



OCAPEM

Etude pour l'amélioration du tri des petits emballages

Novembre 2025

V1



VOTRE INTERLOCUTEUR :

Julien Gil

Tél. : 0778692186

E-mail : j.gil@inddigo.com



www.inddigo.com

SOMMAIRE

Table des matières

SOMMAIRE	2
GLOSSAIRE	2
1 INTRODUCTION	3
1.1.1 Gisement entrant	3
1.1.2 Analyse des refus de tri	3
1.1.3 Caractérisation des fines par fraction granulométrique détaillée	5
1.2 PERFORMANCES DE CAPTATION	5
1.3 QUALIFICATION DE LA NOTION DE PETIT EMBALLAGE	6
1.4 GISEMENT NATIONAL ET PERSPECTIVES.....	6
2 LEVIERS D'AMELIORATION	7
2.1 SYNTHESE DES RECOMMANDATIONS	7
2.2 PROPOSITION DE SCENARIOS	8
3 SCENARIOS EVALUES	9
3.1 ANALYSE	9
3.1.1 A0.....	9
3.1.2 A1 - Tri supplémentaire sur les Refus Corps Creux (RCC).....	10
3.1.3 A1 – Bis : Tri supplémentaire sur les Refus Corps Creux	10
3.1.4 A4-captation des fibreux et plastiques rigides sur les fines.....	11
3.1.5 A4bis- captation des fibreux et plastiques rigides sur les fines et changement de maille 12	
3.1.6 B1 Centre de tri spécifique des refus de tri	13
3.1.7 B2.....	14
3.2 SYNTHESE ET EVALUATION.....	14
3.2.1 Fiabilité.....	14
3.2.2 Synthèse	Erreur ! Signet non défini.
3.3 CONCLUSION ET OUVERTURES	18

GLOSSAIRE

TO : Trieur Optique
PCM : Papier Carton Mêlés
JRM : Journaux, Revus, Magasines
FD : Flux Développement
OVB : OverBand
MCF : Machine à Courant de Foucault
CDT : Centre de tri
CC : Corps Creux
CS : Collecte sélective
MSI : Mise en service

1 INTRODUCTION

L'OCAPEM est agréé en tant qu'organisme coordonnateur de la filière REP des emballages ménagers, imprimés papiers et papiers à usage graphique jusqu'au 31 décembre 2029. Il réunit des représentants des trois éco-organismes de la REP EM/PG agréés : Citéo, Adelphe et Léko. Cette étude est réalisée de manière coordonnée, sous l'égide de l'OCAPEM.

Comme spécifié au cahier des charges de la filière, défini par l'arrêté du 7 décembre 2023, les éco-organismes agréés doivent réaliser « une étude concernant la gestion des petits emballages en centres de tri comportant des propositions d'adaptation des centres de tri pour les trier ».

Le périmètre de l'étude concerne les différentes catégories de matériaux d'emballages et papiers : métaux, plastiques rigides et souples, cartons, papiers. L'étude ne concerne pas le verre qui n'est pas collecté dans les flux orientés en centres de tri de collecte sélective.

1.1.1 GISEMENT ENTRANT

Les données disponibles ont d'abord été récupérées pour réaliser un état des lieux de la composition du gisement entrant.

Tableau 1: Répartition granulométrique du flux entrant

Répartition granulométrique par fraction du flux multi matériaux en entrée de CDT	Répartition granulométrique du flux
Fraction > 300 mm	13,5%
Fraction 100 -300 mm	68,6%
Fraction 50 -100 mm	14,4%
Fraction 20 - 50 mm	2,2%
Fraction < 20 mm	1,3%
Total	100%

Tableau 2: Composition matière de l'entrant par fraction granulométrique

	>300mm	100-300mm	50-100mm	20-50mm
Fibreux	76%	58%	36%	29%
Plastiques Rigides	0%	13%	21%	15%
Plastiques Souples	1%	3%	3%	3%
Acier	0%	3%	7%	3%
Alu	0%	0%	4%	6%
Autres	23%	23%	29%	44%
Total	100%	100%	100%	100%

1.1.2 ANALYSE DES REFUS DE TRI

Analyse granulométrique

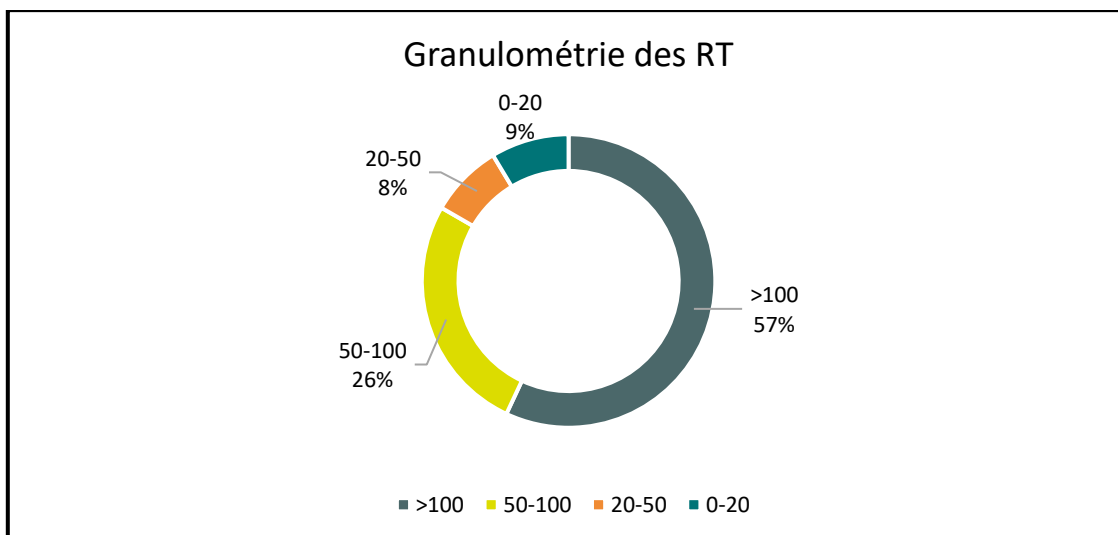


Figure 1: Répartition granulométrique moyenne des refus de tri

Dans les tableaux ci-dessous la catégorie « autre » représente les fines et les refus (imbriqués, verre, non emballage)

