l'UE (notamment Allemagne, Belgique, Espagne, Italie, Pays-Bas).

Il n'est pas possible d'identifier exhaustivement les sites de recyclage étant donné la diversité des secteurs producteurs de plastiques rigides noirs.

Quelques exemples sont présentés ci-dessous :

- Pour le PP/PE rigide : la France compte une dizaine d'usines de recyclage, qui s'approvisionnent essentiellement à partir d'autres gisements (emballages, automobile, EEE).
- Pour les grands exploitants de VHU et RBA (traitement des résidus de broyage), ces derniers sont plutôt concentrés dans le nord-est de la France : Derichebourg (France et Belgique) et Galloo plastics (Halluin, Nord), avec séparation flux ferreux vs non ferreux. Comet est également présent en Belgique.
- D'autres industriels interviennent comme Véolia avec 4 usines dédiées aux DEEE en France, ou encore Paprec avec une usine totalement dédiée au PP à Verdun (Paprec plastiques 55).

⁴ Résidus de broyage automobile

⁵ Emballages professionnels

⁶ Emballages industriels et commerciaux

5.3.2.1.3. Identification et localisation des secteurs demandeurs

Les deux principaux secteurs demandeurs des matières premières recyclées sont :

- BTP/construction,
- Construction automobile (dans une moindre mesure car les cahiers des charges sont plus exigeants et les applications se limitent surtout aux parties non visibles).

Sinon les secteurs sont très divers : ameublement, sport, DEEE, horticulture...

Environ une moitié de la demande vient de la France et l'autre d'autres pays de l'UE (Allemagne, Italie, Espagne).

Identification des enjeux clés de la filière

5.3.2.1.4. Identification des enjeux clés de la filière

5.3.2.1.4.1. Enjeux généraux du recyclage

Pour les plastiques rigides noirs, les enjeux sont les suivants :

- Augmenter les capacités de tri et réduire les coûts de tri des différents types de plastique pour séparer les résines ; bien que la demande en mix PE/PP est très faible aujourd'hui, il existe néanmoins une demande en PP pur et HDPE pur.
- A noter qu'il existe différentes technologies de tri :
 - Voie humide (flottaison) à densités variables < ou > à 1,00 : création de grandes familles (PE/PP...) d'une part et styréniques d'autres part (ABS, PS, PP chargés) ;
 - Voie sèche (tri optique) ;
 - Séparation par triboélectricité (peut être en complément si nécessaire à un tri optimal). Il existe 3 usines en France qui réalisent cette technique.
- Le recyclage chimique peut être aussi une opportunité future pour dépolymériser les plastiques noirs en monomères ou carburants.
- Il y a également un enjeu de massification des emballages noirs pour créer une filière avec des économies d'échelle.

5.3.2.1.4.2. Enjeux réglementaires

Le tableau ci-dessous regroupe les réglementations pouvant freiner le recyclage de ce flux.

Réglementations clés	Description
REACH ⁷	Norme sur la teneur en plomb < 0,1%
POP ⁸	Limitation de certaines substances utilisées (e.g. retardateurs de flammes bromés issus de DEEE)
Référentiel ROHS ⁹ pour les équipements électriques et électroniques	Limitation de l'utilisation de 10 substances dangereux dans les EEE (e.g. plomb, mercure...)

Tableau 31 : Réglementations freinant le recyclage des plastiques rigides noirs

⁷ Registration, evaluation, authorisation and restriction of chemicals

⁸ Polluant organique persistant

⁹ Restriction of Hazardous Substances

5.3.2.1.4.3. Techniques

Il existe différents référentiels normatifs notamment pour les plastiques rigides noirs, quelques exemples :

- Certification Recyclclass EN15343 : elle certifie que les plastiques contiennent du recyclé traçable et conforme aux normes européennes ;
- Certification Apave : elle valide que la qualité, sécurité et performance des plastiques respectent des exigences techniques, notamment dans un contexte industriel ou réglementaire.

Les critères techniques généraux sont recensés dans le tableau ci-dessous :

Critères techniques à l'utilisation des MPR	Caractéristiques
Etat de la matière	<p>Pré-tri pour les résidus broyage VHU et DEEE avant d'être envoyé aux recycleurs. Le sur-tri permet d'éliminer les contaminants.</p> <p>Par exemple, certains plasturgistes vont aussi demander de traiter leurs chutes de production en tant que telles.</p>
Taux/niveau de pureté	<p>Non connu avec précision (études en cours).</p> <p>A noter qu'à chaque cycle de recyclage, les polymères perdent des propriétés mécaniques et ne sont généralement pas à 100% des matières recyclées (au maximum 98-99%).</p>
Granulométrie	<p>Pour les VHU : PE/PP majoritairement (plastiques qui se déchirent sans se fragmenter en petits morceaux) : objets de 20x20 mm à 400x400mm. Ces matériaux sont peu cassants et faciles à trier (rebroyés, relavés puis extrudés = étape de purification).</p> <p>Pour les DEEE : Granulométrie plus faible car résines PS et ABS principalement, qui sont très cassantes (particules fines avec une complexité de tri) : 10x10 et 30x30 mm</p>
Conditionnement pour le transport	<p>Pour les matières non broyées : en vrac ou en balles.</p> <p>Pour les matières broyées : en big bags.</p> <p>Cela dépend également des clients qui ont des exigences spécifiques sur balles.</p>
Proportion de matière recycle intégrée dans les produits finis	<p><u>Pour les VHU :</u></p> <p>Il n'y a aujourd'hui pas d'obligation européenne d'incorporation de recyclé. Il existe cependant une réglementation européenne en projet.</p> <p>Cette proposition de directive VHU ambitieuse propose les taux suivants (première proposition¹⁰) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 25% de ces polymères doivent être en plastique recyclé post-consommateur - Dont 25% provenant spécifiquement de VHU. <p>La France a déjà défini des objectifs progressifs de valorisation/recyclage des plastiques de VHU de 65% (en 2024)¹¹.</p>

¹⁰Article 6 Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on circularity requirements for vehicle design and on management of end-of-life vehicles, amending Regulations (EU) 2018/858 and 2019/1020 and repealing Directives 2000/53/EC and 2005/64/EC (https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8e016dde-215c-11ee-94cb-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF)

¹¹ <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/vehicules-hors-dusage-vhu>

	<p><u>Pour les DEEE :</u></p> <p>Il n'y a pas aujourd'hui d'obligation d'incorporation de recyclé pour les EEE, mais plutôt un système de primes et pénalités pour la REP EEE ménagers. Depuis le 1^{er} janvier 2025, après une proposition conjointe d'Ecosystem/Ecologic, il existe 7 critères de modulations applicables aux EEE ménagers, avec 2 critères dits de « super-modulation », dont 1 concernant l'incorporation de matière plastiques recyclées. Notamment, cette super-modulation prévoit une prime de 540 € HT/t pour l'incorporation de MPR issue de DEEE post-consommateurs (boucle fermée) et une prime de 450 € HT/t pour l'incorporation de MPR issues de déchets post-consommateurs issus de filières REP (boucle ouverte¹²).</p> <p>Pour les DEEE professionnels, le montant des primes citées précédemment sont identiques.</p>
Tolérance en termes d'impureté ou de contaminants	Présence de contaminants comme le verre, le béton, les métaux, le plâtre, la terre, le bois pouvant perturber le recyclage. Il existe des seuils limites de contaminant définis par les cahiers des charges de centres de tri/recycleurs, ou des standards de qualité. Les seuils d'acceptation sont variables selon les cahiers des charges.

Tableau 32 : Principaux critères techniques à l'utilisation de matières premières recyclées issues des plastiques rigides noirs

Les critères sont spécifiques selon les applications et les règles peuvent différer d'une entreprise de recyclage à une autre.

L'une des contraintes liée à la matière recyclée est que, même lorsque les plastiques noirs sont recyclés, la qualité obtenue peut être inférieure à celle du plastique vierge, ne répondant alors pas aux normes requises pour des applications exigeantes, comme la fabrication de pare-chocs.

¹² Ces primes sont octroyées sous certaines réserves.

5.3.2.1.4.4. Economiques

Les critères déterminants dans l'achat de MPR sont un arbitrage entre le prix et la qualité (mix de résines...). L'investissement dans des machines de tri et de recyclage plus poussés, avec l'amortissement de ces investissements est aussi un critère prépondérant.

Les différents coûts de la filière des plastiques rigides noirs sont décrits dans le tableau suivant :

Coûts identifiés	Valeur (€/t)	Description
Coût de collecte	Non disponible	Non disponible
Coût d'entrée du flux en recyclage	Fourchette large pouvant aller de 100 €/t à 600 €/t par exemple	Coûts très variables qui dépendent de la matière achetée qu'elle soit post-consommateur ou post-industriel. Cette fourchette est assez large étant donné que certains plastiques sont des déchets dangereux.
Coût de traitement (tri, nettoyage, broyage, recyclage)	Non disponible	Le coût de traitement est différent selon la voie : humide (flottaison avec bain à différente densité) ou sèche (machine de tri optique). Pour le PE/PP spécifiquement, le coût de sortie dépend du broyage et sous quelle forme la matière en sortie se présente. De plus, le PE/PP en mélange est difficilement séparable et possède une faible valeur après traitement.
Coût de l'alternative (CSR, incinération ou stockage)	Stockage : entre 150 et 250 €/t Incinération de déchets dangereux : 600 €/t CSR : entre 150 et 200 €/t	Pour les tubes noirs HDPE du bâtiment, quand le PE résine est complexe à recycler, la valorisation énergétique devient intéressante. Il existe parfois des interdictions comme l'interdiction d'enfouissement de flux de plastiques bromés.
Coût d'achat de la matière première vierge vs recyclée	Non disponible	La MPR est plus chère que le vierge si le recyclage est en boucle fermée ¹³ généralement. Le prix du vierge dépend fortement du prix du pétrole. L'écart entre le recyclé et le vierge est réduit aujourd'hui. En effet le recyclé était historiquement compétitif, mais la concurrence des matières importées vierges (qui sont peu chères hors UE) modifie cette tendance. Le coût de la matière vierge est trop bas actuellement et les coûts d'un recyclage de qualité sont bien plus élevés que les coûts de production de polymères importés de pays bénéficiant d'un coût de production (notamment de l'énergie) moindre. C'est le cas par exemple pour les tubes noirs HDPE du bâtiment, car le PE est plus mondialisé notamment, et il y a un effet d'importation important.

Tableau 33 : Principaux coûts de gestion des déchets de plastiques rigides noirs

¹³ Le recyclage en boucle fermée concerne le recyclage dans lequel un matériau est réutilisé pour fabriquer un produit de même nature et aux exigences similaires à celles du produit d'origine (ex. : une bouteille recyclée pour refaire une bouteille).

5.3.2.1.5. Evolutions attendues et leviers d'amélioration

Compte tenu des éléments cités ci-dessus sur les plastiques rigides noirs, les pistes d'amélioration sont recensées dans le tableau suivant.

Incitants	Description
Travailler sur l'éco-conception	Travailler sur l'éco-conception avec un produit colorant noir autre que le carbone qui pourrait être éliminé lors du recyclage
Améliorer le tri en amont	Cela permettrait de limiter la présence de contaminants ou en séparant les résines comme le PE du PP par exemple
Faciliter la massification du flux	Objectif de massification et structuration des flux pour améliorer la valorisation.
Optimiser le transport	Mise en balles systématique avec des presses à balles plus performantes
Financer pour la réincorporation de MPR	Développer un système de primes/subventions à la réincorporation de MPR dans les produits finis
Renforcer la réglementation pour éviter la concurrence avec les matières importées	La concurrence avec la matière vierge ne permet pas de rentabiliser les investissements dans les technologies de tri et de recyclage, et rend la filière non compétitive et non rentable.
Développer des systèmes de tri optique plus performants ou d'autres systèmes de tri alternatifs	Développer des systèmes de tri optiques plus performants qui reconnaîtraient les molécules (séparation PE/PP/PVC), et pas seulement la couleur. Il y a également des perspectives de tri par voie sèche pour les plastiques noirs. Les équipementiers doivent développer des technologies/équipements pour pouvoir trier les plastiques noirs. Cependant, il y a un arbitrage entre le coût du tri à la source et le coût du tri en centre de tri.

Tableau 34 : Leviers d'amélioration pour une meilleure gestion des déchets de plastiques rigides noirs

5.3.2.2. PVC

Il existe deux types de PVC :

- Rigide : châssis de fenêtre, tuyaux... qui ont une longue durée de vie (de 30 à 100 ans selon les usages)
- Souple : revêtements de sol, membranes d'étanchéité, câbles, films d'emballages, toiture... qui ont une durée de vie courte à élevée en fonction de l'application (de moins d'un an à 30 ans)

Ces PVC peuvent également être post-industriels ou post-consommateurs.

L'étude de préfiguration de la REP PMCB¹⁴ (mars 2021) indique les chiffres suivants sur les gisements de déchets :

- PVC rigide : 60 kt de PVC rigide soumis à la REP
- PVC souple : 50 kt de PVC souple soumis à la REP.
 - A noter que le gisement de PVC souple est principalement constitué de déchets de revêtements de sol PVC.

¹⁴ Les PVC hors bâtiment comme les PVC présents dans les jouets, DEEE... ne sont pas dans le périmètre de la REP PMCB, mais représentent des quantités faibles comparé au PVC du bâtiment

5.3.2.2.1. Collecte

Il n'existe pas de collecte sélective spécifique au PVC en France de manière générale. Localement, des collectes séparées de PCV sont réalisées du fait de la proximité d'une unité de recyclage de cette matière. La collecte peut donc se faire via plusieurs canaux :

- En mélange avec d'autres plastiques dans des bennes générales plastiques des sites de construction (REP PMCB)
- Avec une collecte sélective à plus petite échelle pour les déchèteries de petits chantiers pour certains cas (e.g. menuiseries). Cette option nécessite cependant un regroupement.

Les déchets de PVC, achetés par les membres du SRP¹⁵ pour produire du R-PVC rigide ont pour origine sectorielle (voir éco profil R-PVC rigide granulé et micronisé janvier 2024) :

- L'Industrie (pré-consommation) : 64,5%
- Le BTP : 33,5 %
- Le Tertiaire : 2%

Ces déchets proviennent à 70 % de France et 30 % d'autres pays, majoritairement européens.

La production de R-PVC par les membres du SRP s'est élevée en 2021 à 70 900 t (60 % de granulés et 40% de micronisés).

Pour les PVC souples (sols souples), les déchets repris et recyclés sont principalement des chutes de pose. Ces déchets sont ensuite recyclés en boucle fermée dans la production de nouveaux revêtements de sol. Les entreprises suivantes recyclent des revêtements de sol : Forbo (chutes de pose, déposes non collées), Gerflor (tous types), Tarkett (chutes de pose, déposes collées et non collées), Beauflor (chutes de pose).

5.3.2.2.2. Identification et localisation des recycleurs

Les caractéristiques des usines de recyclage de PVC (souple et rigide) sont recensées dans le tableau suivant :

Type	Entreprise	Localisation/Capacité	Activité
PVC (rigide et souple)	Cifra	1 usine à Château-Thierry (Aisne) de recyclage de PVC rigide et souple. 2 usines hors France (Allemagne et Pays-Bas) pour le recyclage de PVC souple. 12 000 t recyclées en 2021	Récupération de PVC post-consommateur et post-industriel. - PVC rigide : récupération de tous les PVC rigides en flux (châssis de fenêtres, tuyaux...). - PVC souple : récupération des secteurs industriels principalement (secteur automobile, papeterie, flooring, roofing...). Mais ce gisement est plus difficile à capter actuellement. La matière est broyée, micronisée, mélangée, extrudée, puis calandree, pour être injectée pour produire des produits de toutes formes. Leurs produits finaux sont des pochettes, des revêtements pour voitures, des structures pour le traitement des eaux de pluie, du packaging.
	Broplast	2 usines à Izernore et Brion (Ain) et 2 implantations sur des sites clients (Ain et Nord)	Multi-plastiques

¹⁵ Syndicat national des Régénérateurs de matières Plastiques.

		6 000 t/an de déchets plastiques en sortie des lignes de recyclage (sur les 4 sites)	
	Paprec plastiques 38	Usine à Colombes (Isère)	Broyage à façon
	Paprec plastiques 46	Usine à Cahors (46)	Multi-plastiques
	Paprec plastiques 49 Trémentines	Usine à Trémentines (Maine et Loire) PVC : 25 000 t/an	Recyclage du PVC, et partenariat avec Gerflor pour « floor-to-floor ».
PVC souple	Chaize Environnement	Usine à la Couture-Boussey (Eure)	Les chutes de skai (simili cuir, composées jusqu'à 20% de fibres textiles) sont broyées, densifiées et calibrées en granulés de Pevetex (matière créée par le fondateur), puis en claquettes, dalles de sol ou toiles de maroquinerie
PVC rigide	Veka	Usine à Vendeuvre-sur-Barse (Aube) 22 000 t de PVC recyclés en 2022, avec une capacité de 25 000 t	Profilés de fenêtres
	Ereplast	Usine à Porcieu-Amblagnieu (Isère) Production de 2 000 t en 2019 an (uniquement PVC et principalement rigide)	Production de compounds de PVC de toutes tailles. Racheté par l'entreprise internationale BENVIC.
	Suez Plastiques Ouest 72 RV	Usine spécialisée en PVC à Vernie (Sarthe)	Production de PVC recyclé : granulés ou PVC micronisés. Ils sont utilisés par les industriels en extrusion ou en co-extrusion. Le PVC provient de menuisiers, de la production de panneaux, de la fabrication de canalisations, et de la fabrication de mobilier.
	Periplast	Usine à Périgny (Charente-Maritime)	Production de tubes extrudés, de piquets de vigne, et de granulés de PVC.
	Polyrex	Usine en Nouvelle-Aquitaine	« Chutes, sciures et copeaux, menuiseries, fermetures, tubes, clôtures, fins de stock, lots obsolètes... 80 % de PVC blanc et 20 % de PVC couleurs, sciures et copeaux sont recyclés »

Tableau 35 : Principales usines de recyclage de PVC en France

Source : Informations des recycleurs de PVC en France sur le site de Recovinyl et sur le site du SRP. Détail de chaque entreprise sur leur site respectif.

Il existe également des acteurs avec de grandes capacités de recyclage du PVC en Allemagne et dans le Benelux.

5.3.2.2.3. Identification et localisation des secteurs demandeurs

Les secteurs demandeurs sont les suivants :

- Construction : environ 95 %
- Autres (automobile, sport/loisir...) : environ 5%

Par exemple, pour les déchets de revêtements de sol PVC, les fabricants de ces revêtements de sol sont intéressés par ces déchets puisqu'ils ont des politiques fortes de réincorporation en boucle fermée des déchets de revêtements de sol dans leurs propres produits. De plus, ces industriels, investissent souvent dans des usines de recyclage, adossées à leur usine de fabrication.

La demande se situe majoritairement en France, mais aussi en Europe du Nord (Allemagne, Royaume-Uni, Belgique) et Europe du Sud (Italie, Espagne).

La demande est cependant limitée avec la faible demande du BTP, mis à part pour les fenêtres (qui se recyclent facilement) et pour lesquelles la demande reste élevée.

5.3.2.2.4. Identification des enjeux clés de la filière

5.3.2.2.4.1. Enjeux généraux du recyclage

PVC rigide

Les spécificités du recyclage des plastiques rigides sont les suivantes : le recyclage des huisseries PVC est le plus avancé. Il existe des technologies spécifiques, agrément CSTB¹⁶, capacité de recyclage de l'ordre de 25 000 t/an. D'autres produits en PVC (tuyaux par exemple) sont également recyclés, en particulier lorsqu'il s'agit de chutes de pose propres.

PVC souple

Les solutions de recyclage pour les revêtements de sol PVC avec substances héritées sont les suivantes :

- Recyclage mécanique ou physique :
 - Plusieurs acteurs ont lancé des projets visant la déplastification des déchets de revêtements de sol PVC. La technique utilisée est le CO₂ supercritique.
 - Plusieurs concrétisations sont attendues à courte échéance, dont par exemple, celle du Centre Technique et d'Innovation de la plasturgie (CTI—IPC) qui dispose déjà d'une petite unité opérationnelle depuis quelques mois. Cette unité, servant de démonstrateur industriel, permettra, d'ici peu, de commercialiser cette technologie à grande échelle auprès des recycleurs et fabricants.
 - Certains industriels ont aussi annoncé avoir en cours des investissements complémentaires sur leurs propres usines de recyclage.
- Recyclage chimique : Plusieurs nouvelles technologies de recyclage chimique pour les PVC souples complexes ont été développées par le fabricant INEOS/INOVYN. Elles sont basées sur la dissolution, la pyrolyse et la gazéification. Disposant déjà de deux unités pilotes en Belgique, INEOS vise le lancement d'ici 2030 d'une unité permettant de recycler 40 000 t/an de déchets PVC avec substances héritées.

¹⁶ Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.

5.3.2.2.4.2. Réglementaires

Le tableau ci-dessous regroupe les réglementations pouvant freiner le recyclage du flux.

Réglementations clés	Description
Norme REACH et additifs dans les anciens produits PVC	<p>Norme sur la teneur en plomb, plastifiants (PVC souple).</p> <p><u>Dérogation</u> : teneur en plomb autorisée à 1,5 % jusqu'en 2033, réexamen prévu en 2038 (selon l'évolution). Il existe une dérogation pour le PVC rigide (quel que soit le secteur). Cette dérogation n'existe cependant pas pour le PVC souple (plastifiants).</p> <p>Cette dérogation explique en partie pourquoi le recyclage du PVC rigide est plus développé que celui du PVC souple.</p> <p>Les revêtements de sol en PVC ont pu contenir par le passé certains plastifiants de type ortho-phthalates à chaîne courte, tels que le DEHP, le BBP, le DBP et le DIBP, tous classés substances préoccupantes selon le règlement REACH. La substitution de ces quatre composés a été progressivement mise en œuvre entre la fin des années 1990 et 2003, pour être entièrement achevée en 2008. Dès 2003, 95 % des revêtements de sol commercialisés ne contenaient déjà plus de DEHP. Bien que ces revêtements puissent avoir une durée d'usage allant de 10 à 25 ans, leur remplacement intervient généralement plus tôt, entre 7 et 20 ans selon les usages. Ainsi, la grande majorité des revêtements contenant ces substances a déjà été renouvelée. Le gisement de déchets issus d'anciens sols PVC contenant ces ortho-phthalates est donc aujourd'hui très limité et voué à disparaître complètement à court terme.</p>
REP PMCB	Changement de législation avec la REP PMCB, ayant modifié la collecte de PVC autrefois collecté sélectivement.
Standards OCAB ¹⁷	Standards de tri des déchets et critères d'acceptation des déchets en recyclage (triés, secs, non contaminés) – PVC rigide, PVC souples, menuiseries vitrées

Tableau 36 : Réglementations freinant le recyclage du PVC

5.3.2.2.4.3. Techniques

Les processus de recyclage mécanique du PVC conviennent uniquement à du PVC en mono flux. Le recyclage du PVC est complexifié par l'hétérogénéité d'applications du PVC (souple, rigide, couleurs, additifs...). Dans le monde du bâtiment, beaucoup d'applications sont soumises à des normes de qualité du CSTB, qui ne sont pas encore adaptées au recyclé.

Il existe différents référentiels normatifs, quelques exemples :

- Pour les compositions vinyliques destinées à la fabrication de profilés en PVC pour fenêtres : certification **QB 34**.
- Pour les profilés de fenêtres en PVC : référentiel **NF 126** et pour profilés en PVC rigide pour usages extérieur référentiel **NF 132**.
- Pour les matières premières de recyclage plastiques : référentiel **NF 558**.

De manière générale, il est difficile de définir une norme et des critères techniques généraux car ils dépendent des expositions et technicité des produits (les critères peuvent être différents d'un produit à un autre, et même pour un même produit, selon son utilisation). De plus, de nombreux recycleurs de PVC

¹⁷ Organisme Coordonnateur Agréé pour la filière Bâtiment.

rigide travaillent en boucle fermée et sont soumis à des règles d'utilisation de MPR PVC strictes pour respecter la qualité requise pour la production de nouveaux produits PVC.

Les critères techniques à l'utilisation des MPR généraux sont les suivants :

Critères techniques à l'utilisation des MPR	Caractéristiques
Taux/niveau de pureté	<p>Le taux de pureté dépend des cahiers des charges existants et de la demande du client.</p> <p>Parfois, le PVC doit être pur à 100% avec pour objectif d'avoir le moins de plastifiant possible (s'il est souple).</p>
Granulométrie	<p>La granulométrie dépend fortement de l'application future.</p>
Conditionnement (transport)	<p>Le conditionnement dépend des entreprises (selon le client, le pays...). Il peut également dépendre du produit, comme pour les fenêtres où il y a un certain pré-démantèlement pour transporter plutôt des tronçons de fenêtres.</p> <p>De manière générale :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pour les matières non broyées : en vrac ou en balles. - Pour les matières broyées : en big bags (optimisation des coûts) <p>Idéalement, s'il y a une proximité avec le lieu de collecte, la première étape est la réduction de volume (déchiquetage et broyage).</p>
Proportion de matière recyclée intégrée dans les produits finis	<p>Il n'existe pas d'obligation d'incorporation de PVC recyclé.</p> <p>Le taux dépend de la demande client, mais il est en moyenne entre 30 et 50% de contenu recyclé dans les produits finis. En effet, en-dessous de 15%, il y a peu d'impact environnemental et au-dessus de 50%, selon l'application, il peut y avoir une complexité technique (faisable mais plus coûteuse) et donc l'incorporation sera limitée plutôt économiquement et normativement.</p> <p>Pour les membres de la SNEP¹⁸ par exemple, il existe des engagements pour intégrer environ 20% de recyclé sur toute la filière de matière recyclée (de PVC rigide) en 2025.</p> <p>La part de MPR dans les nouvelles applications varie fortement en fonction de l'application : de 0 % pour les tuyaux pour l'eau potable à 100 % pour des gainages télécom.</p>

¹⁸ Syndicat National de l'Extrusion Plastique.

Tolérance en termes d'impureté ou de contaminants	<p>Le PVC est recyclable mais pas toujours facilement notamment à cause des additifs. Il est en effet parfois mélangé avec d'autres matériaux comme des plastifiants (qui rendent le PVC flexible) ou des stabilisants (pour la résistance à la chaleur et à la lumière) et des colorants.</p> <p>Il y a également une présence de contaminants pouvant être dangereux comme le verre, le béton, les métaux, le plâtre, la terre, le bois (contrainte pour le recyclage).</p>
---	---

Tableau 37 : Principaux critères techniques à l'utilisation de matières premières recyclées issues du PVC

Suite aux échanges avec les différentes entreprises, il a été possible de sortir des critères techniques spécifiques aux profilés de fenêtres. Le détail se trouve dans le tableau suivant.

Critères techniques spécifiques aux profilés de fenêtres	Caractéristiques
Etat de la matière	Fenêtre entière ou cassée. Si déchetée, il y a besoin d'une certification CSTB car il existe alors un risque de pollution trop important.
Taux/niveau de pureté	Uniquement fenêtres et fermeture
Granulométrie	Si la matière est déchetée, le risque de pollution réhabilitaire est très élevé donc le pré-traitement est refusé pour favoriser la boucle fermée
Conditionnement (transport)	Vrac en benne ou FMA (fonds mouvant alternatif)
Tolérance en termes d'impureté ou de contaminants	Seuls les produits de fermetures ou menuiseries sont souhaités. Le CSTB audite la qualité des déchets entrants.

Tableau 38 : Principaux critères techniques à l'utilisation de matières premières recyclées issues de profilés de fenêtres (PVC rigide)

5.3.2.2.4.4. Economiques

Les critères déterminants dans l'achat de MPR sont un arbitrage entre le prix et la qualité (composition du PVC, couleur...).

De plus, un des problèmes actuels est que le coût du sur-tri est trop élevé par rapport au prix de vente des matières recyclées. Ainsi, le coût des matières recyclées dépend du coût des matières premières vierges.

