



## **NOTE D'INFORMATIONS CENTRES DE TRI EMBALLAGES MENAGERS ET PAPIERS :**

*PRISE EN COMPTE DES PERSPECTIVES D'EVOLUTION DES COLLECTES SELECTIVES  
DANS LES PROJETS DE MODERNISATION OU DE CREATION DE CENTRES DE TRI  
DES DECHETS D'EMBALLAGES MENAGERS ET DE PAPIERS GRAPHIQUES*

**Octobre 2018**

***Cette note a été élaborée conjointement par Citeo et l'ADEME, en concertation avec le Cercle National du Recyclage, Elipso, la FNADE, Federec, InterEmballage (dont ArcelorMittal, Revipac et Valorplast), le SNEFiD, le SRP et le Syctom - agence métropolitaine des déchets ménagers. Ce document a une valeur informative et n'engage pas la responsabilité de ses auteurs. Le lecteur est invité à être vigilant dans l'exploitation des informations présentées.***

Compte tenu des évolutions importantes des caractéristiques des flux entrants de collecte sélective et des exigences sur les flux sortants, les centres de tri doivent s'adapter pour répondre aux enjeux de demain. Une quarantaine d'entre eux a réalisé des travaux de modernisation entre 2015 et 2018 dans le cadre de l'extension des consignes de tri étendue à 15 Millions d'habitants depuis 2016. Ces nouvelles et futures installations doivent être en mesure de trier l'ensemble des emballages ménagers en plastique (rigides et souples) collectés dans le cadre de l'extension des consignes de tri, et, de manière plus large, de prendre en compte l'évolution du gisement mis sur le marché pour l'ensemble des matériaux, des modes de consommation, du contexte de la gestion des déchets et la nécessité de maintenir la qualité des différents matériaux sortants.

Destinée aux maîtres d'ouvrages (publics ou privés), aux concepteurs et fournisseurs de process de tri, cette note a pour objectif, en s'appuyant sur les enseignements des différents travaux conduits par Citeo et l'ADEME<sup>a</sup> et du retour d'expériences de la première phase de modernisation des centres de tri, de proposer des points d'attention pour tenir compte des évolutions de la collecte sélective dans des projets de modernisation ou de création de centres de tri.

---

<sup>a</sup> Pour aller plus loin, voir bibliographie en fin de note

# Sommaire

<b>1. Les Enjeux de la modernisation des centres de tri dans le cadre du projet d'extension des consignes de tri en France .....</b>	<b>3</b>
1.1. Réflexions préalables sur le bassin versant du centre de tri .....	3
1.2. Perspectives d'évolution des entrants .....	4
1.3. Réflexion sur le niveau de tri et évolution des matériaux sortants .....	8
1.4. L'atteinte des standards de qualité demande un temps d'apprentissage et de réglage .....	9
1.5. Optimisation des taux de captage des matériaux recyclables .....	10
1.6. Valorisation énergétique des refus .....	10
1.7. Evolution du métier d'agent de tri .....	10
1.8. Santé et sécurité au travail .....	11
1.9. Prévention des risques incendie.....	11
<b>2. Impact sur la conception des process .....</b>	<b>11</b>
2.1. Toutes fonctions du process.....	12
2.2. Fonction stockage amont.....	12
2.3. Fonction convoyage (hors tapis de tri en cabine).....	12
2.4. Toutes fonctions de séparation .....	13
2.5. Fonction de séparation granulométrique .....	13
2.6. Fonction de séparation forme « plats/creux » .....	13
2.7. Fonction de séparation par tri optique .....	14
2.8. Fonction de séparation des métaux .....	14
2.9. Fonction de « contrôle qualité » manuel.....	15
2.10. Fonctions stockage tampon, stockage avant conditionnement et conditionnement .....	15
<b>3. Bibliographie : .....</b>	<b>16</b>

# 1. Les Enjeux de la modernisation des centres de tri dans le cadre du projet d'extension des consignes de tri en France

## 1.1. Réflexions préalables sur le bassin versant du centre de tri

### **La nécessaire modernisation des centres de tri et l'augmentation de leur taille moyenne**

Une modernisation des centres de tri est nécessaire pour convertir les nouveaux flux collectés, en particulier dans le cadre de l'extension des consignes de tri, en ressources de qualité pour l'industrie du recyclage, tout en prenant en compte le renforcement des exigences sur les conditions de travail et la maîtrise des coûts. Cette modernisation passe en particulier par une automatisation du tri et la modernisation des process. Elle nécessite une évolution des centres de tri actuels qui ne se sont pas encore adaptés à l'extension des consignes de tri.

Ces évolutions conduisent à revoir le dimensionnement des centres de tri pour s'orienter vers des unités en moyenne de plus grande capacité, capables de générer des économies d'échelles importantes tout en produisant le niveau de qualité requis par les recycleurs finaux des matières triées.

Quelle que soit la typologie d'habitat et pour un niveau de tri équivalent, les analyses économiques mettent en évidence une baisse des coûts de tri en fonction de la taille (amortissement des machines de taille standard sur des tonnages plus importants, besoins en personnel n'augmentant pas linéairement avec la taille, économies à la tonne sur des postes comme bâtiment et VRD) qui, en dehors de contexte territorial particulier, est plus importante que les surcoûts de transport lié à la massification. Pour des centres recevant de la collecte sélective dite « multimatériaux », cette économie d'échelle est particulièrement significative jusqu'à 500.000 habitants.

Cette modernisation des centres de tri permet aussi une amélioration des performances environnementale (les gains liés à l'accroissement du recyclage sont plus importants que les impacts liés aux distances de transport supplémentaires) et des conditions sociales (meilleures situations de travail pour les opérateurs de tri).