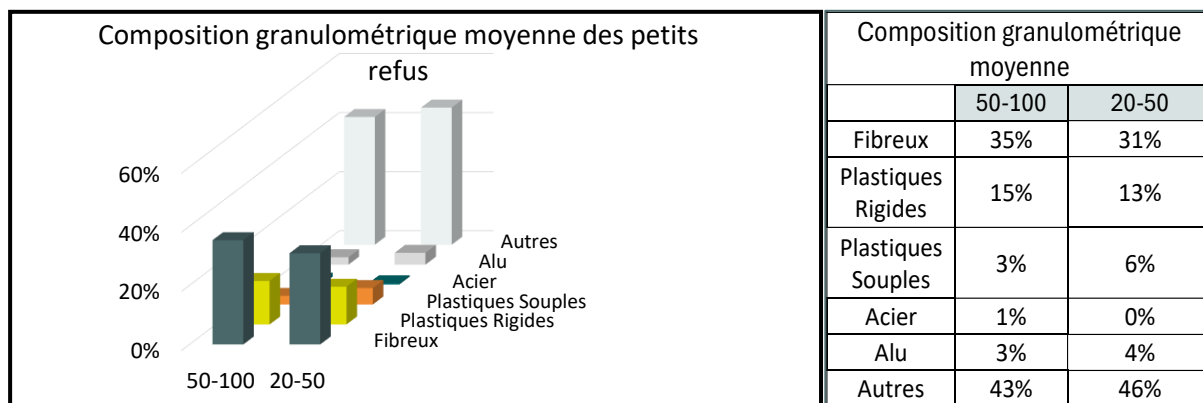


Figure 2: Composition granulométrique des refus de tri

Il est alors possible de conclure que :

- L'acier est plutôt bien capté sur cette fraction
- Beaucoup de fibreux sont présent dans les refus de tri
- Une quantité non négligeable de plastique rigide est présente
- Sur la fraction 20-100, environ 45% des refus ne sont pas valorisables

Composition des refus de tri

Dans les tableaux ci-dessous la catégorie « autre » représente les fines et les refus (imbriqués, verre, non emballage)

Tableau 3: Composition moyenne des refus de tri en France

MOYENNE (fines = autres)	Echantillon	Fibreux	Plastiques Rigides	Plastiques Souples	Acier	Alu	Autres
	4605,7	15,7%	7,5%	4,5%	0,4%	1,2%	70,9%

1.1.3 CARACTERISATION DES FINES PAR FRACTION GRANULOMETRIQUE DETAILLEE

L'objectif des caractérisations réalisées est de détailler, par tranche granulométrique de 10mm entre 20 et 50mm, la répartition des valorisables dans les refus de fines. Les caractérisations ont été réalisées sur un centre de tri partenaire de l'étude, définant à 50mm et sur un échantillon de 200 kg.

A noter que :

- Le défineur est un balistique et les résultats seront différents pour un centre de tri qui utilise un autre type de défineur
- Récupération des fines à la sortie du défineur en inversant le sens de rotation du convoyeur. Donc le flux n'est pas passé par la machine à courant de Foucault. La quantité d'aluminium trouvée dans les caractérisations est donc sur évaluée par rapport à la composition réelle des fines.
- Les 200 kg ont été prélevé sur deux journées sur un seul centre de tri.

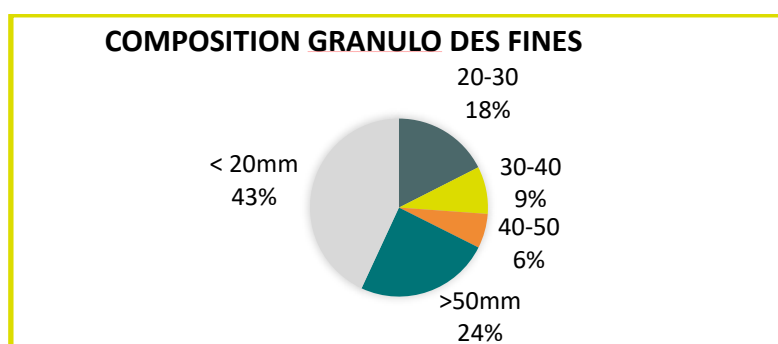


Figure 3: répartition granulométrique des fines pour le centre de tri étudié

La composition moyenne en fonction des fractions granulométriques est celle-ci-dessous :

Catégories	0-20	20-30	30-40	40-50	50-100	>100
Plastique rigide	5,2%	2,1%	1,0%	1,1%	36,2%	54,3%
Plastique souple	2,0%	0,8%	0,8%	0,7%	39,3%	56,4%
Fibreux	28,7%	11,7%	5,8%	6,6%	7,0%	40,3%
Acier	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	66,7%	33,3%
Alu	16,5%	6,8%	10,7%	1,9%	48,5%	15,5%
Autres	8,9%	3,6%	1,5%	0,6%	22,1%	63,3%

1.2 PERFORMANCES DE CAPTATION

Les résultats de performance ci-dessous sont obtenus en comparant l'entrant et le sortant. Les valeurs non fiables sont celles surlignées en rouge. Les incohérences observées (par exemple, -50 % pour les plastiques souples, indiquant un flux sortant supérieur au flux entrant) résultent du manque de précision et de représentativité des caractérisations.

Tableau 4: Performances moyennes de captation des petits emballages par fraction. Les valeurs non fiables sont celles surlignées en rouge

PERFORMANCES	>100	50-100	20-50	0-20
Fibreux	92,9%	54,2%	0,0%	0,0%
Plastiques Rigides	83,9%	68,5%	20,0%	
Plastiques Souples	55,8%	53,8%	-50,0%	
Acier	98,2%	89,7%	100,0%	
Alu	77,8%	70,6%	50,0%	

Performance moyenne valorisable	81,7%	67,4%	24,0%	0,0%
--	--------------	--------------	--------------	-------------

Les conclusions sont les suivantes :

- Il n'est pas possible de conclure sur les fractions en petites quantités sans risquer de faire de grosses erreurs
- Il y a malgré tout une nette diminution de la performance de captation avec la diminution de la granulométrie,

1.3 QUALIFICATION DE LA NOTION DE PETIT EMBALLAGE

Il est nécessaire de déterminer une granulométrie cible ainsi que des matières cibles dans cette étude.