Les différents coûts de la filière du PVC sont décrits dans le tableau suivant :

Coûts identifiés	Valeur (€/t)	Description
Coût de collecte	Non disponible	Le coût de collecte dépend fortement de la taille du chantier.
Coûts de transport	Par exemple, pour des profilés de fenêtres au niveau national : 80 €/t	Dépend du chargement du camion et de la destination.
Coût d'entrée du flux en recyclage	Non disponible	Difficile de donner un chiffre, car ce coût est variable en fonction de l'origine et de la qualité. La valeur est positive pour des châssis de fenêtres blancs.
Coût de traitement (tri, nettoyage, broyage, recyclage)	Le coût dépend fortement du type d'application et du nombre d'opérations nécessaires. Ils varient de 200 à 800 €/t.	Leur recyclage implique du tri, nettoyage et de la séparation (entre les flexibles et les rigides), ce qui est coûteux. Note : pour les profilés de fenêtres, pas de matière broyée ou déchiquetée reçue car le risque de contamination est trop élevé.
Coût de l'alternative (stockage)	Profilés de fenêtres : centre de stockage 150 à 200 €/t + TGAP 65 €/t en 2025.	Le PVC n'est pas admis en CSR et ne se prête pas bien à l'incinération. Cette caractéristique pousse le tri en amont. Le problème de stockage concerne plutôt les PVC hors bâtiment. Le recyclage est d'ailleurs plus rentable que le stockage.
Coût d'achat de la matière première vierge vs recyclée	Non disponible	Le PVC vierge est généralement plus coûteux que le PVC recyclé dans les secteurs du bâtiment. Le prix du vierge dépend fortement du prix du pétrole. Le coût varie également en fonction des utilisations et de la qualité recherchée. Pour des produits basiques, le recyclé est moins cher que le vierge, mais cet écart se réduit avec le temps. Pour des applications techniques (produit délicat, couleurs spéciales, produits automobiles), l'écart de prix entre le vierge et le recyclé est quasiment nul du fait des cahiers de charges exigeant (e.g. niveau de qualité haut de gamme).

Tableau 39 : Principaux coûts de gestion des déchets de PVC

5.3.2.5. Evolutions attendues et leviers d'amélioration

Compte tenu des éléments cités ci-dessus sur le PVC, les pistes d'amélioration sont recensées dans le tableau suivant.

Incitants	Description
Amélioration du tri en amont avec séparation des différents plastiques	Cela permettra d'éviter la présence de certains contaminants (verre, métaux...).
Augmenter la TGAP stockage	Cela permettra de favoriser le tri en amont. La taxation de la mise en enfouissement du PVC en France doit être combinée à une obligation de collecte sélective.
Etablir des objectifs ou une réglementation d'incorporation de MPR dans les produits de PVC	Cela permettra d'augmenter la demande de MPR.
Développer des technologies de recyclage pour extraire les substances dangereuses	Des technologies permettant l'indentification ou l'extraction de substances héritées favorisent le recyclage. Cependant, le tri à la source reste la solution prioritaire et la moins coûteuse.

Tableau 40 : Leviers d'amélioration pour une meilleure gestion des déchets de PVC

5.3.2.3. Isolants

Il existe quatre types d'isolants avec les parts de marchés suivantes¹⁹:

- Les laines minérales : laine de roche, laine de verre – 60% ;
- Les isolants synthétiques – 20% :
 - PU²⁰ : panneaux isolants et bloc mousse, panneaux « sandwiches » avec parement en métal, bois ou béton, isolation par PU projeté, isolation des tuyaux (e.g. chauffage urbain), isolation des installations industrielles ;
 - PSE²¹ ;
 - XPS²² ;
- Les isolants biosourcés : bois... - 15% ;
- Les isolants textiles – 5%.

Compte tenu de la faible part de marché des isolants biosourcés et textiles, cette fiche se concentre sur les isolants minéraux et synthétiques.

Les chiffres des estimations CERC²³ 2023 sur le gisement de déchets soumis à la REP PMCB²⁴ sont les suivants :

- Laine minérale : 140 kt
- PSE, PVC rigide et souple, plastiques durs (PP/PE) et PU : entre 200 et 310 kt

Une grande partie de ces plastiques n'est pas des isolants.

L'étude de préfiguration de la REP PMCB (mars 2021) indique les chiffres suivants pour les gisements de déchets :

- Laines minérales : 250 kt de laine minérales soumises à la REP PMCB
- PSE : 19,8 kt de PSE soumis à la REP
- PU : 10 à 13 kt de PU soumis à la REP

¹⁹ Estimation sur base d'entretiens.

²⁰ Polyuréthane

²¹ Polystyrène expansé

²² Polystyrène extrudé

²³ Cellule économique régionale pour la construction et l'aménagement

²⁴ Produits et matériaux de construction du secteur du bâtiment

5.3.2.3.1. Collecte

1. Laines minérales

Collecte

Les déchets d'isolants, gérés avec la REP PMCB, peuvent être collectés de deux manières selon le volume de chantier :

- Pour les chantiers générant moins de 50 m³ de déchets (petit volume) : dépôt sans frais dans les déchèteries publiques, chez les distributeurs, et dans les points de reprise professionnels.
Bien qu'il n'y ait pas de gate fee, le coût du transport et les contraintes logistiques sont un frein à ces canaux de collecte pour les petits chantiers ;
- Pour les chantiers générant plus de 50 m³ de déchets (grand volume) : enlèvement direct sur chantier, via bennes ou big bags.

Méthodes de tri

Pour le recyclage d'un isolant de laine de verre ou de roche, il y a deux possibilités :

- Tri sélectif à la source sur le site de construction (déconstruction), permettant de réduire le risque de contamination d'autres déchets (poussières, gravats, plâtre...)
 - Dans les chantiers de démolition, la contamination des isolants empêche son recyclage.
 - La déconstruction est donc nécessaire pour le recyclage
 - *Note : la séparation sur le chantier entre laine de verre et de roche est difficile pour les constructeurs. Le tri peut donc se faire après. Le manque de formation des ouvriers rend la distinction entre laine de verre et de roche compliquée. Pour des petits chantiers, le transport est optimisé en collectant ces deux types d'isolant en mélange.*
- Chute de production d'isolant : cette collecte est plus simple (pas de problème de contamination)

Freins identifiés

Les freins à la collecte sélective sur le chantier des isolants sont les suivants :

- **Financier** : il y a un manque de financement pour les efforts qui se font au niveau du tri et de la déconstruction ;
- **Formation** : manque de formation des ouvriers sur les chantiers ;
- **Contraintes logistiques** : pour les petites entreprises par exemple.

2. Isolants synthétiques

Collecte

La collecte pour les isolants synthétiques de PSE se fait selon le type de chute :

- Collecte de chutes de PSE issus de chantiers dans des sacs transparents. Il existe une reprise gratuite pour une quantité minimale (e.g. au moins 20 sacs de 750l) ;
- Collecte de chutes d'industriels (chutes propres) : collecte pour recyclage hors chantiers, avec facturation par sac par exemple.

La collecte des isolants synthétiques post-consommation semble très peu développée.

5.3.2.3.2. Identification et localisation des recycleurs

1. Laines minérales

Les caractéristiques des usines de recyclage d'isolants minéraux sont recensées dans le tableau suivant :

Type	Entreprise	Localisation/Capacité	Activité
Laine de roche	Rockwool	Usine à Saint-Eloy-Les-Mines (Auvergne). <i>Note : Il y a également une usine de recyclage à Roermond (Pays-Bas).</i>	Résidus de laine de roche comprimés en brique pour être ensuite réutilisés comme MPR ²⁵ dans la fabrication de nouveaux produits en laine de roche.
Laine de verre	Isover	Usine à Orange (Vaucluse) Usine en projet à Chemillé (Maine-et-Loire).	Transformation en calcin avant réinjection en début de production pour créer de nouveaux isolants.
	Knauf	Usine à Visé (Belgique) – collecte Ile-de-France et dans le Grand-Est en France principalement. <u>Capacité</u> : 20 000 t/an, avec 6 000 t/an traité pour le moment.	Transformation en calcin avant réinjection en début de production pour créer de nouveaux isolants.
	Revibat	Usine à Monthyon (Ile-de-France) – collecte principalement en région parisienne <u>Capacité</u> : 2 000 t/an	Broyage de déchets de laines de verre et chutes de production en flocon puis mélange à une sorte de coton pour transformer en panneaux.

Tableau 41 : Principales usines de recyclage de laines minérales en France (et Belgique)

Note : Chacune des entreprises récupère de la laine minérale généralement à moins de 400 km pour diminuer l'impact environnemental et économique du transport.

2. Isolants synthétiques

L'identification des recycleurs des isolants synthétiques est plus difficile. Une liste exhaustive est dressée ci-dessous pour les isolants synthétiques PSE :

- Recyclage du PSE sur chantier : Hirsch Isolation, avec 5 usines (Compiègne, Bazoches, Vienne, Béziers et Guipry).
- Il existe cependant aujourd'hui une dizaine d'usines en France qui font du recyclage de PSE sur chantier (Knauf, Etex, Véolia...).

5.3.2.3.3. Identification et localisation des secteurs demandeurs

Le principal secteur demandeur est le secteur de la construction et du bâtiment.

Actuellement, la demande est relativement faible.

²⁵ Matières premières recyclées

5.3.2.3.4. Identification des enjeux clés de la filière

5.3.2.3.4.1. Enjeux généraux du recyclage

1. Laines minérales

Les enjeux et défis généraux de la chaîne de valeur de recyclage des laines minérales sont résumés ci-dessous :

- Déconstruction limitée : la déconstruction est nécessaire pour capter un gisement non contaminé pour le recyclage ;
- Coût logistique : lorsque la quantité de déchets est faible, les coûts logistiques sont un frein pour le transport vers les centres de regroupement ou usines de recyclage.

2. Isolants synthétiques

Les isolants synthétiques sont techniquement recyclables mais la collecte sélective des déchets post-consommation est très limitée.

Isolants XPS et PSE

- Ces isolants sont techniquement recyclables mais la collecte sélective pour recyclage est limitée.

Isolants PU

- Part très faible dans les déchets du bâtiment.
- Obstacles principaux :
 - Contamination possible pendant l'usage (adhésifs, finitions...).
 - Présence passée de substances aujourd'hui interdites.
- Recyclage envisageable selon l'état du PU :
 - Panneaux sandwich : acier recyclable si bien séparé, sinon recyclage complexe.
 - Mousse PU broyée : réutilisation possible pour fabriquer des éléments de construction (façades, cloisons, mobilier, etc.).
 - Autres valorisations :
 - Matériau de calage ou palettes.
 - Recyclage en poudre pour isolation de planchers.
 - Usage en sols de jeux, tapis acoustiques, absorbants industriels.
- Valorisation énergétique pertinente pour les déchets contaminés ou très anciens, car le PU contient un pouvoir calorifique inférieur élevé

5.3.2.3.4.2. Réglementaires

Le tableau ci-dessous regroupe les réglementations pouvant freiner le recyclage du flux.

Réglementations clés	Description
Normes sur l'amiante	Présence résiduelle d'amiante dans certains isolants anciens (interdiction en 1997). Sur un même chantier ou dans une même benne, plusieurs flux peuvent être mélangés, rendant le tri des déchets d'isolants construits avant 1997 complexe pour certains recycleurs. Il y a une exigence réglementaire européenne liée à la conformité des fibres de laine de verre mises sur le marché, limitant donc le recyclage de ce flux.
REACH	Les isolants contiennent des retardateurs de flamme (dangereux). Par exemple, pour le PU, le HBCD a été interdit depuis 2014, et il est donc impossible de récupérer ce type de déchets avant 2015 pour certaines entreprises.
Standards OCAB ²⁶	Standards de tri des déchets et critères d'acceptation des déchets en recyclage (triés, secs, non contaminés).

Tableau 42 : Réglementations freinant le recyclage des isolants

5.3.2.3.4.3. Techniques

Les critères techniques à l'utilisation de MPR, ou à l'entrée de flux en recyclage dépend du type d'isolants et de la technologie utilisée par le recycleur. Il n'est donc pas possible d'élaborer des critères généraux.

1. Laines minérales

Les laines de verre et laines de roche doivent être séparées et ne pas arriver en mélange dans les centres de recyclage.

a. Laine de verre

Les caractéristiques d'acceptation du flux de laine de verre en recyclage, ainsi que les exigences de recyclage ou en sortie sont regroupées par recycleur.

Knauf

- Livraison de la laine de verre de manière sèche avec un seuil d'humidité de maximum 10% ;
- Réception de laine de verre préalablement compressée et conditionnée en balle de 500 kg maximum avec une taille de 1,2 m par 1,2 m.

²⁶ Organisme Coordonnateur Agréé pour la filière Bâtiment.

Les caractéristiques d'acceptation du flux en recyclage sont :

Statut d'entrée du déchet	Caractéristiques
Admis	<p><u>Types de laine de verre</u> : laine de verre à souffler, laine de verre nue, laine de verre panneaux, laine de verre revêtue d'un voile, toutes les couleurs de laine de verre (tous les fabricants), laine de verre ancienne, laine de verre avec un revêtement en papier kraft, laine de verre avec un revêtement en aluminium.</p> <p>La laine doit être propre et exempte de tout corps étranger.</p> <p>Pour le conditionnement, les déchets doivent être broyés et compactés pour faciliter le transport. Les déchets doivent être séparés, même pendant le transport, pour ne pas polluer la laine.</p> <p>Les contenants doivent être maintenus à l'abri de tout liquide pour éviter leur déclassement.</p>
Interdit	<p><u>Types</u> : laine minérale et plâtre, plaque de plâtre, polystyrène, laine de roche, bois, tuiles, bouteilles en verre, combustibles, métaux et ferrailles, membranes d'étanchéité, fil de cerclage et fil de fer, bétons, parpaings, briques et déchets de chantier (cannettes, tube vide silicone, morceau de cutter, mégots...).</p> <p>Globalement, tout type de déchets dangereux (amiante, peinture), tout type de déchets inertes (carreaux de faïence, céramiques, bétons...) et tout déchets non dangereux hors laine de verre (plâtre, polystyrène, revêtements PVC, moquettes, gaines) sont interdits.</p>

Tableau 43 : Critères techniques d'entrée des déchets d'isolants de laine de verre en centre de recyclage

Isover

Les laines de verre avec revêtement en aluminium ne sont pas prises en charge chez Isover.

- b. Laine de roche

Rockwool

Les caractéristiques d'acceptation du flux en recyclage sont :

Statut d'entrée du déchet	Caractéristiques
Admis	<p>Livraison propre, non trempée, non contaminée par des fluides ou des matériaux étrangers à la laine de roche.</p> <p>La laine de roche ne peut contenir aucune contamination chimique, ne peut pas avoir été exposée à des substances radioactives et ne doit pas contenir d'amiante et/ou de matériau suspect/similaire à l'amiante. La laine de roche restituée ne peut pas comprendre des matériaux grossiers tels que le bois, le fer, les gravats, les fils électriques et les dispositifs de fixation.</p>

Tableau 44 : Critères techniques d'entrée des déchets d'isolants de laine de roche en centre de recyclage

2. Isolants synthétiques

Hirsch Isolation

Les caractéristiques d'acceptation du flux en recyclage sont :

Statut d'entrée du déchet	Caractéristiques
Admis	Déchet de polystyrène propre, sans odeur, exempt de tout autre produit. Aussi accepté : PSE comportant des traces de poussière ou de terre (en quantité limitée) Les produits doivent être exempts totalement de tout corps étranger (béton, ciment, mortier de collage, trame de fibre de verre, colle, enduit, carton, plâtre, papier adhésif, fibre de bois, autres plastiques comme PVC et PP, métal, emballage alimentaire souillé ou non, composés électriques, produits chimiques), et seules les chutes conditionnées dans les sacs de Hirsch sont acceptées pour la reprise des chutes.

Tableau 45 : Critères techniques d'entrée des déchets d'isolants synthétiques en centre de recyclage

Note : les laines synthétiques en PSE blanc et gris doivent être regroupées séparément

5.3.2.3.4.4. Economiques

L'analyse économique est structurée par type d'isolant, en identifiant les coûts spécifiques à chaque maillon de la filière de traitement.

1. Laines minérales

Les principaux coûts pesant sur la filière de recyclage des laines minérales sont :

- La déconstruction
- Le sur-tri éventuel
- Le transport
- Le recyclage

Ces coûts sont repris dans le tableau ci-dessous.

Coûts identifiés	Valeur (€/t)	Description
Coût de déconstruction	Non disponible	La déconstruction est clé pour obtenir un gisement de déchets post-consommation non contaminé.
Coût de transport	Entre 10 et 130 €/t en fonction des distances de transport	Le transport est optimisé après un compactage. Le caractère abrasif des laines minérales est un frein au compactage. Densité des déchets non compactés : environ 50 kg/m ³ Densité des déchets compactés : environ 290 kg/m ³ .
Coût de sur-tri éventuel	Coût de sur-tri : environ 150 €/t	Le coût de sur-tri concerne le coût supplémentaire pour éliminer les contaminants/corps étrangers.
Coût d'entrée du flux en recyclage	Coût de stockage (100-250 €/t) moins le coût du transport : entre 50 et 250 €/t	Le coût d'entrée en recyclage dépend de l'alternative concurrente, c'est-à-dire le stockage pour les isolants minéraux.
Coût de recyclage	Non disponible	Le coût dépend de la technologie utilisée.
Coût d'achat de la matière première vierge vs recyclée	Non disponible	Le prix des matières premières recyclées dépend du prix des matières premières vierges et des autres isolants.

Tableau 46 : Principaux coûts de gestion des déchets de laines minérales

2. Isolants synthétiques

Les coûts identifiés pour les isolant synthétiques sont similaires aux coûts des isolants minéraux sauf pour les points suivants :

- L'alternative est le CSR (et non le stockage)
- La valeur des déchets triés est positive si les déchets sont compactés (environ 300 €/t)

5.3.2.3.5. Evolutions attendues et leviers d'amélioration

Le coût de la déconstruction est le principal frein pour le recyclage des isolants.

Le développement des presses pour le compactage des laines minérales permet d'optimiser le transport.

Pourtant, le potentiel de recyclage est important, en particulier pour les laines minérales. Les estimations disponibles indiquent :

- Selon l'étude de préfiguration de la REP PMCB (ADEME, mars 2021), le gisement total de déchets de laines minérales s'élèverait à **250 000 tonnes par an**. D'après Isover, la laine de verre de la déconstruction des bâtiments représente **75 000 tonnes** par an (90 % de la rénovation/déconstruction et 10% du gisement de la construction), et ce gisement de laine de verre devrait atteindre plus de **150 000 tonnes** par an à l'horizon 2030, renforçant le besoin et l'anticipation des enjeux des collectes de ces déchets.
- Le gisement actuel de laine de verre est estimé entre **90 000 et 100 000 tonnes par an** :

Les entreprises de recyclage prévoient d'augmenter leurs capacités à horizon 2030.

Dans ce contexte, les leviers d'amélioration sont détaillés ci-dessous.

Incitants	Description
Financer le surcoût de la déconstruction	Promouvoir la déconstruction des bâtiments et non la démolition Formations sur le tri sélectif pour les ouvriers du BTP
Augmenter la TGAP sur le stockage	Augmentation du coût de stockage ou interdiction d'enfouissement des laines minérales

Tableau 47 : Leviers d'amélioration pour une meilleure gestion des déchets d'isolants

5.3.3. Conclusion des analyses

L'analyse approfondie a permis de mettre en évidence les principaux leviers d'amélioration pour optimiser le tri et le recyclage des trois flux étudiés de manière approfondie.

Certains de ces leviers sont étroitement liés aux évolutions attendues dans le secteur des installations de tri, de transit et de regroupement, en réponse aux futures évolutions réglementaires. Ces évolutions sont détaillées dans la section suivante (phase 5).

Parmi les leviers identifiés, les principaux changements anticipés liés à ces évolutions réglementaires sont les suivants :

- Plastiques rigides noirs

Leviers d'amélioration (phase 4)	Evolutions pressenties (phase 5)
Travailler sur l'éco-conception	Généralisation de l'éco-conception
Améliorer le tri en amont	Sensibilisation au tri 8 flux pour en accentuer le déploiement Réflexion sur les possibilités de dérogation ou non du tri 8 flux sur des cas spécifiques
Faciliter la massification du flux	Projet de REP EIC
Renforcer la réglementation pour éviter la concurrence avec les matières importées	Fluctuation du prix des MPS (cours du marché des fibreux, plastiques, augmentation de la demande des métaux à forte valeur) L'arrêté du 5 septembre 2025 constitue un premier pas vers un renforcement de la réglementation dans ce sens. Au 1 ^{er} janvier 2026, une modulation des contributions financières sera mise en place pour les producteurs relevant de filières REP, lorsqu'ils incorporent des matières recyclées.
Développer des systèmes de tri optique plus performants ou d'autres systèmes de tri alternatifs	Développement des filières de valorisation chimique des plastiques Evolutions technologiques (IA et robotique)

- PVC

Leviers d'amélioration (phase 4)	Evolutions pressenties (phase 5)
Amélioration du tri en amont avec séparation des différents plastiques	Sensibilisation au tri 8 flux pour en accentuer le déploiement Réflexion sur les possibilités de dérogation ou non du tri 8 flux sur des cas spécifiques Déploiement effectif de la REP PMCB
Développer des technologies de recyclage pour extraire les substances dangereuses	Développement des filières de valorisation chimique des plastiques Evolutions technologiques (IA et robotique)

6.Évolution pressentie dans le secteur des installations de tri, transit, regroupement suite aux futures évolutions réglementaires (phase 5)

6.1. Objet de la phase

Le contexte dans lequel évoluent les centres de tri de déchets d'activités économiques est en constante mutation avec des influences de l'ordre :

- **Réglementaires**
Création de nouvelles filières à Responsabilité Élargie du Producteur, ou modification des REP existantes ;
Impact des textes de loi (obligation du tri à la source des biodéchets, loi AGEC et objectifs en termes de valorisation matière et de réduction des quantités enfouies ;
- **Économiques**, notamment lié aux filières de reprise et filières aval ;
- **Technologiques**
Évolution des technologies de tri.

Ces modifications du contexte, lié à l'arrivée de nouveaux acteurs, vont donc pousser les centres de tri à adapter leur fonctionnement dans les années à venir.

L'objet de cette phase est donc de conduire une analyse prospective des évolutions pressenties dans le secteur des installations de tri, transit, regroupement à partir des éléments des étapes précédentes de l'étude et des connaissances du domaine du tri des DAE.

Cette analyse sera construite à un horizon court terme, sur les années 2025 à 2030.

Les centres de tri DAE sont des « installations agiles » qui adaptent leur production en fonction de leur environnement. L'analyse visera donc à déterminer l'impact des mutations du secteur sur les installations.

6.2. Méthodologie

La méthodologie suivie pour déterminer l'évolution pressentie du secteur est la suivante :

- Lister l'ensemble des évolutions envisagées dans le secteur par thématique (réglementaire, REP, filières, technologie, autres) et étudier leur impact sur les centres de tri ;
- Mettre en avant les évolutions les plus pertinentes selon plusieurs critères :
 - o **Probabilité d'occurrence** : Est-ce que l'évolution pressentie est déjà en cours ou a une grande probabilité d'être mise en place ?
 - o **Pas de temps** : l'impact de l'évolution du secteur se fera-t-il ressentir à l'horizon 2025-2030 ?
 - o **Force de l'impact** : Est-ce que l'évolution aura un impact significatif sur le fonctionnement des centres de tri ?

6.3. Résultats

Les résultats sont présentés dans le tableau 57 ci-après.

6.3.1.Évolutions envisagées dans le secteur

Les évolutions pressenties dans le secteur du tri des déchets d'activités économiques sont détaillées dans le tableau ci-dessous.

La force de l'impact de chaque changement du secteur est matérialisé grâce à un code couleur :

Légende

++ : impact positif fort

+ : impact positif modéré

= : impact neutre

- : impact négatif

	Exemple d'évolutions pressenties	Description	Évaluation de l'impact sur le parc de centres de tri DAE	Probabilité d'occurrence	Pas de temps	Force de l'impact
Réglementation (hors REP)	<i>Mise en place de la taxe carbone pour les UVE</i>	<p>La révision de la Directive EU ETS (Emission Trading Schemes) prévoit que la Commission européenne évalue, sur la base d'une étude à réaliser avant le 31 juillet 2026, la potentielle inclusion de l'incinération des ordures ménagères dans le système d'échanges de quotas carbone européen. Cette inclusion, si les bénéfices étaient démontrés, interviendrait alors avant fin 2028, avec possibilité de dérogation jusqu'au 31 décembre 2030.</p> <p>Actuellement, la combustion de combustibles est incluse dans ce système de quotas pour les installations d'une puissance calorifique supérieure à 20 MW, mais l'incinération fait l'objet d'une exception. Il est également envisagé d'étudier la possibilité de baisser ce seuil de puissance pour inclure davantage d'installations.</p> <p>L'EU ETS, (ou système d'échange de quotas d'émissions de GES (SEQE-UE)) est un mécanisme mis en place depuis 2005 afin d'encourager la réduction des émissions de GES pour les secteurs les plus émetteurs. Ce système restreint le volume de GES pouvant être émis par les secteurs concernés via un plafond d'émission fixé au niveau européen, qui est abaissé au fil du temps.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Augmentation du coût de traitement de l'incinération et en conséquence augmentation de la compétitivité du tri (même si les refus de tri incinérés seront impactés par cette augmentation). ➤ Vers une maximisation de la valorisation matière (soit via un tri en centre de tri DAE, soit par un tri à la source plus poussé) afin de diminuer les quantités incinérées, soumises à la taxe carbone. 	Forte	Court/moyen terme	Impact fort CDT mécanisés ++ CDT engins +/-
Réglementation (hors REP)	<i>Quotas carbonés pour les chaufferies CSR</i>	<p>La Directive EU ETS inclue les chaufferies CSR dans le système d'échanges de quotas carbone européen pour les installations dont la puissance calorifique totale de combustion est supérieure à 20 MW. De nombreuses installations sont donc dimensionnées en dessous de cette valeur limite afin d'éviter les quotas CO₂.</p> <p>Un accord européen adopté en avril 2023 prévoit une étude d'impact relative à l'abaissement du seuil de puissance en deçà duquel les installations de combustion ne sont pas soumises aux quotas de CO₂. Cette option sera étudiée par la commission européenne en 2026.</p> <p>Une surcharge supplémentaire serait donc à prévoir et fragiliserait l'équilibre économique et la viabilité des installations.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Soit augmentation du coût de traitement en chaufferie CSR et donc maximisation de la valorisation matière pour diminuer les quantités à destination de cette filière ➤ Soit diminution des puissances des chaufferies pour s'adapter à la Directive 	Moyenne/faible	Court/moyen terme	Impact fort CDT mécanisés ++ CDT engins +/-