### **Une réflexion territoriale à conduire sur un périmètre plus large que celui de la collectivité**

L'évolution de la taille moyenne des centres de tri conduit à des bassins versants potentiellement plus importants que le territoire de la collectivité qui a aujourd'hui la compétence déchets, ou du département où celle-ci est implantée.

Le choix du dimensionnement et de l'implantation du centre de tri est un choix structurant pour le territoire qu'il dessert. Dans un premier temps, il est donc essentiel d'étudier en détail les différents scénarii d'organisation du tri possibles à l'échelle d'un large territoire, en impliquant tous les acteurs concernés, dont les opérateurs disposant de capacités de tri privées, le plus souvent dans le cadre d'une étude territoriale portée par les collectivités locales compétentes (pour aider à l'accompagnement de cette approche, voir par exemple le « guide à la rédaction d'un cahier des charges - étude territoriale préalable pour le tri des emballages ménagers et des papiers graphiques » de l'ADEME<sup>b</sup>). Cette étude sera adaptée au contexte local et sera conduite en coordination, en fonction de leur avancement, avec le Plan Régional de Prévention de Gestion des Déchets (PRPGD) et le Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET).

Cette réflexion constitue aussi une opportunité pour mieux appréhender la cohérence entre les schémas de collecte et les caractéristiques des centres de tri en aval, en particulier dans le cas où les compétences collecte et traitement sont exercées par des collectivités différentes.

L'échelle géographique à considérer pour cette étude territoriale doit être suffisamment large, si possible 500 000 habitants ou un département (si moins de 500 000 hab). En habitat dense, une échelle plus importante en fonction de la pertinence des bassins de population peut être prise en compte, notamment pour une intégration de la cohérence urbain / péri-urbain ou de la coopération entre métropole et collectivités limitrophes.

---

<sup>b</sup> Accessible sur le site [www.diagademe.fr](http://www.diagademe.fr) ou à demander auprès de la direction régionale de l'ADEME

Cette étude territoriale préalable prend en particulier en compte les points suivants :

- Interactions avec les différents territoires limitrophes au périmètre de l'étude
- Possibilités de collaboration et de mutualisation entre les collectivités locales.
- État des lieux des collectes et des centres de tri existants, publics et privés.
- Construction et analyse multicritères (technique, économique, sociale et environnementale) de scénarios prospectifs d'évolution :
  - o Des collectes (notamment cohérence entre schéma de collecte et tri),
  - o Du tri (définition des capacités en adéquation avec les besoins, analyse des niveaux de tri)
  - o De l'utilisation des flux à valoriser (y compris valorisation énergétique des refus).
- Impact sur l'emploi et possibilités de reconversion des centres de tri devant arrêter leur activité

## **L'accompagnement de la reconversion des centres de tri, des emplois et de l'outil industriel des centres de tri**

Les deux effets cumulés - automatisation et augmentation de la capacité moyenne – vont entraîner des diminutions de besoins de main d'œuvre<sup>c</sup>, une évolution des métiers liés au tri et sur certains sites l'arrêt de l'activité de tri des emballages ménagers et des papiers.

Cette modernisation des centres de tri correspond à une mutation industrielle qui nécessite la mise en place d'un accompagnement au changement adapté. En particulier la réduction prévisible d'une partie des emplois de trieurs doit être anticipée pour faciliter la reconversion notamment vers d'autres activités de l'économie circulaire en développement.

Pour apporter des éléments d'aides à la décision aux acteurs confrontés à ces questions, l'ADEME et Citeo, en concertation avec les acteurs concernés, ont rédigé une note d'informations spécifique sur l'accompagnement de la reconversion des centres de tri arrétant leur activité de tri.

Cette note, en s'appuyant sur des retours d'expériences, met en évidence que des solutions existent et que la mobilisation et la solidarité des acteurs peut permettre d'anticiper les évolutions, de trouver des solutions durables satisfaisantes, de maintenir l'emploi des personnes et d'éviter l'apparition de nouvelles friches industrielles.

### **1.2. Perspectives d'évolution des entrants**

Les évolutions de la consommation (baisse des papiers graphiques, hausse des emballages cartons et des pots barquettes et films plastiques), couplées à la croissance de la performance des collectes sélectives, en particulier avec l'extension des consignes de tri à tous les emballages plastiques devraient conduire aux évolutions qualitatives suivantes :

- La diminution de la proportion des papiers graphiques (et au sein des papiers graphiques, une augmentation de la proportion des papiers de type bureautiques)
- L'augmentation de la proportion des emballages plastiques
- Un risque d'augmentation des indésirables et des imbriqués dans les collectes entrantes
- La présence de nouveaux types d'emballages plastiques, avec notamment :
  - o Un nombre de résines plus important que celui des seules bouteilles et flacons. De plus, certaines résines sont très minoritaires et ne représentent par exemple qu'environ 1 à 2% du gisement entrant dans le cas d'une collecte multimatériaux,
  - o L'impossibilité d'associer visuellement la forme d'un emballage en plastique et la résine qui le compose,
  - o La présence beaucoup plus importante de films plastiques,
  - o Une plus grande hétérogénéité de taille, avec à la fois des objets plus gros et d'autres beaucoup plus petits comme pour les films et les emballages rigides en plastique,
  - o Un flux plus souillé qu'auparavant, notamment par des matières organiques.

---

<sup>c</sup> Les différentes études menées montrent que l'impact, de l'extension des consignes de tri sur l'emploi, est estimé être neutre, si l'on considère l'ensemble de la filière en particulier en aval. Néanmoins, ces emplois ne sont pas directement comparables à ceux des centres de tri de par leur nature, le type d'employeur et leur localisation

Ces évolutions qualitatives conduisent en particulier à :

- une baisse significative de la densité du flux entrant,
- des volumes à traiter plus importants, résultat de la baisse de la densité et de la hausse des tonnages par habitant, liée à l'amélioration des performances,
- un équilibre des volumes très différent entre fibreux et non fibreux.