Après analyse des éléments précédents, il ressort que :

- Les matières qui n'atteignent pas les objectifs européens de recyclage sont les plastiques rigides, les fibreux et les aluminiums (voir Introduction)
- Bien que les données sur la fraction 20-50mm soient peu nombreuses, il ressort que les refus de tri fins sont composés de nombreux déchets valorisables qu'il serait intéressant de capter bien que très sale et compliqué à séparer.
- Les déchets inférieurs à 20mm sont peu valorisables car trop sales, trop humides et mélangé à beaucoup de matières organique et autres déchets polluants.
- Les performances de captation actuelles sont nulles sur la fraction 20-50mm (envoyés en refus) et mauvaises sur la fraction 50-100mm. Le potentiel d'amélioration des performances de captation pourrait donc être plus élevé sur la fraction 20-100mm
- La limite de 100mm est celle retenue car c'est le découpage disponible pour les caractérisations de la partie 2.2 qui ont servies pour l'analyse.

Au regard des points ci-dessus, il semble que le meilleurs compromis entre potentiel d'amélioration de captation et composition du flux soit la fraction 20-100mm. la définition des « petits emballages » proposée dans cette étude correspond donc dans la suite à la fraction 20-100mm.

Cette fraction est une limite théorique basée sur l'analyse des données précédentes. La réalité opérationnelle imposera parfois d'élargir les fractions cibles pour l'étude des différents scénarios.

1.4 GISEMENT NATIONAL ET PERSPECTIVES

Tableau 5: Gisement national de 20-100 dans les refus

	TOTAL	Part du 20-100 dans les refus	TOTAL sur le 20 - 100
Fibreux	192 900 t	46%	88 400 t
Plastiques Rigides	78 600 t	47%	36 800 t
Plastiques Souples	42 700 t	22%	9 200 t
Acier	4 200 t	69%	2 900 t
Alu	9 000 t	82%	7 400 t
Total valorisables	327 400 t		144 700 t
Autres	422 600 t	27%	113 500 t
TOTAL	750 000 t	34%	258 200 t

2 LEVIERS D'AMELIORATION

2.1 SYNTHESE DES RECOMMANDATIONS

Les entretiens menés avec les ensembliers de centres de tri ont permis de recueillir des informations précieuses sur les défis et les opportunités liés au tri et à la captation des petits emballages :

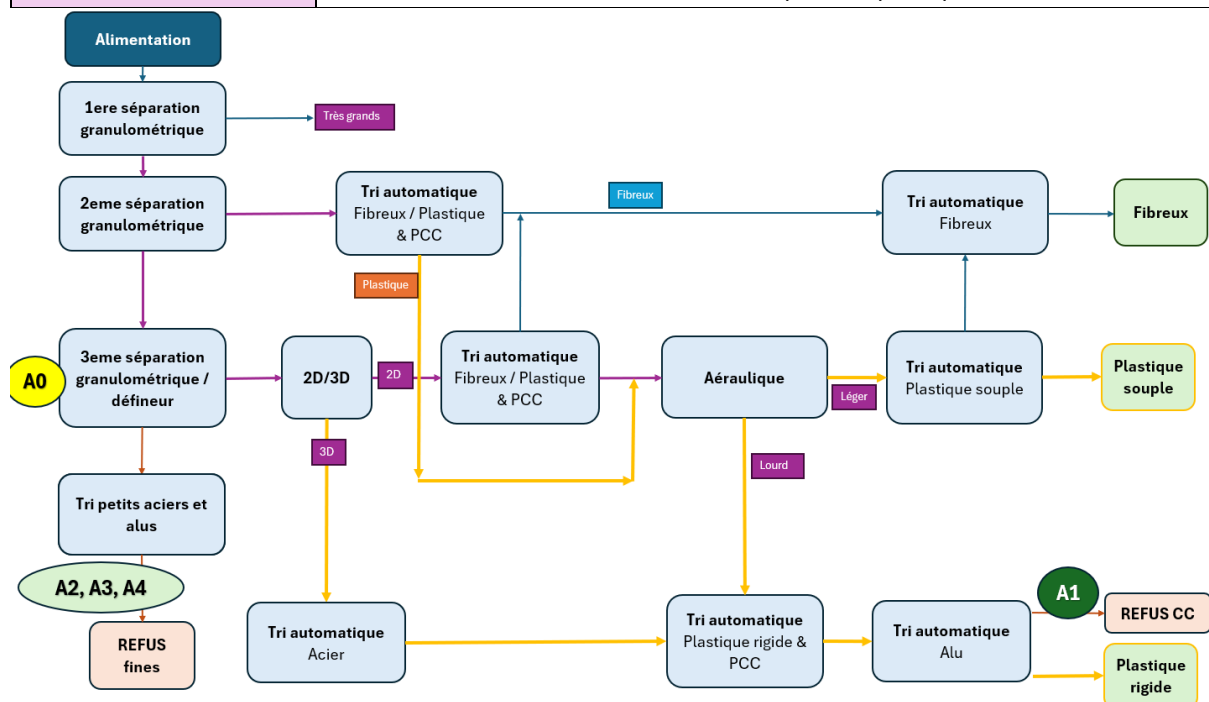
- **Optimisation de la préparation matière** : Une bonne préparation des matériaux en amont est essentielle pour un tri efficace et précis. Cela inclut le bon dimensionnement des séparateurs et le définage des flux avant le tri optique (TO).
- 1. **Investir dans des séparateurs bien dimensionnés** : Il est recommandé de tendre vers trois séparateurs : un premier séparateur en entrée de ligne type Trommel à double, un deuxième séparateur pour séparer la fraction intermédiaire et un troisième séparateur pour les fines. Éviter de faire plusieurs fractions avec un seul séparateur pour optimiser l'efficacité du tri.
- 2. **Éviter le recouvrement** : Le recouvrement des matériaux peut poser des problèmes lors du tri. Il est important de minimiser ce phénomène pour améliorer la qualité du tri. L'accélération des convoyeurs permet de diminuer le recouvrement mais augmente l'instabilité des déchets comme évoqué plus haut. Il faudra donc trouver le bon compromis entre étalement et stabilité.
- 3. **Viser des ratios de tailles 1 pour 3 maximum en entrée de TO** : Ce rapport de taille permet d'optimiser le processus de tri et de réduire les pertes de matériaux valorisables.
- 4. **Éviter les balistiques pour définer** : Les séparateurs balistiques laissent passer les matériaux 2D (feuilles, fibreux) et les longs. Il est préférable d'éviter ces séparateurs pour le définage si possible.
- 5. **Utilisation des trommels** : Les trommels laissent passer les longs mais peuvent fonctionner pour du 30 mm. Ils peuvent être une alternative aux balistiques pour certaines applications.
- 6. **Cribles à disques** : Les cribles à disques peuvent parfois gripper avec les petits aciers (vis, boulons), mais semblent être bien adaptés pour le définage. Ils peuvent être une solution efficace pour certaines applications. Ils ont pour limite l'usure de leurs disques qui fait varier la maille de criblage.
- 7. **Courant de Foucault et OVB + poulie sur les fines** : Utiliser des OVB (Overband), poulies magnétiques et des courants de Foucault sur les fines pour augmenter la captation des petits alus et aciers. Cette méthode permet d'améliorer la valorisation de ces matériaux. Cf : Fiches techniques pour améliorer le tri des emballages en acier et en aluminium. Juin 2018. Citéo, Arcelor, Ademe, FAR et Celaa
- 8. **Opter pour des TO binaires plutôt que ternaires** : Les tri optiques (TO) binaires sont plus efficaces que les ternaires pour le tri des matériaux légers. Il est recommandé de privilégier les TO binaires pour optimiser le tri.
- 9. **Allonger les convoyeurs et augmenter leur largeur sur les TO** : Allonger les convoyeurs et augmenter leur largeur permet d'éviter le roulement et le recouvrement des matériaux. Cette modification améliore la qualité du tri. Il existe également des technologies qui permettent d'étaler la matière sur les convoyeurs
- 10. **Utiliser des TO HR pour les petits emballages** : Les tri optiques haute résolution (TO HR) offrent une meilleure détection et captation des petits emballages. Malgré un surcoût de 4 à 5%, leur utilisation peut être pertinente pour améliorer l'efficacité du tri sur les petites fraction granulométrique.
- 11. **Lisser au maximum le débit en entrée de ligne & augmenter la disponibilité du process** : Un débit constant et régulier en entrée de ligne permet d'optimiser le processus de tri et de réduire les pertes de matériaux valorisables et donc des petits emballages.