	Exemple d'évolutions pressenties	Description	Évaluation de l'impact sur le parc de centres de tri DAE	Probabilité d'occurrence	Pas de temps	Force de l'impact																					
	Durcissement de la réglementation incendie, environnementale	<p>Actuellement, la norme AFNOR XP P92-990 est appliquée pour la gestion du risque incendie dans les centres de tri de collecte sélective. Cette norme pourrait être étendue aux centres de tri DAE. Des exigences sont également attendues en fonction des rubriques ICPE (plan de défense incendie, état des déchets stockés).</p> <p>De nombreux incendies d'installations sont recensés. Ce contexte accidentogène pour les installations de traitement des déchets rend probable un durcissement de la réglementation sur la thématique incendie. Au-delà de l'aspect réglementaire, les installations devront dans tous les cas démontrer leur capacité à gérer le risque incendie pour pouvoir être assurés.</p> <p>Concernant la réglementation environnementale, les installations doivent déjà répondre à des exigences en matière de rejets, de bruits. Un durcissement de la réglementation à ce sujet se traduirait par des analyses et éventuellement quelques investissements complémentaires à prévoir.</p>	<p>➤ Augmentation du coût de tri pour les nouvelles installations (investissements plus conséquents).</p> <p>Si une mise à niveau des centres de tri existants est exigée, leur modèle économique pourrait être fragilisé et entraîner la fermeture de certains. Néanmoins, ces investissements nécessaires participent à sécuriser l'activité sur le long terme.</p> <p>Les tonnages seraient alors redirigés vers les autres sites.</p>	Forte	Moyen terme	Impact modéré CDT mécanisés = CDT engins =																					
Réglementation (hors REP)	Augmentation de la TGAP, proposée dans le projet de loi de finance 2026	<p>La TGAP taxe les activités polluantes pour réduire les quantités enfouies dans le cadre de la gestion des déchets et ainsi favoriser la valorisation. L'évolution de la TGAP sur la période 2020-2025 est la suivante :</p> <div data-bbox="719 959 1265 1225" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Évolution du coût de la TGAP par mode de traitement</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Année</th> <th>Incinération (€/t)</th> <th>Enfouissement (€/t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2020</td> <td>12</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>2021</td> <td>17</td> <td>37</td> </tr> <tr> <td>2022</td> <td>18</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>2023</td> <td>20</td> <td>52</td> </tr> <tr> <td>2024</td> <td>22</td> <td>59</td> </tr> <tr> <td>2025</td> <td>25</td> <td>65</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>Il n'est pas prévu ou connu actuellement d'augmentation de la TGAP au-delà 2025. Plusieurs possibilités sont donc envisageables pour les années à venir dans le secteur des DAE :</p>	Année	Incinération (€/t)	Enfouissement (€/t)	2020	12	25	2021	17	37	2022	18	45	2023	20	52	2024	22	59	2025	25	65	<p>➤ Toute augmentation de la TGAP se traduit par un bénéfice pour les centres de tri DAE. L'activité de tri deviendrait alors plus compétitive qu'aujourd'hui par rapport aux autres modes de traitement. Il serait alors attendu une augmentation des tonnages traités et une augmentation du parc de centres de tri DAE, indifféremment du type d'installation (mécanisé ou engin).</p>	Modérée	Court/Moyen terme	Impact modéré à fort en fonction du montant de la TGAP CDT mécanisés +/++ CDT engins +/++
Année	Incinération (€/t)	Enfouissement (€/t)																									
2020	12	25																									
2021	17	37																									
2022	18	45																									
2023	20	52																									
2024	22	59																									
2025	25	65																									

	Exemple d'évolutions pressenties	Description	Évaluation de l'impact sur le parc de centres de tri DAE	Probabilité d'occurrence	Pas de temps	Force de l'impact
		<ul style="list-style-type: none"> La TGAP reste plafonnée au montant 2025 et est éventuellement complétée par une taxe carbone sur l'incinération ; La TGAP augmente année par année à partir de 2025, de l'ordre de quelques euros par tonne, en fonction d'indices de prix. Les autres activités polluantes soumises à la TGAP (hors déchets non-dangereux) suivent l'indice des prix à la consommation ; La TGAP de l'incinération suit une évolution similaire à celle de l'enfouissement sur les années précédentes, en fonction des choix stratégiques pris par l'État. 				
	Sensibilisation au tri 8 flux pour en accentuer le déploiement	<p>La Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte fixe un objectif de réduction des DAE et le tri à 5 puis 8 flux.</p> <p>Une sensibilisation accrue à l'encontre des entreprises concernées permettrait d'accentuer le développement du tri à 8 flux et ainsi augmenter les tonnages réceptionnés.</p> <p>A noter qu'il est possible de déroger à cette réglementation et de regrouper certains flux dans une « collecte conjointe », dès lors qu'un tri ultérieur permet de valoriser ce flux sans dégradation de la qualité des matières. Cette dérogation est souvent utilisée dans la pratique, parfois par manque de place sur site pour l'ensemble des contenants de collecte.</p>	➤ Augmentation des flux en mélange réceptionnés sur les installations de tri.	Moyenne	Moyen terme	<p>CDT mécanisés +</p> <p>CDT engins =</p>
	Généralisation de l'écoconception	<p>L'éco-conception consiste à intégrer la protection de l'environnement dès la conception des biens ou services. Elle a pour objectif de réduire les impacts environnementaux des produits tout au long de leur cycle de vie : extraction des matières premières, production, distribution, utilisation et fin de vie.</p> <p>Deux directives cadres européennes existent sur cette thématique : la première est relative à l'éco-conception des produits et permet de fixer par règlement des exigences de performances minimales pour les produits mis sur le marché. La seconde est relative à l'étiquetage énergétique des produits. Une proposition de règlement a également été adoptée en 2022 qui viendrait remplacer la directive existante. Ce texte élargira le champ d'actions et les types de produits concernés.</p> <p>Il serait donc envisageable que la réglementation impose aux industriels une simplification des produits et leurs emballages mis sur le marché, en vue de faciliter leur recyclage et valorisation. Les produits et emballages seraient donc davantage captés en centres de tri, ce qui favoriserait la valorisation matière. Il faut néanmoins que ces produits soient collectés et arrivent jusqu'au centre de tri pour que l'impact se fasse ressentir.</p>	➤ Simplification de l'étape de tri et augmentation de la valorisation matière des produits et emballages	Faible	Long terme	<p>CDT mécanisés +</p> <p>CDT engins +</p>

	Exemple d'évolutions pressenties	Description	Évaluation de l'impact sur le parc de centres de tri DAE	Probabilité d'occurrence	Pas de temps	Force de l'impact
Réglementation (hors REP)	<i>Mise en place de mécanismes d'incitation</i>	<p>Plusieurs mécanismes dissuasifs existent, évoqués précédemment comme la taxe carbone ou TGAP, qui favorisent indirectement la valorisation matière.</p> <p>Ces outils peuvent être complétés par des mécanismes incitatifs pour encourager la valorisation matière et ainsi détourner des tonnages vers les centres de tri DAE. Ces incitations ont diverses formes : subventions de projet (ADEME, subventions régionales), soutiens sur les matières triées de la part d'éco-organismes, etc.</p> <p>Des aides sur la filière CSR bénéficient également indirectement aux centres de tri mécanisés disposant ou souhaitant s'équiper d'une ligne CSR.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vers plus de centres de tri mécanisés (augmentation des captations) 	Fort	Court terme	<p>CDT mécanisés ++</p> <p>CDT engins =</p>
Filières à Responsabilité Élargie du Producteur (REP)	<i>Déploiement effectif de la REP Produits et Matériaux de Construction du Bâtiment (PMCB)</i>	<p>La REP PMCB, entrée en vigueur au 1^{er} janvier 2023, permet la prise en charge sans frais des déchets triés et leur valorisation grâce au paiement d'une écocontribution par les metteurs sur le marché.</p> <p>Plusieurs éco-organismes se partagent la mise en œuvre de la REP : ECOMAISON, ECOMINERO, VALDELIA, VALOBAT. Les déchets du bâtiment sont progressivement repris sans frais dans les points de collecte agréés.</p> <p>Avec la montée en puissance de cette REP, certains centres de tri pourront passer des marchés par appel d'offres avec les éco-organismes pour accueillir les tonnages concernés et éventuellement se spécialiser dans le traitement des déchets du bâtiment.</p> <p>Pour ceux accueillant aujourd'hui des déchets de la REP PMCB et qui ne feront pas parti du maillage pour le traitement, les déchets seront détournés vers les éco-organismes.</p> <p>A noter que d'après les données fournies lors des audits, les flux en mélange dépendant de la REP PMCB sont traités exclusivement par des centres de tri mécanisés. En revanche, les monoflux sont traités à la fois sur des sites mécanisés et engins. Les flux concernés par la REP arrivent partiellement sur les centres de tri DAE et une augmentation des tonnages est donc envisageable.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Augmentation forte des tonnages traités si le centre de tri fait partie du maillage de la REP. Les centres mécanisés seront probablement privilégiés car en capacité de trier les flux en mélange. ➤ Diminution des tonnages traités si le centre de tri ne fait pas parti du maillage 	Fort	Court terme	<p>CDT mécanisés ++ (si dans le maillage)</p> <p>CDT engins =/-</p>

	Exemple d'évolutions pressenties	Description	Évaluation de l'impact sur le parc de centres de tri DAE	Probabilité d'occurrence	Pas de temps	Force de l'impact
Filières à Responsabilité Élargie du Producteur (REP)	Projet de REP Emballages Industriels et Commerciaux EIC	<p>La Directive européenne 94/62/CE du 20 décembre 1994 dans sa version consolidée impose une mise en place du régime de Responsabilité des producteurs (REP) à l'ensemble des emballages au plus tard le 31 décembre 2024.</p> <p>Dans le cadre des emballages professionnels, la Loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire dite loi « AGEC » a acté la création de la filière des emballages professionnels en prévoyant une mise en œuvre en deux temps :</p> <ul style="list-style-type: none"> • En 2024, pour les emballages consommés ou utilisés par les professionnels ayant une activité de restauration. Désignés sous le terme emballages de la restauration dans le cadre de la présente étude. • À compter du 1er janvier 2025, pour les autres emballages servant à commercialiser les produits consommés ou utilisés par tous les professionnels. Désignés sous le terme emballages industriels et commerciaux (EIC). <p>Une part significative des tonnages actuellement traités en centre de tri DAE pourrait donc être concernée par cette REP. Les emballages professionnels étant moins divers en nature que les déchets concernés par la REP PMCB, l'impact serait équivalent entre les centres de tri « mécanisés » et centres de tri « engins ».</p> <p>Les flux concernés par la REP sont déjà captés par les centres de tri DAE. La montée en puissance de la REP aura comme conséquence une répartition des tonnages différente entre les centres de tri, avec une augmentation des tonnages captés.</p>	➤ Augmentation attendue des tonnages actuellement collectés par le SPPGD réceptionnés en centres de tri DAE	Fort	Court terme	CDT mécanisés et engins +/-
	Autres REP existantes : Éléments d'Ameublement, Articles de Sport et Loisirs, Article de Bricolage et de Jardin, Jouets ...	<p>D'un point de vue général, la montée en puissance des filières à Responsabilité Élargie du Producteur auront tendance à augmenter les tonnages collectés pour les flux concernés.</p> <p>Beaucoup de ces flux sont actuellement dans la benne « encombrants ». La volonté des déchèteries est de détourner au maximum les quantités concernées par les filières REP de ces bennes. Ce processus est au bénéfice des centres de tri DAE, en particulier des CDT mécanisés car ces flux nécessitent une opération de tri et sont des objets de petite dimension.</p>	➤ Augmentation attendue des tonnages traités pour les centres de tri DAE, avec un impact probable plus fort sur les centres de tri mécanisés compte-tenu de la nature des flux (flux en mélange, multi matériaux)	Forte	Court terme	CDT mécanisés ++ CDT engins =

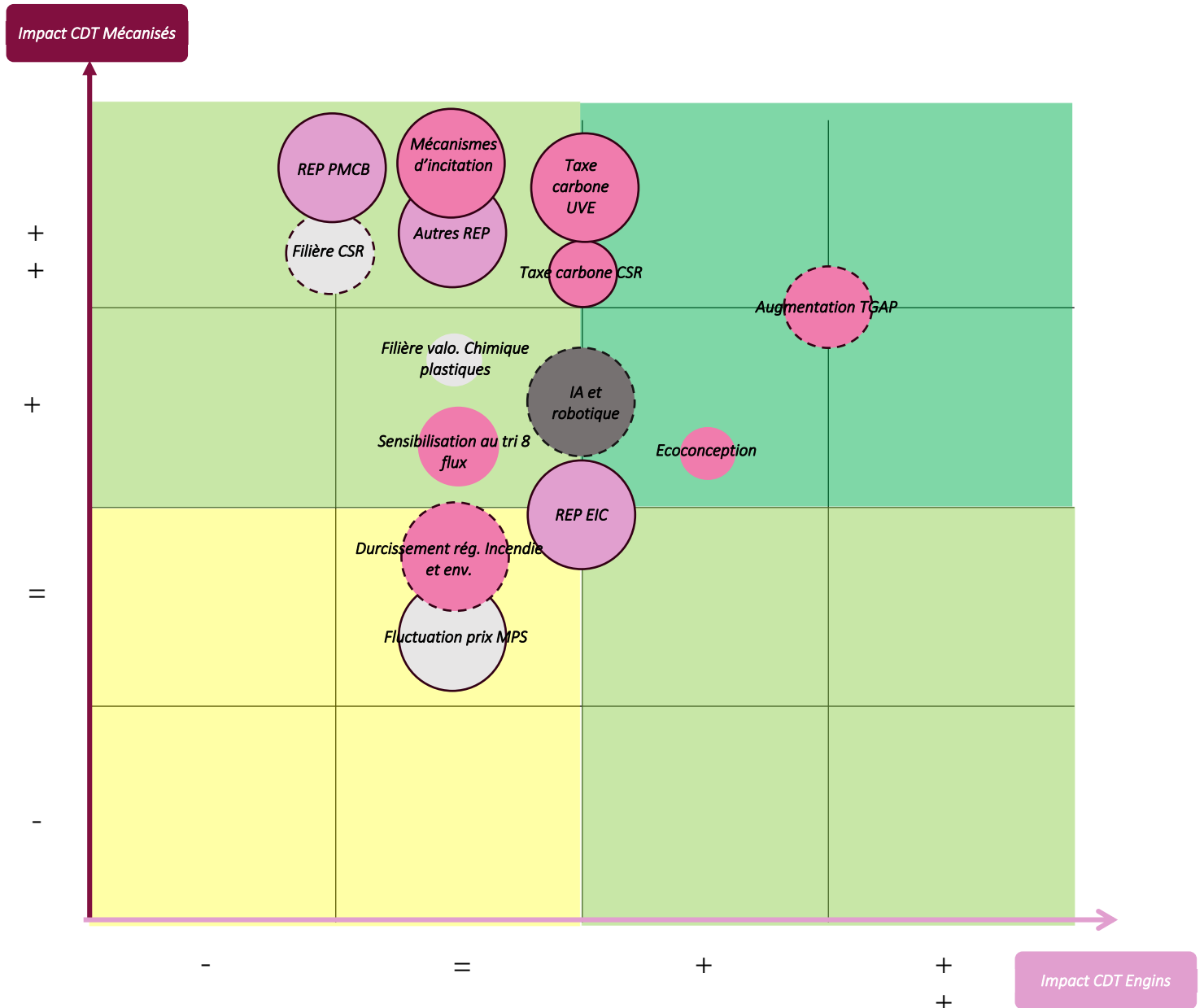
	Exemple d'évolutions pressenties	Description	Évaluation de l'impact sur le parc de centres de tri DAE	Probabilité d'occurrence	Pas de temps	Force de l'impact
Filières aval	<i>Développement de la filière de consommation des CSR par la mise en service de chaufferies CSR</i>	<p>Des réflexions sont menées par divers acteurs des déchets sur la filière de consommation des CSR, par la mise en service de chaufferies CSR.</p> <p>Plusieurs projets se concrétisent : SUEZ et TERREOS dans les Hauts de France ou encore SOLVAY et VEOLIA dans le Grand Est. Des appels à projet ont été lancés par l'ADEME depuis 2016 et jusqu'en 2024 pour soutenir les projets de chaufferies CSR avec des mises en service visées avant 2028.</p> <p>Aujourd'hui, la filière n'est pas encore fortement développée car les conditions économiques n'étaient pas favorables. Cependant, l'étude récente de la FNADE et SN2E menée en juillet 2023, montre que malgré l'augmentation des coûts de construction et d'exploitation, ainsi que l'impact des quotas carbone, le contexte économique est plus favorable au développement de la filière comparé aux études précédentes menées en 2020 (augmentation du coût de l'énergie). Le secteur nécessite tout de même toujours des soutiens à la compétitivité pour la chaleur CSR.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Favorise les sites qui font de la valorisation matière et production de CSR (centres de tri mécanisés) ➤ Concurrence entre valorisation matière et énergétique CSR ➤ Pas d'augmentation au global du gisement des centres de tri DAE mais répartition différente 	Modérée	Moyen terme	<p>CDT mécanisés ++</p> <p>CDT engins +/-</p>
	<i>Développement des filières de valorisation chimique des plastiques</i>	<p>Le principe de la valorisation chimique des plastiques est de dissocier les polymères de plastiques en composés chimiques réutilisables pour de nouvelles applications. Pour le recyclage des plastiques, cela permet de produire un matériau dont les propriétés sont très proches du matériau d'origine.</p> <p>Un appel à projets national « Recyclage des plastiques, composites et élastomères » a notamment été lancé en 2024 avec un volet sur cette thématique.</p> <p>La conséquence du développement de la filière serait de valoriser des plastiques qui ne le sont pas aujourd'hui et ainsi augmenter les tonnages de matières plastiques à aller capter par les installations de tri.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Augmentation attendue des tonnages vers les centres de tri mais les matières sont difficiles à séparer, ce qui favorise les centres de tri « mécanisés ». 	Faible	Long terme	<p>CDT mécanisés +</p> <p>CDT engins =</p>

	Exemple d'évolutions pressenties	Description	Évaluation de l'impact sur le parc de centres de tri DAE	Probabilité d'occurrence	Pas de temps	Force de l'impact
Filières aval	<i>Fluctuation du prix des MPS (cours du marché des fibreux, plastiques, augmentation de la demande des métaux à forte valeur)</i>	<p>Le prix des Matières Premières Secondaires subit de nombreuses fluctuations. Les centres de tri DAE doivent donc conserver une part d'adaptabilité au gisement entrant pour mieux se positionner économiquement parlant. Cet aspect peut constituer un frein aux investissements, qui nécessitent un amortissement sur le moyen ou long terme.</p> <p>Cette fluctuation constitue donc davantage une opportunité à saisir de façon ponctuelle, en adaptant les flux produits sur l'installation.</p> <p>Sauf augmentation générale des matières sur le long terme, cette fluctuation n'a pas d'impact significatif sur le parc de centres de tri DAE.</p> <p>L'arrêté du 5 septembre 2025, en mettant en place des primes modulables pour l'incorporation de plastiques recyclés par les producteurs, augmentera l'attrait des MPS plastiques et influencera donc le cours du marché des plastiques.</p>	<p>➤ Pas de bénéfice long terme pour les CDT DAE. L'imprévisibilité des courts ne permet pas de baser une stratégie d'entreprise sur ce paramètre (hors vente des matériaux quand le cours est haut). Il s'agit plutôt d'une conséquence subie positive ou négative.</p>	Forte	Court terme	CDT mécanisés et engins =
Évolutions technologiques	<i>IA et robotique</i>	<p>Le recours à l'intelligence artificielle, combiné à de la robotique et/ou séparation optique, ainsi que l'amélioration des technologies de tri optique, a comme conséquence de favoriser la séparation des matières entre elles et augmenter le taux de captation.</p> <p>Il est envisageable que cette technologie soit également utilisée pour renforcer l'adaptabilité des centres de tri au gisement entrant ou améliorer le contrôle qualité des matières triées.</p> <p>Actuellement, l'innovation en Intelligence Artificielle est portée par les fournisseurs de tri optiques. Les avancées dans ce domaine profiteraient donc dans un premier temps aux centres de tri « mécanisés ».</p> <p>Le bénéfice serait moins impactant pour les centres de tri « engins » mais toujours présent, avec des améliorations possibles pour le contrôle qualité des entrants, mise en place de robotique sur les engins, etc.</p>	<p>➤ Le développement de l'IA et la robotique favorise les centres de tri mécanisés</p>	Forte	Moyen/ long terme	CDT mécanisés + CDT engins +/-

Tableau 48 : Étude des évolution pressenties et de leurs impacts dans le secteur des centres de tri DAE

1.1.1. Synthèse comparative

Le schéma ci-dessous offre une synthèse visuelle des impacts des évolutions pressenties du secteur sur les installations de tri des DAE.



Légende :

Probabilité de l'impact :

- Faible (Small pink circle)
- Moyenne (Medium pink circle)
- Forte (Large pink circle)

Pas de temps :

- Court terme (Light pink circle)
- Moyen terme (Dashed light pink circle)
- Long terme (Light pink circle)

Catégorie de l'impact :

- Réglementaire (Pink circle)
- REP (Light pink circle)
- Filières (Light grey circle)
- Technologies (Dark grey circle)

L'analyse prospective des évolutions sur le secteur des installations de tri, transit et regroupement de DAE fait émerger plusieurs typologies de changements :

- Évolutions réglementaires et celles liées aux filières REP ;
- Évolutions des filières aval ;
- Évolutions technologiques.

L'analyse globale tend à montrer que les centres de tri « mécanisés » sont mieux armés pour répondre à ces changements :

- Pour les installations « mécanisées » : 11 évolutions impactantes positives, dont 7 très positives (++) ;
- Pour les installations « engins » : 3 évolutions impactantes positives et 4 évolutions neutres à positives (+/=).

Les évolutions réglementaires n'ont pas d'impacts fortement négatifs sur les centres de tri DAE et représentent plutôt des opportunités futures, notamment avec l'élargissement du périmètre de la taxation carbone pour les UVE et chaufferies CSR. Un cadre réglementaire plus stricte sur l'incendie et l'environnement, même s'il nécessitera des investissements complémentaires, participera à sécuriser l'activité sur le long terme.

La montée en puissance des filières à Responsabilité Élargie du Producteur aura un impact modéré à fort en fonction des filières concernées. Au global, les centres de tri « mécanisés » seront mieux équipés pour trier les REP, ce qui peut entraîner une mutation du parc d'installations pour répondre au besoin.

Concernant les filières aval, le marché des DAE est conditionné par la reprise des matières et toute évolution de ces filières a donc un impact direct sur les installations. L'apparition ou le développement de nouvelles filières offre des nouveaux débouchés et augmente donc l'activité des centres de tri. Ce développement bénéficie davantage aux centres de tri mécanisés.

Enfin, l'Intelligence Artificielle va s'intégrer dans les centres de tri via les trieurs optiques dans un premier temps. Les centres de tri « mécanisés » seront donc impactés en premier. D'autres applications pourront améliorer les performances de tri et contrôle qualité, néanmoins ces avancées technologiques ne vont pas révolutionner le secteur à court terme.

A court terme, les évolutions qui renforcent le secteur du tri des DAE, à la fois pour les centres de tri « mécanisés » et « engins » sont les projets de taxation complémentaires des autres modes de traitement (taxe carbone UVE, chaufferies CSR, augmentation de la TGAP) qui rendent plus compétitifs la valorisation matière et le tri. Les filières REP ont également un impact court terme, mais qui bénéficie en priorité aux centres de tri mécanisés.



7. Conclusion / Perspectives

L'étude sur les performances des installations de tri des déchets d'activités économiques a fourni des éléments afin de **définir une stratégie d'accompagnement des acteurs économiques du secteur**, en plusieurs étapes :

- Dans un premier temps, en **améliorant la connaissance du secteur du tri des DAE** : les installations de tri des DAE sont des installations agiles, diverses, qui ont des spécificités notamment liées à la variabilité du gisement entrant ;
- En recensant les équipements de tri disponibles sur le marché par catégorie, avec des retours sur les caractéristiques techniques de chacun afin **d'identifier les équipements les plus performants et adaptés** ;
- En **définissant la performance des centres de tri DAE** : une méthodologie a été proposée afin de qualifier et évaluer la performance des installations (première version) ;
- Finalement, en **prévoyant les évolutions sur secteur** en identifiant les besoins actuels et futurs en matières premières recyclées et en anticipant les mutations à venir (réglementation, technologies).

Un outil de catégorisation des performances de tri a ainsi été élaboré et proposé comme outil d'aide à la décision et d'accompagnement des acteurs économiques, utilisé par l'ADEME pour mieux connaître la diversité des équipements et de leurs performances sur le territoire national et ainsi de mieux accompagner les besoins et évolutions futures. Ce système de classement, basé sur un échantillon de 18 sites, nécessitera des modifications et adaptations à l'usage avec les données de sites complémentaires pour aboutir à une version plus affinée.



Index des tableaux et figures

TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse des enjeux de l'étude.....	8
Tableau 2 : Identification des équipements concernés par l'étude Phase 1.....	11
Tableau 3 : base de données équipements – cribles plans.....	12
Tableau 4 : résultats de la prise de contact.....	13
Tableau 5 : synthèse des équipements de la base de données, leurs contraintes et performances.....	14
Tableau 6 : Méthodologie initiale pour les caractérisations visuelles des déchets entrants.....	17
Tableau 7 : Méthodologie révisée pour les caractérisations visuelles des déchets entrants.....	18
Tableau 8 : Panel de sites audités par région et typologie de site.....	21
Tableau 9 : Fourchettes de prix de reprise par grandes familles de matières triées.....	34
Tableau 10: Critères de performance et de catégorisation.....	36
Tableau 11: Seuils critère E.....	37
Tableau 12 : Seuils critère M.....	39
Tableau 13 : type d'équipements installé sur les sites de tri DAE.....	40
Tableau 14 : Seuils critère T.....	42
Tableau 15: Seuils critère S.....	44
Tableau 16 : Pondération des modes de valorisation pour le calcul du Valoscore.....	46
Tableau 17 : Seuils critère V.....	47
Tableau 18: Seuils critère CR.....	50
Tableau 19: Seuils critère R.....	52
Tableau 20: Définition des catégories de centres de tri.....	55
Tableau 21: Arbre de décision CAT MA et EB - coefficients de performance.....	56
Tableau 22 : Arbre de décision CAT MB et EA - coefficients de performance.....	57
Tableau 23: Part maximale de résidus de tri - arrêté du 20 février 2023.....	58
Tableau 24: Tableau simplifié de la part maximale des résidus de tri.....	58
Tableau 25 : Arbre de décision CAT MA - arrêté du 20 février 2023.....	59
Tableau 26 : Arbre de décision CAT MB - arrêté du 20 février 2023.....	59
Tableau 27 : Arbre de décision CAT EB - arrêté du 20 février 2023.....	59
Tableau 28 : Arbre de décision CAT EA - arrêté du 20 février 2023.....	60
Tableau 29 : analyse comparative des propositions 1 et 2.....	60
Tableau 30 : Tableau récapitulatif de l'analyse simplifiée avec sélection des 3 flux à analyser de manière approfondie.....	66
Tableau 31 : Réglementations freinant le recyclage des plastiques rigides noirs.....	69
Tableau 32 : Principaux critères techniques à l'utilisation de matières premières recyclées issues des plastiques rigides noirs.....	71
Tableau 33 : Principaux coûts de gestion des déchets de plastiques rigides noirs.....	72
Tableau 34 : Leviers d'amélioration pour une meilleure gestion des déchets de plastiques rigides noirs.....	73
Tableau 35 : Principales usines de recyclage de PVC en France.....	75
Tableau 36 : Réglementations freinant le recyclage du PVC.....	77
Tableau 37 : Principaux critères techniques à l'utilisation de matières premières recyclées issues du PVC.....	79
Tableau 38 : Principaux critères techniques à l'utilisation de matières premières recyclées issues de profilés de fenêtres (PVC rigide).....	79
Tableau 39 : Principaux coûts de gestion des déchets de PVC.....	80
Tableau 40 : Leviers d'amélioration pour une meilleure gestion des déchets de PVC.....	81
Tableau 41 : Principales usines de recyclage de laines minérales en France (et Belgique).....	83
Tableau 42 : Réglementations freinant le recyclage des isolants.....	85
Tableau 43 : Critères techniques d'entrée des déchets d'isolants de laine de verre en centre de recyclage.....	86
Tableau 44 : Critères techniques d'entrée des déchets d'isolants de laine de roche en centre de recyclage.....	86
Tableau 45 : Critères techniques d'entrée des déchets d'isolants synthétiques en centre de recyclage.....	87
Tableau 46 : Principaux coûts de gestion des déchets de laines minérales.....	88
Tableau 47 : Leviers d'amélioration pour une meilleure gestion des déchets d'isolants.....	89
Tableau 48 : Étude des évolution pressenties et de leurs impacts dans le secteur des centres de tri DAE.....	99



FIGURES

Figure 1 : Périmètre de l'étude.....	20
Figure 2 : Régime ICPE des installations de l'échantillon	21
Figure 3 : Graphique de l'évolution des tonnages entrants sur les centres de tri DAE étudiés	22
Figure 4 : Graphiques de l'évolution des tonnages entrants, détaillés par typologie de site (mécanisés à gauche et simplifiés ou engins à droite) ou engins à droite)	23
Figure 5 : Synthèse des flux entrants sur les installations de tri des DAE, par grandes catégories de déchets en 2023	23
Figure 6 : Répartition moyenne entre flux en mélange et monoflux en entrée des centres de tri DAE, par typologie de site	24
Figure 7 : Graphique de l'évolution des tonnages sortants sur les centres de tri DAE étudiés	24
Figure 8 : Graphiques de l'évolution des tonnages sortants, détaillés par typologie de site (mécanisés à gauche et simplifié ou engins à droite)	25
Figure 9 : Nature et répartition des tonnages sortants par site en 2023	26
Figure 10 : Modes de traitement des non valorisables sous forme de matière en 2023 par site.....	27
Figure 11 : Modes de traitement des non valorisables sous forme de matière par typologie d'installation	27
Figure 12 : Tonnages sortants annuels de plastiques	28
Figure 13 : Composition moyenne globale en masse des entrants sur les centres DAE audités	29
Figure 14 : Composition moyenne globale en masse des flux en mélange.....	30
Figure 15 : Comparaison des compositions moyennes en masse des flux en mélange par type d'installation	31
Figure 16 : Chiffre d'affaires des installations de tri des DAE à la tonne.....	32
Figure 17 : Graphes des coûts liés aux produits sortants.....	33
Figure 18 : Graphe des recettes liées aux produits sortants	33
Figure 19 : Montant des investissements passés par l'installation et subventions ADEME perçues	33
Figure 20 : résultats critère E par site	38
Figure 21 : Résultats critère M par site.....	40
Figure 22 : Résultats du critère T par site.....	43
Figure 23 : résultats critère S par site	45
Figure 24 : résultats critère V par site.....	47
Figure 25: Répartition des tonnages sortants selon les catégories du Valoscore	48
Figure 26: Résultats critère CR par site	50
Figure 27 Critère R : Taux de valorisables dans les refus	52
Figure 28: Analyse des critères E et M et identification de catégories de centres de tri.....	54
Figure 29: résultats des classes de performance par site	62



Sigles et abréviations

DAE : déchets d'activités économiques

CDT : centre de tri

SPPGD : Service public de prévention et gestion des déchets

DIB : déchet industriel banal

DMA : déchets ménagers et assimilés

DEEE : déchets d'équipements électriques et électroniques

REP : responsabilité élargie du producteur

VHU : véhicule hors d'usage

ICPE : installation classée pour la protection de l'environnement

FNADE : fédération nationale des activités de la dépollution et de l'environnement

FEDERREC : fédération du recyclage, du réemploi et de l'économie circulaire

SNEFID : syndicat national des entrepreneurs de la filière déchet

MPR : matières premières recyclées

CSR : combustible solide de récupération

IA : intelligence artificielle



Liste des annexes

Annexe 1 – Base de données des équipements de tri	107
Annexe 2 - Grille d'audit	121
Annexe 3 – Grille des flux	124
Annexe 4 – Méthodologie de caractérisation	132
Annexe 5 – Protocole de caractérisation des DAE en mélange	136
Annexe 6 – Analyses simplifiées des flux	140
Annexe 7 – Synoptique type d'une chaîne de tri des DAE	160



Annexe 1 – Base de données des équipements de tri

Cette base intègre seulement les éléments que les structures qui ont répondu ont souhaité partager.