Les tableaux suivants<sup>d</sup> donnent des valeurs indicatives sur les évolutions attendues de ces paramètres en fonction des flux correspondants aux principaux schémas de collecte. Ces évolutions seront progressives dans le temps, en particulier en fonction de l'adoption par l'habitant du nouveau geste de tri étendu à tous les emballages en plastique. Pour la modélisation, la collecte de déchets assimilés par le service public a été considérée comme stable.

Les densités indiquées sont celles en entrée de process. Une éventuelle compaction accrue lors de la collecte peut conduire à limiter la baisse de la densité au stade du stockage amont, mais son impact sur la densité devient négligeable en entrée de process. Le prospectif moyen terme correspond à une dizaine d'année.

**Les valeurs des tableaux ci-après sont données à titre indicatif et prennent en compte les dernières observations disponibles à date. Elles correspondent à une fourchette couvrant la majorité des situations territoriales métropolitaines. Elles doivent nécessairement être précisées voir adaptées en fonction du contexte local notamment à partir des évolutions de la population, des performances actuelles et projetées des collectes, de la prise en compte par le service public de déchets assimilés et des caractéristiques des flux (densité, composition, tailles et poids moyens d'objets...). Ces indications mettent en évidence l'importance de ne pas raisonner uniquement en tonnage mais aussi en volume.**

**Flux multimatériaux (emballages légers<sup>e</sup> et papiers graphiques):**

	Fourchette nationale 2014	Evolution lors du passage de l'ensemble du bassin versant en extension	Prospective à moyen terme (évolution par rapport à situation actuelle)
Tonnage entrant par habitant	36 à 56 kg/hab.an	+ 1 à + 6 %	+ 15 à + 30 %
Masse volumique en entrée de process	80 à 100 kg/m <sup>3</sup>	- 20 à - 30 %	- 30 à - 40 %
Volume du flux entrant		+ 20 à + 40%	+ 60 à + 120 %
<i>Volume du flux entrant pour les plastiques, métaux et briques</i>		+ 30 à + 60 %	+ 70 à + 140 %
<i>Volume du flux entrant pour les cartons et les papiers</i>		+ 0%	+ 0 à +5 %

<sup>d</sup> Le détail des informations correspondant à ces tableaux est disponible sur le site [www.diagademe.fr](http://www.diagademe.fr) ou à demander auprès de la direction régionale de l'ADEME ou auprès de Citeo

<sup>e</sup> Emballages légers : Briques, Cartons, Métaux, Plastiques

**Flux emballages légers:**

	Fourchette nationale 2014	Evolution lors du passage de l'ensemble du bassin versant en extension	Prospective à moyen terme (évolution par rapport à situation actuelle)
Tonnage entrant par habitant	16 à 26 kg/hab.an	+ 15 à + 30 %	+ 40 à + 80%
Masse volumique en entrée de process	45 à 55 kg/m <sup>3</sup>	- 10 à - 20 %	- 20 à - 30 %
Volume du flux entrant		+ 30 à + 50%	+ 80 à + 160%
<i>Volume du flux entrant pour les plastiques, métaux et briques</i>		+ 30 à + 60 %	+ 70 à + 140 %
<i>Volume du flux entrant pour les cartons</i>		+ 10 à + 15 %	+ 15 à + 20 %

**Flux emballages métaux – plastiques - briques:**

	Fourchette nationale 2014	Evolution lors du passage de l'ensemble du bassin versant en extension	Prospective à moyen terme (évolution par rapport à situation actuelle)
Tonnage entrant par habitant	9 à 14 kg/hab.an	+ 20 à + 50 %	+ 65 à + 130 %
Masse volumique en entrée de process	25 à 35 kg/m <sup>3</sup>	- 10 à - 15 %	- 20 à - 30 %
Volume du flux entrant		+ 40 à + 80%	+ 110 à + 220%

**Flux cartons et papiers graphiques**

	Fourchette nationale 2014	Evolution lors du passage de l'ensemble du bassin versant en extension	Prospective à moyen terme (évolution par rapport à situation actuelle)
Tonnage entrant par habitant	26 à 40 kg/hab.an	- 5 à - 10 %	- 5 à 0 %
Masse volumique en entrée de process	140 à 160 kg/m <sup>3</sup>	- 5 à - 10 %	- 5 à - 10 %
Volume du flux entrant		- 2 à 0%	0 à + 5 %

## Flux papiers graphiques:

	Fourchette nationale 2014	Evolution lors du passage de l'ensemble du bassin versant en extension	Prospective à moyen terme (évolution par rapport à situation actuelle)
Tonnages entrants par habitant	18 à 28 kg/hab.an	- 10 à - 20 %	- 10 à - 15 %
Masse volumique en entrée de process	220 à 240 kg/m <sup>3</sup>	0 %	0 %
Volume du flux entrant		- 10 à - 20 %	- 10 à - 15 %

Les retours d'expériences à fin 2016 sur la mise en place de l'extension confirment ces tendances avec de grandes dispersions selon les milieux :

- Le niveau de performance moyen de recyclage des nouveaux emballages en plastique recyclés se maintient autour de 2 kg/hab.an<sup>f</sup>. Les collectivités qui ont étendu les consignes de tri en 2016 débutent avec une performance de 1,5 kg/hab.an et devraient continuer à progresser comme le font celles qui ont plus d'antériorité. En effet les collectivités en extension depuis 2012 poursuivent leur progression et atteignent aujourd'hui en moyenne de 2,7 kg/hab.an.
- Il existe en plus un effet d'entraînement de 2 kg / hab.an sur tous les autres emballages (y compris le verre)
- La progression des performances se poursuit dans le temps, l'application des nouvelles consignes demandant un apprentissage, des modifications d'habitude et d'organisation au domicile.