- ## 2.2 PROPOSITION DE SCENARIOS

Tableau 6: liste des scénarios retenus

Référence	Scénario
A0	Changement de la maille 40/50 du défineur par une maille à 30
A1	Captation des plastiques rigides dans les refus CC - TO
A1 bis	Captation des plastiques rigides dans les refus CC - table de tri
A2	Captation des fibreux dans les fines (changement de la maille des fines)
A3	Captation des plastiques rigides dans les fines (changement de la maille des fines)
A4	Captation des fibreux & plastiques rigides dans les fines (changement de la maille des fines)
A4 bis	Captation des fibreux & plastiques rigides dans les fines + changement maille fine 50 --> 110mm

B1	Sur tri de tous les refus
B2	Isolement des 0-120 pour tri spécifique



Les moyens à mettre en œuvre sont sensiblement les même pour les scénarios A2, A3 et A4. En effet le scénario A4 est la combinaison des scénarios A2 et A3.

3 SCENARIOS EVALUES

3.1 ANALYSE

Pour chaque scénario, une analyse technico-économique a été réalisée, comprenant un bilan matière, une analyse des investissements, une analyse des coûts de fonctionnement et une projection des impacts estimés. Une évaluation de la faisabilité est également proposée, tel que décrit ci-dessous:

La faisabilité des scénarios est définie selon 4 critères :

- Le planning d'exécution.
- L'impact sur la filière.
- L'impact organisationnel.
- Les modalités de déploiement.

Une fois analysé, chaque scénario a été confronté à l'avis d'ensembliers et de fabricants de machines de tri pour affiner les hypothèses prises et challenger les solutions proposées.

Il est important de noter qu'il n'existe pas un scénario unique. De même, il sera nécessaire de décliner les scénarios au cas par cas en fonction de la configuration des centres de tri

Pour analyser et comparer les scénarios, il est nécessaire d'adopter des hypothèses communes. Toutefois, en raison de l'imprécision des données disponibles sur les compositions et les quantités de matières, ainsi que de la diversité des processus de tri existants, ces hypothèses peuvent parfois s'avérer peu représentatives de la réalité. Cela permet de réaliser une étude comparative utile pour la prise de décision. **Cependant, des caractérisations complémentaires et des essais en conditions réelles devront être réalisés avant le déploiement du ou des scénarios retenus compte tenu des incertitudes qui demeurent sur les hypothèses qui ont été prises.**

Hypothèses :

- Comparaisons effectuées sur la base d'un centre de tri d'une capacité de 30 000t/an et 10t/h en 2 postes
- Tonnage national (voir 2.4) :
 - o 3 000 000 t de CS
 - o 750 000 t de refus
 - o 125 000 t de fines
- Les fines représentent environ 4% des entrants d'un centre de tri
- Pour les scénarios en centre de tri, les réflexions sont faites sur des process avec coupure à 120mm et définage à 50mm.
- Durée d'amortissement pour calcul des annuité : 7 ans
- Taux d'emprunt : 4%
- Des hypothèses sont prises pour les calculs
 - o Capacité des TO : 2000 kg/m (largeur)
 - o Coût bâtiment industriel : 1500 €/m²
 - o Temps de fonctionnement annuel : 3000 h
 - o Prix du kWh : 0,12 €
 - o Valeur de reprise PCM , y compris cout de transport : 30 €/t
 - o Cout de traitement refus, y compris cout de transport : 165 €/t
- Pour la totalité des scénarios A, les taux de pureté des flux de fibreux captés ne seront probablement pas atteint. Les recettes sont calculées mais ne sont pas prises en compte dans les synthèses.