Cribles à fines

Type	Nom du fournisseur	Modèle, nom du produit	Fonction	Technologie, principe	Nature de l'entrant	Granulométrie entrante	Nature du sortant	Nb de fractions sortantes	Granulométries sortantes	Capacité de fonctionnement (t/h)	Fixe/Mobile	Motorisation thermique/électrique	Consommation d'énergie (kWh)	Autre
Crible à fines	<i>Votre société ou votre partenaire</i>	<i>Référence commerciale du produit</i>	<i>Cadre d'utilisation de l'équipement</i>	<i>Principe de fonctionnement, particularités de l'équipement</i>	<i>Adéquation de l'équipement avec différents déchets (DAE, tout venant, CS, OMR...)</i>	<i>Conditions sur l'acceptation de l'entrant en termes de granulométrie</i>	<i>Nom donné au flux sortant (3D, 2D, fines, matière principale composant le flux...)</i>	<i>Nombre de flux sortants</i>	<i>Plage de granulométrie possible pour chaque fraction sortante</i>	<i>Plage de débit en m³/h ou en t/h (avec hypothèses sur la densité)</i>	<i>Si mobile, indiquer si l'équipement est sur amortiroll, roues, chenilles...)</i>	<i>Type de moteur, V, Hz</i>	<i>Puissance consommée</i>	<i>Options, autres caractéristiques techniques...</i>
Crible à fines	Screenpod	AV4	Aspirateur à léger pour extraction de la matière selon poids sur convoyeur	Aspiration par turbine via tuyaux souples	Tous légers	0-150	Fines/légers	1	0-150	1	Fixe	Moteur électrique 15 kW	Dépendante du rythme de fonctionnement du site où la machine est installée	
Crible à fines	Screenpod	AV9	Aspirateur à léger pour extraction de la matière selon poids sur convoyeur	Aspiration par turbine via tuyaux souples	Tous légers	0-200	Fines/légers	1	0-200	1	Fixe	Moteur électrique 30 kW	Dépendante du rythme de fonctionnement du site où la machine est installée	

Cribles à disques

Type	Fournisseurs	Modèle	Fonction	Technologie	Nature de l'entrant	Granulométrie entrante	Nature du sortant	Nb de fractions sortantes	Granulométries sortantes	Capacité de fonctionnement (t/h)	Fixe/Mobile	Motorisation	Consommation NRJ (kWh)	Autre
Cribles à disques	Votre société ou votre partenaire	Référence commerciale du produit	Cadre d'utilisation de l'équipement	Principe de fonctionnement, particularités de l'équipement	Adéquation de l'équipement avec différents déchets (DAE, tout venant, CS, OMR...)	Conditions sur l'acceptation de l'entrant en termes de granulométrie	Nom donné au flux sortant (3D, 2D, fines, matière principale composant le flux...)	Nombre de flux sortants	Plage de granulométrie possible pour chaque fraction sortante	Plage de débit en m ³ /h ou en t/h (avec hypothèses sur la densité)	Si mobile, indiquer si l'équipement est sur ampliroll, roues, chenilles...)	Type de moteur, V, Hz	Puissance consommée	Options, autres caractéristiques techniques...
Cribles à disques	Ecostar	Hexact	Tri par taille pour divers types de déchets	La matière contenue dans la granulométrie souhaitée passe entre les disques et est convoyée par la suite. Le refus sort en bout de crible	Tous types	Toutes granulométries	Fractions selon dimensionnement des disques	Autant que voulu à la conception	10-350	200	Fixe	Moteur électrique 7,5 kW, fréquence réglable	Dépendante du nombre de moteurs et du rythme de fonctionnement du site où la machine est installée	
Cribles à disques	BEMA by SID	DS3000	Crible à disque:	Disques	DAE, CD,OMR	50/50 ou 90/100		2	90% 80 mm	20 tph @ 0,4	Possible de le monter en mobile	à la demande du client	4,5	distance entre les arbre des disque ajustable
Cribles à disques	BEMA by SID	DS4000	Crible à disque:	Disques	DAE, CD,OMR	50/50 ou 90/100		2	90% 80 mm	30 tph @ 0,4	Possible de le monter en mobile	à la demande du client	7,5	distance entre les arbre des disque ajustable
Cribles à disques	BEMA by SID	DS7000	Crible à disque:	Disques	DAE, CD,OMR	50/50 ou 90/100		22	90% 80 mm	60 tph @ 0,4	Possible de le monter en mobile	à la demande du client	27,5 kW	distance entre les arbre des disque ajustable

Cribles rotatifs

Type	Fournisseurs	Modèle	Fonction	Technologie	Nature de l'entrant	Granulométrie entrante	Nature du sortant	Nb de fractions sortantes	Granulométries sortantes	Capacité de fonctionnement (t/h)	Fixe/Mobile	Motorisation	Consommation NRJ (kWh)	Autre
Cribles rotatifs	Votre société ou votre partenaire	Référence commerciale du produit	Cadre d'utilisation de l'équipement	Principe de fonctionnement, particularités de l'équipement	Adéquation de l'équipement avec différents déchets (DAE, tout venant, CS, OMR...)	Conditions sur l'acceptation de l'entrant en termes de granulométrie	Nom donné au flux sortant (3D, 2D, fines, matière principale composant le flux...)	Nombre de flux sortants	Plage de granulométrie possible pour chaque fraction sortante	Plage de débit en m ³ /h ou en t/h (avec hypothèses sur la densité)	Si mobile, indiquer si l'équipement est sur ampliroll, roues, chenilles...)	Type de moteur, V, Hz	Puissance consommée	Options, autres caractéristiques techniques...
Cribles rotatifs	ALFYMA	TRO OXX	Séparation granulométrique	Diamètre : 1,75 à 3m Longueur: 4 à 16m de criblage	DAE/CS/OMR/Mâchefer/Métal	0-750mm (Suivant diamètre tube)	Fines/Fraction 1 / Fraction 2/Fraction 3	Sur mesure (2 à 5 fractions)	Sur mesure (30 à 320mm)	40 à 260m ³ /h	Fixe	2*5,5 à 2*11Kw (Trommel simple) 4*7,5Kw (Double Trommel)		Ouvreurs de sac, Décolmateur automatique Maille tubé anti-enroulement Possibilité de Double trommel (gde longueur)
Cribles rotatifs	BEZNER	Trommel	Criblage des déchets	Tambour rotatif avec une ou plusieurs tailles de criblage	Utilisable pour la CS, les OMR, les DAE, les DCD, le mâchefer, etc.	Possible sur des flux entrants avec des objets de taille jusque 1mètre	Fraction par taille	De 2 à 4	de 10mm à 300mm	jusque 100 t/h (exemple du mâchefer)	Fixe	de 15 à 45kW selon la taille du trommel. 400V - 50Hz		
Cribles rotatifs	TEREX Recycling Systems	TTS-620SE	Criblage pour divers types de déchets	La matière contenue dans la granulométrie souhaitée traverse la maille et est convoyée par la suite. Le refus sort en bout de crible		Toutes granulométries	Fines et refus	2	8-80mm		Fixe	Moteur électrique	Dépendante du rythme de fonctionnement du site où la machine est installée	

Brumisation

Type	Fournisseurs	Modèle	Fonction	Technologie	Débit d'eau (L/h)	Pression (bar)	Fixe/Mobile	Surface couverte par une buse (m²)	Portée (m)	Degré de rotation (si mobile)	Degré d'inclinaison (si mobile)	Consommation d'énergie (kWh)	Autre
Brumisation	Votre société ou votre partenaire	Référence commerciale du produit	Cadre d'utilisation de l'équipement (exemple : sur une sortie d'équipements ou sur un stock)	Principe de fonctionnement, particularités de l'équipement								Puissance consommée	Options, autres caractéristiques techniques...
Brumisation	Merlin	Alpha/Viscor	Maintien d'un taux d'humidité empêchant l'expansion de la poussière dans une zone donnée	Atomisation par haute pression	Dépendant du nombre de modules de brumisation d'installés	~70	Fixe	Dépendant de la taille de la buse installée	1 m en ligne droite	NA	NA	Dépendante de la puissance de la pompe choisie et du rythme de fonctionnement du site où la machine est installée	Adoucisseur, osmoseur, ventilation

Dépoussiérage

Type	Fournisseurs	Modèle	Technologie	Fixe / mobile	Efficacité /diamètre des poussières	Capacité de traitement d'air (m3/h)	Consommables	Fréquence de remplacement des consommables	Décolmatage manuel ou automatique	Consommation (kWh)	Pression sonore (dBa)	Autre
Dépoussiérage	Votre société ou votre partenaire	Référence commerciale du produit	Cadre d'utilisation de l'équipement (exemple : échelle d'un bâtiment ou en sortie équipement)							Puissance consommée		Options, autres caractéristiques techniques...
Dépoussiérage	CORAL	AIRCOM (filtre à manches) ou AIRCOMPACT (filtre à cartouches)	Filtration à sec	Fixe	Poussières totales <5 mg/m³	Sur-mesure / sans limite apparente	Cartouches ou manches	_Durée de vie des cartouches - 10 ans (peut varier en fonction de l'utilisation et de la typologie des polluants) _Durée de vie des manches - 4 à 7 ans (peut varier en fonction de l'utilisation et de la typologie des polluants)	Pneumatique et automatique	Dépend de la perte de charge et du débit	Peux varier - mais nous tachons de ne pas dépasser les 80dBa. Des options d'insonorisation sont proposées	
Dépoussiérage	NEU JFK DELTA NEU	JETLINE V	LIGNE DE TRI COMPLETE	FIXE	REJET < 5 mg/m3	SELON MODULES	manches filtrantes	2 à 3 ans	Automatique	Fonction débit / pression	Fonction débit / pression	

Broyeurs lents

Type	Fournisseurs	Modèle	Fonction	Technologie (type de broyeur)	Nature de l'entrant	Granulométrie entrante	Nature du sortant	Granulométries sortantes (& Nb de fractions)	Capacité de fonctionnement (t/h)	Motorisation	Fixe/Mobile	Consommation d'énergie (kWh)	Autre
Broyeur	<i>Votre société ou votre partenaire</i>	<i>Référence commerciale du produit</i>	<i>Cadre d'utilisation de l'équipement</i>	<i>Principe de fonctionnement, particularités de l'équipement (type d'arbre, etc)</i>	<i>Adéquation de l'équipement avec différents déchets (DAE, tout venant, CS, OMR ...)</i>	<i>Conditions sur l'acceptation de l'entrant en termes de granulométrie</i>	<i>Nom donné au flux sortant (3D, 2D, fines, matière principale composant le flux...)</i>	<i>Plage de granulométrie possible pour chaque fraction sortante</i>	<i>Plage de débit en m3/h ou en t/h (avec hypothèses sur la densité)</i>	<i>Type de moteur, V, Hz</i>	<i>Si mobile, indiquer si l'équipement est sur amphiroll, roues, chenilles...)</i>	<i>Puissance consommée</i>	<i>Options, autres caractéristiques techniques...</i>
Broyeur	M&J	K210	Pré-broyeur pour divers types de déchets	Broyeur lent à 2 arbres avec des couteaux. Entraînement hydraulique	Tous types	Toutes granulométries	Matière principale composant le flux	0 à 125/400 selon nombre de couteaux	jusqu'à 45	Moteur électrique, puissance selon choix technique	Fixe	Dépendante du nombre de moteurs et du rythme de fonctionnement du site où la machine est installée	
Broyeur	M&J	K160	Pré-broyeur pour divers types de déchets	Broyeur lent à 2 arbres avec des couteaux. Entraînement hydraulique	Tous types	Toutes granulométries	Matière principale composant le flux	0 à 100/450 selon nombre de couteaux	jusqu'à 35	Moteur électrique, puissance selon choix technique	Fixe	Dépendante du nombre de moteurs et du rythme de fonctionnement du site où la machine est installée	
Broyeur	M&J	6000S	Pré-broyeur pour divers types de déchets	Broyeur lent à 2 arbres avec des couteaux. Entraînement hydraulique	Tous types	Toutes granulométries	Matière principale composant le flux	0 à 125/450 selon nombre de couteaux	jusqu'à 200	Moteur électrique, puissance selon choix technique	Fixe	Dépendante du nombre de moteurs et du rythme de fonctionnement du site où la machine est installée	
Broyeur	KOMPTECH	CRAMBO	réduction de volume	bi-rotor	bois, OMR	Pas de limite	broyat	1 fraction de 0-100 mm à pré-broyé	30 à 100 t/h - ex : Bois B : densité 0.30	Electrique	Fixe ou mobile sur essieux	160 à 200 Kw	déferrailleur, arrosage, mesures de volumes
Broyeur	KOMPTECH	CRAMBO	réduction de volume	bi-rotor	bois, OMR	Pas de limite	broyat	1 fraction de 0-100 mm à pré-broyé - E	25 à 120 t/h - ex : Bois B : densité 0.30 - ex : Plastiques : pour une granulo < 150 mm : 18 t/h	Thermique - V	essieux, ampiroll, chenilles	30 à 45t/h	déferrailleur, arrosage, mesures de volumes
Broyeur	KOMPTECH	TERMINATOR	réduction de volume	mono-rotor	Tout venant, bois, CS, OMR	Pas de limite	broyat	1 fraction de 0-100 mm à pré-broyé	50t/h en tout venant, densité 0.4 , jusqu'à 70t/h	Electrique	Fixe électrique	242 à 447 Kw	déferrailleur, arrosage, mesures de volumes
Broyeur	KOMPTECH	TERMINATOR	réduction de volume	mono-rotor	Tout venant, bois, CS, OMR	Pas de limite	broyat	1 fraction de 0-100 mm à pré-broyé	60t/h en tout venant, densité 0.4, jusqu'à 80 t/h	Thermique - V	essieux, ampiroll, chenilles	30 à 45t/h	déferrailleur, arrosage, mesures de volumes
Broyeur	KOMPTECH	TERMINATOR Xtron	réduction de volume	mono-rotor	Tout venant, bois, CS, OMR	Pas de limite	broyat	1 fraction de 0-100 mm à pré-broyé	de 20à 80 T/h - ex : OMR 100t/h	Thermique - V	essieux, ampiroll, chenilles	30 à 45t/h	déferrailleur, arrosage, mesures de volumes

Broyeurs lents (suite)

Type	Fournisseurs	Modèle	Fonction	Technologie (type de broyeur)	Nature de l'entrant	Granulométrie entrante	Nature du sortant	Granulométries sortantes (& Nb de fractions)	Capacité de fonctionnement (t/h)	Motorisation	Fixe/Mobile	Consommation d'énergie (kWh)	Autre
Broyeur	<i>Votre société ou votre partenaire</i>	<i>Référence commerciale du produit</i>	<i>Cadre d'utilisation de l'équipement</i>	<i>Principe de fonctionnement, particularités de l'équipement (type d'arbre, etc)</i>	<i>Adéquation de l'équipement avec différents déchets (DAE, tout venant, CS, OMR ...)</i>	<i>Conditions sur l'acceptation de l'entrant en termes de granulométrie</i>	<i>Nom donné au flux sortant (3D, 2D, fines, matière principale composant le flux...)</i>	<i>Plage de granulométrie possible pour chaque fraction sortante</i>	<i>Plage de débit en m3/h ou en t/h (avec hypothèses sur la densité)</i>	<i>Type de moteur, V, Hz</i>	<i>Si mobile, indiquer si l'équipement est sur ampliroll, roues, chenilles...)</i>	<i>Puissance consommée</i>	<i>Options, autres caractéristiques techniques...</i>
Broyeur	SIDSA	XLC 3000	Broyeur primaire	Broyeur à crochets - 2 arbres	Tous déchets	0-2000		90%<200 ou 90%<350	7-15 tph @0,2 30-60 tph @0,4	Suivant demande client	Fixe	160-250	
Broyeur	SIDSA	XLC 4500/9	Broyeur primaire	Broyeur à crochets - 2 arbres	Tous déchets	0-2000		Granulométrie : - 90% <350 mm et 95% <500 mm	20-30 tph @0,2 40-150 tph @0,4	Suivant demande client	Fixe	200-500	
Broyeur	SIDSA	XLC 4500/12	Broyeur primaire	Broyeur à crochets - 2 arbres	Tous déchets	0-2000		Granulométrie : - 90% <200 mm et 95% <300 mm	15-25 tph @0,2 40-120 tph @0,4	Elect ou hydraulique. V et Hz à la demande du client	Fixe	200-500	
Broyeur	SIDSA	XLC 4500 TR	Broyeur primaire	Broyeur à crochets - 3 arbres	Tous déchets	0-2000		90%<200 ou 90%<350	30-45 tph @ 0,2 50-230 tph @ 0,4	Elect ou hydraulique. V et Hz à la demande du client	Fixe	400-750	
Broyeur	SIDSA	XLC 7300	Broyeur primaire	Broyeur à crochets - 2 arbres	Tous déchets	0-2000		95% < 500 mm	60-80 tph @0,2 60-250 tph @0,4	Elect ou hydraulique. V et Hz à la demande du client	Fixe	315-945	
Broyeur	SIDSA	S100	Cisaille	Cisaille rotative 2 arbres	Tous déchets	0-400		De nombreuses possibilités. Généralement <150 mm	2-4 tph @ 0,4 8 tph @ 0,4	Elect ou hydraulique. V et Hz à la demande du client	Fixe	18,5-55	
Broyeur	SIDSA	S200 E		Cisaille rotative 2 arbres	Tous déchets	0-1000		De nombreuses possibilités. Généralement <150 mm	16 tph @0,4	Elect ou hydraulique. V et Hz à la demande du client	Fixe	37-200	
Broyeur	SIDSA	S200 H		Cisaille rotative 2 arbres	Tous déchets	0-1000		De nombreuses possibilités. Généralement <150 mm	16 tph @0,4	Elect ou hydraulique. V et Hz à la demande du client	Fixe	37-200	
Broyeur	SIDSA	S300 E		Cisaille rotative 2 arbres	Tous déchets	0-2000		De nombreuses possibilités. Généralement <200 mm	40 tph @0,4	Elect ou hydraulique. V et Hz à la demande du client	Fixe	90-400	

Broyeurs lents (suite)

Type	Fournisseurs	Modèle	Fonction	Technologie (type de broyeur)	Nature de l'entrant	Granulométrie entrante	Nature du sortant	Granulométries sortantes (& Nb de fractions)	Capacité de fonctionnement (t/h)	Motorisation	Fixe/Mobile	Consommation d'énergie (kWh)	Autre
Broyeur	<i>Votre société ou votre partenaire</i>	<i>Référence commerciale du produit</i>	<i>Cadre d'utilisation de l'équipement</i>	<i>Principe de fonctionnement, particularités de l'équipement (type d'arbre, etc.)</i>	<i>Adéquation de l'équipement avec différents déchets (DAE, tout venant, CS, OMR ...)</i>	<i>Conditions sur l'acceptation de l'entrant en termes de granulométrie</i>	<i>Nom donné au flux sortant (3D, 2D, fines, matière principale composant le flux...)</i>	<i>Plage de granulométrie possible pour chaque fraction sortante</i>	<i>Plage de débit en m3/h ou en t/h (avec hypothèses sur la densité)</i>	<i>Type de moteur, V, Hz</i>	<i>Si mobile, indiquer si l'équipement est sur amorti, roues, chenilles...)</i>	<i>Puissance consommée</i>	<i>Options, autres caractéristiques techniques...</i>
Broyeur	SIDSA	S300 H		Cisaille rotative 2 arbres	Tous déchets	0-2000		De nombreuses possibilités. Généralement <250 mm	40 tph @0,4	Elect ou hydraulique. V et Hz à la demande du client	Fixe	90-400	
Broyeur	SIDSA	S350		Cisaille rotative 2 arbres	Tous déchets	0-2000		De nombreuses possibilités. Généralement <300 mm	40 tph @0,4	Elect ou hydraulique. V et Hz à la demande du client	Fixe	110-400	
Broyeur	SIDSA	S400		Cisaille rotative 2 arbres	Tous déchets	0-2000		De nombreuses possibilités. Généralement <300 mm	80 tph @0,4	Elect ou hydraulique. V et Hz à la demande du client	Fixe	250-630	
Broyeur	SIDSA	S500	Cisaille 4 arbres	Cisaille rotative 4 arbres	Tous déchets	0-2000		De nombreuses possibilités. Généralement <300 mm	120 tph @0,4	Elect ou hydraulique. V et Hz à la demande du client	Fixe	364-630	
Broyeur	SIDSA	S20 0-4S	Cisaille 4 arbres	Cisaille rotative 4 arbres	Tous déchets	0-1800		Généralement <120 mm	10 tph @ 0,4	Elect ou hydraulique. V et Hz à la demande du client	Fixe	90-200	
Broyeur	SIDSA	S30 0-4S	Cisaille 4 arbres	Cisaille rotative 4 arbres	Tous déchets	0-2000		Généralement <120 mm	30 tph @0,4	Elect ou hydraulique. V et Hz à la demande du client	Fixe	180-500	
Broyeur	SIDSA	S20 0-4S	Cisaille 4 arbres	Cisaille rotative 4 arbres	Tous déchets	0-2000		Généralement <120 mm	10 tph @ 0,4	Elect ou hydraulique. V et Hz à la demande du client	Fixe	90-200	

Granulateurs

Type	Fournisseurs	Modèle	Fonction	Technologie (type de broyeur)	Nature de l'entrant	Granulométrie entrante	Nature du sortant	Granulométries sortantes (& Nb de fractions)	Capacité de fonctionnement (t/h)	Motorisation	Fixe/Mobile	Consommation d'énergie (kWh)	Autre
Granulateur	M&J	F320	Granulateur pour divers types de déchets	Broyeur rapide monorotor. Entraînement hydraulique ou électrique	Tous types		Matière principale composant le flux	0 à 20/100 selon grille	jusqu'à 28	Moteur électrique 2*200 kW, 3*400V + PE, 50 Hz	Fixe	Dépendante du rythme de fonctionnement du site où la machine est installée	
Granulateur	M&J	F210	Granulateur pour divers types de déchets	Broyeur rapide monorotor. Entraînement hydraulique ou électrique	Tous types		Matière principale composant le flux	0 à 15/100 selon grille	jusqu'à 22	Moteur électrique 150 kW, 3*400V + PE, 50 Hz	Fixe	Dépendante du rythme de fonctionnement du site où la machine est installée	
Granulateur	M&J	F140	Granulateur pour divers types de déchets	Broyeur rapide monorotor. Entraînement hydraulique ou électrique	Tous types		Matière principale composant le flux	0 à 15/100 selon grille	jusqu'à 15	Moteur électrique 200 kW, 3*400V + PE, 50 Hz	Fixe	Dépendante du rythme de fonctionnement du site où la machine est installée	
Granulateur	SIDSA	SRF2800	Broyage fin	1 arbres broyeur rapide	Tout type de déchet mais préparé	0-200 mm	/	10-100	12-15 tph @ densité 0,2 et granulometrie 30-35 mm	Elect ou hydraulique. V et Hz à la demande du client	NA	2*160 - 2*250	vitesse : 40 -350 rpm
Granulateur	SIDSA	SRF2200	Broyage fin	1 arbres broyeur rapide	Tout type de déchet mais préparé	0-200 mm	/	10-100	10-12 tph @ densité 0,2 et granulometrie 30-35 mm	Elect ou hydraulique. V et Hz à la demande du client	NA	2*132 - 2*200	vitesse : 40 -350 rpm
Granulateur	SIDSA	SRF2000	Broyage fin	1 arbres broyeur rapide	Tout type de déchet mais préparé	0-200 mm	/	10-100	5-10 tph @ densité 0,2 et granulometrie 30-35 mm	Elect ou hydraulique. V et Hz à la demande du client	NA	2*110 - 2*160	vitesse : 40 -350 rpm

Overbands

Fournisseurs	Modèle	Fonction	Technologie	Nature de l'entrant	Granulométrie de l'entrant	Capacité à capter les fines	Distance optimale au flux de déchet (m)	Consommation d'énergie (kWh)	Autre
<i>Votre société ou votre partenaire</i>	<i>Référence commerciale du produit</i>	<i>Cadre d'utilisation de l'équipement</i>	<i>Principe de fonctionnement, particularités de l'équipement</i>	<i>Adéquation de l'équipement avec différents déchets (DAE, tout venant, CS, OMR ...)</i>	<i>Conditions sur l'acceptation de l'entrant en termes de granulométrie</i>	<i>Taux de captation</i>		<i>Puissance consommée</i>	<i>Options, autres caractéristiques techniques...</i>
ANDRIN	OVBP 80/xx	Déferrisation	Aimant permanent	CS, OMR, DIB, D3E, Machefers	0/100 mm	95%	250 mm	1,1 Kw	Chassis Inox
ANDRIN	OVBP 100/xx	Déferrisation	Aimant permanent	CS, OMR, DIB, D3E, Machefers	0/100 mm	95%	280 mm	1,5 Kw	Chassis Inox
ANDRIN	OVBP 120/xx	Déferrisation	Aimant permanent	CS, OMR, DIB, D3E, Machefers	0/250 mm	95%	350mm	2,2 Kw	
ANDRIN	OVBP 80/xx	Déferrisation	Electro Aimant	DIB, DAE, OMR, D3E Machefers	0/250 mm	95%	300mm	2,2 Kw +(2,6 à 5,5 Kw)	OPTION Refroidis par Huile
ANDRIN	OVBP 100/xx	Déferrisation	Electro Aimant	DIB, DAE, OMR, D3E Machefers	0/300 mm	95%	370mm	2,2 Kw +(4,5 à 8 Kw)	OPTION Refroidis par Huile
ANDRIN	OVBP 120/xx	Déferrisation	Electro Aimant	DIB, DAE, OMR, D3E Machefers	0/400 mm	95%	450mm	4 Kw +(5,7 à 10,5 Kw)	OPTION Refroidis par Huile
ANDRIN	OVBP 140/xx	Déferrisation	Electro Aimant	DIB, DAE, OMR, D3E Machefers	0/500 mm	95%	550mm	4 Kw +(8 à 13,5 Kw)	OPTION Refroidis par Huile
ANDRIN	OVBP 160/xx	Déferrisation	Electro Aimant	DIB, DAE, OMR, D3E Machefers	0/500 mm	95%	650mm	5,5 Kw +(12 à 20 Kw)	OPTION Refroidis par Huile
Goudsmit	ROFC065330	Séparation de grands volumes de fer ou d'acier. Il est suspendu au-dessus d'une bande transporteuse plane ou creuse.	Ce type d'aimant permanent est autonettoyant et sépare en continu les particules Fe (ferromagnétiques) des flux de matériau	Mâchefers, Bois, Verre et céramique Plastique et caoutchouc Ferraille	Fractions grossières > 10mm	Mini 1mm Fe Particules	0,32 Max	2,2 kW	Spécifications
Goudsmit	ROFC080340	Séparation de grands volumes de fer ou d'acier. Il est suspendu au-dessus d'une bande transporteuse plane ou creuse.	Ce type d'aimant permanent est autonettoyant et sépare en continu les particules Fe (ferromagnétiques) des flux de matériau	Mâchefers, Bois, Verre et céramique Plastique et caoutchouc Ferraille	Fractions grossières > 10mm	Mini 1mm Fe Particules	0,38 Max	2,2 kW	Spécifications
Goudsmit	ROFC120350	Séparation de grands volumes de fer ou d'acier. Il est suspendu au-dessus d'une bande transporteuse plane ou creuse.	Ce type d'aimant permanent est autonettoyant et sépare en continu les particules Fe (ferromagnétiques) des flux de matériau	Mâchefers, Bois, Verre et céramique Plastique et caoutchouc Ferraille	Fractions grossières > 10mm	Mini 1mm Fe Particules	0,43 Max	3 kW	Spécifications

Overbands (suite)

Fournisseurs	Modèle	Fonction	Technologie	Nature de l'entrant	Granulométrie de l'entrant	Capacité à capter les fines	Distance optimale au flux de déchet (m)	Consommation d'énergie (kWh)	Autre
<i>Voire société ou votre partenaire</i>	<i>Référence commerciale du produit</i>	<i>Cadre d'utilisation de l'équipement</i>	<i>Principe de fonctionnement, particularités de l'équipement</i>	<i>Adéquation de l'équipement avec différents déchets (DAE, tout venant, CS, OMR ...)</i>	<i>Conditions sur l'acceptation de l'entrant en termes de granulométrie</i>	<i>Taux de captation</i>		<i>Puissance consommée</i>	<i>Options, autres caractéristiques techniques...</i>
Goudsmit	ROFC160360	Séparation de grands volumes de fer ou d'acier. Il est suspendu au-dessus d'une bande transporteuse plane ou creuse.	Ce type d'aimant permanent est autonettoyant et sépare en continu les particules Fe (ferromagnétiques) des flux de matériau	Mâchefers, Bois, Verre et céramique Plastique et caoutchouc Ferraille	Fractions grossières > 10mm	Mini 1mm Fe Particules	0,46 Max	4 kW	Spécifications
Goudsmit	SZEB160004	Séparation de grands volumes de fer ou d'acier. Il est suspendu au-dessus d'une bande transporteuse plane ou creuse.	Ce type d'electroaimant est autonettoyant et sépare en continu les particules Fe (ferromagnétiques) des flux de matériau - Peut être désactivé	Mâchefers, Bois, Verre et céramique Plastique et caoutchouc Ferraille	Fractions grossières > 10mm	Mini 3 mm Fe Particules	0,6 Max	20 kW	Spécifications
Raoul LENOIR	OVAP	extraire les aciers contenus dans un vrac inerte	aimant permanent ferrites	agi sur tout acier, peu importe le milieu	10-200	10 sur 20	10 à 100 mm	1 moteur 2kW	
Raoul LENOIR	OV	extraire les aciers contenus dans un vrac inerte	bobine en aluminium isolé	agi sur tout acier, peu importe le milieu	50 - 400	5 sur 20	10 à 300 mm	1 moteur 5kW + 1 bobine 7 à 25 kw	
RAOUL LENOIR	OVAPN	extraire les aciers contenus dans un vrac inerte	aimant permanent néodymes	agi sur tout acier, peu importe le milieu	10-200	14 sur 20	2 à 20 mm	1 moteur 0,75 kW	

Séparateurs de films

Fournisseurs	Modèle	Fonction	Technologie	Nature de l'entrant	Granulométrie entrante	Taux d'humidité maximum en entrée	Efficacité	Nature du sortant	Granulométrie sortante	Nombre de fractions en sortie	Capacité de fonctionnement (t/h)	Débit d'air (m3/h)	Consommation (kWh)	Autre
<i>Voire société ou votre partenaire</i>	<i>Référence commerciale du produit</i>	<i>Cadre d'utilisation de l'équipement</i>	<i>Principe de fonctionnement, particularités de l'équipement (aérolique, séparateur mécanique type grille...)</i>	<i>Adéquation de l'équipement avec différents déchets (DAE, tout venant, CS, OMR ...)</i>	<i>Conditions sur l'acceptation de l'entrant en termes de granulométrie</i>	<i>Conditions sur l'acceptation de l'entrant en termes d'humidité</i>	<i>Taux de captation</i>	<i>Nom donné au flux sortant (3D, 2D, fines, matière principale composant le flux...)</i>	<i>Plage de granulométrie possible pour chaque fraction sortante</i>	<i>Nombre</i>	<i>Plage de débit en m3/h ou en t/h (avec hypothèses sur la densité)</i>		<i>Puissance consommée</i>	<i>Options, autres caractéristiques techniques...</i>
ALFYMA	ECOSEP	Extraction des films plastiques légers du flux CC	Séparation mécanique et aérolique par bande à picots	CS	50/300	NA	70%	Films en mélange	50/300	1 fraction (films) extraite en positif	50 à 160m3/h (densité: 0,02)	30 à 60	0,37 kW	Implantation possible sur convoyeurs existant.

Séparateur densimétrique

Fournisseurs	Modèle	Fonction	Technologie	Nature de l'entrant	Granulométrie entrante	Efficacité	Nature du sortant	Granulométrie sortante	Nb de fractions en sortie	Capacité de fonctionnement (t/h)	Amplitude et fréquence des vibrations	Angle d'inclinaison de la table	Consommation (kWh)	Autre
Votre société ou votre partenaire	Référence commerciale du produit	Cadre d'utilisation de l'équipement	Principe de fonctionnement, particularités de l'équipement	Adéquation de l'équipement avec différents déchets (DAE, tout venant, CS, OMR...)	Conditions sur l'acceptation de l'entrant en termes de granulométrie	Taux de captation	Nom donné au flux sortant (BD, ZD, fines, matière principale composant le flux...)	Plage de granulométrie possible pour chaque fraction sortante	Nombre	Plage de débit en m ³ /h ou en t/h (avec hypothèses sur la densité)			Puissance consommée	Options, autres caractéristiques techniques...
BEZNER	Séparateur aéroluc	Sur une fraction calibrée	<p>Equipement composé :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'un convoyeur rapide d'alimentation - Une chambre de séparation avec tambour motorisé - Une chambre d'expansion - Un ventilateur de soufflage - Les tuyaux de circulation d'air - Un système de filtration 	Principalement DAE et DCD	Idéalement avec un ratio de 1 à 3 entre le plus petit et le plus grand objet	jusque 95% sur les objets les plus légers dans la fraction légère jusque 99% sur les objets les plus lourds dans la fraction lourde	Fraction lourde et Fraction légère	Comme pour la fraction entrante	2	Dépend fortement du flux entrant	NA	NA	Environ 30kW	

Séparateurs optiques

Fournisseurs	Modèle	Fonction	Technologie	Nature de l'entrant	Granulométrie de l'entrant	Capacité de fonctionnement (t/h)	Efficacité	Taux de faux positifs et négatifs	Capacité multicanal	Gamme de largeur de table	Vitesse du convoyeur (m/s)	Type de capteur optique	Débit d'air	Consommation (kWh)	Autres
Votre société ou votre partenaire	Référence commerciale du produit	Cadre d'utilisation de l'équipement	Principe de fonctionnement, particularités de l'équipement	Adéquation de l'équipement avec différents déchets (DAE, tout venant, CS, OMR...)	Conditions sur l'acceptation de l'entrant en termes de granulométrie	Plage de débit en m ³ /h ou en t/h (avec hypothèses sur la densité)	Taux de captation		mono, bi tri canal					Puissance consommée	Options, autres caractéristiques techniques...
Pellenc ST	Mistral+ Connect	tri optique	Détection NIR, éjection par air comprimé	DAE Léger (2D)	50-300 mm	4 T/h	85%		Mono canal ou multi canal	2000	3 ou 4,5 m/s	NIR			Ejection fibreux ou éjection films plastiques
Pellenc ST	Mistral+ Connect	tri optique	Détection NIR, éjection par air comprimé	DAE	50-300 mm	3 T/h	80%		Mono canal ou multi canal	2000	3 ou 4,5 m/s	NIR			Ejection PVC et Laine de verre pour valorisation flux CSR
Pellenc ST	Mistral+ Connect	tri optique	Détection NIR, éjection par air comprimé	DAE	20-50 mm	10 T/h	85-90%		Mono canal ou multi canal	2000	3	NIR/VIS			Epuration de gravats, éjection briques, plastiques, fibreux avec détection VIS (Couleur) et barreau de buse Haute pression et haute résolution
Pellenc ST	Mistral+ Connect	tri optique	Détection NIR, éjection par air comprimé	DAE	50-250 mm	8 T/h	85%		Mono canal ou multi canal	2000	3 ou 4,5 m/s	NIR			Ejection des plastiques hors PVC dans un flux DAE avec gravats, fibreux et plastiques
Pellenc ST	Mistral+ Connect	tri optique	Détection NIR, éjection par air comprimé	DAE	50-250 mm	8 T/h	75%		Mono canal ou multi canal	2000	3	NIR/VIS			Ejection du plâtre dans un flux DAE avec gravats, fibreux et plastiques Option détection VIS (couleur) en plus du NIR (Matière)
Pellenc ST	Mistral+ Connect	tri optique	Détection NIR, éjection par air comprimé	DAE (Bois)	40-200 mm	10 T/h	75-80%		Mono canal ou multi canal	2000	3 ou 4,5 m/s	NIR			Ejection du MDF dans un flux de bois
Pellenc ST	Mistral+ Connect	tri optique	Détection NIR, éjection par air comprimé	DAE (Bois)	50-300 mm	10 T/h	>90%		Mono canal ou multi canal	2000	3	NIR			Bois A vs Bois B avec Barreau Haute Pression
Pellenc ST	Mistral+ Connect	tri optique	Détection NIR, éjection par air comprimé	DAE	20-50 mm	6 T/h	90%		Mono canal ou multi canal	2000	3 ou 4,5 m/s	NIR			Ejection du PVC pour valorisation CSR avec barreau de buse haute résolution
Pellenc ST	Mistral+ Connect	tri optique	Détection NIR, éjection par air comprimé	DAE	50-250 mm	10 T/h	90-95%		Mono canal ou multi canal	2000	3	NIR			Ejection du Bois dans flux avec gravats et plastiques Option Barreau de Buse Haute Pression

Séparateurs optiques (suite)

Fournisseurs	Modèle	Fonction	Technologie	Nature de l'entrant	Granulométrie de l'entrant	Capacité de fonctionnement (t/h)	Efficacité	Taux de faux positifs et négatifs	Capacité multicanal	Gamme de largeur de table	Vitesse du convoyeur (m/s)	Type de capteur optique	Débit d'air	Consommation (kWh)	Autres
Voire société ou votre partenaire	Référence commerciale du produit	Cadre d'utilisation de l'équipement	Principe de fonctionnement, particularités de l'équipement	Adéquation de l'équipement avec différents déchets (DAE, tout venant, CS, OMR...)	Conditions sur l'acceptation de l'entrant en termes de granulométrie	Plage de débit en m ³ /h ou en t/h (avec hypothèses sur la densité)	Taux de captation		mono, bi tri canal					Puissance consommée	Options, autres caractéristiques techniques...
TOMRA	AUTOSORT	tri optique	Détection NIR VIS						Mono canal ou multi canal	1000 - 1400 - 2000 - 2400 - 2800					Différents types de rampes d'éjection suivant le produit à trier Différents pas possibles sur la rampe d'éjection suivant la granulométrie à trier
TOMRA	AUTOSORT RDF	Analyseur	Détection NIR							600 - 1000 - 1400					
TOMRA	FINDER	tri optique	Capteur EM3 - Détection des objets métalliques							1200 - 1800 - 2400					
TOMRA	XTRACT	tri optique	Rayon X							1200					

Séparateurs SNF

Fournisseurs	Modèle	Fonction	Technologie	Nature de l'entrant	Granulométrie entrante	Nombre de pôles	Efficacité	Intensité du champ magnétique	Type d'inducteur	Largeur utile de la bande (mm)	Angle d'inclinaison du convoyeur	Débit d'air	Consommation (kWh)	Autre
<i>Voire société é ou voire part enaire</i>	<i>Référence commerciale du produit</i>	<i>Cadre d'utilisation de l'équipement</i>	<i>Principe de fonctionnement, particularités de l'équipement</i>	<i>Adéquation de l'équipement avec différents déchets (DAE, tout venant, CS, OMR...)</i>	<i>Conditions sur l'acceptation de l'entrant en termes de granulométrie</i>		<i>Taux de captation</i>						<i>Puissance consommée</i>	<i>Options, autres caractéristiques techniques...</i>
ANDRIN	SMAR	Démétallisation	Equipement à 3 Rouleaux	CS	0-50 mm	24 Pôles / 40 Pôles	90%		Concentrique	600 à 2000 mm				Chassis Galva, Vibrant, Capotage sup
ANDRIN	SMAR	Démétallisation	Equipement à 3 Rouleaux	CS	50-200 mm	18 Pôles / 32 Pôles	90%		Concentrique	600 à 2000 mm				Chassis Galva, Vibrant, Capotage sup
ANDRIN	SMAR	Démétallisation	Equipement à 3 Rouleaux	OMR	0-50 mm	32 Pôles	80%		Concentrique	600 à 2000 mm				Chassis Galva, Vibrant, Capotage sup, Racleur
ANDRIN	SMAR	Démétallisation	Equipement à 3 Rouleaux	OMR	50-200 mm	32 Pôles	85%		Concentrique	600 à 2000 mm				Chassis Galva, Vibrant, Capotage sup, Racleur
ANDRIN	SMAR	Démétallisation	Equipement à 3 Rouleaux	DIB, DAE, D3E, CSR	0-50 mm	40Pôles	85%		Concentrique	600 à 2000 mm				Chassis Galva, Vibrant, Capotage sup,
ANDRIN	SMAR	Démétallisation	Equipement à 3 Rouleaux	DIB, DAE, D3E, CSR	50-200 mm	32 Pôles	90%		Concentrique	600 à 2000 mm				Chassis Galva, Vibrant, Capotage sup,
ANDRIN	SMAR	Démétallisation	Equipement à 3 Rouleaux	MACHEFER	0-16 mm	40Pôles	85%		Concentrique	600 à 2000 mm				Chassis Galva, Capotage sup,
ANDRIN	SMAR	Démétallisation	Equipement à 3 Rouleaux	MACHEFER	16-40 mm	32 Pôles	90%		Concentrique	600 à 2000 mm				Chassis Galva, Vibrant, Capotage sup,
Goudsmit	E0136849	Récupération de métaux non ferreux grossiers à fins provenant des scories produites par les usines d'incinération des déchets récupération de métaux précieux provenant de déchets ou de déchets électroniques récupération des résidus de coulage dans l'industrie de la fonderie élimination des métaux des copeaux de bois déchiquetés élimination de l'aluminium pour l'industrie du recyclage du verre épure des courants de plastique recyclé pour protéger les machines de moulage par injection	Pendant un court laps de temps, tous les métaux qui passent le rouleau magnétique à courant de Foucault deviennent eux-mêmes magnétiques et sont ainsi « catapultés ». De cette manière, de très nombreux métaux et alliages non ferreux peuvent être séparés, notamment l'aluminium, le cuivre et le laiton.	Tout type de Déchets, bois, verre, plastique pouvant contenir des résidus de métaux non ferreux	300mm Max	12	20-300mm	2900 gauss	Neodymium	800	5°		10	specifications
Goudsmit	E0136796	Idem	Idem	Idem	300mm Max	22	5-60mm	3000 gauss	Neodymium	2000	5°		12	specifications
Goudsmit	E0139716	Idem	Idem	Idem	100mm Max	38	0-10mm	3500 gauss	Neodymium	1500	5°		16	specifications
RAOUL LENOIR	ED-X		Roue polaire néodyme forte épaisseur	agi sur tout non-ferreux, peu importe le vrac autour	0-200 mm	4	est le meilleur car <99%	Br 13000 G / rendu 2500 G sur bande	roue polaire néodyme rotative	650 à 2000	0	0	2,2 + 7,5 kW	

Convoyeurs

INVENTAIRE DES DIFFERENTS TYPES DE CONVOYEURS	Fournisseur	Technologie/Principe	Nature des flux pouvant être transportés	Granulométrie	Type de bande	Largeurs de bande (mm)	Vitesse de convoyage	Degré / angle inclinaison possible	Gamme de prix	Robustesse	Equipements complémentaires (bavettes...)	Autre
Convoyeur à chaîne et tablier métallique												
Convoyeur à chaîne et à bande	BEZNER	Convoyeur à chaînes	Utilisé pour l'alimentation des lignes de tri (flux non criblé)	Toutes granulométries	à tasseaux	de 800 à 2000 mm (possibilité de plus grandes largeurs)	de 0,2 à 1 m/s en général (mais possible d'autres vitesses sur demande)	Jusque 40°				
Convoyeur à bande à rouleaux	BEZNER	Convoyeur à rouleaux formant une auge ou non	Tous types de flux	Toutes granulométries	Lisse, à chevrons, à tasseaux	650 mm à 2000 mm	de 0,2 à 1,5 m/s en général (mais possible d'autres vitesses sur demande)	Jusque 40°				
Convoyeur à bande sur sole de glissement	BEZNER	Convoyeur sur sole de glissement	Flux sans fines, et plutôt léger, surtout pour le tri manuel en cabine	Flux sans fines	Lisse	650 mm à 2000 mm	de 0,2 à 1,5 m/s en général (mais possible d'autres vitesses sur demande)	Jusque 20°				
Convoyeur à chaîne et tablier métallique	ALFYMA	Alimentateur	CS/DIB/OE/Métaux	Selon typologie produit		600 à 3000	0,02 à 0,5 m/s	30 à 40° suivant besoin et contrainte d'implantation	Sur demande	Garantie 5 ans anti-corrosion - Tôle d'usure Creusabro ou Hardox	Contrôleur de rotation/Motorisation planétaire ou classique sur variateur/lubrification centralisé/écréteur/pièges à long/brosses/Table d'amortissement (barres d'impact)/Sondes de régulation de niveau/	finition acier ou Inox / Moteur Brushless ou à reluctance
Convoyeur à chaîne et à bande	ALFYMA	Alimentateur/stockeurs	CS/DIB/OE/Métaux	Selon typologie produit	bande lisse à bord	600 à 2000	0,2 à 0,5 m/s	Selon besoin	Sur demande	Garantie 5 ans anti-corrosion	Contrôleur de rotation/lubrification centralisé/motorisation IE3 à IE4	
Convoyeur à bande à rouleaux	ALFYMA	Convoyeurs lourds ou légers	CS/DIB/OE/Métaux	Selon typologie produit	Lisse/chevron/tass	600 à 2800	0,6 à 1,1 m/s	Selon besoin	Sur demande	Garantie 5 ans anti-corrosion	Contrôleur de rotation/bande ignifugés/graisseur centralisé/racler haute efficacité/rouleaux anti-collant/arbre de tambour démontable/capotage supérieur et/ou inférieur/motorisation IE3 à IE5/barres d'impacts	Tapis double sens/station de pesée dynamique

Annexe 2 – Grille d’audit

Les éléments demandés lors des audits sont les suivants :

1. Identification du site :

Nom du site

Coordonnées du site

Dates d’ouverture du site

Superficie du site (m²)

Rubriques ICPE du site et régime pour chaque rubrique

Activités présentes sur le site

Type d’installation (tri mécanisé, manuel,...)

- Mécanisé sommaire = au moins 1 équipement de séparation sans SOP
- Mécanisé poussé = au moins 1 équipement de séparation avec SOP
- Mécanique = tri à la pelle, tri manuel (en cabine ou sans cabine)

Capacité réglementaire (Tonnage annuel autorisé global et par matière / type d’activité)

Quantités traitées en 2023

Autres activités sur site

2. Flux :

Equipements de suivi des tonnages entrants et sortants (pont bascule ou autre,...)

Modalités de suivi des flux entrants et sortants (à chaque passage, journalier, autre,...)

Type de flux entrants par matière sur le site et sur la chaîne de tri

Tonnages annuels par flux entrants sur le site et sur la chaîne de tri

Type de flux sortants par matière

Tonnages annuels par flux sortants

Types et tonnages des déchets conditionnés directement sur site, sans passage sur une opération de tri

3. Données pour la reconstitution du synoptique :

Type de tri :

- chaîne de tri
- tri par engin

Si tri par engins :

- nombre d’engins
- type d’engins

Si chaîne de tri :

- quel est son degré de mécanisation (séparation mécanique seule, présence d’éléments de séparation optique, robotique,...)
- Débit de l’installation (t/h)
- Débit défini pour quels types de flux en entrée
- Quel est le facteur / équipement limitant le débit
- Unités fonctionnelles du process : Stock amont, pré-tri, tri avec une chaîne mécanisée, mise en balle directe pour certains flux, passage en cabine de tri,...
- Engins : Combien d’engins sont utilisés pour les opérations de pré-tri ? (nombre, type, marque, modèle) par fonction et par zone

- Equipements de tri :
 - Séparation granulométrique (nombre, type, marque, modèle)
 - Séparation lourds/légers (nombre, type, marque, modèle)
 - Séparation des métaux ferreux (nombre, type, marque, modèle)
 - Séparation des métaux non ferreux (nombre, type, marque, modèle)
 - Cabine (nombre de postes)
 - Trémie (nombre, type, marque, modèle)
 - Broyage (nombre, type, marque, modèle)
 - Presses (nombre, type, marque, modèle, puissance)
 - Séparation robotique, manuelle (nombre, type, marque, modèle)
 - Séparation optique (nombre, type, marque, modèle)
 - Autre (précisez)

4. Autres équipements et organisation du site :

Utilités :

- Abattement des poussières : O/N, si O, modèle et type
- Captation des poussières : O/N, si O, modèle et type
- Air comprimé :
 - Nombre de compresseurs
 - débit d'air
- Supervision
- Détection radioactivité

SSI :

- Détection (type et qté)
- Extinction (type et qté)

5. Organisation spatiale du site :

Stockage amont : vrac, couvert, auvent, non-couvert, alvéoles ... ?

Tri : Surface, stocks intermédiaires, ... ?

Stockage aval : vrac, balles, couvert, auvent, non-couvert, alvéoles ... ?

6. Données de performance :

Nombre de flux concernés par le contrôle des performances

- Quel est le nombre de flux concerné par le contrôle des performances ?
- Quels sont-ils et quel type de contrôle est effectué ?

Qualité des matières sortantes - Taux de pureté : Quel est le taux de pureté des matières sortantes ? (cahier des charges repreneurs)

Électricité : Quelle est la consommation annuelle en électricité ?

Eau : Quelle est la consommation annuelle en eau ?

Carburant : Quelle est la consommation annuelle en carburant ?

Disponibilité : Quelle est la disponibilité de la chaîne ?

Taux de valorisables dans les refus (%)

Ergonomie – tri :

- Un tri au sol est-il effectué ? (oui/non)
- Si le site possède une chaîne de tri, les normes cabines sont-elles respectées ?



7. Dispositifs de traçabilité et de contrôle qualité :

Dispositif de contrôle qualité de la matière entrante : Quels sont les dispositifs utilisés ? (contrôle visuel, déclassement, ...)

Dispositifs de contrôle des matières triées : Quels sont les dispositifs utilisés ? (caractérisations des matières sortantes, contrôle visuel, ...)

Dispositifs de traçabilité :

- Modalités d'enregistrement et suivi des données pour la pesée (logiciel de pesée, édition de bordereaux de suivi, ...)
- Modalités d'enregistrement et suivi des données pour la pesée (logiciel de pesée, édition de bordereaux de suivi, ...)
- Modalités pour assurer la traçabilité des flux au sein de l'installation (constitution de lots, campagnes spécifiques pour certains flux, ...)