### En synthèse :

Face à cette évolution des flux entrants, les principales évolutions que les porteurs de projet, avec les concepteurs, doivent prendre en compte sont :

- Prendre en compte les incertitudes d'estimation de ces modifications, notamment vis-à-vis du rythme de montée en puissance progressive du geste de tri étendu à tous les emballages en plastique,
- Tenir compte de la baisse importante de la densité des flux entrants et ne pas raisonner uniquement en tonnage mais aussi en volume,
- Dans le cas d'un flux multimatériaux ou emballages légers, tenir compte d'un rapport entre les flux fibreux et plastique/métaux/brique profondément modifié et évolutif dans le temps,
- Pouvoir trier des nouveaux objets en plastique très hétérogènes en taille et en résine,
- Mieux prendre en compte la spécificité des objets d'une part de grande taille, d'autre part de petite taille,
- Pouvoir capter et trier les films plastiques, qui possèdent des caractéristiques et des comportements très spécifiques,
- Gérer un flux plus souillé,
- Gérer les risques liés à la présence d'imbriqués.

**La prise en compte de ces évolutions nécessite une analyse spécifique à partir de données locales de performances et de caractérisations afin de pouvoir évaluer l'augmentation des volumes entrant.**

**Les films plastiques, nouveau flux sur les centres de tri, nécessitent une attention particulière afin de ne pas sous-estimer les volumes correspondant.**

<sup>f</sup> Tonnage sortant vers une filière de recyclage

### 1.3. Réflexion sur le niveau de tri et évolution des matériaux sortants

**En vue d'un recyclage effectif, le centre de tri doit produire des matériaux selon les standards en vigueur par matériau. En particulier lors de l'extension des consignes de tri à tous les emballages en plastiques, la qualité des autres matériaux doit être maintenue.**

La poursuite de la hausse des taux d'incorporation des matières premières de recyclage conduira dans les prochaines années, au minimum, au maintien des exigences de qualité dans ce domaine. Le respect de ces standards permet par ailleurs d'y associer une valeur liée à un marché et à une demande des industriels. La notion de standards est essentielle, elle contribue à la robustesse des débouchés et donne au dispositif sa lisibilité pour tous les acteurs de la chaîne.

Par ailleurs, les recycleurs ont alerté sur les limites du développement des standards de tri des emballages en plastique retenus à l'issue de l'expérimentation de 2012. Même si les flux produits depuis cette date, par les centres de tri en extension de consignes, sont repris, les recycleurs ne pourront pas s'engager à recycler la totalité de ces flux dans des quantités correspondant à la généralisation de l'extension des consignes de tri sur l'ensemble du territoire français.

Des travaux ont donc été engagés pour définir de nouveaux standards pour les plastiques rigides, avec en particulier la mise en place d'un flux, dit flux développement, comportant les plastiques dont les résines représentent une part moins importante dans les centres de tri ou qui nécessitent le développement d'une filière de recyclage adaptée. Ce flux développement nécessitera une nouvelle organisation avec un tri réalisé dans des centres de tri spécialisés, avant d'être envoyé en fonction des résines triées dans différentes unités de recyclage.

La présente note prend en compte ces nouveaux standards.

Le choix des standards à produire, au regard des conditions techniques et économiques des débouchés possibles, nécessite une réflexion sur le niveau de tri.

Ainsi pour certaines installations, il n'est pas forcément pertinent (coût, flexibilité) que les collectivités locales réalisent ou fassent réaliser, dans le cadre de leur service public, un tri poussé en particulier pour les plastiques rigides et les fibreux. Une organisation du tri en deux étapes, avec un premier tri simplifié (flux fibreux en mélange, flux plastiques rigides en mélange, flux aluminium, flux acier et flux de films) suivi par un tri dans des unités spécialisées, pourrait constituer, en fonction des territoires et de la taille des installations, une organisation pertinente à étudier localement.

Au vu des connaissances actuelles, et pour un centre avec extension des consignes de tri :

- Pour les films plastiques :
  - o dans toutes les installations, prévoir une extraction d'un flux de films plastiques.
- Pour un flux en multimatériau, le choix d'un tri en une étape / tri en deux étapes des fibreux et des plastiques rigides
  - o pour des installations jusqu'à 15 000 t par an (soit autour de 300.000 hab), le tri en deux étapes apparaît comme une solution adaptée.
  - o pour des capacités jusqu'à 25 000 t par an (soit autour de 500.000 hab), il est intéressant de comparer cette possibilité de tri en 2 étapes avec un tri en une étape, car l'évaluation des coûts et le choix du niveau de tri supposent une analyse économique au niveau local prenant en compte les spécificités du territoire (distances de transport, proximité éventuelle d'usines de recyclage sur certains flux,...) et les caractéristiques des installations de tri déjà existantes.
  - o au-delà de 25 000 t par an, le tri en une étape apparaît comme la solution adaptée.
- Pour le choix du tri d'une sorte bureautique
  - o le tri d'une sorte bureautique apparaît comme une solution à étudier pour des centres de tri à partir de 30 000 t/an en multimatériau (tonnage à adapter dans le cas d'autres flux entrants).
- Pour le choix du tri d'un flux supplémentaire petits aluminium et souples
  - o le tri d'un flux supplémentaire petits aluminium et souples, en y associant une analyse sur l'extraction des petits aciers, apparaît comme une solution à étudier pour des centres de tri à partir de 20 000 t/an en multimatériau (tonnage à adapter dans le cas d'autres flux entrants).