3.1.1 A0

Description

Le premier scénario proposé est le changement de la maille des défineurs pour passer d'un criblage à 50mm en moyenne à un criblage à 30mm. C'est à première vue le plus simple des scénarios à tester

et à mettre en œuvre. L'idée est de détourner la fraction 30-50mm, qui aujourd'hui est envoyée en refus, dans la ligne des trieurs optiques pour faire du Papier Carton Mêlé (PCM) et du flux développement rigide (FD).

Après confrontation de ce scénario avec les ensembliers, exploitants et constructeurs de machines, il s'avère qu'il entraîne plus de modifications que prévu. En effet, le changement de la maille des fines va surcharger la fraction supérieure et en dégrader la qualité en raison de l'ajout du refus fines en 30-50mm. Selon l'ensemble des acteurs interrogés, cette baisse de performance constituerait un obstacle à l'atteinte du taux de pureté du PCM, fixé à 97,5 %. A noter enfin que presque aucun centre de tri français ne crible à 30mm aujourd'hui. Il est donc très difficile d'évaluer ce scénario qui entraîne finalement plusieurs modifications sur un centre de tri. Le bilan matière de ce scénario est trop incertain pour être proposé.

Il serait néanmoins intéressant de procéder à un test de cette solution sur un centre de tri partenaire, en choisissant un défendeur adapté et conforme aux recommandations, afin d'observer les nouvelles performances de la ligne de tri, de valider l'analyse ci-dessus et de conclure quant à l'intérêt et la faisabilité de ce type de modifications.

3.1.2 A1 - TRI SUPPLEMENTAIRE SUR LES REFUS CORPS CREUX (RCC)

A1- Description

L'objet de ce scénario est de trier les refus corps creux sur la fraction 50-120mm pour capter des flux de PCM et de Flux dev sans tri complémentaire ni passage en cabine de tri.

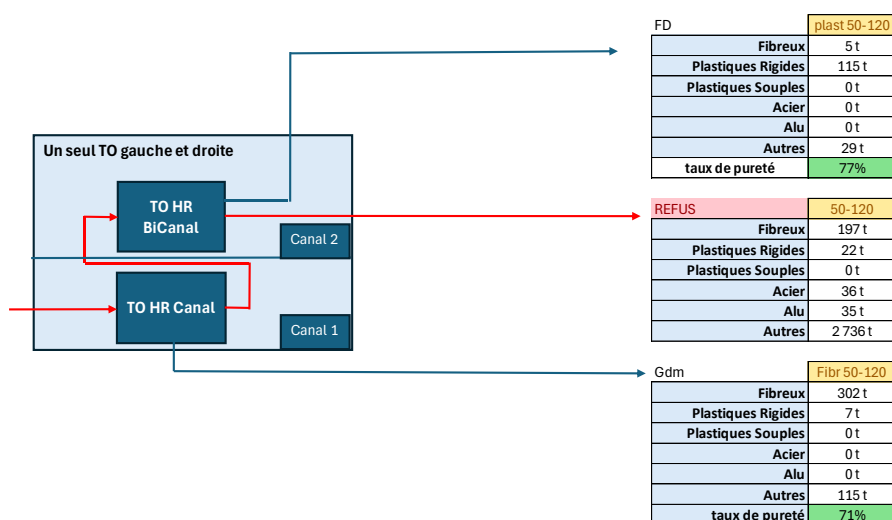


Figure 5: Schéma de tri du scénario A1

A1-Conclusion

Le scénario A1 semble très intéressant. La possibilité de dévier les plastiques vers le flux développement rigide permet d'envisager de capter davantage de plastiques rigides sur ce gisement. L'investissement est relativement faible et les quantités captées ainsi que l'économie d'une table de tri permet de rendre la solution économiquement viable.

3.1.3 A1 – Bis : TRI SUPPLEMENTAIRE SUR LES REFUS CORPS CREUX

La solution A1 bis est une alternative à l'A1, plus simple à mettre en place. Elle a été proposée par un ensemblier et est déjà mise en place sur certains site récents.

Aujourd'hui, les refus corps creux sont triés sur une table de tri. Généralement les trieurs prélèvent deux types de fraction : le PETc et certains plastiques rigides pour les renvoyer dans la ligne (retour valo). La

proposition ici est de modifier ces sorties et de rajouter une goulotte pour proposer une sortie PETc, une sortie retour valorisation et une sortie flux développement rigide

L'intérêt est de détourner tous les plastiques qui partent habituellement en retour valo (et qui finissent en grande partie dans les refus). Cela permettra un tri définitif du PET c et du flux dév, et éviter des rebouclages multiples d'emballages difficiles à reconnaître ou à éjecter par les TO.

A1 BIS-Conclusion

Il est difficile d'évaluer l'intérêt de cette solution car il est impossible d'estimer les quantités supplémentaires qui seront captées.

Néanmoins, c'est un scénario qui est simple à mettre en œuvre et qui pourrait être testé facilement sur un centre de tri adapté. Il faudra trouver un centre de tri dont une des goulottes pourrait être détournée sans grande modification et les essais seraient très rapide.

Cependant, en l'absence d'essais et de données de performance de captation, cette solution ne peut pas être comparée aux autres.

3.1.4 A1 – A3-CAPTATION DES PLASTIQUES RIGIDES DANS LES FINES

Description

scénario A3 est le surtri des fines par un TO HR pour capter les petits plastiques rigides pour les envoyer en FD. Un crible de 30mm est rajouté en amont du TO pour ne sélectionner que la fraction qui est potentiellement valorisable : le 30-50mm.