8. Données de fonctionnement de l'installation :

Nombre de postes

Horaires

- Horaires d'ouverture (accueil des déchets)
- Temps de fonctionnement et pauses

Organisation des temps

- Temps de tri
- Temps des opérations de maintenance

Personnel

- Si l'installation opère un tri manuel, combien d'agents de tri sont employés ? (en ETP)
- Combien d'agents sont affectés à la maintenance ?
- Nombre de conducteurs pour le tri à la pelle

9. Données économiques :

Contexte économique du moment : Effort de tri vs recettes matières

Chiffre d'affaires annuel de l'année 2023

Coûts d'élimination des refus (total pour l'année 2023)

Recettes valorisation énergie (total pour l'année 2023)

Recettes valorisation matière (total pour l'année 2023)

Montant total des investissements bâtiment

Montant total des investissements process

Montant des subventions Ademe

Fourchettes de recettes matières par grande famille

10. Ouverture et avenir :

Freins identifiés sur le fonctionnement actuel

Projets prévus ou en réflexion sur les années à venir



Annexe 3 – Grille des flux

1. Identification de l'installation

Identification du site	
Intitulé	
Adresse	
Exploitant	
Type d'installation	
Capacité réglementaire	



Catégorie de flux	N° d'identification (uniquement pour les flux en mélange) Flux en mélange = flux comprenant a minima 2 types de matières différentes qui sont séparées suite à l'opération de tri	Flux entrants	Code déchets (selon la liste de codification des déchets -Annexe II de l'article R. 541-8 du CE)	Appellation des flux (uniquement pour les flux en mélange)	Déclassement			Provenance (secteur d'activité)	Commentaires	Tonnage		
					Indiquer "oui" pour les flux ayant fait l'objet d'un déclassement	Part du tonnage déclassé en %	Dans quelle catégorie le flux a été déclassé ? Ex : - monoflux de cartons déclassé en mélange 2 flux cartons plastiques - flux en mélange déclassé en refus			2021 (uniquement tonnage total)	2022 (uniquement tonnage total)	2023
Flux en mélange PMCB		2 flux										
		2 flux										
		2 flux										
		2 flux										
		3 flux										
		3 flux										
		3 flux										
		3 flux										
		3 flux										
		4 flux										
		4 flux										
		4 flux										
		4 flux										
		5 flux										
		5 flux										
		5 flux										
		5 flux										
		6 flux										
		6 flux										
		6 flux										
		6 flux										
		7 flux										
		7 flux										
		7 flux										
		7 flux										
	8 flux											
	8 flux											
	8 flux											
	8 flux											
	DAE valorisables en mélange < 50% de valorisables											
	DAE valorisables en mélange > 50% de valorisables											
Mélange issu des déchèteries publiques		Encombrants/tout-venant										

Catégorie de flux	N° d'identification (uniquement pour les flux en mélange) Flux en mélange = flux comprenant a minima 2 types de matières différentes qui sont séparées suite à l'opération de tri	Flux entrants	Code déchets (selon la liste de codification des déchets -Annexe II de l'article R. 541-8 du CE)	Appellation des flux (uniquement pour les flux en mélange)	Déclassement			Provenance (secteur d'activité)	Commentaires	Tonnage		
					Indiquer "oui" pour les flux ayant fait l'objet d'un déclassement	Part du tonnage déclassé en %	Dans quelle catégorie le flux a été déclassé ? Ex : - monoflux de cartons déclassé en mélange 2 flux cartons plastiques - flux en mélange déclassé en refus			2021 (uniquement tonnage total)	2022 (uniquement tonnage total)	2023
Monoflux DAE		Bois A										
		Bois B										
		Bois C										
		Métaux ferreux emballage										
		Métaux ferreux non emballage										
		Métaux non ferreux emballage										
		Métaux non ferreux non emballage										
		Déchets verts										
		Mixte plastique rigide emballage										
		Mixte plastique rigide non emballage										
		Plastique rigide PE emballage										
		Plastique rigide PE non emballage										
		Plastique rigide PP emballage										
		Plastique rigide PP non emballage										
		Plastique rigide PET emballage										
		Plastique rigide PET non emballage										
		Plastique rigide PS emballage										
		Plastique rigide PS non emballage										
		Plastique souple PE transparent (films) emballage										
		Plastique souple PE transparent (films) non emballage										
		Plastique souple PE coloré (films) emballage										
		Plastique souple PE coloré (films) non emballage										
		Films agricoles										
		Autres plastiques souples emballage										
		Autres plastiques souples non emballage non agricole										
		Caoutchouc										
		Verre										
		Textile/cuir										
		Papiers										
		Cartons										
Pneumatiques												
Platre												
Béton												
Autre gravats												
Laine de roche												
Laine de verre												
Moquette												
DEEE												
DAE non recyclables (100% refus)												
Autre												

Catégorie de flux	N° d'identification (uniquement pour les flux en mélange)	Flux entrants	Code déchets (selon la liste de codification des déchets -Annexe II de l'article R. 541-8 du CE)	Appellation des flux (uniquement pour les flux en mélange)	Déclassement			Provenance (secteur d'activité)	Commentaires	Tonnage			
					Indiquer "oui" pour les flux ayant fait l'objet d'un déclassement	Part du tonnage déclassé en %	Dans quelle catégorie le flux a été déclassé ? Ex : - monoflux de cartons déclassé en mélange 2 flux cartons plastiques - flux en mélange déclassé en refus			2021 (uniquement tonnage total)	2022 (uniquement tonnage total)	2023	
Monoflux PMCB		Bois A											
		Bois B											
		Bois C											
		Métaux ferreux emballage											
		Métaux ferreux non emballage											
		Métaux non ferreux emballage											
		Métaux non ferreux non emballage											
		Déchets verts											
		Mixte plastique rigide emballage											
		Mixte plastique rigide non emballage											
		Plastique rigide PE emballage											
		Plastique rigide PE non emballage											
		Plastique rigide PP emballage											
		Plastique rigide PP non emballage											
		Plastique rigide PET emballage											
		Plastique rigide PET non emballage											
		Plastique rigide PS emballage											
		Plastique rigide PS non emballage											
		Plastique souple PE transparent (films) emballage											
		Plastique souple PE transparent (films) non emballage											
		Plastique souple PE coloré (films) emballage											
		Plastique souple PE coloré (films) non emballage											
		Films agricoles											
		Autres plastiques souples emballage											
		Autres plastiques souples non emballage non agricole											
		Caoutchouc											
		Verre											
		Textile/cuir											
		Papiers											
		Cartons											
		Pneumatiques											
		Plâtre											
		Béton											
Autre gravats													
Laine de roche													
Laine de verre													
Moquette													
DEEE													
DAE non recyclables (100% refus)													
Autre													
Monoflux issus des déchèteries publiques		Déchets verts											
		Cartons											
		DEEE											
		Bois											
		Plâtre											
		Métaux											
		Mobilier											
Gravats													
Tonnage entrant total													0

3. Identifications visuelles

Notice d'utilisation :

- 1 benne identifiée = 1 ligne

Pour chaque benne, remplissez les informations permettant d'identifier la benne concernée (dénomination, date, heure, poids net et nombre de flux présents dans la benne selon les catégories décrites dans la partie "répartition pour l'identification visuelle")

Consignez ensuite les résultats de l'identification visuelle en volume selon la méthodologie communiquée par l'ADEME. La somme des % des matériaux doit être égale à 100%

Exemple

Identification de la benne									Répartition pour identification visuelle (en volume)																								
N° d'identification	Code déchets (selon la liste de codification des déchets -Annexe II de l'article R. 541-8 du CE)	Provenance (secteur d'activité)	Date	Heure	Poids net (t)	Nombre de flux en mélange	Appellation des flux	Commentaires	Plastiques souples d'emballages	Plastiques souples non-emballages	Plastiques rigides d'emballages	Plastiques rigides non-emballages	Cartons d'emballages	Autres cartons	Papiers graphiques / d'impression	Bois A emballages (palettes, cagettes, etc.)	Bois A hors emballages	Bois B	Emballages métaux ferreux	Non emballages métaux ferreux	Emballages métaux non ferreux	Non emballages métaux non ferreux	Verre	Inertes	Textiles	DEEE	Pneus	Caoutchouc	Moquettes	Plâtre	Autres	TOTAL	
1		Industrie	05/04/2024	10h04	2,254		Cartons et 2 plastiques		10%	20%	35%		35%																				100%
																																	0%
																																	0%
																																	0%
																																	0%
																																	0%
																																	0%

4. Flux sortants

Type de matière	Code déchets (selon la liste de codification des déchets -Annexe II de l'article R. 541-8 du CE)	Débouchés : préciser si débouché en France ou à l'étranger	Type de valorisation	Commentaires	Tonnages		
					2021 (uniquement tonnage total)	2022 (uniquement tonnage total)	2023
Bois A							
Bois B							
Bois C							
Métaux ferreux emballage							
Métaux ferreux non emballage							
Métaux non ferreux emballage							
Métaux non ferreux non emballage							
Déchets verts							
Mixte plastique rigide emballage							
Mixte plastique rigide non emballage							
Plastique rigide PE emballage							
Plastique rigide PE non emballage							
Plastique rigide PP emballage							
Plastique rigide PP non emballage							
Plastique rigide PET emballage							
Plastique rigide PET non emballage							
Plastique rigide PS emballage							
Plastique rigide PS non emballage							
Plastique souple PE transparent (films) emballage							
Plastique souple PE transparent (films) non emballage							
Plastique souple PE coloré (films) emballage							
Plastique souple PE coloré (films) non emballage							
Films agricoles							
Autres plastiques souples emballage							
Autres plastiques souples non emballage non agricole							
Caoutchouc							
Verre							
Textile/cuir							
Papiers							
Cartons							
Pneumatiques							
Platre							
Béton							
Autre gravats							
Laine de roche							
Laine de verre							
Moquette							
DEEE							
DAE non recyclables ou refus à destination de filières de valorisation énergétique							
DAE non recyclables ou refus à destination des filières CSR							
DAE non recyclables ou refus à destination de l'enfouissement							
Autre (à préciser)							
Tonnage entrant total							0

5. Taux de captation

Critère "Taux de captation"	
Description	Critère de performance sur le taux de captation global des installations de tri des déchets d'activités économiques
Formule	$C = \text{Somme des tonnages des flux envoyés vers une filière de valorisation (y compris CSR et UVE)} / \text{Tonnage annuel de valorisables entrants}$
Calcul	#DIV/0!

6. Taux de valorisables dans les refus

Critère "Taux de valorisables dans les refus"	
Description	Taux de matières valorisables dans les refus de tri destinés à l'enfouissement (hors refus destinés aux filières de valorisation énergétiques). Critère mesuré sur la base des caractérisations effectuées sur les refus destinés à l'enfouissement en sortie du centre de tri
Formule	Moyenne de la part de valorisables dans les caractérisations des refus de tri destinés à l'enfouissement
Calcul	25%

Synthèse des caractérisations des refus de tri destinés à l'enfouissement

Échantillon	Date	Poids prélevé (kg)	Part de valorisables (%)	Refus (%)
1	04/01/2024	115	20%	80
2	05/02/2024	42	22%	78
3	03/03/2024	74	35%	65



Annexe 4 – Méthodologie de caractérisation

Proposition de base pour la rédaction de la méthodologie complète de caractérisation (entendue comme « Identification visuelle » + « Caractérisation ») vue ensemble en réunion :

- **1e étape : Identification visuelle**

Le BE propose une 1^{ère} grille d'identification visuelle des types de flux entrants qui sera à valider avec le groupe de travail.

Exemple de types de flux entrants composant la grille :

- Flux En mélange
- Flux en mélange triés à la source
- Flux plastiques
- Flux bois
- Flux cartons (seul ou avec saches plastiques ou autres)
- ...

--> Concrètement : Pendant une semaine, l'exploitant du CDT procède à une identification visuelle de chaque benne entrante (exemple : benne "Flux En mélange"). Il en indique la composition (%) par benne sur la base de la grille n°1 d'identification visuelle simplifiée (cf. Grille n°1 ci-dessous).

--> L'objectif est d'avoir une dénomination de cette grille d'identification qui soit homogène pour tous les CDT.

--> Important : la grille d'identification ci-dessus doit pouvoir être rapprochée avec les dénominations utilisées par chacun des CDT dans leurs registres des flux entrants (table de correspondance ?). L'exploitant doit en effet pouvoir être en mesure d'indiquer le tonnage total annuel entrant par type de flux (dans le but de pouvoir extrapoler l'identification visuelle).

--> Exemples :

- Benne n°1 - En mélange - Composition (sur la base de l'identification visuelle) :
 - 20% de "plastiques souples d'emballages"
 - 10% de "plastiques rigides d'emballages"
 - 10% de "plastiques rigides non-emballages"
 - 10% de "Bois B"
 - 10% de « bois A »
 - 50% de "Non-emballages métaux ferreux"
- Benne n°2 - Flux plastiques - Composition (sur la base de l'identification visuelle) :
 - 80% de "plastiques souples d'emballages"
 - 20% de "cartons d'emballages"
- Benne n°3 - Flux cartons - Composition (sur la base de l'identification visuelle) :
 - 60% de "cartons emballages »
 - 10 % autres cartons
 - 30 %

- **2e étape : Caractérisation**



L'exploitant réalise des caractérisations (pour conforter les compositions des flux déterminées sur la base des identifications visuelles) par types de flux entrants (ces caractérisations peuvent être faite la même semaine, simultanément à l'étape 1, ou ultérieurement) sur la base de la grille n°2 de caractérisation DAE détaillée transmise par l'ADEME à Elcimaï (cf. Grille n°2 ci-dessous).

--> L'objectif est de fiabiliser les résultats de l'identification visuelle

--> Concrètement : l'exploitant procède à des caractérisations aléatoires de quelques bennes. L'objectif est que l'on est une caractérisation pour chaque type de flux. Il appartiendra à Elcimaï de déterminer avec chaque exploitant, les types de flux à caractériser pour chacun des CDT. L'exploitant indiquera la composition (%) du flux caractérisé sur la base de la grille de caractérisation n°2.

--> Exemples :

- Benne n°1 - DIB en mélange - Composition (sur la base de caractérisation détaillée) :
 - 4% de "films d'emballages souples"
 - 11% de "Sacs, sachets, pochettes souples"
 - 15% de "Emballages en plastiques rigides (boites, bacs, caisses, casiers, pots, sceau, barquettes, fûts, bidons, IBC, palettes, plaques intercalaires de palettes, calage, tourets, feuillards, cintres)"
 - 2% de "Bouchons, couvercles"
 - 5% de "Non-emballages plastiques rigides"
 - 8% de "Plastiques PVC rigides"
 - 17% de "Bois B"
 - 38% de "Non-emballages métaux ferreux"

Grille n°1 d'identification visuelle simplifiée :

- Plastiques souples d'emballages
- Plastiques souples non-emballages
- Plastiques rigides d'emballages
- Plastiques rigides non-emballages
- Cartons d'emballages
- Autres cartons
- Papiers graphiques/d'impression
- Bois A emballages (palettes, cagettes, etc.)
- Bois A hors emballages
- Bois B
- Emballages métaux ferreux
- Non emballages métaux ferreux
- Emballages métaux non-ferreux
- Non emballages métaux non-ferreux
- Verre
- Inertes
- Textiles
- DEEE
- Pneus
- Caoutchouc



- Moquettes
- Plâtre
- Autres

Grille n°2 de caractérisation DAE détaillée :

- Plastiques souples :
 - Films d'emballages souples (films et housses de palettisation, films de regroupement, films de calage, papier bulle)
 - Sacs, sachets, pochettes souples (sacs d'engrais et autres amendements, nutrition animale, big bag, etc.)
 - Filets extrudés
 - Non-emballages souples (bâches agricoles, de chantier, sacs poubelles, films de serres, etc.)
 - Plastiques PVC souples
- Plastiques rigides :
 - Bonbonnes, bouteilles, flacons
 - Emballages en plastiques rigides (boîtes, bacs, caisses, casiers, pots, sceau, barquettes, fûts, bidons, IBC, palettes, plaques intercalaires de palettes, calage, tourets, feuillards, cintres)
 - Emballages composites (majoritairement en plastique)
 - Bouchons, couvercles
 - Non-emballages composites rigides
 - Non-emballages plastiques rigides
 - Plastiques PVC rigides

→ Nécessaire dans le cadre de la ressource propre plastique

- Cartons d'emballages
- Papiers graphiques/d'impression
- Bois A emballages (palettes, cagettes, etc.)
- Bois A hors emballages
- Bois B
- Emballages métaux ferreux
- Non emballages métaux ferreux
- Emballages métaux non-ferreux
- Non emballages métaux non-ferreux
- Verre
- Inertes
- Textiles
- DEEE
- Pneus
- Caoutchouc
- Moquettes



- Plâtre

Autres



Annexe 5 - Protocole de caractérisation des DAE en mélange

Procédure de caractérisation via identifications visuelles – (suite à la réunion du 07/11/2024)

Pour rappel sur le périmètre des identifications visuelles : il est attendu que soient réalisées des identifications visuelles sur des flux de bennes **en mélange** qu'il s'agisse de bennes de DIB en mélange, de bennes de bi-flux (exemple : cartons + saches plastiques), tri-flux (exemple : cartons + plastiques + bois), etc. Les bennes concernées sont toutes les bennes de flux **en mélange exclusivement** (DAE 2 à 7 flux et DAE/DIB en mélange). Il n'est pas attendu d'identifications visuelles sur les bennes de bois exclusivement, de métaux exclusivement, de monoflux plastique, de DEA, etc.

2 solutions sont possibles (au choix de l'opérateur) :

- Solution 1 : Les opérateurs procèdent par l'envoi à Elcimaï / ADEME de photos de bennes de DIB en mélange et de bennes de bi-flux, tri-flux, etc. (cf. mode opératoire n°1 ci-dessous)
- Solution 2 : Les opérateurs procèdent à une caractérisation par identification visuelle des bennes de DIB en mélange, de bi-flux, tric-flux, etc. (cf. mode opératoire n°2 ci-dessous)

Les modes opératoires et la grille de tri sont décrits pages suivantes.



Mode opératoire n°1 - identification photographique :

--> Pendant une semaine, l'exploitant du CDT procède à une identification photographique d'un **minimum** :

- de **5 bennes pour chacun des types de flux en mélange allant de 2 flux à 7 flux (par exemple un CDT recevant des bennes de 2 flux et de 5 flux devra identifier 5 bennes de 2 flux et 5 bennes de 5 flux).**

- de **15 bennes de DAE/DIB en mélange**

--> IMPORTANT : l'opérateur indiquera pour chacune des bennes photographiées :

- la **typologie du flux de la benne (DIB en mélange, cartons + saches plastiques, cartons-plastiques-bois, etc.) qui correspond à l'appellation sous laquelle la benne est enregistrée au niveau de l'opérateur pont bascule**

- le **nombre de flux en mélange**

- le **tonnage de la benne avant toutes décotes humidité/impuretés (afin que nous puissions savoir le tonnage total caractérisé visuellement)**

- le **% de décote d'humidité/impuretés appliqué**

--> **Format à compléter :**

N° d'identification de la benne	Date	Nombre de flux en mélange	Typologie du flux de la benne	Tonnage brut de la benne (humidité et impuretés <u>non</u> déduites)	Pourcentage de décote d'humidité/impuretés appliqué (si appliqué)	Photos
Benne n°1	02/12/2024	-	DIB en mélange	5,2 T	10% (soit un poids total net de la benne de 4,68 T)	Cf. Dossier photos « Benne n°1 »
Benne n°2	02/12/2024	2	Bi-flux Cartons + saches plastiques	1,3 T	10% (soit un poids total net de la benne de 1,17 T)	Cf. Dossier photos « Benne n°2 »
Etc.	Etc.	Etc.	Etc.	Etc.	Etc.	Etc.

**!/ ** Pour faciliter la réalisation de l'exercice, merci de prendre un minimum de 10 photos par benne en alternant entre photos « vue d'ensemble » et photos « zoomées ». Toutes les faces de la benne doivent être représentées sur les photos.



Mode opératoire n°2 - identification visuelle sur site :

--> Pendant une semaine, l'exploitant du CDT procède à une identification visuelle d'un minimum :

- de 5 bennes pour chacun des types de flux en mélange allant de 2 flux à 7 flux (par exemple un CDT recevant des bennes de 2 flux et de 5 flux devra identifier 5 bennes de 2 flux et 5 bennes de 5 flux).

- de 15 bennes de DAE/DIB en mélange

--> **IMPORTANT :** L'opérateur indiquera pour chacune des bennes caractérisées par identification visuelle :

- la typologie du flux de la benne (DIB en mélange, cartons + saches plastiques, cartons-plastiques-bois, etc.) qui correspond à l'appellation sous laquelle la benne est enregistrée au niveau de l'opérateur pont bascule

- le tonnage de la benne avant toutes décotes humidité/impuretés (afin que nous puissions savoir le tonnage total caractérisé visuellement)

- la composition (%) par benne sur la base de la grille n°1 d'identification visuelle simplifiée (cf. Grille n°1 ci-dessous).

--> **Format à compléter :**

N° d'identification de la benne	Date	Nombre de flux en mélange	Typologie du flux de la benne	Tonnage brut de la benne (humidité et impuretés <u>non déduites</u>)	Répartition par identification visuelle (en volume)				
					Plastiques souples d'emballages	Plastiques souples non-emballages	Plastiques rigides d'emballages	Plastiques rigides non-emballages	...
Benne n°1	02/12/2024	-	DIB en mélange	5,2 T	5%	10%	10%	0%	75%
Benne n°2	02/12/2024	2	Bi-flux Cartons + saches plastiques	1,3 T	20%	0%	0%	0%	80%
Etc.	Etc.	Etc.	Etc.	Etc.	Etc.	Etc.	Etc.	Etc.	...



Grille n°1 d'identification visuelle simplifiée à utiliser :

- Plastiques souples d'emballages
- Plastiques souples non-emballages
- Plastiques rigides d'emballages
- Plastiques rigides non-emballages
- Cartons d'emballages
- Papiers graphiques/d'impression
- Bois A emballages (palettes, cagettes, etc.)
- Bois A hors emballages
- Bois B
- Emballages métaux ferreux
- Non emballages métaux ferreux
- Emballages métaux non-ferreux
- Non emballages métaux non-ferreux
- Verre
- Inertes
- Textiles
- DEEE
- Pneus
- Caoutchouc
- Moquettes
- Plâtre



Annexe 6 – Analyse simplifiée des flux

6.1. Fiches plastiques

6.1.1. Plastiques multicouches et multi matériaux

Emballages alimentaires, industriels ou plastiques combinés à des métaux ou des films plastiques complexes

1. Enjeux macroéconomiques du recyclage du MPR

Offre

- **Collecte**
 - Ces plastiques sont importants en volume mais sont principalement d'origine ménagère avec donc une collecte qui se fait auprès des collectivités.
 - Dans les flux DAE, il s'agit des emballages industriels, mais les volumes sont faibles comparés aux déchets ménagers.
- **Tri**
 - Pour les emballages : tri optique pour séparer les matériaux complété par un tri manuel
- **Recyclage**
 - **Recyclage mécanique** : Ce flux est encore très peu valorisé aujourd'hui car les techniques de tri mécanique pour séparer les couches sont encore trop peu développées. Le recyclage mécanique de manière générale permet d'avoir des monomères avec un taux de pureté d'environ 98%. Ce recyclage est cependant efficace à condition que les monomères soient bien séparés. Compte tenu de la difficulté de séparation des couches, il n'est donc pas possible de recycler mécaniquement ces plastiques multicouches et multimatériaux à ce jour. Ces plastiques sont donc traités en filière CSR, ou par un recyclage chimique.
 - **Recyclage chimique** : le recyclage chimique se développe depuis quelques années mais il reste très faible en termes de volume (0,1% des plastiques produits en 2022 en France proviennent du recyclage chimique post-consommation). Ce recyclage est efficace car il représente 95% de pureté sous recyclage par pyrolyse (acceptation de mélange, PP, PE et un peu de PS), mais il reste trop coûteux (enjeu de rentabilité) et nécessite beaucoup d'énergie. La dissolution et la dépolymérisation sont amenées à se développer à l'avenir mais ces projets nécessitent de gros investissements et une demande suffisante pour être rentable.

Demande et facteurs de marché

- **Secteurs demandeurs**
 - La demande dépend du monomère. Une fois les couches séparées, demande pour le PE et PET dans le secteur des emballages non alimentaires et alimentaires. Mais pour les emballages alimentaires, il faut aller loin dans la dépolymérisation pour pouvoir être de nouveau compatible avec des emballages alimentaires.
 - **Prix et compétitivité**
 - Pour les **polymères vierges** : le prix dépend du cours du pétrole et des coûts énergétiques.
 - Pour les plastiques en général, les **polymères recyclés** entrent en concurrence avec les polymères vierges qui sont peu chers aux Etats-Unis et en Asie (Chine notamment).
2. Contraintes
- **Réglementaires**
 - Lignes directives pour la conception des emballages plastiques afin d'améliorer leur recyclabilité (RecyClass DFR Guidelines²⁷)
 - **Techniques**

²⁷ Pour le recyclass DFR Guidelines pas de précisions sur un taux de MPR dans les produits fabriqués



- Séparation des couches : il peut y avoir jusqu'à 10 couches différentes au maximum. Cette séparation est difficile avec les techniques actuelles de tri mécanique. En effet, chaque producteur de composants a ses propres mix de plastiques, il existe donc beaucoup de combinaison de couches différentes. Or, les plastiques ne peuvent se recycler que s'il y a une séparation en monomère.
- **Economiques**
 - **Recyclage chimique** techniquement faisable mais non rentable à ce jour

3. Perspective d'évolution

- **Eco-conception** à travailler car limiter le nombre de couches permettrait de favoriser le recyclage. Cependant, cette limitation peut poser un enjeu important de préservation des aliments, car les couches multiples jouent souvent un rôle essentiel dans la barrière protectrice limitant le gaspillage alimentaire.
 - Il s'agit donc de concevoir des emballages à la fois recyclables et performants, notamment en privilégiant des multicouches de matériaux identiques.
- **Développer des technologies de tri et séparation** des couches de plastiques.

4. Synthèse

- Recyclage limité de ces plastiques du fait de leur provenance majoritairement ménagère et des technologies de tri et recyclage mécanique inexistantes pour un tel traitement à ce jour
- Les principaux freins sont : techniques (séparation des couches) et économiques (rentabilité des nouvelles technologies de recyclage)
- Les clés du développement de cette filière sont : un travail sur l'éco-conception (limiter le nombre de couches) et le développement de technologies de tri et séparation (recyclage chimique).

6.1.2. Plastiques rigides noirs

Plastiques utilisés dans le secteur automobile (pièces automobiles), palettes, meubles ou produits électroniques.

1. Enjeux macroéconomiques du recyclage du MPR

Offre

- **Collecte**
 - Ces plastiques sont présents en grande quantité dans les Déchets Industriels Banals (DIB).
 - Ils représentent l'un des plus gros volumes triés parmi les flux de plastiques issus des activités économiques
 - Ils sont collectés puis catégorisés par résine.
 - Par exemple ils peuvent provenir via la collecte REP et sont souvent en mélange dans des bennes. Une extraction par résine est nécessaire.
- **Tri**
 - Tri manuel obligatoire : aujourd'hui, les capteurs de tri optique sont inefficaces à cause du pigment noir de carbone qui absorbe la lumière envoyée par le dispositif de tri optique, qui ne renvoie donc pas de signal. Sans tri manuel, la majorité de ces plastiques se retrouvent dans les refus de tri et sont donc valorisés énergétiquement.
- **Recyclage**
 - Une fois triés, environ 70-80% des plastiques noirs sont recyclés mais :
 - Certains peuvent contenir des substances chimiques (brome par exemple dans les DEEE) et vont donc souvent en enfouissement en ISDD.
 - Pour les plastiques noirs sans produits chimiques dangereux, la couleur noire ne permet pas d'obtenir d'autres plastiques que du plastique noir, et ces plastiques sont plutôt destinés à des filières qui refont des produits bas de gamme
 - **Recyclage chimique** : prometteur d'un point de vue technique car il permet de récupérer le noir de carbone d'un côté et le monomère de l'autre via des procédés comme la pyrolyse par exemple.



Demande et facteurs de marché

- **Secteurs demandeurs**
 - Filières utilisatrices : produits bas de gamme en plastique noir uniquement (bacs poubelles, pots de fleurs...)
 - **L'industrie automobile ne peut généralement pas utiliser ces plastiques recyclés**, car les normes de qualité sont trop élevées.
 - Il existe d'autres secteurs divers : ameublement, sport, DEEE, horticulture
- **Prix et compétitivité**
 - Pour les plastiques en général, les **polymères recyclés** entrent en concurrence avec les polymères vierges qui sont peu cher aux US et en Asie (Chine notamment)
 - Les plastiques recyclés sont plus chers car ils nécessitent des étapes de collecte, lavage, extrusion ... contrairement aux plastiques vierges qui sont directement des sous-produits de la production pétrolière et donc moins cher.
 - Par exemple le PP (polypropylène) est une des résines les plus utilisées pour les plastiques rigides noirs. La tonne de PP recyclée mécaniquement affiche un surcoût d'environ 450€/t par rapport au vierge.

2. Contraintes

- **Réglementaires**
 - **Règlement REACH** : restriction ou interdiction de certains retardateurs de flamme bromés
 - **Règlement POP (Polluants Organiques Persistants)** : interdiction ou limitation de certaines substances utilisées historiquement dans les plastiques techniques.
 - Retardateurs de flamme bromés issus de DEEE
 - Par exemple si un plastique recyclé contient un taux supérieur au seuil de POP, il ne peut pas être mis sur le marché et doit être éliminé.
- **Techniques**
 - **Pigment noir** rendant les plastiques indétectables par les capteurs de tri optique.
 - D'autres facteurs compliquent le tri optique : type et/ou mélange de résine, épaisseur, composition colorante, taille des pigments utilisés...
 - **Difficulté de purification du pigment noir**, qui est difficile à éliminer lors des process de recyclage limitant ainsi la réutilisation de ces matériaux dans des applications à haute valeur ajoutée.
 - **Qualité inférieure à celle du plastique vierge**. Même lorsque le plastique est recyclé, la qualité du plastique est inférieure à celle du plastique vierge (du fait de la couleur noire, il est impossible de refaire un autre plastique que le plastique noir) et ne va pas répondre aux normes de qualité nécessaires pour une réutilisation dans des applications exigeant des plastiques de haute qualité (ex : automobile avec les pare chocs).
- **Economiques**
 - **Tri manuel obligatoire** du fait de la mauvaise détection par les capteurs qui est donc plus coûteux.
 - **Pas de débouché à forte valeur ajoutée**, limitant la rentabilité du recyclage.
 - **Dépendance** des flux plastiques au cours des matières vierges dans le **marché mondial**

3. Perspective d'évolution

- **Développer des nouvelles technologies de tri optique**
 - Certaines technologies de tri améliorées commencent à être testées et semblent fonctionner à l'échelle industrielle en permettant de détecter la présence d'emballages sombres. Par contre, ces technologies ne permettent pas de détecter la résine majoritaire et ne sont pas viables économiquement car les coûts d'investissement sont trop élevés (retour sur investissement atteint au bout de 10 à 27 ans selon les gisements d'emballages sombres captés).



- **Harmonisation du soutien à l'incorporation**
 - Apporter un soutien financier aux matières recyclées afin qu'elles soient plus compétitives avec le prix du vierge
 - Il existe déjà une prime à l'incorporation de plastiques recyclés de la filière REP emballages ménagers. L'objectif serait d'étendre cette mesure à d'autres secteurs.
- **Focus sur l'éco-conception avec le développement de nouveaux pigments noirs** (critères d'opacité et d'intensité de teinte)
 - Nouveaux mélanges-maîtres et compounds (mélanges de polymères, additifs et pigments) de couleur noire conçus pour rendre les plastiques noirs compatibles avec le tri optique présent dans les centres de tri actuellement (équipements infrarouge conventionnels). Cette solution est développée et progressivement adoptée pour répondre aux besoins des marchés de l'emballage rigide et flexible.

4. Synthèse

- Bien que ce flux soit présent en quantités élevées, les technologies actuelles sont insuffisantes pour un tri efficace automatisé
- Les principaux freins sont techniques et économiques (tri manuel et absence de débouchés à forte valeur ajoutée) et réglementaires (REACH, POP)
- Les clés du développement de cette filière sont : le développement de nouvelles technologies de tri économiquement viables, et la substitution du pigment noir de carbone par des alternatives détectables (carbon free black par exemple).

6.1.3. Plastiques de DEEE et jouets

Les plastiques rigides présents dans des jouets et appareils électroniques (mélanges de plastiques durs avec composants électroniques, métaux ou autres matières)

1. Enjeux macroéconomiques du recyclage du MPR

Les EEE mis en marché en France en 2022 (données filière REP) sont :

- EEE professionnels (16 % de la mise en marché) : 367 137 tonnes. Sachant que les DEEE sont composés en moyenne de 12,6 % de plastiques, cela correspond à 46 259 tonnes de plastiques.
- EEE ménagers²⁸ (84 % de la mise en marché) : 1 963 238 tonnes. Sachant que les DEEE sont composés en moyenne de 12,6 % de plastiques, cela correspond à 247 368 tonnes de plastiques.

Concernant les jouets, 147 616 tonnes ont été mises sur le marché en 2023 en France (données filière REP), par des importateurs (62%), des fabricants (16%), des revendeurs (11%) et des vendeurs via la place de marché (11%). D'après l'étude ADEME 2020 préalable à la mise en place de la filière REP Jouets, sur 100 000 t, les plastiques représentent 71 000 t dont 7 000 t de PE, 16 000 t de PP, 34 000 t d'ABS et 14 000 t d'autres résines. Extrapolé sur la mise en marché des jouets en 2023 cela représente 104 807 t de plastiques (10 333 t de PE, 23 619 t de PP, 50 189 t d'ABS et 20 666 t autres).

²⁸ Les DEEE ménagers englobent à la fois les déchets des ménages et des utilisateurs d'origine industrielle, commerciale ou institutionnelle



Offre

- **Collecte**
 - **DEEE** : en 2022, en France, 125 169 tonnes de DEEE professionnels ont été collectés, soit un taux de collecte de 33,3% hors PV²⁹ et 834 561 tonnes pour les DEEE ménagers, soit un taux de collecte de 47% hors PV. La majorité du flux professionnel collecté concerne les gros équipements (61%) et les petits équipements (28%), et pour les équipements ménagers les GEM³⁰ hors froid (43%), PAM³¹ (34%), GEM froid (16%), écrans (5%) et lampes (1%).
 - **Jouets** : faible taux de collecte (4 474 tonnes soit 3% par rapport à la mise en marché en 2023). Les jouets sont majoritairement collectés dans les déchets ménagers (déchèterie, bennes tout venant 68%), ou sinon par des entreprises de l'ESS³² en lien avec l'éco-organisme (30%) et auprès des distributeurs dans le cadre de leur reprise de produits usagés (2%).
- **Tri et recyclage**
 - **Chiffrage filières REP françaises**
 - **DEEE** : en 2022, taux de réutilisation et de recyclage de 84% pour les équipements professionnels et 75% pour les ménagers. Nous ne disposons pas des données par type de plastiques.
 - **Jouets** : le recyclage reste marginal car 64% des flux sont traités par enfouissement et valorisation énergétique en 2023).
 - **Tri et recyclage des DEEE**
 - Pour les DEEE, il est possible d'extraire manuellement des grandes parties en plastiques. Cependant, ces opérations manuelles ne sont pas rentables pour des petites parties en plastique. Une fois que le DEEE a été broyé, il est complexe d'identifier et de séparer les plastiques à cause de la diversité des résines, des additifs (retardateurs de flammes bromés), des colorants et la présence de minéraux (e.g. PP talc). De plus, la valeur des plastiques dans les DEEE est faible comparée à la valeur des métaux.
 - **Tri et recyclage des jouets** : le tri peut se faire sur les objets et sur les paillettes avec une machine de tri optique. Des opérations de démontage sont obligatoires pour séparer des matières critiques. Ces plastiques sont très difficilement recyclables car sont parfois mélangés avec d'autres matières comme du textile, des papiers/cartons, des métaux, des petits appareils électriques (piles). Il existe à ce jour peu de solutions de recyclage pour les jouets.
 - **Recyclage chimique** : prometteur, notamment via des procédés de type pyrolyse pour éliminer les contaminants ou produits en flamme retardable.

Demande et facteurs de marché

- **Secteurs demandeurs**
 - Secteurs demandeurs de ces MPR : ceux consommant de l'ABS, du PP et du PS (emballages, construction et électrique/électronique principalement). En effet, pour les plastiques issus du traitement des DEEE, il y a environ 50% d'ABS, de PS et de PP.
- **Prix et compétitivité**
 - Pour les polymères vierges : le prix dépend du cours du pétrole et des coûts énergétiques.
 - Pour les plastiques en général, les polymères recyclés entrent en concurrence avec les polymères vierges qui sont peu chers aux US et en Chine.
 - Globalement pour les DEEE, il est plus intéressant financièrement de se pencher sur le recyclage des métaux plutôt que des plastiques. En effet, les flux de plastiques des DEEE sont trop onéreux et non compétitifs avec le reste du marché, mais la compétitivité niveau métallique est utilisée pour doper la compétitivité de la matière plastique.

²⁹ Panneaux photovoltaïques usagés

³⁰ Gros électroménager

³¹ Petits appareils en mélange

³² Economie sociale et solidaire



2. Contraintes

• Réglementaires

- **Directive DEEE** 2002/96/CE, **RoHS** 2002/95/CE limite l'usage de certaines substances dangereuses
- Obligation de trier les plastiques bromés pour éviter la contamination des MPR (**règlement REACH**)
- **Règlement POP (Polluants Organiques Persistants)** : interdiction ou limitation de certaines substances utilisées historiquement dans les plastiques techniques.
 - Retardateurs de flamme bromés issus de DEEE
- Par exemple si un plastique recyclé contient un taux supérieur au seuil de POP, il ne peut pas être mis sur le marché et doit être éliminé. Présence de nombreux jouets importés ne respectant pas les normes européennes

• Techniques

- Les plastiques des DEEE ont souvent des additifs comportant des substances dangereuses (retardateurs de flammes) et et/ou d'additifs noirs et de charges minérales, ce qui limite leur recyclage.
- Hétérogénéité des plastiques pour les DEEE et hétérogénéité des couleurs et matériaux pour les jouets compliquant le traitement

• Economiques

- **Dépendance** des flux plastiques au cours des matières vierges dans le **marché mondial**
- **Faible rentabilité** du recyclage plastique par rapport aux métaux
- **Besoin de formation spécifique** des opérateurs de traitement pour la collecte et le traitement d'un équipement de taille importante comportant des substances dangereuses et pour effectuer des contrôles de qualité accrus (pour répondre aux spécifications techniques strictes).
- **Coût élevé du tri manuel** pour les GEM notamment

=> Les plastiques utilisés dans les EEE ont des exigences de qualité élevées et cela limite donc le potentiel d'intégration de plastiques recyclées.

3. Perspective d'évolution

• Travailler sur l'éco-conception

- Pour les DEEE : substituer ou réduire les additifs noirs et substances dangereuses souvent présentes dans les DEEE
- Pour les jouets : réduire ou substituer les plastiques multicouches et ceux combinés à d'autres matériaux

• Développement de technologies de tri plus performantes

Objectif : permettre une meilleure séparation des plastiques :

- isolation des plastiques bromés et retardateurs de flammes par tri rayons X).
- Tri des plastiques noirs en utilisant des traceurs fluorescents (exemple : projet Tritrace).

4. Synthèse

- Le recyclage des plastiques de DEEE est complexe malgré les volumes importants collectés. La part du plastique dans les DEEE est également faible comparé à la part métallique. Le recyclage des jouets est très limité : le taux de collecte est faible et cette collecte est principalement d'origine ménagère.
- Les principaux freins sont techniques (mélanges de plastiques, contaminants), réglementaires (restrictions liées à l'intégration de certaines substances dans la constitution des plastiques) et économiques (besoin de formation pour reconnaître ces types de plastiques pour optimiser le tri, faible rentabilité du plastique récupéré et compétitivité face aux marchés mondiaux et aux matières vierges).
- Les clés du développement de cette filière sont : développement de nouvelles technologies de tri avancées performantes et rentables.



6.1.4. PVC

Il convient de distinguer deux types de PVC :

- Rigide : chassis de fenêtre, tuyau... qui ont une durée de vie longue (allant de 30 ans à plus de 100 ans selon les usages)
- Flexible : revêtement de sol, membranes d'étanchéité, câbles, films d'emballages... qui ont une durée de vie courte ou moyenne (car plus exposés que les PVC rigides)

1. Enjeux macroéconomiques du recyclage du MPR

Le PVC représente 9,1% de la production plastique en Europe, soit 5,35 millions de tonnes (Mt) en 2022.

En France, la production de PVC est d'environ 503 000 tonnes (kt), soit 9% de la production totale de plastiques de 5,5 Mt.

Offre

- **Collecte**
 - En France, principalement, il n'existe **pas de collecte sélective spécifique du PVC**, car il **représente seulement 10 % des plastiques mis sur le marché**. Il est notamment collecté en mélange avec d'autres plastiques dans des bennes des chantiers de construction / déconstruction.
 - Le PVC est présent en faible volume parmi l'ensemble des plastiques collectés via la **REP³³ PMCB³⁴**
 - Le **PVC peut être récupéré de manière sélective à plus petite échelle** en déchèteries pour les petits chantiers (menuisiers par exemple s'ils sont en contact direct avec un recycleur de chassis de fenêtres en PVC). Cette collecte nécessite alors un regroupement.
- **Tri**
 - Un sur-tri est nécessaire pour séparer les matières bien qu'il reste peu rentable pour le PVC en raison des faibles volumes collectés. Les plastiques en mélange partent donc souvent en filière CSR³⁵. En effet, les plastiques PVC chlorés sont souvent enlevés du flux chez les préparateurs de CSR pour éviter les rejets dans les fumées.
 - Tri avant broyage
 - Manuel : identification de la nature du PVC (flexible ou rigide) puis de son origine (châssis, tuyau...). Le système est bien développé et simple, car les applications du PVC sont spécifiques et bien identifiables.
 - Automatisé : tri visuel par infrarouge facile et efficace (détection du chlore, qui représente près de 60 % du PVC). Cependant, ce système est coûteux pour des petites infrastructures car il nécessite des investissements et une formation pour interpréter les spectres.
 - Tri après broyage
 - Ce tri est moins efficace pour le PVC étant donné que sa densité est similaire à celle d'autres plastiques après broyage.
 - L'enjeu principal reste donc le tri **avant broyage**.
- **Recyclage**
 - Une fois trié, le PVC présente un **taux de recyclage élevé**, estimé à **85-90%**.
 - En 2020, 731 000 tonnes de PVC ont été recyclées en Europe par les acteurs de VinylPlus, avec pour objectif d'atteindre 1 Mt par an d'ici 2030. Le PVC est traité par les acteurs de VinylPlus par recyclage (35%). Le PVC non traité est sinon mise en décharge (19%) ou incinéré avec récupération d'énergie (46%).
 - **Recyclage mécanique** : actuellement ce procédé est dominant et moins coûteux que le recyclage chimique.
 - **Recyclage chimique** : cette technologie est émergente (usines prévues pour 2030), bien qu'elle reste moins compétitive que le recyclage mécanique et présente un impact environnemental plus élevé. Il doit être réservé aux flux non traitables mécaniquement.

³³ Responsabilité élargie du producteur

³⁴ Produits et matériaux de construction du secteur du bâtiment

³⁵ Combustibles solides de récupération



- **Recyclage multiple** : le PVC peut être recyclé plusieurs fois sans perdre ses propriétés fonctionnelles. A titre d'exemple, les tuyaux et profilés, contenant des recyclats, peuvent être recyclés jusqu'à 8 fois.

Demande et facteurs de marché

- **Secteurs demandeurs**
 - BTP³⁶ (construction, démolition) : en Europe, 70% du PVC produit (vierge et recyclé) est utilisé dans ce secteur. Toutefois, la crise actuelle du secteur du BTP limite la demande en PVC recyclé.
 - En Europe, la filière PVC (incluant les additifs pouvant être ajoutés au PVC) représente 20 000 entreprises dont 80 % d'entre elles sont des PME.
- **Prix et compétitivité**
 - **PVC vierge** : le prix dépend du cours du pétrole et des coûts énergétiques.
 - Le PVC est importé d'autres régions, principalement des États-Unis. En effet, entre 2002 et 2022, la part de l'Europe dans la production mondiale de plastique a diminué de moitié, passant de 28 % à 14 %.
 - A titre informatif, en septembre 2022, le prix du PVC suspension³⁷ tourne autour de 2 200 €/tonne en France et celui du PVC émulsion³⁸ atteint 2 300 €/t (enquête Baromètre des Matières Plastiques, Polyvia)
 - **PVC recyclé** : selon VinylPlus, le prix des MPR sur le marché français est moins compétitif que celui des pays voisins, limitant la rentabilité du recyclage du PVC
 - Les petits recycleurs français souffrent donc face aux grands groupes mieux positionnés sur les marchés internationaux.

2. Contraintes

- **Réglementaires**
 - **Norme sur la teneur en plomb** : en place depuis le règlement REACH de 2006. Le plomb a en effet été longtemps utilisé dans le PVC comme stabilisant thermique (pour les tuyaux, câbles électriques...). Ces restrictions évoluent au cours du temps. Récemment, en 2023, la Commission européenne a adopté un règlement restreignant sur le marché de l'Union européenne la présence du plomb et de ses composés dans le PVC. Ce règlement modifie le règlement REACH de 2006. La concentration en plomb dans les produits en PVC doit être inférieure à 0,1 % du poids du PVC recyclé³⁹.
- **Techniques**
 - **Séparation et nettoyage complexe** : dans la plupart des cas, le PVC se trouve en mélange avec les autres plastiques ou déchets de construction (gravats, pierres...).
 - **Présence de contaminants** : le PVC contient, en fonction de son usage, des additifs comme des plastifiants (rendant le PVC flexible), des stabilisants (pour la résistance à la chaleur et à la lumière) ou des colorants chimiques. Ces additifs compliquent le tri et le recyclage, car les plastifiants par exemple ne peuvent pas être facilement séparés mécaniquement.
- **Economiques**
 - **Coût élevé de la collecte sélective ou du tri si collecté en mélange avec d'autres plastiques**
 - **Enjeux de concurrence** avec les marchés mondiaux

³⁶ Bâtiment et travaux publics

³⁷ Les monomères utilisés pour faire le PVC sont dispersés en phase non-aqueuse. Le PVC suspension est utilisé pour les profilés de fenêtres, tuyaux... par exemple.

³⁸ Les monomères utilisés pour faire le PVC sont dispersés en phase aqueuse. Le PVC émulsion est utilisé dans la fabrication de produits à partir de plastisols (revêtements par exemple)

³⁹ Cette condition ne s'applique pas aux articles en PVC contenant du PVC souple valorisé jusqu'au 28 mai 2025



3. Perspective d'évolution

- **Développement de la collecte sélective du PVC**
 - Développement de la collecte sélective du PVC (et non en le mélangeant avec d'autres plastiques) lorsque le gisement est suffisamment élevé
- **Investissement dans la robotisation et l'intelligence artificielle**
 - Automatisation du tri pour réduire les coûts liés au tri manuel et améliorer l'efficacité du tri des plastiques collectés en mélange.
- **Incitations réglementaires et fiscales**
 - Interdiction ou taxation de la mise en enfouissement du PVC en France et taxation de l'incinération combiné à une obligation de collecte sélective.
 - Mise en place d'une obligation d'incorporation minimale de PVC recyclé dans les produits neufs dans l'optique de favoriser le tri, la récupération et le recyclage.

4. Synthèse

- Le recyclage du PVC est techniquement faisable et présente un taux de récupération élevé (85-90%).
- Les principaux freins sont économiques (coût du tri, prix des MPR face aux MP et aux marchés étrangers) et réglementaires (restrictions sur l'usage du PVC recyclé).
- Les clés du développement de cette filière sont : l'optimisation de la collecte, la robotisation du tri et des incitations réglementaires plus fortes.

6.1.5. Plastiques rigides avec additifs toxiques ou difficiles à éliminer

Autres plastiques rigides contenant des additifs (plastifiants, retardateurs de flammes, ou autres substances chimiques pouvant être toxiques ou difficiles à éliminer lors du recyclage)

1. Enjeux macroéconomiques du recyclage du MPR

Offre

- **Collecte**
 - Ces plastiques sont présents en très faibles quantités dans les DAE (déchets plastiques anciens du bâtiment par exemple).
- **Tri**
 - Tri et séparation à la source nécessaire du fait de la présence de POP (polluants organiques persistants), ces plastiques ne doivent pas être placés dans le flux de recyclage.
- **Recyclage**
 - Aucune solution de recyclage mécanique n'existe à ce jour pour ces plastiques. Il s'agit plutôt d'une élimination en ISDD.
 - **Recyclage chimique** : recyclage prometteur car il permet de séparer le polymère des additifs, dont ceux toxiques et de recycler des flux qui ne peuvent pas être recyclés autrement généralement. Enfin, il permet souvent d'obtenir une meilleure qualité de résine par rapport au recyclage mécanique. Il existe également d'autres procédés chimiques de dissolution, de lavage... pour éliminer un certain nombre d'additifs.
 - **Autre recyclage** : Développement de la purification au CO₂ supercritique. Dans certains cas, la purification au CO₂ supercritique permet d'éliminer certaines matières toxiques à très haute pression en nettoyant et purifiant les plastiques.

Demande et facteurs de marché

- **Secteurs demandeurs**
 - Le recyclage de ces plastiques ne présentant aucune solution à ce jour (à cause de la présence de contaminants), il n'existe pas de réelle demande.



- **Prix et compétitivité**
 - Pour les **polymères vierges** : le prix dépend du cours du pétrole et des coûts énergétiques.
 - Pour les plastiques en général, les **polymères recyclés** entrent en concurrence avec les polymères vierges qui sont peu cher aux US et en Asie (Chine notamment).
2. Contraintes
- **Réglementaires**
 - **Règlement REACH** : restriction ou interdiction de certains retardateurs de flamme bromés
 - **Règlement POP (Polluants Organiques Persistants)** : limitation stricte de certaines substances utilisées historiquement dans les plastiques techniques.
 - **Techniques**
 - **Recyclage mécanique impossible et recyclage chimique pas assez développé** à ce jour.
 - **Economiques**
 - **Recyclage chimique** techniquement faisable mais coûteux
3. Perspective d'évolution
- **Développement du tri et de la séparation à la source**
 - Ces plastiques doivent être isolés pour ne pas contaminer le recyclage d'autres flux
 - **Développement du recyclage**
 - La méthode de purification au CO2 supercritique permet de recycler ces plastiques, qui ne sont pas recyclés aujourd'hui. Cependant ce processus doit être assez rentable pour être plus développé.
4. Synthèse
- Ces flux plastiques sont présents en très faibles quantités et ne présentent aucune solution de recyclage à ce jour, hormis le recyclage avec notamment la purification au CO2 supercritique.
 - Les principaux freins sont : réglementaires (restriction et interdiction de certaines substances dangereuses) et économiques (technologies de recyclage chimique nécessaires mais pas assez développées et coûteuses)
 - Les clés du développement de cette filière sont : l'identification et la séparation du flux afin d'éviter la contamination des autres flux plastiques qui seront dirigés vers des filières de recyclage ou valorisation énergétique.

6.2. Fiches papier-carton

6.2.1. Cartons composés ou multi matériaux

Cartons industriels combinés avec d'autres matériaux pour améliorer leur durabilité ou leur capacité à contenir des liquides

1. Enjeux macroéconomiques du recyclage du MPR

En 2021, en France, la production de matériau d'emballage papier-carton atteint **4 839 kt**, tandis que la production d'emballages papier-carton⁴⁰ s'éleve à **3 767 kt**. Au sein de l'industrie papetière, l'emballage constitue la principale production, représentant **66 %** du total, le reste étant réparti entre les usages graphiques (**18 %**), les papiers d'hygiène (**11 %**) et d'autres types de production (**5 %**).

⁴⁰ La production de matériaux d'emballage papier-carton correspond à la fabrication de papiers et cartons destinés à être transformés en emballages, tandis que la production d'emballages papier-carton correspond à la transformation des matériaux précédemment produits en emballages finis.



La même année, les déchets d'emballages papier-carton représentent 5 354 kt en France, dont 76,5% sont des emballages industriels et commerciaux (EIC), soit 4 095kt.

Offre

- **Collecte**
 - Le **flux** des cartons composés ou multimatériaux provient **principalement des ménages**.
 - Les volumes de déchets issus des activités économiques sont très faibles. Il s'agit plutôt de caisses en carton plat associés à d'autres matériaux, mais essentiellement dans l'alimentaire (briques de type Tetrapak).
 - La **collecte** des cartons composés ou multimatériaux d'origine industrielle se fait donc **via la collecte des DMA** (déchets ménagers et assimilés), ou **via les bennes PCR** (papiers et cartons à recycler).
 - Il n'existe donc **pas de collecte sélective spécifique** pour ce flux, à l'exception des chutes de production, qui font l'objet d'une collecte dédiée.
- **Tri**
 - Il n'existe pas d'infrastructures de tri spécifiques dédiées à ce flux.
- **Recyclage**
 - Seules **les briques alimentaires multicouches** (du style Tetra Pak) bénéficient d'infrastructures de recyclage dédiées, mais celles-ci concernent uniquement les déchets ménagers. Le recyclage de ce flux reste peu développé en France.
 - La **séparation** des différentes couches (papier, plastique, aluminium...) de ces cartons est **techniquement complexe**
 - Quelques filières papetières recyclent avec des techniques avancées d'hydropulpage pour séparer les couches, mais ce procédé n'est pas répandu chez tous les papetiers car il est relativement coûteux.

Demande et facteurs de marché

- **Secteurs demandeurs**
 - Les **papetiers** constituent les principaux acheteurs de papiers-cartons recyclés.
 - L'augmentation de la TGAP incite à privilégier l'envoi vers le recyclage.
- **Prix de marché**
 - Le prix du papier-carton dépend du cours des matières premières, notamment de la pâte à papier (issue du bois) et du prix de l'énergie.
 - Le marché européen des papiers et cartons recyclés (PCR) est fortement concurrentiel.
 - Le commerce a principalement lieu avec d'autres pays européens.
 - Actuellement, ce marché est davantage tourné vers l'exportation au sein de l'UE (plus d'exportations que d'importations) :
 - L'Espagne est le principal pays vers lequel sont exportés les déchets de papiers et cartons
 - L'Allemagne est le principal pays fournisseur de déchets de papiers et cartons.
 - Evolution des prix
 - Le prix du papier-carton dans l'UE en 2022 est de 206 €/t.
 - Le prix des PCR⁴¹ a évolué de 221 €/t en novembre 2021 à 244 €/t en juillet 2022. En début d'année 2023 (janvier-février), le prix des PCR dans l'UE atteint 142 €/t (données Eurostat).
 - Il existe des normes européennes EN 643 définissant les catégories et critères de papiers et cartons recyclables capables d'arriver dans les centres de tri. Après analyse, un prix est associé aux papiers-cartons en fonction des perturbateurs du pulpage. Ces prix peuvent varier entre 0 et 450 €/t. Pour le gros de magasin, le prix peut atteindre en moyenne 40 €/t (entre 20 et 100€/t).

⁴¹ Papiers-cartons recyclés



2. Contraintes

- **Réglementaires**
 - Normes européennes EN 643 définissant les spécifications des différentes sortes de papiers et cartons recyclables pouvant être collectés, triés et utilisés dans le cadre du recyclage.
 - Classification des différentes catégories de papiers et cartons recyclables en fonction de leur qualité et de leur composition
 - Fixation de critères de qualité et de pureté (taux d'humidité, tolérance aux impuretés)
- **Techniques**
 - Ces emballages, composés de plusieurs matériaux, sont plus difficiles à recycler en raison de la difficulté à séparer les différentes couches.
- **Economiques**
 - Le traitement de ce flux est plus coûteux car le processus de recyclage est énergivore et requiert des techniques spécifiques de séparation des couches.
 - Pour les PME et petits détenteurs, les flux cartons sont mis dans des bennes générales. Il est plus coûteux pour ces petits détenteurs de trier ces flux et de les séparer à la source car cela nécessite des investissements qui sont relativement coûteux.

3. Perspective d'évolution

- **Développement de l'éco-conception pour favoriser des mono-matériaux.** Limiter le nombre de couches permettra de favoriser le recyclage. Cependant, il y a un enjeu de gaspillage alimentaire car ces différentes couches sont nécessaires pour le minimiser.
- **Amélioration des technologies de recyclage** pour rendre la séparation des matériaux **plus efficace et moins coûteuse.**
- **Renforcement de la REP pro emballages**, afin de financer les surcoûts liés au recyclage pour les entreprises.

4. Synthèse

- Le recyclage des cartons composés ou multimatériaux est limité en raison du faible volume présent dans les déchets industriels et du manque de solutions de tri et de recyclage pour séparer les couches des matériaux.
- Les principaux freins sont : techniques (peu de technologies adaptées au tri et à la séparation des couches à ce jour) et économiques (coûts élevés du recyclage et faible rentabilité actuelle).
- Les clés du développement de cette filière sont : l'éco-conception pour privilégier les mono-matériaux, le développement des technologies de recyclage et l'extension de la REP pro emballages qui pourra financer les surcoûts pour le détenteur.

6.2.2. Papiers et cartons avec encres complexes

Encres présentes sur des magazines, brochures, cartons d'emballage, notices pharmaceutiques ou formulaires d'impôt nécessitant plus d'un processus de désencrage

1. Enjeux macroéconomiques du recyclage du MPR

En 2021 en France, au sein de l'industrie papetière, la production de papier-carton à usages graphiques constitue **18 %** de la production, le reste étant réparti entre les emballages (**66 %**), les papiers d'hygiène (**11 %**) et d'autres types de production (**5 %**).

En 2022, en France, 1 083 kt de papiers graphiques ont été mis sur le marché (données filière REP Papiers Graphiques) : principalement sous forme d'imprimés publicitaires (39 %), de papiers à copier (16 %) et de presse payante sur papier journal (12 %).



Offre

- **Collecte**
 - **Flux majoritairement ménager**
 - Pour les industriels, la **collecte** se fait via les **bennes PCR**, mais le volume collecté est faible. En effet, ces flux sont en déclin avec la croissance de la dématérialisation.
- **Tri**
 - Il existe des centres de tri spécifiques pour traiter ce flux
- **Recyclage**
 - De manière générale pour les magazines et les journaux, il existe une technique de désencrage qui fonctionne bien, mais le désencrage est assez rare dans le milieu du recyclage des papiers-cartons. Pour les encres complexes :
 - La technologie est plus coûteuse car elle requiert des étapes supplémentaires par rapport à un journal ou un magazine classique.
 - Si les encres ont dans leurs compositions trop de substances dangereuses, le coût de leur élimination augmente significativement
 - L'outil TREE⁴² définit les critères pour lequel le recyclage est recommandé. Il classe les emballages papiers-cartons avec encres comme :
 - Recyclable et tolérée : si les encres sont de couleurs vives et à fort dégorgeement
 - Recyclable mais non recommandé : si les encres contiennent plus de 1% de MOSH⁴³ et MOAH⁴⁴

Demande et facteurs de marché

- **Secteurs demandeurs**
 - Secteur papetier, notamment pour faire du papier journal, mais une qualité de papier particulière est requise.
 - Industries de l'isolation, qui consomment ces matières premières recyclées pour fabriquer des isolants à base de cellulose (ouate de cellulose).
- **Prix de marché**
 - Le prix du papier-carton dépend du cours des matières premières, notamment de la pâte à papier (issue du bois) et du prix de l'énergie.
 - Le marché européen des papiers et cartons recyclés (PCR) est fortement concurrentiel.
 - Le commerce a principalement lieu avec d'autres pays européens.
 - Actuellement, ce marché est davantage tourné vers l'exportation au sein de l'UE (plus d'exportations que d'importations) :
 - L'Espagne est le principal pays vers lequel sont exportés les déchets de papiers et cartons
 - L'Allemagne est le principal pays fournisseur de déchets de papiers et cartons.

2. Contraintes

- **Règlementaires**
 - **Normes de types REACH** : les encres ne doivent pas contenir de composants trop toxiques.
 - **Normes européennes EN 643** définissant les spécifications des différentes sortes de papiers et cartons recyclables pouvant être collectés, triés et utilisés dans le cadre du recyclage.
 - Classification des différentes catégories de papiers et cartons recyclables en fonction de leur qualité et de leur composition
 - Fixation de critères de qualité et de pureté (taux d'humidité, tolérance aux impuretés)
 - **Loi anti-gaspillage** prévoyant l'interdiction des encres à base d'huiles minérales sur les emballages depuis le 1^{er} janvier 2022, sur les imprimés publicitaires depuis le 1^{er} janvier 2023 et sur l'ensemble des impressions à destination du public à partir du 1^{er} janvier 2025.

⁴² test de la recyclabilité des emballages

⁴³ Mineral oil saturated hydrocarbons

⁴⁴ Mineral oil aromated hydrocarbons



- **Techniques**
 - Les encres complexes **résistent aux procédés classiques de désencrage**, nécessitant des désencrages supplémentaires (utilisation d'une plus grande quantité de solvant, impliquant plusieurs étapes de désencrage).
 - **Effet sur la qualité du papier recyclé** : certains papiers perdent en qualité après désencrage intensif.
- **Economiques**
 - Les coûts de traitement sont plus ou trop élevés lorsque les **encres sont difficiles à désencrer** ou si elles contiennent des substances dangereuses nécessitant un traitement spécifique (et donc plus coûteux).
 - Le **secteur** (de papiers et cartons graphiques) est **en décroissance** avec la dématérialisation et la digitalisation, diminuant la demande et présentant donc un frein économique.

3. Perspective d'évolution

- **Travailler sur le produit en amont**
 - Par exemple CITEO avec son groupe de travail « Huiles minérales » a pu valider des solutions alternatives pour les impressions de type Heatset et des travaux se poursuivent pour des impressions de type Coldset.
 - Encourager l'utilisation d'encres plus faciles à éliminer et moins résistantes aux solvants.
- **Développement des mesures REP existantes** :
 - Depuis 2024, les filières REP emballages ménagers et papiers à usage graphique (EMPAP) ont fusionné. Une prime est prévue pour la mise en marché de produits en fonction du taux d'incorporation de PCR.

4. Synthèse

- Le recyclage des papiers et cartons à encres complexes est techniquement faisable mais non rentable, d'autant plus que les volumes issus des déchets industriels sont faibles et en déclin.
- Les principaux freins sont : économiques (les coûts de désencrage rendent le recyclage non viable) et techniques (résistance des encres aux procédés de désencrage classiques).
- Les clés du développement de cette filière sont : encourager l'utilisation d'encres alternatives moins résistantes au désencrage, développer des incitations pour faciliter l'incorporation de PCR.

6.2.3. Papiers et cartons résistants à l'humidité (REH)

Papiers ou cartons résistants à l'humidité utilisés pour garantir une meilleure conservation des produits ou éviter des pertes de qualité dues à l'exposition à l'eau (chez les déchets ménagers il s'agit par exemple de boîte à pizzas ou d'emballages cartons pour surgelés afin de minimiser le gaspillage alimentaire)

1. Enjeux macroéconomiques du recyclage du MPR

En 2021, en France, la production de matériau d'emballage papier-carton atteint **4 839 kt**, tandis que la production d'emballages papier-carton⁴⁵ s'éleve à **3 767 kt**. Au sein de l'industrie papetière, l'emballage constitue la principale production, représentant **66 %** du total, le reste étant réparti entre les usages graphiques (**18 %**), les papiers d'hygiène (**11 %**) et d'autres types de production (**5 %**).

La même année, les déchets d'emballages papier-carton représente 5 354 kt en France, dont 76,5% sont des emballages industriels et commerciaux (EIC), soit 4 095kt.

Spécificité des REH : Contrairement aux emballages papiers-cartons standards, les papiers-cartons REH sont difficiles à recycler, car ils contiennent des traitements hydrophobes (résines, cires plastiques) qui perturbent le processus classique de recyclage.

⁴⁵ La production de matériaux d'emballage papier-carton correspond à la fabrication de papiers et cartons destinés à être transformés en emballages, tandis que la production d'emballages papier-carton correspond à la transformation des matériaux précédemment produits en emballages finis. La quantité moins élevée de production d'emballages papier-carton peut s'expliquer notamment par l'exportation de matériaux, ou bien pertes lors des processus de transformation.



Offre

- **Collecte**
 - **Flux d'origine ménagère principalement** (emballages alimentaires)
 - Les volumes d'emballages REH sont très faibles dans les déchets des activités économiques.
- **Tri**
 - Les emballages REH sont dirigés vers les centres de tri classiques des DAE.
 - Il existe **des techniques de séparation** pour dissocier la partie REH du carton, mais elles **ne sont pas privilégiées par les papetiers** en raison de leur complexité et de leur coût.
 - La façon de gérer le caractère REH est plutôt de supprimer ces perturbateurs à la conception dans le sens de la réglementation emballages. Néanmoins, la sortie des plastiques à usage unique pousse dans le sens contraire car les papiers-cartons REH sont des alternatives à ces plastiques.
- **Recyclage**
 - L'outil TREE⁴⁶ définit les critères pour lequel le recyclage est recommandé. Il classe les emballages papiers-cartons REH comme :
 - Recyclable mais non recommandé si le traitement REH a un seuil de ralentissement de défibrage des fibres inférieur à 45 minutes
 - Non recyclable si le traitement REH empêche la séparation des fibres (défibrage insuffisant au bout de 45 minutes)

Demande et facteurs de marché

- **Secteurs demandeurs**
 - Les **papetiers** sont les principaux acheteurs de PCR (papiers-cartons recyclés).
- **Prix de marché**
 - Le prix du papier-carton dépend du cours des matières premières, notamment de la pâte à papier (issue du bois) et du prix de l'énergie.
 - Le marché européen des papiers et cartons recyclés (PCR) est fortement concurrentiel.
 - Le commerce a principalement lieu avec d'autres pays européens.
 - Actuellement, ce marché est davantage tourné vers l'exportation au sein de l'UE (plus d'exportations que d'importations) :
 - L'Espagne est le principal pays vers lequel sont exportés les déchets de papiers et cartons
 - L'Allemagne est le principal pays fournisseur de déchets de papiers et cartons.
 - Le coût de recyclage des papiers et cartons REH est supérieur au prix de marché du papier recyclé.

2. Contraintes

- **Réglementaires :**
 - **Normes européennes EN 643** définissant les spécifications des différentes sortes de papiers et cartons recyclables pouvant être collectés, triés et utilisés dans le cadre du recyclage.
 - Classification des différentes catégories de papiers et cartons recyclables en fonction de leur qualité et de leur composition
 - Fixation de critères de qualité et de pureté (taux d'humidité, tolérance aux impuretés)
 - Les papiers-cartons **REH** sont considérés comme **perturbateurs** du recyclage
- **Techniques :**
 - La composante REH ne se désagrège pas dans l'eau, empêchant la récupération des fibres de papier-carton.
 - La séparation de la **résine et/ou cire** endommage généralement le papier-carton, rendant le recyclage complexe et dégradant la qualité de la pulpe.

⁴⁶ Test de la recyclabilité des emballages.



- **Economiques**
 - Les techniques de recyclage existent pour séparer la partie REH de la partie carton, mais elles sont coûteuses et non rentables
 - La matière obtenue après recyclage a une **faible valeur sur le marché**, limitant l'intérêt pour les papetiers.
3. Perspective d'évolution
- **Travailler sur l'éco-conception**
 - Développer des **traitements REH plus facilement séparables** lors du tri et du recyclage.
 - Encourager l'usage de **barrières REH** à base d'autres matériaux (cire végétale, résines hydrophobes naturelles...)
 - **Développer des technologies de recyclage spécifiques et rentables** pour améliorer le recyclage des emballages papier-carton REH. Cependant, la pertinence du développement de ces technologies est limitée par le gisement des papiers et cartons REH qui est faible dans les DAE.
4. Synthèse
- Le recyclage des papier-carton REH est limité car ces emballages sont principalement d'origine ménagère et leur séparation est complexe et coûteuse.
 - Les principaux freins sont : techniques (séparation de la composante REH du papier-carton difficile) et économiques (recyclage non rentable et faible valeur du matériau recyclé)
 - Les clés du développement de cette filière sont : une meilleure éco-conception pour rendre les papiers-cartons REH recyclables.

6.3. Fiche déchets de construction : les isolants

Différents types d'isolants existent sur le marché : les isolants minéraux (laine de verre, laine de roche), les isolants synthétiques (polyuréthane), les isolants biosourcés et les isolants textiles.

Les isolants minéraux (laines de verre et de roche) sont collectés via la REP PMCB⁴⁷ (catégorie 2). En 2023, en France, la mise en marché de la laine de roche représentait 378 kt parmi la catégorie 2⁴⁸ de la filière REP et la laine de verre 346 kt.

La part de marché (2023) des isolants est la suivante : 60 % isolants minéraux, 20 % isolants synthétiques, 15 % isolants biosourcés et 5 % isolants textiles.

1. Enjeux macroéconomiques du recyclage

Offre

- **Collecte**
 - **Taux de collecte :**
 - En France, en 2023, le tonnage collecté de la laine de roche s'élève à 0,1 kt parmi les produits de la REP PMCB catégorie 2 et celle de la laine de verre 0,3 kt.
 - Ces quantités sont élevées et en croissance dans les DAE
 - **Modes de collecte**
 - Benne dédiée sur les chantiers de démolition pour les isolants
 - La collecte peut également se faire en apport en déchèterie pour professionnels, dans les points de reprise distributeurs et déchèteries publiques (modification avec la REP PMCB).

⁴⁷ Produits et matériaux de construction et du bâtiment.

⁴⁸ Produits et matériaux de construction constitués majoritairement en masse de : métal, bois, plâtre, plastique, membranes bitumineuses, laine de verre et laine de roche.



- **Tri et Recyclage**
 - Il existe des infrastructures de tri et recyclage spécifiques dédiées au traitement des déchets de ce flux.
 - Il s'agit des entreprises telles que Revibat, Isover, Valorsol et les filières internalisées (Rockwool sur le segment de laine de roche par exemple)
 - Isolant synthétique - polyuréthane (2 lames d'acier avec mousse à l'intérieur ou 2 lames PVC avec mousse polyuréthane à l'intérieur) :
 - Quand les panneaux sont des PVC mousse, ces flux vont directement en enfouissement de déchets non dangereux. Le recyclage de ces panneaux n'est pas rentable.
 - Quand les panneaux sont des métaux mousse : l'acier est valorisé à 98% et toute la mousse part en enfouissement. Ces panneaux sont principalement gérés par des prestataires « métal » pour déchetage, récupération des matériaux ferreux et les refus de tri des métaux sont dirigés par CSR, incinération ou enfouissement.
 - La **mousse polyuréthane** peut être broyée (**recyclage mécanique**) et retransformée en panneaux et profilés de haute densité pour remplacer des panneaux de particules bois dans la construction ou traitée par **recyclage chimique (hydrolyse, aminolyse et glycolyse)**. Les déchets de polyuréthane de production peuvent également être transformés en d'autres produits isolants à base de polyuréthane, en particulier pour l'isolation thermique et acoustique des planchers. La mousse polyuréthane étant composée à 96% de gaz isolant emprisonné dans des cellules (et est donc assez légère), il n'y a pas assez de tonnage pour que ce processus soit rentable (coûts logistiques élevés en raison de la faible densité).
 - Isolant minéraux
 - **Laine de roche** : **recyclage thermique** (fusion des déchets de laine de roche) pour produire de la laine de roche.
 - **Laine de verre** : **recyclage mécanique** (broyage et agglomération pour produire de la laine à souffler de 2^{ème} catégorie) et **recyclage thermique** (broyage puis incinération dans des fours dédiés pour élimination de la matière organique) pour produire de la laine de verre, ou incorporer du calcin dans des briques ou en cimenterie.

Demande et facteurs de marché

- **Secteurs demandeurs**
 - Uniquement le secteur de la construction
 - Ce secteur est cependant en crise, ce qui impacte la demande.
- **Opportunités de développement de la filière**
 - La conception d'isolants plus performants
- **Prix de marché**
 - La durée de vie des isolants est d'environ 50 ans. Le marché est donc ancien et les déchets actuels correspondent aux isolants mis en marché il y a plusieurs décennies.
- **Besoins du marché**
 - La consommation des laines recyclées est fortement liée au secteur du bâtiment.
 - L'éco-conception des bâtiments est un levier de développement. L'image des matières premières recyclées est de moyenne à mauvaise dans le secteur de la construction.

2. Contraintes

- **Réglementaires :**
 - Normes de construction
 - Amiante : présence résiduelle d'amiante dans certains isolants anciens (interdiction en 1997)
 - Réglementations strictes impliquant des exigences en termes de coûts et de délais pour la production des isolants.
 - Réglementations sur les retardateurs de flammes (dangereux) : les isolants contiennent des retardateurs de flamme
 - Changement de législation avec la REP PMCB



- **Techniques :**
 - La diversité des laines isolantes est un frein au tri.
 - Le mélange des flux avec d'autres flux à plus forte valeur (comme le métal)
 - Le stockage difficile à cause des contraintes météorologiques
 -
 - Les déchets de laine de verre traités par ISOVER présentent systématiquement des contaminants (morceaux de tuiles, de béton, de céramique) qui compliquent le traitement
- **Economiques :**
 - Concurrence d'image des matières premières vierges
 - Non-rentabilité du recyclage du polyuréthane mélangé à du PVC.
 - Les coûts de recyclage des produits en laine minérale sont relativement élevés. Les MPS⁴⁹ sont souvent plus chères que les MP⁵⁰.

3. Perspective d'évolution

- **Amélioration de la collecte sélective :**
 - Une meilleure isolation des flux de déchets d'isolants collectés via la REP PMCB pour limiter la contamination (souvent en contact avec des contaminants présents dans le secteur du bâtiment).
- **Optimisation des techniques de recyclage**
 - Tous les déchets d'isolant sont techniquement recyclables, mais la rentabilité doit être améliorée (notamment pour le recyclage chimique)
 - Innovation dans le traitement des laines minérales et des mousses polyuréthane

4. Synthèse

- Les isolants sont présents en grande quantité. La collecte via la REP PMCB mise en place récemment (en 2023) en France, ne permet pas encore de collecter un plus gros gisement.
- Les principaux freins sont : économiques (recyclage techniquement possible mais manque de rentabilité et secteur du bâtiment en crise), techniques (au niveau de la contamination et du stockage compliqué) et réglementaires (normes de construction avec l'amiante notamment)
- Les clés du développement de cette filière sont : une meilleure collecte et séparation des flux collecté via la REP PMCB (pour limiter la contamination), un développement de technologies de recyclage plus performantes et une sensibilisation et amélioration de l'image des matières premières recyclées dans la construction.

6.4. Fiche textiles complexes ou spécifiques

Textiles techniques (1) (quel que soit le secteur : agriculture, construction, sport, médical, emballages, cordes, bâches), professionnels (2) (linge d'hôtellerie, vêtements d'image, revêtements de sols) et les déchets de fabrication (3) (chutes de coupe, lisières...)

1. Enjeux macroéconomiques du recyclage du MPR

Le flux de **textiles professionnels** usagés est estimé à plus ou moins 10% du flux ménager. Les données publiques concernant ces flux restent limitées, mais les principales sources et secteurs d'origine de ces textiles sont les suivants : les pompiers, la police, l'armée, les services postaux, le secteur de la santé...

En 2023, en France, la répartition du gisement des déchets textiles (ménagers, techniques, professionnels et déchets de fabrication) est la suivante : **textiles techniques** 41%, **textiles professionnels** 3 % et **déchets de fabrication** 2 %, le reste étant des textiles ménagers (54%). Le gisement global de ces déchets textiles spéciaux (textiles techniques, textiles professionnels, déchets de fabrication) en France en 2023 s'élève à environ 655 kt (548 kt en hypothèse basse⁵¹ et 761 kt en hypothèse haute).

⁴⁹ Matières premières secondaires.

⁵⁰ Matières premières.

⁵¹ Etude ADEME 2023 potentiel de recyclage des textiles on réutilisables phase 1. Les hypothèses basses et hautes sont basées sur une estimation réalisée pour l'étude selon une méthodologie par ratio qui a été utilisée dans le projet ID Fibres à l'échelle de la région AURA. Ce calcul au niveau national donne un gisement variant entre une fourchette basse et haute selon les ratios utilisés.



Le gisement de **déchets de décoration textile provenant des professionnels** en 2022 s'élève à 31 815 t, principalement constitué de moquettes amovibles (39 %), gazon synthétique décoratif (22 %) et rideaux/voilages (19%).

Offre

- **Collecte**
 - La collecte des **textiles issus des déchets d'activités économiques** est opérée par des **opérateurs privés** (FEDERREC)
 - Pour les déchets textiles (hors ménagers) non soumis à une filière REP, **peu de dispositifs de collecte dédiés existent**, mais certaines initiatives volontaires permettent d'acheminer directement ces flux du détenteur vers les effilocheurs, sans forcément passer par un centre de tri.
 - **(1)** Pour les **textiles techniques**, il n'existe pas de données concernant la collecte de ces déchets.
 - Etant des produits complexes, semi-finis, composites pour certains, leur collecte nécessiterait des processus de séparation, qui ne semblent pas envisageables dans de nombreuses applications.
 - En fonction de leurs usages, les textiles, techniques peuvent être souillés, dégradés, ce qui en fait des déchets ultimes destinés à l'enfouissement ou l'incinération.
 - Certains textiles techniques font néanmoins de plus en plus l'objet de collectes séparées. Les produits plus facilement recyclables font l'objet de projets de recyclage (filets, cordes, bâches, etc.).
 - Plusieurs projets de recherche et développement, actuellement en cours, concernent les filets, cordes et cordages notamment
 - **(2)** La collecte sélective des **textiles professionnels** usagés est entrée en vigueur au 1^{er} janvier 2025, mais il n'y a pas d'obligation de collecte sélective pour les chutes de production.
 - La collecte des déchets de vêtements professionnels peut être plus facilement massifiée que celles des déchets textiles ménagers, mais ils présentent cependant beaucoup de points durs et de perturbateurs au recyclage : traitements spécifiques appliqués sur les textiles, bandes réfléchissantes, renforts, multicouches, etc.
 - Le linge professionnel constitue au contraire l'un des gisements de déchets textiles les plus facilement recyclables : textile majoritairement blanc avec peu de points durs et un nombre restreint de matières. Ceci explique d'ailleurs pourquoi c'est déjà l'un des gisements les plus recyclés. La collecte massifiée au niveau des loueurs qui en assurent son entretien facilite également son recyclage.
- **Tri et Recyclage**
 - Les infrastructures de tri et recyclage sont les mêmes que celles utilisées pour les déchets ménagers collectés via la REP TLC.
 - **(1)** L'enquête auprès des effilocheurs a montré que certains recyclaient des **textiles techniques**, sans qu'on sache s'il s'agit de chutes de production ou de déchets post-consommation.
 - **(2)** Le recyclage des **déchets professionnels** en France est bien développé. Il y a une meilleure performance que sur les flux ménagers, car il y a une homogénéité des matières et une composition connue.
 - Cependant, pour les **flux de décorations textiles** issus des professionnels, seuls les rideaux ont un potentiel de recyclage élevé à court et moyen-long terme. Les autres fractions textiles (voilages, stores, moquettes, tapis, parasols, toiles...) n'ont soit pas de filière identifiée, soit un potentiel de recyclage moyen ou faible.

Demande et facteurs de marché

- **Secteurs demandeurs**
 - Les secteurs demandeurs sont : isolation, rembourrage.
- **Prix de marché**
 - Le marché des matières premières est mondial, avec une forte prédominance de l'Inde, la Chine, l'Indonésie et le Pakistan dans les filières polyester et coton



2. Contraintes

- **Réglementaires :**
 - Cahiers des charges exigeants pour la production des **textiles techniques**
- **Techniques :**
 - Pour les **textiles techniques**, les étapes de séparation sont particulièrement délicates car les produits sont complexes.
 - Pour les **textiles professionnels**, présence de points durs, matières parfois souillées, parfois traitées avec des produits spécifiques (ignifugées par exemple)
- **Economiques :**
 - Les entreprises traitant ces flux utilisent les mêmes outils et personnels que ceux dédiés aux flux ménagers. En conséquence, elles font face aux mêmes enjeux économiques liés aux montants des soutiens issus de la REP TLC.

3. Perspective d'évolution

- **Développement de la collecte sélective** (aidée par des perspectives de développement très bonnes du fait de l'homogénéité des matières) :
 - Evolutions attendues au niveau de la collecte des déchets textiles professionnels : directive 2008/98/CE dite « directive cadre déchets » introduisant une obligation de collecte séparée, notamment pour les textiles à partir du 1^{er} janvier 2025, dont des dispositions ont été transposées dans le cadre législatif français via la loi AGECE
- **Sensibilisation** des détenteurs des produits usagés au tri et sur les bénéfices de l'incorporation de MPR par une meilleure communication.
- **Renforcement des REP et réglementations :**
 - REP UE sur les textiles et loi « anti fast-fashion » 2024 ayant pour but de réduire l'impact environnemental de l'industrie textile⁵².
 - Mise en place prévue de REP EIC (emballages industriels et commerciaux) et TS2U (textiles sanitaires à usage unique) et pouvant intégrer des produits textiles professionnels
- **Optimisation** des technologies de séparation pour les polymères
- **Travail sur l'éco-conception** permettant de réduire les coûts d'élimination des impuretés

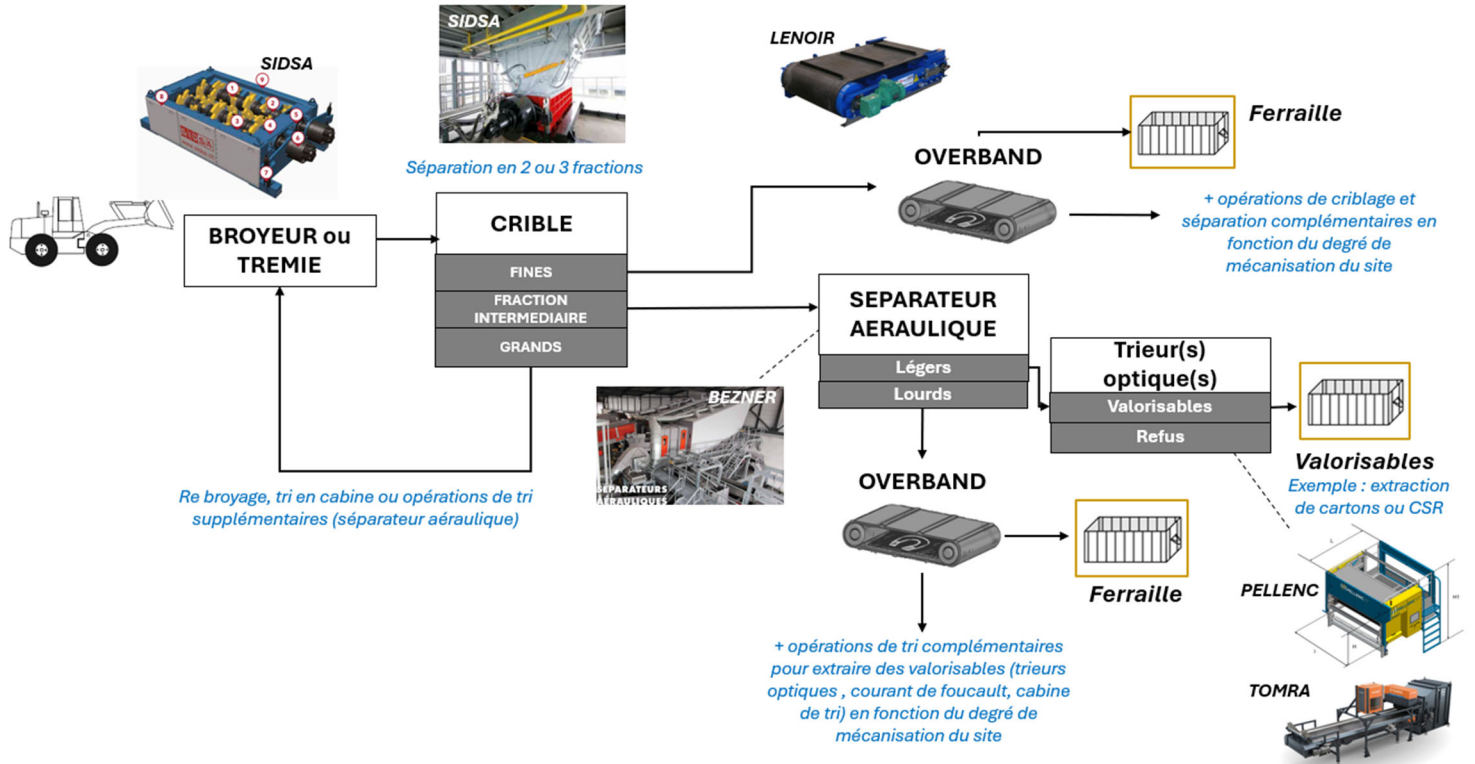
4. Synthèse

- Le recyclage des déchets textiles issus des déchets d'activités économiques est encore limité en raison de quantités faibles et d'un manque de structuration des filières. Les textiles professionnels sont mieux recyclés que les textiles ménagers, mais leur faible volume freine le développement de la filière.
- Les principaux freins sont : techniques (complexité des textiles techniques et homogénéité des traitements appliqués) et économiques (absence de financements adaptés et manque d'infrastructures dédiées).
- Les clés du développement de cette filière sont : la mise en place et le renforcement de REP adaptées afin d'améliorer la collecte sélective, le développement de solutions technologiques pour le recyclage et un travail sur l'éco-conception pour réduire les coûts d'élimination des impuretés.

⁵² Proposition de loi, adoptée par l'Assemblée nationale après engagement de la procédure accélérée, visant à réduire l'impact environnemental de l'industrie textile, n° 431, déposée le jeudi 14 mars 2024.



Annexe 7 – Synoptique type d'une chaîne de tri des DAE



L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique -, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, du ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.





PERFORMANCE DES INSTALLATIONS DE TRI DES DECHETS D'ACTIVITES ECONOMIQUES ET PERSPECTIVES D'EVOLUTION

Les Déchets d'Activités Économiques représentent une part importante du gisement de déchets avec une production de 57 millions de tonnes et 7 millions de tonnes de déchets assimilés en 2020. Des textes et réglementations encadrent l'activité et fixent des objectifs pour la gestion des DAE. La Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) du 17 août 2015 introduit la notion de tri à 5 puis 8 flux des DAE et impose une réduction des quantités de DND non inertes stockés de 50%. La Loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (Loi AGEC) du 10 février 2020 prévoit l'extension des filières REP et fixe de nouveaux objectifs nationaux de réduction de la production de DAE et de valorisation. Cette étude s'inscrit dans la continuité de l'étude sur l'observation des DAE en France et l'étude stratégique d'évaluation des gisements de DAE afin de mieux caractériser le secteur des DAE et les installations de tri qui en font partie. L'objectif global est de définir une stratégie d'accompagnement des acteurs économiques de ce secteur en termes de performance de tri et couverture des besoins actuels et futurs de consommation des matières premières issues du recyclage.

Le présent rapport présente les résultats de l'étude sur la performance des installations de tri des DAE et perspectives d'évolution.

Ce rapport a pour vocation à donner des éléments d'état des lieux sur les équipements et installations de tri des DAE, de définir un outil pour évaluer leurs performances et apporter des informations sur les besoins en matières triées et évolutions pressenties dans secteur du tri des DAE.