Cette réflexion sur le niveau de tri se traduit par une production différente des matériaux recyclables sortants en fonction des unités :

Centres de tri dont les consignes de tri ne sont pas élargies à l'ensemble des emballages ménagers	Centres de tri souhaitant élargir les consignes de tri à l'ensemble des emballages ménagers	
	Tri en deux étapes	Tri en une étape
Bouteilles PET clair ou incolore		Bouteilles et flacons PET clair ou incolore
Bouteilles PET foncé ou coloré		Emballages plastiques rigides PEHD et PP
Bouteilles PEHD et PP	Plastiques rigides en mélange à trier	Flux développement comportant <sup>9</sup> : <ul style="list-style-type: none"> <li>. Bouteilles, flacons, pots et barquettes monocouche PET foncé et opaque</li> <li>. Barquettes monocouche PET clair</li> <li>. Pots et barquettes monocouche PS</li> <li>. Barquettes multicouches, emballages rigides complexes (à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2021)<sup>h</sup></li> </ul>
-	Films plastiques en PE	Films plastiques en PE
. Acier . Aluminium	. Acier . Aluminium	. Acier . Aluminium . Petits aluminium et souples (éventuellement)
. Papier-carton non complexé . Papier-carton complexé . Papiers graphiques . Gros de magasin (éventuellement)	. Papier-carton en mélange à trier . Papier-carton complexé	. Papier-carton non complexé . Papier-carton complexé . Papiers graphiques . Gros de magasin (éventuellement) . Sortes bureautiques (éventuellement)

#### 1.4. L'atteinte des standards de qualité demande un temps d'apprentissage et de réglage

L'adaptation du parc de centres de tri en France est un projet de transformation industrielle de grande envergure. La taille des centres de tri augmente, le nombre de machines est démultiplié, le flux entrant est nouveau et évolutif. Pour atteindre les standards qualité attendus, les exploitants peuvent avoir besoin de temps pour maîtriser les nouvelles architectures de process, l'exploitation des nouveaux équipements et de leurs technologies, les modifications d'organisation du travail et les formations des opérateurs à l'évolution de leur environnement de travail et aux tâches demandées notamment à l'identification des nouveaux objets qui arrivent dans les cabines de tri.

Après les travaux, un temps de réglage et d'adaptation de plusieurs mois est donc nécessaire au cours duquel la qualité des matériaux risque d'être plus ou moins impactée.

Une vigilance accrue sur tous les matériaux est nécessaire pendant cette période avec la mise en place de modalités de suivi et de gestion adaptées. Le respect des standards matériaux est indispensable à l'équilibre des filières et les niveaux de qualité requis doivent être atteints le plus rapidement possible.

En cas de dérive sur la qualité, en particulier en phase de redémarrage après travaux, un plan d'actions et des actions correctives sont à mettre en œuvre par les exploitants en partenariat avec les repreneurs et les constructeurs. Les process modernisés sont en mesure de trier les flux de collecte sélective en extension de consignes et d'atteindre les niveaux de qualité attendus.

<sup>9</sup> Un centre de tri de plus de 15 t/h peut, sur justification technico-économique, présenter à Citeo, une solution de tri à la résine du flux développement. Il devra être en capacité à trier séparément au minimum 6 flux différents (7 à compter du 1/1/2021 avec les barquettes multicouches et emballages complexes rigides) et éventuellement des flux supplémentaires qui pourraient être demandés dans le futur. La non-production d'un flux développement supprime le choix de « l'option de reprise directe par Citeo » à ses clients.

<sup>h</sup> Les centres de tri doivent être conçus en prenant en compte, dès maintenant, cette évolution du flux développement

## 1.5. Optimisation des taux de captage des matériaux recyclables

Pour la performance économique et environnementale du centre de tri, il convient de maximiser le taux d'extraction de matière recyclable tout en atteignant les standards de qualité requis pour le recyclage. Cette recherche de minimiser les pertes de matières recyclables doit être prise en compte tout au long du process.

L'un des enjeux important est de capter des fractions de petite taille, jusqu'alors considérées comme un flux d'éléments fins et partant directement en refus.

A ce titre, deux stratégies, au moins, peuvent s'envisager :

- Privilégier la mise en place d'une petite maille de criblage. La fraction passante sera dirigée directement en refus tout en y récupérant certains matériaux.
- Au contraire, privilégier une maille de plus grande dimension afin de considérer ce flux de « fines » comme un flux à part entière, méritant un traitement via des technologies de type balistique, optique, électromagnétique afin d'extraire les éléments recyclables.

## 1.6. Valorisation énergétique des refus

Malgré les efforts mis en œuvre pour optimiser les taux d'extraction des matériaux recyclables, la production de refus reste inéluctable. En particulier, l'extension des consignes de tri à tous les emballages ménagers en plastique conduit à avoir dans la collecte sélective des emballages actuellement non recyclables ou de trop petite taille pour que ceux-ci soient captés par les techniques actuelles. Pour les emballages en plastique, cette fraction est évaluée aujourd'hui à environ 15 à 20 % du gisement plastique entrant en centre de tri.

Une valorisation énergétique complémentaire de ces refus de tri conduit à une optimisation accrue de la filière et améliore considérablement le bilan environnemental de l'extension des consignes. La consigne de tri ne pouvant être partielle, il est indispensable que la totalité des emballages triés par les habitants soit valorisée.

Cette valorisation énergétique peut se faire en unité de valorisation énergétique si les performances de l'installation permettent de garantir un niveau élevé de valorisation.

A partir d'au moins une partie de ces refus, la constitution d'une fraction à fort pouvoir calorifique, pouvant être utilisée comme combustible dans des installations spécifiques<sup>i</sup> avec un rendement énergétique élevé, doit être étudiée. La production de ce flux nécessite une préparation adaptée en recherchant une bonne articulation entre le centre de tri, une unité de préparation et les utilisateurs finaux.