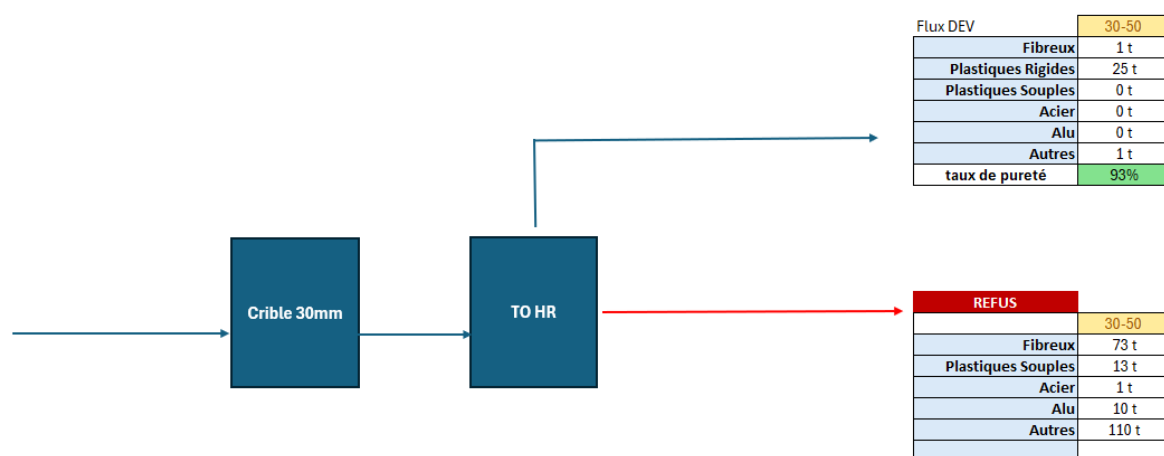


Figure 6: Schéma de tri A3

A3-Conclusion

Le scénario A3 présente plusieurs avantages. Il permet de traiter les plastiques dans les fines qui sont aujourd'hui laissés en refus. Il semble par ailleurs assez facile à mettre en œuvre. Il ne permet cependant de capter que très peu de matière (car peu de matière est présente dans le 30-50) et a un coût net à la tonne valorisée 3 fois supérieur à tous les autres scénarios. Enfin, il ne traite pas les fibreux qui sont pourtant présent à plus de 30% dans les fines.

3.1.5 A4-CAPTATION DES FIBREUX ET PLASTIQUES RIGIDES SUR LES FINES

Description

Comme expliqué au paragraphe 3.3, le scénario A4 est une combinaison des scénarios A2 et A3.

Dans le scénario A4, un TO plus large est installé sur le flux de fines. Ce TO est divisé en deux canaux. Un premier canal trie les fibreux, qui sont présents en plus grande quantité. Le reste est envoyé dans

le deuxième canal qui trie les plastiques rigides pour les envoyer en flux dev. Un crible de 30mm est rajouté en amont du TO pour ne sélectionner que la fraction qui est intéressante : le 30-50mm.

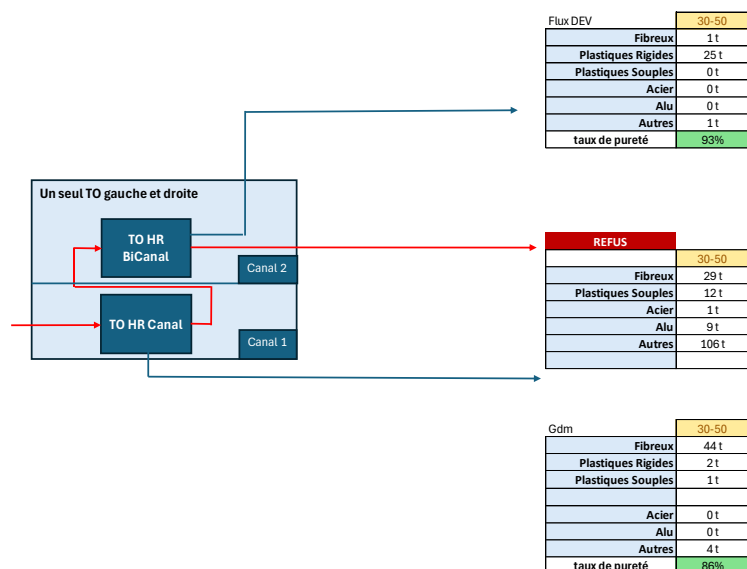


Figure 7: Schéma de tri du scénario A4

A4-Conclusion

Le scénario A4 présente plusieurs avantages. Il permet de traiter les valorisables dans les fines qui sont aujourd'hui laissés en refus. Il semble par ailleurs assez facile à mettre en œuvre. Il ne permet cependant de capter que très peu de matière (car peu de matière est présente dans le 30-50) et ne permet pas d'atteindre les puretés du PCM et aura donc un faible ratio gains/investissements.

3.1.6 A4BIS- CAPTATION DES FIBREUX ET PLASTIQUES RIGIDES SUR LES FINES ET CHANGEMENT DE MAILLE

Description

Le scénario A4 bis est une variante optimisée du scénario A4. Il reprend les mêmes machines et les mêmes objectifs mais au lieu de traiter une fraction 30-50mm à très faible débit, la maille du défineur est remplacée par une maille plus grosse en 80 ou 110mm. Les avantages de cette solution par rapport au A4 sont multiples :

- La fraction 30-50mm a un débit très faible. Le TO et le crible seraient alors en sous charge dans le A4. Sur ce scénario, le débit est bien plus important et les charges sont équilibrées entre les différents TO
- Le tri des fibreux sur la fraction 30-50mm ne permet pas d'atteindre les puretés demandées pour le PCM car les petites fractions sont les moins qualitatives. En traitant le 30-110mm il sera envisageable de capter les petits fibreux tout en produisant un PCM de qualité.
- Le 50-110 (ou 80mm) étant enlevé du flux des moyens, il sera envisageable de faire uniquement du JRM sur la fraction 110 – 250mm et ainsi charger un peu plus les TO de JRM qui sont de moins en moins chargés et récupérer les JRM qui sont perdu dans le 110-150mm.

Dans l'analyse ci-dessous une maille de 110mm est choisie.

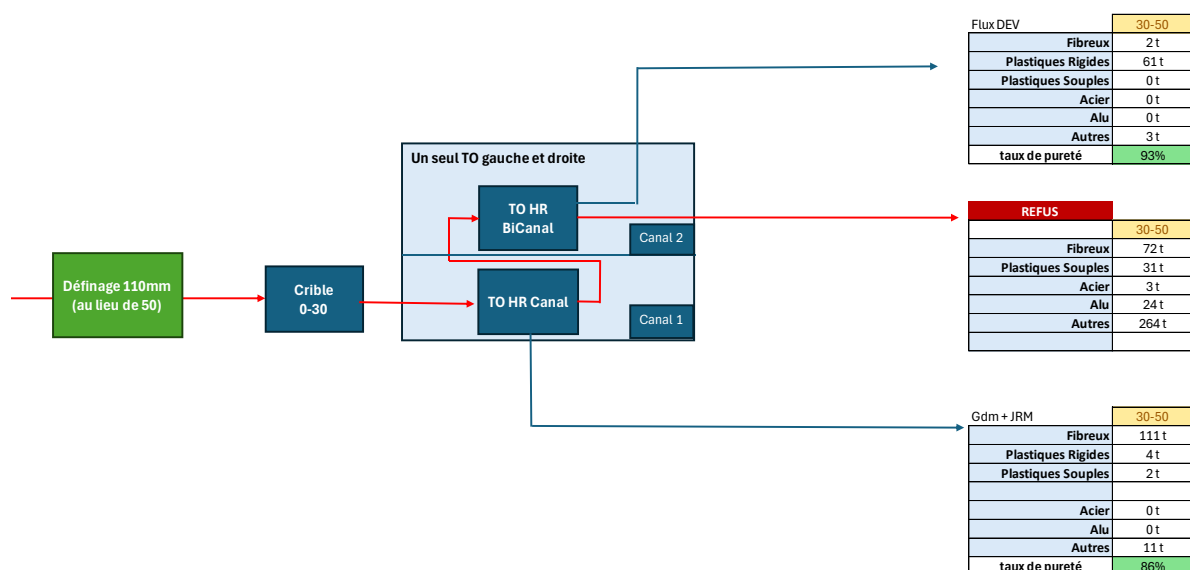


Figure 8: Schéma de tri du scénario A4 bis

A4 BIS-Conclusion

Le scénario A4 bis est une alternative optimisée du scénario A4. Il est plus intéressant car il permet de capter un peu plus de fibreux et surtout il permet d'atteindre les conditions de reprise du PCM. Ce dernier point simplifie grandement sa mise en place. Il nécessite tout de même un peu plus de travail pour son déploiement car il nécessite des changements d'organisation des flux et donc l'ensemble du processus devra être recalibré.

3.1.7 B1 CENTRE DE TRI SPECIFIQUE DES REFUS DE TRI

Description

Le scénario B1 entre dans la catégorie des scénarios de centres de surtri. La solution proposée est de retraiter tous les refus de tri des centres de tri en les massifiant dans des centres de surtri spécialisés. L'analyse proposée est faite à partir de données issues de centres de tri et de surtri déjà existants. Encore une fois beaucoup d'hypothèses ont été prises pour pouvoir calculer des indicateurs et, dans le cas où ce scénario serait retenu, il faudra réaliser une étude de cas plus poussée pour ajuster les résultats présentés ci-dessous.

Hypothèses :

- Calculs réalisés sur la base de centres de tri d'une capacité de 30 000 t/an
- Les coûts seront définis à partir des données de centre de CS déjà existants
- Les performances seront identiques à celles d'un centre de CS, mais un coefficient réducteur de 80 % sera appliqué en raison de la moindre qualité du gisement.
- Le gisement de refus étant considéré comme plus dense que celui de CS, les halls amont et aval seront de taille réduite.

B1 Conclusion

Le scénario B1 est celui qui permet la plus grande augmentation de la captation des petits emballages. Il est cependant très compliqué de le mettre en œuvre, tant sur le plan technique qu'économique. La question de la pertinence environnementale, énergétique et économique reste très incertaine pour ce scénario.

3.1.8 B2

Le scénario B2 est un scénario proposé par le groupe de travail CITÉO. Il propose une déviation de la fraction 0-120 des centres de tri (en sortie du deuxième séparateur) pour massification dans des centres de surtri. Le tri spécifique du 0-120 serait alors potentiellement optimisé.

Après analyse il est décidé d'une part que le ratio risques / gains est trop important et d'autres part que les moyens à déployer et l'impact sur la filière de ce scénario seraient trop grands. Ce scénario est donc écarté.

3.2 SYNTHÈSE ET ÉVALUATION

3.2.1 FIABILITÉ

La fiabilité des données présentées tout au long de l'étude a nécessairement un impact sur la fiabilité des scénarios. La fiabilité de chacun des éléments est donnée ci-dessous afin de pouvoir estimer l'indice de confiance des scénarios. Ce qui donne le niveau de confiance suivant pour les scénarios

Tableau 7: Fiabilité des scénarios

Scénario A1	
Investissement & Coût de fonctionnement & Amortissement	Bon
Quantité captée et recettes	Mauvais
Faisabilité	Moyen
Scénario A1 BIS	
Investissement & Coût de fonctionnement & Amortissement	Mauvais
Quantité captée et recettes	Mauvais
Faisabilité	Bon
Scénario A4	
Investissement & Coût de fonctionnement & Amortissement	Bon
Quantité captée et recettes	Moyen
Faisabilité	Moyen
Scénario A4	
Investissement & Coût de fonctionnement & Amortissement	Bon
Quantité captée et recettes	Moyen
Faisabilité	Moyen
Scénario A4 bis	
Investissement & Coût de fonctionnement & Amortissement	Bon
Quantité captée et recettes	Mauvais
Faisabilité	Moyen
Scénario B1	
Investissement & Coût de fonctionnement & Amortissement	Bon
Quantité captée et recettes	Moyen
Faisabilité	Moyen

3.2.2 SYNTHÈSE

L'ensemble des scénarios ont été analysés et certains ont été écartés. La synthèse des principaux résultats présentée ci-dessous permet d'avoir une vue d'ensemble sur les différents critères.

Tableau 8: Synthèse des scénarios

Ref	Scénario	Fraction	Tonnage total de PE capté	Investissement	coût net de fonctionnement annuel	Cout brut annuel à la tonne de PE valorisée	Cout net annuel à la tonne de PE valorisée	planning à l'échelle nationale	Gain en % de recyclage à l'échelle nationale VS Mise sur marché
A0	Changement de la maille 40/50 du défendeur par une maille à 30	>30	Non connu	Non connu	Non connu	Non connu	Non connu	1 an	Non connu
A1	Captation des plastiques rigides dans les refus CC - TO	50-120	57 500 t	52 000 000 €	-2 626 200 €	200 €	-50 €	7 ans	0.6%
A1 bis	Captation des plastiques rigides dans les refus CC - table de tri	50-120	Non connu	19 800 000 €	3 798 000 €	Non connu	Non connu	3 ans	Non connu
A3	Captation des plastiques rigides dans les fines	30-50	2 600 t	89 700 000 €	17 473 210 €	6 800 €	6600	7 ans	0%
A4	Captation des fibreux & plastiques rigides dans les fines	30-50	7 800 t	89 700 000 €	16 624 100 €	2 300 €	2 100 €	7 ans	0.1%
A4 bis	Captation des fibreux & plastiques rigides dans les fines + changement maille fine 50 --> 110mm	30-110	26 800 t	109 200 000 €	17 279 100 €	800 €	600 €	7 ans	0.3%
B1	Sur tri de tous les refus	tout	100 000 t	699 750 000 €	301 257 300 €	4 000 €	3 000 €	25 ans	3.9%

Les différents scénarios ont été évalués sous la forme de matrice AFOM. Le tableau ci-dessous résume les résultats obtenus.

Tableau 9: Synthèse des évaluations des scénarios

AFOM	Avantages	Inconvénients	Risques	Opportunités
A0 Changement de la maille 40/50 du défineur par une maille à 30	Moins de pertes dans les fines Pas de grosses modifications en fonction des process concernés	Estimation des gains/pertes impossible Perte de pureté	Risque élevé de perte de pureté et donc de performance Risque de ne pas atteindre les puretés sur le PCM Encrassement des mailles en 30mm. Perte de disponibilité	Test envisageable sur un centre de tri adapté Modification des standards de tri pour créer un gisement de fibreux mixte
A1 Captation des plastiques rigides dans les refus CC - TO	Retraitement des refus corps creux 50-120mm Installation de machine en fin de process donc simplifiée Solution rentable économiquement	Taux de pureté des fibreux capté en dessous des PTM PCM Le TO installé sera peu chargé Captation des plastiques rigides en flux dev = plus de PETc	Captation de PE/PP qui polluent le FD Pas de reprise des PCM par les recycleurs Performances de captation surestimées	Economie de 2 trieurs sur table de tri Mélange du flux de fibreux obtenu avec une part du JRM pour atteindre des puretés convenables
A1 bis Captation des plastiques rigides dans les refus CC - table de tri	Simplicité de mise en œuvre Faible investissement	Gains difficiles à estimer Taux de pureté des fibreux capté en dessous des CDC PCM	Moins de captation de PET	Formation des agents de tri Facile à tester
A3 Captation des plastiques rigides dans les fines	Traitement des fines 30-50 Installation en fin de ligne donc simplifié	Peu de quantité à capter Ne traite pas les fibreux Investissement à la tonne valorisée trop élevé	Performances de captation surestimée Encrassement des mailles	Captation des fibreux possible pour la même mise en œuvre (voir A4)
A4 Captation des fibreux & plastiques rigides dans les fines	Traitement des fines 30-50 Installation en fin de ligne donc simplifié	Peu de quantité à capter Investissement non négligeable Taux de pureté des fibreux capté en dessous des PTM PCM	Peu de quantité à capter Investissement non négligeable Taux de pureté des fibreux capté en dessous des PTM PCM	Mélange du flux de fibreux obtenu avec une part du JRM pour atteindre des puretés convenables
A4 bis Captation des fibreux & plastiques rigides dans les fines + changement maille fine 50 --> 110mm	Traitement des fines 30-50mm Installation en fin de ligne simplifiée	Mise en œuvre plus complexe que le A4 Peu de quantité à capter Investissement non négligeable	Performances de captation surestimées Encrassement des mailles de 30mm	Optimisation de la charge des TO Amélioration des captations de JRM

B1 Sur tri de tous les refus	Grande quantité d'emballages captés	Très couteux Gros impact organisationnel et logistique Planning de mise en œuvre très grand Gros impact environnemental	Gains captés surestimés Changement cap sur le temps de mise en œuvre très long Non aboutissement du projet	Utilisation du centre de surtri pour d'autre flux comme les refus de centre de traitement de PCM
--	--	--	---	---

3.3 CONCLUSION ET OUVERTURES

Les centres de tri ont connu ces dernières années une amélioration notable de leurs performances de captation, notamment grâce à une meilleure prise en compte de l'importance des séparateurs granulométriques et à l'introduction du flux développement (rigide et souple), permettant une captation accrue des plastiques. Toutefois, cette dynamique positive reste contrastée par des performances plus faibles sur les petits emballages.

L'analyse des potentiels de captation met en évidence une concentration des gisements valorisables sur la fraction 30-100 mm, notamment pour les plastiques rigides, les fibreux et l'aluminium. Néanmoins, deux freins majeurs limitent les perspectives d'amélioration :

- d'une part, la faible valorisation possible des fines (0-50 mm), dont seule une fraction réduite (30-50 mm) est techniquement exploitable et qui ne représente qu'une infime part du gisement, et donc peu de tonnages captables
- d'autre part, les contraintes de pureté déjà élevées sur les flux fibreux, rendant difficile l'intégration de petits fibreux de qualité moyenne. Ces exigences de pureté sont un réel frein aux scénarios présentés ci-dessus. L'allègement de ces contraintes pourrait favoriser l'augmentation de la captation des petits emballages et mériterait une étude approfondie mais représente un obstacle majeur qui nécessitera un travail important.

Les perspectives d'améliorations significatives du captage des petits emballages en centre de tri sont donc faibles au regard des investissements à prévoir. De même la création de centres de surtri spécialisés dans le traitement des refus de tri semble être une solution très complexe à mettre en œuvre tant sur le plan organisationnel qu'économique.

Dans ce contexte, une piste d'optimisation pourrait résider dans une réorganisation du flux des fibreux. La création d'un flux mixte de fibreux (PCM) en centre de tri, combinant les flux à haute pureté (JRM) avec ceux de moindre qualité (Gdm), permettrait, à l'image du flux développement, d'augmenter les volumes captés. Cette approche, bien que nécessitant une réflexion approfondie sur les modalités de reprise et de traitement, pourrait constituer une avancée stratégique pour améliorer la captation globale des fibreux dans les centres de tri.