## 1.7. Evolution du métier d'agent de tri

L'évolution des caractéristiques des flux entrants peut présenter des facteurs d'expositions aux risques avec pour conséquences une dégradation des conditions de travail par :

- Une augmentation du nombre de gestes liée à l'augmentation du nombre d'objets,
- Une attention accrue liée à la présence d'objets plus petits,
- Une augmentation des salissures et odeurs, dégradant notamment la qualité de l'air,
- Des instructions de tri plus complexes, du fait de l'absence de lien évident entre forme et matière.

Transformer les nouveaux flux en ressource de qualité pour l'industrie du recyclage tout en améliorant les conditions de travail passe nécessairement par l'automatisation du tri. Les techniques adaptées sont aujourd'hui disponibles et vont continuer à progresser.

Avec cette automatisation et mécanisation croissante, le métier d'agent de tri évolue, s'orientant de plus en plus vers d'autres missions, notamment de contrôle qualité en sortie de process, après le tri automatisé (tri d'affinage).

Cette évolution du métier d'agent de tri impose un accompagnement au changement se traduisant, entre autre, par une formation adaptée. Cette formation prendra en compte l'évolution du métier et de son environnement, l'apprentissage aux gestes de tri des nouveaux objets à séparer et les recommandations concernant la position de travail (notamment position à 45° développée dans la norme NF X35-702).

---

<sup>i</sup> Installation conforme aux différents textes réglementaires relatifs à la production et l'utilisation de CSR (cf bibliographie)

## 1.8. Santé et sécurité au travail

En complément des effets attendus de la mécanisation et automatisation des process, l'amélioration des conditions de travail des agents de tri passe par une installation dont la conception prend en compte les réglementations et recommandations en vigueur sur la protection de la santé au travail (Document INRS ED 6098 et Norme homologuée AFNOR NF X35-702). Ces textes mettent en avant la nécessité de prévoir des moyens adaptés de prévention des risques de troubles musculo-squelettiques (TMS), des affections liées aux risques biologiques et à la poussière.

Une attention particulière doit être portée, entre autres, sur la régularité des flux produits par les machines et reçus sur les tables de tri ainsi que sur les solutions permettant de limiter la présence de Déchets d'Activités de Soins à Risques Infectieux (Dasri), notamment piquants ou coupants (aiguilles), sur ces dernières. L'INRS a édité, à cet effet, un guide de recommandations en collaboration avec la profession. (Centres de tri de déchets ménagers recyclables - Exposition aux déchets à risques infectieux).

## 1.9. Prévention des risques incendie

Le risque d'incendie est avéré dans les centres de tri et fait l'objet d'attention particulière depuis quelques années. Il doit impérativement être pris en compte lors de la modernisation ou de la construction d'une installation.

La conception devra donc intégrer très en amont les mesures de prévention adaptées, constructives mais aussi organisationnelles. Dès cette phase, la consultation des services compétents (inspection des installations classées, service incendie, assureur...) est recommandée.

Il conviendra au minimum de mettre en œuvre les prescriptions des arrêtés ministériels du 6 juin 2018 applicables aux installations relevant de la déclaration ou de l'enregistrement au titre de la rubrique ICPE 2714<sup>j</sup> :

On notera aussi que lors de la phase de démarrage - ou redémarrage après travaux - de l'installation, une vigilance renforcée devra être adoptée par rapport aux risques de dérive accidentelle.

## 2. **Impact sur la conception des process**

Ci-après, outre le premier point qui vise le process appréhendé dans sa globalité, les recommandations ou points de vigilance présentés sont listés de l'amont à l'aval du process. Une première colonne permet de rappeler les objectifs qui doivent être relevés au regard de l'évolution du flux entrant.

L'impact sur le process concerne les équipements eux-mêmes mais aussi leur implantation et le bon dimensionnement des espaces nécessaires, en prévision des évolutions ultérieures. Un dimensionnement trop juste des surfaces et des volumes des centres de tri bride très rapidement les possibilités d'amélioration. Les incertitudes sur les évolutions doivent être prises en compte (à étudier au cas par cas en fonction des contraintes du site) en :

- Prévoyant des espaces libres dans le process afin de pouvoir l'ajuster à l'évolution des technologies de tri (ex : ajout de nouvelles machines), de la composition du flux entrant et des qualités sortantes souhaitées.
- Dimensionnant les équipements en adéquation avec la montée en puissance prévisionnelle des collectes sélectives élargies étudiée sur la base d'une analyse du gisement entrant.

Ces points d'attention s'appliquent à tous les flux contenant au moins des emballages en plastique (multimatériaux, emballages légers, métaux-plastiques-briques), sauf exceptions indiquées dans la rédaction ci-dessous.

---

<sup>j</sup> Voir bibliographie

## 2.1. Toutes fonctions du process

Evolution	Recommandations
Films	Pour éviter une trop grande dispersion des films dans le process, l'effort doit porter sur leur extraction le plus en amont possible. En vue de les centraliser, et afin qu'ils répondent aux cahiers des charges des repreneurs, les premiers retours d'expérience ayant atteint des performances correctes ont mis en œuvre une stratégie de tri combinant plusieurs technologies à différents points du process (exemple : aéroulque, balistique, optique, manuel...).
Films	Utiliser des équipements (alimentation, convoyeurs, cribles) ne provoquant pas (ou minimisant) les enroulements.
Evolution de l'équilibre fibreux / non fibreux	La partie du process dédiée aux non-fibreux (ligne « plastiques » ou « corps creux ») doit être dimensionnée en tenant compte d'un volume à trier beaucoup plus important qu'aujourd'hui. Pour la partie « fibreux », le volume à trier reste le même. <i>Ce point s'applique dans le cas d'un flux multimatériaux ou d'emballages légers.</i>

## 2.2. Fonction stockage amont

Evolution	Recommandations
Baisse de la densité	Pouvoir stocker des volumes plus importants en fonction des flux entrants et de leur évolution (voir paragraphe précédent sur l'évolution des entrants) et limiter le brassage des déchets, source de création d'imbriqués.
Flux plus souillé	Chercher à limiter le temps de séjour des collectes entrantes dans la zone amont. Deux solutions peuvent s'envisager : . Prévoir un fonctionnement en FIFO <sup>k</sup> , . ou à défaut, assurer un déstockage hebdomadaire de chacune des alvéoles de stockage des collectes entrantes.

## 2.3. Fonction convoyage (hors tapis de tri en cabine)

Evolution	Recommandations
Baisse de la densité	S'équiper d'un dispositif de régulation de hauteur de couche de produits, acceptant la présence d'un flux composé de films de plus grande dimension, susceptibles de perturber son fonctionnement.
Baisse de la densité	Pour conserver un débit massique acceptable et conforme aux attentes, les solutions peuvent être l'augmentation de la largeur des tapis, de leur vitesse, ou leur doublement.
Films	Porter une attention accrue aux angles droits et sortants des convoyeurs afin d'éviter les zones d'accroche et en veillant à l'étanchéité afin d'éviter tout risque d'envol. Porter une attention au dimensionnement des tapis qui doit se faire impérativement en fonction du volume. Les enroulements des films entraînent des risques accrues liés au nettoyage et à la maintenance des tapis et convoyeurs. Une attention particulière sera apportée, lors de la conception aux dispositifs mécaniques et électriques de mise en sécurité
Augmentation des volumes	Porter une attention particulière à la bonne répartition des matières sur les convoyeurs en évitant les recouvrements.
Flux plus souillé	Choisir des tapis de convoyage et de tri adaptés au caractère plus souillé de certains matériaux (ex : traitement anti-gras, envisager un système de nettoyage automatique ou semi-automatique pour améliorer la propreté des tapis de tri en cabine).

<sup>k</sup> FIFO : First In First Out

#### 2.4. Toutes fonctions de séparation

Evolution	Recommandations
Baisse de la densité	Pour conserver un débit massique, les solutions peuvent être l'augmentation de la taille des machines, de leur débit volumique, ou leur doublement.

#### 2.5. Fonction de séparation granulométrique

Evolution	Recommandations
Grands objets	Extraction mécanique des grands éléments en début de process (grands films, cartons et bidons...) pour limiter les perturbations en aval du process et faciliter leur tri manuel (négatif et positif)
Petits emballages	Tenir compte de la petite taille de certains emballages plastiques rigides et emballages métalliques : définir les conditions optimales pour assurer leur récupération en traitant la partie « fines » du process, ou en analysant/définissant la taille adéquate pour ce flux "petits éléments".

#### 2.6. Fonction de séparation forme « plats/creux »

Evolution	Recommandations
Evolution de l'équilibre fibreux / non fibreux	Pouvoir faire face à l'évolution de la composition du gisement, notamment en ce qui concerne la distribution (ou ratio) "Plats/Fibreux" versus "Creux/Plastiques". L'utilisation de machines réglables est indispensable pour optimiser l'investissement à moyen terme. <i>Ce point s'applique dans le cas d'un flux multimatériaux et emballages légers</i>
Films et barquettes	Le comportement des films et de certaines barquettes aplaties étant proche de celui des fibreux dans un séparateur "plats/creux", ces éléments se situeront dans la fraction des « plats » en aval du dit séparateur. Prévoir, dans cette fraction de "plats", la mise en place d'un dispositif assurant l'extraction ainsi que la ré-orientation vers les fractions « plastiques » correspondantes.

## 2.7. Fonction de séparation par tri optique

<b>Evolutions</b>	<b>Recommandations</b>
Films	S'assurer d'un différentiel de vitesse relative nul entre le film et le tapis d'accélération, au niveau de la lecture optique. Porter une attention particulière à la bonne répartition des films en évitant les recouvrements. Après soufflage, tenir compte du caractère balistique aléatoire des films dans le caisson.
Nouveaux objets à trier	Pouvoir absorber le nombre d'objets supplémentaires à trier (films, rigides) en s'assurant du bon dimensionnement de ces équipements, notamment via le juste dimensionnement des compresseurs d'air qui alimentent les machines de tri optique.
Augmentation des volumes	Porter une attention particulière à la bonne répartition des matières sur les convoyeurs en évitant les recouvrements.
Nouveaux objets à trier	S'assurer de la mise à jour des logiciels de reconnaissance pour faire face aux évolutions de l'industrie du recyclage.
Nouveaux objets à trier	Dans l'élaboration de la stratégie de tri, tenir compte des évolutions à venir en prévoyant de pouvoir trier de nouveaux flux.
Nouveaux objets à trier	Etre vigilant sur certains contenants en plastique qui ne sont pas « monorésine » et peuvent dégrader la qualité de la production envoyée au recyclage. Les diriger en refus pour valorisation énergétique le cas échéant.
Standards matériaux	Evaluer le niveau de qualité et sa régularité produit par les machines au regard de celui exigé dans le standard (et de ses éventuelles évolutions) et, si nécessaire, définir le contrôle manuel d'affinage à mettre en place en fonction des écarts constatés.
Augmentation en % de certains matériaux	Etre vigilant sur l'exigence forte de présence faible de PS dans le flux de bouteilles PET clair

## 2.8. Fonction de séparation des métaux<sup>1</sup>

<b>Evolutions</b>	<b>Recommandations</b>
Films	Afin d'éviter la présence des films d'emballages dans l'acier ou l'aluminium, s'assurer : . de la présence et du bon dimensionnement d'un séparateur de films en amont, . par la suite, des bonnes positions et orientations des séparateurs de métaux par rapport au tapis.
Petits objets	Prévoir, si c'est économiquement pertinent, l'extraction des emballages en aluminium présents dans les fines et refus pour produire le standard « petits aluminium et souples », en prenant aussi en compte dans l'analyse les petits aciers.

<sup>1</sup> voir aussi guide de recommandations pour l'amélioration du tri des emballages acier et aluminium (ADEME- ArcelorMittal – Citeo)

## 2.9. Fonction de « contrôle qualité » manuel

<b>Evolutions</b>	<b>Recommandations</b>
Standards matériaux	Evaluer le niveau de qualité et sa régularité produit par les machines au regard de celui exigé dans le standard (et de ses éventuelles évolutions) et définir le contrôle manuel d'affinage à mettre en place en fonction des écarts constatés. Cette possibilité de contrôle manuel devra être prise en compte lors de la conception.
Nouveaux objets à trier	Prévoir la préparation (pureté) et les volumes de pré-stockage adaptés afin de permettre un contrôle qualité dans des conditions ergonomiques satisfaisantes : débit, charge de tri (le tri des nouvelles résines entraînant en outre une attention accrue).
Nouveaux objets à trier	Prévoir l'extraction manuelle des nouveaux emballages qui ne pourront être reconnus par les machines de tri optique.

## 2.10. Fonctions stockage tampon, stockage avant conditionnement et conditionnement

<b>Evolutions</b>	<b>Recommandations</b>
Volumes plastiques à trier	Etudier la possibilité de réaliser du stockage tampon pour améliorer la flexibilité du process.
Volumes plastiques à conditionner	Veiller à optimiser la logistique des flux plastiques en amont du conditionnement : Prévoir des volumes de silos (alvéoles) de stockage adaptés à la future densité des produits. Pour les films, possibilité de réfléchir aussi à un conditionnement direct.
Nouvelles résines à trier	Prévoir des espaces de stockage suffisants prenant en compte les nouveaux flux produits, afin d'éviter de gerber plus de 3 balles. Point d'attention : La taille de la zone de stockage aval est quasi indépendante de la capacité du centre de tri (surface dépend principalement du nombre de produits différents à stocker)
Films	Prévoir une alvéole de stockage avant conditionnement particulièrement étanche afin d'éviter tout envol

## Bibliographie :

Les enseignements et recommandations de cette note s'appuient sur :

### Etudes prospectives

- L'[étude adaptabilité](#) conduite par ADEME/Citeo 2011, actualisée en juin 2014.
- L'[étude prospective](#) menée par l'ADEME -2014.

### Travaux sur la mise en œuvre de l'extension des consignes de tri

- La consolidation réalisée en 2014 des observations faites dans le cadre de la première phase d'expérimentation des consignes élargies à tous les emballages ménagers en plastique pilotée par Citeo.
- Les 4 appels à projets R&D recyclage pilotés par Citeo, avec des cofinancements l'ADEME, qui ont permis d'explorer des stratégies de tri des nouveaux flux d'emballages en plastique, ainsi que les modalités de leur recyclage et de leur valorisation.
- Les 2 appels à projets éco-conception pilotés par Citeo qui ont permis d'explorer des voies d'amélioration de la recyclabilité des emballages plastiques mis sur le marché.

### Documents sur les conditions de travail

- Norme AFNOR NF X35-702 - Sécurité des machines – Principes ergonomiques pour la conception des cabines de tri manuel des déchets recyclables secs ménagers et assimilés issus des collectes sélectives (à commander auprès de l'AFNOR)
- Document [INRS ED 6098](#) – Centres de tri de déchets recyclables secs ménagers et assimilés issus des collectes séparées – Guide de prévention pour la conception
- Centres de tri de déchets ménagers recyclables - Exposition aux déchets à risques infectieux (INRS) – En cours d'édition
- Analyse de la [qualité](#) de l'air en centre de tri de déchets. Etude de l'effet de l'extension des consignes de tri des emballages plastiques.
- Synthèse de l'étude [ergonomique](#) dans les centres de tri des déchets ménagers. Diagnostic des effets sur le travail des opérateurs de tri de l'extension des consignes de tri des produits plastiques. INRS, mars 2014.

### Documents sur la reconversion des centres de tri

- Note d'information sur l'accompagnement de la [reconversion des centres de tri](#) arrêtant leur activité de tri des déchets d'emballages ménagers et de papiers graphiques . (ADEME / Citeo)

### Autres études sur l'optimisation du tri

- Guide de recommandations pour l'amélioration du [tri des emballages en acier et en aluminium](#) dans le cadre de la modernisation des centres de tri (ADEME- ArcelorMittal – Citeo)

### Documents sur la prévention des risques d'incendie :

- Catalogue des documents et outils de l'INRS : [ED 4702](#) – septembre 2018.
- Note [FNADE](#) « Recommandations principales pour la Prévention des incendies en centre de tri de déchets d'emballages et de papiers ménagers. » - octobre 2018

### Réglementation ICPE définissant, entre autres, les moyens de lutte contre l'incendie :

- [Décret n° 2018-458 du 6 juin 2018](#) définissant les nomenclatures et régimes à respecter (déclaration, enregistrement et autorisation)
- [Arrêtés ministériels du 6 juin 2018](#) fixant les prescriptions techniques détaillées.

### Réglementation relative aux installations Combustibles Solides de Récupération (CSR) :

- [Article L.541-1. 9°](#) du code de l'environnement.
- [Décret n° 2016-630](#) du 19 mai 2016 modifiant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.
- [Arrêté du 23 mai 2016](#) relatif aux installations de production de chaleur et/ou d'électricité à partir de déchets non dangereux préparés sous forme de combustibles solides de récupération dans des installations prévues à cet effet associés ou non à un autre combustible et relevant de la rubrique 2971 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement