

ETUDE DE L'ADAPTABILITE DES CENTRES DE TRI DES DECHETS MENAGERS AUX EVOLUTIONS POTENTIELLES DES COLLECTES SEPREES

Février 2013

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME, Eco-Emballages et Ecofolio
par le groupement Terra SA - Trident Service

Coordination technique : Sylvain Pasquier – Service Filières Responsabilité Elargie des
Producteurs et Recyclage – Direction Consommation Durable et Déchets – ADEME Angers



SYNTHESE

En partenariat avec



**ECO
EMBALLAGES**

REMERCIEMENTS

Les auteurs, l'ADEME, Eco-Emballages et EcoFolio tiennent à remercier l'ensemble des membres du comité de pilotage et du comité de suivi élargi, ainsi que les maîtres d'ouvrage et les exploitants des centres de tri ayant permis la réalisation de cette étude.

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 la 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.

SOMMAIRE

1.	Introduction générale	5
1.1	Contexte de l'étude	5
1.2	Objectifs de l'étude.....	5
1.3	Périmètre de l'étude	6
1.4	Précautions de lecture.....	6
1.5	Collecte des données des centres de tri.....	6
2.	Etat des lieux du parc national de centres de tri	7
2.1	Méthodologie de classification typologique des centres de tri.....	7
2.2	Le parc de centres de tri 2011	8
3.	Evolution potentielle des collectes séparées à l'horizon 2020	9
3.1	Evolution du gisement de déchets.....	9
3.2	Evolution du tonnage de collectes séparées.....	10
3.3	Les scénarios étudiés.....	12
4.	Adaptabilité du parc de centres de tri à l'horizon 2020	13
4.1	Démarche d'analyse de l'adaptabilité	13
4.2	Mise à niveau du parc 2011	14
4.3	Scénario tendancier (S0)	15
4.4	Scénario avec extension des consignes de tri aux pots et barquettes (S1)	17
4.5	Scénario avec extension des consignes aux pots, barquettes et films (S1f)	19
4.6	Impact de l'évolution des schémas de collecte	21
4.7	Tri de matériaux supplémentaires	21
5.	Bilan et enseignements.....	22
	Annexe 1 : Liste des membres des comités de pilotage et de suivi.....	26
	Annexe 2 : Bilan de la collecte de données.....	27
	Annexe 3 : Evolution du gisement d'emballages et de papiers.....	28
	Annexe 4 : Evolution des tonnages sortants des centres de tri	29
	Annexe 5 : Evolution de la densité des flux entrants	30
	Annexe 6 : Méthodologie d'adaptabilité	31

Résumé

Cette étude financée par l'ADEME et les sociétés agréées Eco-Emballages/Adelphé et Ecofolio, vise à réaliser un état des lieux du parc des centres de tri en France et à identifier les difficultés éventuelles que pourraient rencontrer ces installations pour s'adapter aux évolutions attendues des collectes séparées en entrée et des spécifications des flux triés en sortie. L'analyse porte sur tous les centres de tri en France (y compris DROM) recevant des collectes séparées issues du service public de gestion des déchets auprès des détenteurs ménagers et des détenteurs assimilés aux ménages en 2011.

Cette étude permet :

de dresser un état des lieux national des caractéristiques des centres de tri recevant des collectes séparées des ménages

- En 2011, le parc national de centres de tri français est constitué de 253 sites qui ont trié 2 904 kt.
- La totalité du parc de centres de tri a été classée en 7 types selon une typologie fonctionnelle élaborée spécifiquement pour répondre aux besoins de l'étude.
- Globalement les capacités du parc sont en adéquation avec le tonnage à trier mais avec des disparités importantes entre les centres de tri.
- Sur la base des hypothèses de l'étude, les principaux points de saturation sont la surface de stockage amont (39 % des sites), le débit du process (39 % des sites) et la surface de stockage aval (25 % des sites).

de définir et d'évaluer les évolutions quantitatives et qualitatives des collectes séparées entrantes à l'horizon 2020 ;

- Compte tenu de la baisse du gisement des déchets et de l'amélioration du taux de collecte séparé, l'évolution tendancielle des tonnages triés est évaluée à + 6 % (soit + 185 kt / 2011).
- En cas d'extension des consignes de tri uniquement aux pots et barquettes plastiques, l'évolution des tonnages a été estimée à +12 % (soit + 362 kt / 2011) et en cas d'extension aux pots, barquettes et films plastiques à +16 % (soit + 465 kt / 2011).
- L'évolution volumique du flux entrant serait de + 21 % en cas d'extension uniquement aux pots et barquettes plastiques, et pourrait atteindre jusqu'à + 37 % en cas d'extension aux pots, barquettes et films plastiques.

d'analyser l'adaptabilité du parc actuel aux différents scénarios d'évolution des collectes séparées à l'horizon 2020 ;

- En cas d'extension incluant les films, 2 % du parc serait adapté sans aucun investissement, 4% si l'extension concerne uniquement pots et barquettes, 11% sans extension.
- En cas d'extension incluant les films, plus d'un tiers du parc ne pourrait pas, même avec des investissements, trier la totalité de son bassin versant actuel en respectant les standards matériaux des flux sortants, 22 % si l'extension concerne uniquement pots et barquettes, 18% sans extension.

d'estimer les montants des investissements d'adaptation minimum nécessaires pour adapter le parc actuel de centres de tri aux collectes séparées des ménages estimées en 2020.

- Cette évaluation ne tient pas compte des investissements de remplacement liés à l'usure des process actuels ou à une optimisation plus globale des centres de tri.
- Les investissements sont évalués au regard des hypothèses qui ont été retenues pour évaluer l'adaptabilité des centres de tri, qui permettent de bien prendre en compte tous les investissements potentiels nécessaires et sécurisent ainsi les besoins au regard des éventuelles évolutions.
- Si les consignes de tri restent inchangées en 2020, alors le montant total d'investissement pour adapter le parc actuel de centres de tri et le mettre à niveau par rapport aux situations de saturations observées actuellement serait de l'ordre de 200 M€.
- Si l'extension est limitée aux pots et barquettes, elle générerait un besoin d'investissement complémentaire compris entre 200 et 300 M€. L'investissement total serait alors de 400 à 500 M€.
- Si l'extension concerne les pots, barquettes et films plastiques, alors elle impliquerait un besoin d'investissement complémentaire compris entre 400 et 700 M€. L'investissement total serait alors de 600 à 900 M€.

Au regard des montants d'investissements qui correspondraient à l'adaptation du parc actuel des centres de tri aux évolutions attendues des collectes séparées, une étude prospective de différents scénarios d'évolution de la collecte et du tri dans le service public de gestion des déchets a été initiée. Les résultats de ces travaux sont attendus début 2014.

1. Introduction générale

1.1 Contexte de l'étude

Le ministère en charge de l'environnement a demandé à l'ADEME d'assurer le pilotage d'une étude visant à réaliser un état des lieux représentatif du parc des centres de tri en France et à identifier les difficultés éventuelles que pourraient rencontrer ces installations pour s'adapter aux évolutions des collectes séparées en entrée et des spécifications des flux triés en sortie. Cette étude doit permettre aux pouvoirs publics et aux différents acteurs concernés de pouvoir disposer, préalablement à toute décision, d'une vision partagée des besoins d'adaptation et des difficultés potentielles liées en fonction des choix d'organisation de collecte qui seront retenus. Ces choix concernent en particulier l'extension des consignes de tri à tout ou partie des déchets d'emballages ménagers en plastique autres que les bouteilles et les flacons, l'organisation de la collecte des papiers et, dans une moindre mesure, les répercussions des dispositions d'harmonisation des schémas de collecte séparée.

Cette étude est financée par l'ADEME, les sociétés agréées Eco-Emballages/Adelphé et Ecofolio. Les commanditaires ont mis en place un comité de pilotage dont la composition comprend les financeurs ainsi que des représentants des organisations représentatives des gestionnaires d'installations de tri (collectivités locales et opérateurs privés). Le comité de pilotage sollicite en outre la participation d'un comité de suivi, dont la composition reflète celle des commissions consultatives d'agrément des filières papiers graphiques et emballages ménagers.

La liste des membres du comité de pilotage et du comité de suivi de l'étude est présentée en Annexe 1.

1.2 Objectifs de l'étude

L'étude a pour objectifs :

- De dresser un état des lieux national des caractéristiques des centres de tri recevant des collectes séparées des ménages et de mettre en place une classification typologique du parc de centres de tri ;
- De définir et d'évaluer les évolutions quantitatives et qualitatives des collectes séparées entrantes et des spécifications demandées sur les matériaux sortants, y compris pour l'extension des consignes de tri, à l'horizon 2020 ;
- D'analyser l'adaptabilité du parc aux différents scénarios d'évolution des collectes séparées à l'horizon 2020 ;
- D'estimer les montants des investissements d'adaptation minimum nécessaires pour adapter le parc actuel de centres de tri aux collectes séparées des ménages estimées en 2020.

Cette étude évalue le montant des investissements d'adaptation à réaliser sur le parc 2011 de centres de tri français pour trier les collectes séparées des ménages estimées en 2020. Cette évaluation ne tient pas compte des investissements de remplacement liés à l'usure des process actuels ou à une optimisation plus globale des centres de tri qui, dans la réalité, seront des éléments factuels à prendre en compte.

Cette étude n'a pas pour objet :

- D'établir un diagnostic spécifique de l'adaptabilité de chaque centre de tri ;
- D'étudier l'optimisation du parc de centres de tri ;
- D'évaluer le coût de fonctionnement du tri des collectes séparées ;
- D'évaluer les coûts de changement de schéma de collecte.

1.3 Périmètre de l'étude

L'analyse porte sur tous les centres de tri en France (y compris DROM) recevant des collectes séparées issues du service public de gestion des déchets auprès des détenteurs ménagers et des détenteurs assimilés aux ménages en 2011.

1.4 Précautions de lecture

Les résultats présentés dans cette étude sont basés sur les hypothèses structurantes suivantes devant être considérées dans l'interprétation des résultats :

- Conservation de tous les centres de tri actuels potentiellement adaptables ;
- Conservation du périmètre géographique actuel de collecte pour chaque centre de tri pour l'analyse à l'horizon 2020 ;
- Respect des standards actuels pour les matériaux sortants (ceux de l'expérimentation en cours en cas d'extension des consignes de tri des emballages plastiques) ;
- Fonctionnement cible en 2 postes par jour¹ maximum, 5 jours par semaine, considérant que le recours à un troisième poste de nuit ne correspond pas à un fonctionnement permanent souhaitable (les centres de tri fonctionnant actuellement en 3 postes sont donc considérés comme déjà saturés en 2011) ;
- Rendement de tri volumique constant par type de flux de collecte ;
- Evaluation des modifications techniques minimales pour adapter le centre de tri et des investissements nécessaires dans ce cadre. Dès que l'investissement est possible et nécessaire, il est toujours calculé (la pertinence de ces modifications au regard des bénéfices attendus n'est pas analysée).

1.5 Collecte des données des centres de tri

La collecte des données nécessaires à l'analyse de l'adaptabilité du parc s'articule autour de 4 étapes :

- Analyse des données disponibles au démarrage de l'étude ;
- Visite d'un échantillon représentatif des centres de tri ;
- Envoi d'un questionnaire à l'ensemble des centres de tri non visités ;
- Enquêtes téléphoniques auprès des centres de tri n'ayant pas répondu au questionnaire.

Le taux de réponse au questionnaire de 67 % est très satisfaisant pour une enquête de ce type. Cela met en évidence l'implication des différents acteurs (collectivités, opérateurs de tri publics et privés) et leur intérêt pour la question de l'adaptabilité des centres de tri, ce qui a été confirmé par le très bon accueil reçu lors des visites de centres de tri.

Au final, les données exhaustives consolidées représentent 75 % des tonnages.

Les 15 % de centres de tri pour lesquels les données consolidées se limitent aux tonnages triés en 2011 représentent seulement 11 % du tonnage annuel total.

Le bilan de la collecte de données est présenté en Annexe 2.

¹ 2 équipes postées sur une durée de deux fois 6h30 par jour, soit un total annuel de présence des trieurs de 3250 h.

2. Etat des lieux du parc national de centres de tri

2.1 Méthodologie de classification typologique des centres de tri

2.1.1 Classification fonctionnelle

Une méthodologie de classification des centres de tri a été élaborée en adéquation avec les besoins de l'étude : regrouper les centres de tri présentant des conditions d'adaptabilités proches.

Il a été retenu une méthodologie de classification fonctionnelle basée sur les fonctions de séparation du process de tri (typologie 2011), et non pas sur les outils de tri.

En plus de la séparation manuelle, toujours présente, 4 fonctions de séparation structurantes, mécanique ou optique, ont été identifiées :

1. **Séparation granulométrique** : séparation mécanique en fonction de la granulométrie des matériaux². Les outils de tri associés à cette séparation peuvent être un trommel ou un crible à disques (ou à étoiles).
2. **Séparation corps plats / corps creux** : séparation mécanique (ou optique) des corps plats et des corps creux. Les outils de tri associés à cette séparation peuvent être un crible à disques (ou à étoiles), un séparateur balistique ou un séparateur optique.
3. **Séparation automatique des résines plastiques** : séparation optique d'une ou plusieurs résines de plastiques. Les outils de tri associés à cette séparation sont un ou plusieurs séparateurs optiques.
4. **Séparation automatique des sortes fibreuses** : séparation optique ou mécanique d'une sorte fibreuse. Les outils de tri associés à cette séparation peuvent être un séparateur optique ou un séparateur à pointes.

2.1.2 Description de la typologie 2011 des centres de tri

De l'application de la méthodologie décrite ci-dessus ont émergé 7 types de centres de tri (du type A au type G) correspondant à un niveau technologique graduel du process de tri.

Le tableau ci-dessous résume les fonctions de séparation de chaque type de centres de tri.

Type	Séparation granulométrique	Séparation corps plats / corps creux	Séparation automatique des résines plastiques	Séparation automatique des sortes fibreuses
A				
B	X			
C		X		
D	X	X		
E	X	X	X (1 résine)	
F	X	X	X (≥ 2 résines)	
G	X	X	X	X

Tableau 1 : Typologie 2011 des centres de tri

En général, hors ligne de pré-tri manuel, les centres de tri disposent de :

- 1 ligne de tri manuel pour les types A ;
- 2 lignes de tri manuel pour les types B et C ;
- 3 lignes de tri manuel pour les types D ;
- 3 lignes de tri manuel (ou plus) pour les types E, F et G.

² La séparation des fines seules n'a pas été prise en compte comme élément d'adaptabilité.

2.2 Le parc de centres de tri 2011

2.2.1 Description du parc des centres de tri

Fin 2011, le parc national de centres de tri français (DROM compris) est constitué de 244 sites ouverts et triant des collectes séparées des ménages. Au cours de l'année 2011, 9 centres de tri ont fermé ou ont arrêté le tri des collectes séparées. Ces 253 centres de tri ont trié 2 904 kt en 2011. Trois nouveaux centres ont commencé une activité de tri au cours de l'année 2011.

La figure ci-dessous représente l'évolution du nombre de centres de tri français entre 2007 et 2011.

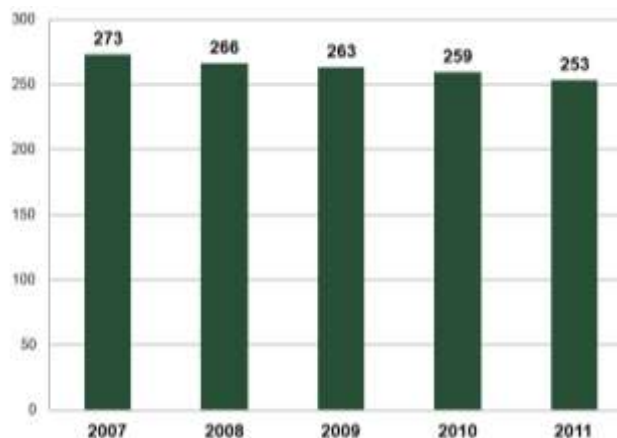


Figure 1 : Evolution du nombre de centres de tri français entre 2007 et 2011

Depuis 2007, le nombre de centres de tri a diminué progressivement, passant de 273 sites en 2007 à 253 en 2011. La part des centres de tri pas ou peu mécanisés (types A, B et C) a tendance à diminuer, alors que la part des centres de tri automatisés (types F et G) a tendance à croître.

Le tableau ci-dessous présente la répartition typologique, au 31/12/2011, du parc national de centres de tri en nombre de centres et en tonnages triés.

Type	Nombre de centres de tri	%	Tonnes triés 2011	%
A	68	28%	343 kt	12%
B	33	14%	254 kt	9%
C	35	14%	375 kt	13%
D	42	17%	562 kt	19%
E	24	10%	366 kt	13%
F	25	10%	595 kt	21%
G	17	7%	389 kt	13%
Total	244	100%	2 886 kt	100%

Tableau 2 : Répartition du parc en nombre de centres de tri et en tonnages

Le parc est majoritairement composé de centres de tri manuels (28% de type A) et mécaniques (45% de type B, C et D). Les centres de tri automatisés (E, F et G) représentent 27% du parc.

Si les centres de tri automatisés ne représentent qu'environ un quart du parc, ils assurent le tri de plus de 45% des collectes.

Le tonnage moyen trié par les centres de tri augmente avec le niveau technologique. Ces moyennes masquent cependant des disparités au sein de chaque type (figure 2).

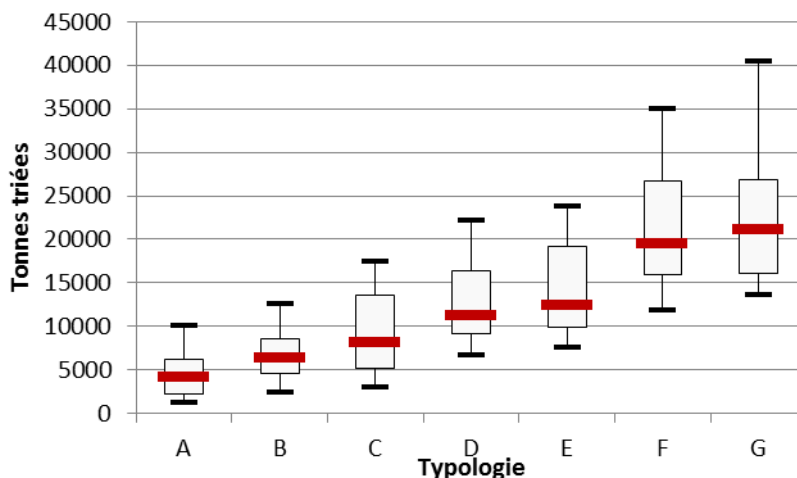


Figure 2 : Dispersion des tonnages triés en fonction du type (A à G)

2.2.2 Niveau de saturation du parc en 2011

En 2011, le parc national de centres de tri fonctionne globalement en 2 postes et est proche de la saturation sur la base des hypothèses de l'étude. Il dispose, au global, de peu de vide de tri (capacité disponible pour trier des volumes supplémentaires).

Globalement en 2011, les capacités du parc sont donc en adéquation avec le tonnage à trier malgré les disparités observées ci-dessus : certains sites (fonctionnant en plus de 2 postes par jour, 5 jours par semaine) présentent un déficit de capacité de tri, alors que d'autres (fonctionnant en moins de 2 postes par jour, 5 jours par semaine) disposent de capacité de tri disponible.

Par ailleurs, une partie des centres de tri présentent des surfaces de stockage inférieures aux surfaces minimales envisagées.

3. Evolution potentielle des collectes séparées à l'horizon 2020

3.1 Evolution du gisement de déchets

Le gisement global de déchets d'emballages (hors verre) et de papiers à usage graphique, dans le périmètre du service public, a été évalué à 6 653 kt en 2010 : 3 578 kt d'emballages (soit 54 %) et 3 074 kt de papiers à usage graphique (soit 46 %).

En tenant compte des différents facteurs influant sur le gisement de déchets à l'horizon 2020 (évolution démographique nationale, effort porté sur la prévention des déchets, éco-conception, impact de la dématérialisation sur les tonnages de papiers graphiques mis sur le marché, etc.), l'évolution quantitative globale du gisement sur la période 2010 à 2020 est estimée à - 4 % pour le gisement d'emballages et à - 21 % pour le gisement de papiers à usage graphique.

Le gisement total de déchets d'emballages et de papiers à usage graphique dans le périmètre du service public, calculé en fonction des hypothèses d'évolution de ces gisements, s'élèverait à 5 872 kt en 2020, soit une baisse de 12 % par rapport au gisement de 2010. Il n'a pas été considéré d'évolutions significatives de la qualité des collectes.

Une comparaison des gisements 2010 et 2020 est présentée en Annexe 3.

3.2 Evolution du tonnage de collectes séparées

3.2.1 Tonnage de collectes séparées en 2010

► Les tonnages collectés

Le tonnage de collectes séparées des ménages (hors déchèteries) est de 3 050 kt en 2010, dont : 57 % de BCMPJ³, 35 % de BCMP + J et 8% de BMP + CJ. A ces trois modes s'ajoute la collecte spécifique des cartons de déchèteries, estimée à 330 kt.

Le tonnage total de collectes séparées a donc été évalué à 3 380 kt en 2010, soit un taux de collecte global de 51 % par rapport au gisement total de 6 653 kt.

Une partie des cartons de déchèteries et des papiers à usage graphique collectés séparément, estimée à 368 kt, étant triée dans des centres mono-matériaux spécifiques, la quantité de collectes séparées en entrée des centres de tri multi-matériaux est donc estimée à 3 012 kt en 2010.

► Les tonnages triés en centres de tri multi-matériaux

Le tonnage total des flux sortants des centres de tri s'élève à 2 971 kt en 2010, dont 40 % de papiers à usage graphique, 32 % d'emballages, 12 % de papiers mêlés et 16 % de refus de tri non valorisables.

L'écart de 1,2 % par rapport au tonnage des flux entrants (3 012 kt) correspond à la freinte des centres de tri.

3.2.2 Tonnage de collectes séparées en 2020

► Evolution du tonnage d'emballages

Les deux principaux facteurs de croissance de la collecte des emballages sont :

- L'effort porté sur la collecte des emballages afin d'atteindre l'objectif de 75% de recyclage;
- L'impact de la mise en place de la tarification incitative.

Il a été retenu comme hypothèse que les tonnages d'emballages en acier, aluminium, papier-carton, en bouteilles et flacons plastiques en entrée des centres de tri en 2020 seront supérieurs de 6 % à ceux de 2010. Compte tenu de la baisse des gisements cela représente une hausse de 10 % du taux de collecte.

En cas d'extension des consignes de tri des emballages plastiques, les tonnages de bouteilles et flacons plastiques sortant des centres de tri augmenteront de 16 %⁴.

Le taux de collecte des autres emballages plastiques, après extension des consignes de tri, a été évalué à 40 % à la fois pour les plastiques rigides autres que bouteilles et flacons et pour les films plastiques.

En prenant en compte la proportion d'emballages ciblés⁵ et l'efficacité du tri des plastiques⁶ dans les centres de tri, le tonnage d'emballages plastiques autres que bouteilles et flacons produits en sortie de centres de tri passerait de 2 kt en 2010 à 221 kt en 2020 en cas d'extension des consignes de tri.

³ La dénomination des différents types de flux de collecte correspond aux matériaux collectés dans le même contenant, selon la nomenclature suivante : B = Briques / C = Cartons / M = Métaux / P = Plastiques / J = Papiers

⁴ 6 % d'augmentation générale et effet d'entraînement de 10 % du fait de l'extension

⁵ Pots et barquettes PP, PS, PET (soit 90% du gisement) et films plastiques PE et PP (soit 89 % du gisement)

⁶ 95 % pour les bouteilles et flacons, 85 % pour les autres plastiques rigides PET/PP/PS et 79 % pour les films PE/PP

➤ **Evolution du tonnage de papiers**

Les principaux facteurs qui auront une influence sur le taux de collecte des papiers graphiques sont l'extension de la consigne de tri JRM à tous les papiers et le déploiement de collectes séparées auprès de professionnels entrant dans le champ des collectivités. L'augmentation des quantités collectées a été évaluée à +10%.

La production de papiers mêlés par les centres de tri a été considérée comme stable entre 2010 et 2020.

L'impact global de ces facteurs sur les quantités collectées des papiers graphiques et des papiers mêlés permet une progression de + 9 % malgré la baisse de gisement de 20%.

➤ **Evolution du tonnage de refus collectés**

L'impact de l'extension des consignes de tri des emballages plastiques sur l'évolution quantitative des refus a été considéré peu significatif, la valorisation des plastiques rigides (autres que les bouteilles et flacons) et des films plastiques actuellement présents dans les refus de tri a été estimée compensant les refus supplémentaires relatifs aux plastiques non ciblés générés par l'extension⁷.

Etant donné l'amélioration des process de tri et le développement du tri des fractions valorisables dans les refus en parallèle des évolutions des collectes séparées, il a été retenu comme hypothèse que le taux de refus en sortie des centres de tri en serait de 15 % en 2020, soit légèrement plus faible qu'en 2010 (16 %).

➤ **Tonnage total trié en 2020**

Les tonnages 2011 en sortie de centres de tri (2 904 kt) ayant fait l'objet d'une consolidation au cours de l'étude, il a été retenu comme hypothèse de les prendre comme référence pour le calcul des tonnages 2020.

Trois estimations du tonnage total de collectes séparées en 2020 ont été réalisées à partir des hypothèses détaillées précédemment en fonction de l'extension ou non des consignes de tri des plastiques et du type d'extension.

- Si l'extension des consignes de tri n'était pas mise en application, alors le tonnage de collecte séparée serait de 3 089 kt en 2020, soit une augmentation de + 6 % par rapport à 2011.
- Dans le cas d'une extension des consignes de tri des plastiques limitée aux pots et barquettes, le tonnage de collecte séparée serait alors de 3 267 kt en 2020, soit une augmentation de + 12 % par rapport à 2011.
- Dans le cas d'une extension des consignes de tri des plastiques (films plastiques inclus), le tonnage de collecte séparée serait alors de 3 368 kt en 2020, soit une augmentation de + 16 % par rapport à 2011.

Une comparaison des tonnages sortant des centres de tri en 2011 et 2020 est présentée en Annexe 4.

⁷ L'impact de ces 2 facteurs a été évalué respectivement à -100 kt et + 100 kt de refus de tri

3.3 Les scénarios étudiés

Les différentes possibilités d'évolution des flux entrants et des flux sortants identifiées dans le paragraphe précédent ont servi à élaborer des scénarios d'évolution globale à l'horizon 2020 permettant d'analyser l'adaptabilité du parc de centres de tri français.

3.3.1 Scénarios retenus

Il a été retenu comme hypothèse d'analyser l'adaptabilité du parc national de centres de tri au travers de 3 scénarios d'évolution des flux entrants.

Dans les scénarios avec extension des consignes de tri des plastiques, les flux sortants considérés sont ceux actuellement mis en place dans le cadre de l'expérimentation d'extension des consignes de tri menée par Eco-Emballages.

Le tableau ci-dessous reprend les éléments principaux de ces trois scénarios.

Scénario		Consignes de tri	Evolution		Schéma de collecte	Matériaux sortants	
			Tonnage	Volume		Standards classiques	Nouveaux
S0	Tendanciel	Idem 2011	+6% (185kt)	+5%	Idem 2011	Idem 2011	Aucun
S1	Extension des consignes de tri (hors films)	Extension aux pots et barquettes plastiques	+12% (362kt)	+21%		<u>Flux non plastiques :</u> idem 2011	Aucun
S1f	Extension des consignes de tri (films inclus)	Extension aux pots, barquettes et films plastiques	+16% (465kt)	+21 à +37%		<u>Flux plastiques :</u> standards de l'expérimentation Eco-Emballages	Films plastiques

Tableau 3 : Les trois scénarios retenus

Les évolutions de volume ont été calculées en fonction des hypothèses d'évolution de densité des différents flux entrant sur les centres de tri. Les hypothèses d'évolution de densité sont présentées en Annexe 5.

L'influence de l'évolution nationale du mix de schémas de collecte sur les besoins d'adaptation du parc de centres de tri et sur les investissements correspondants a également été analysée en cas d'extension des consignes aux pots, barquettes et films plastiques.

3.3.2 Tri de matériaux supplémentaires

Pour les centres de tri adaptables aux scénarios d'évolution 2020 ci-dessus, la possibilité de trier des flux sortants fibreux et/ou plastiques complémentaires a été étudiée.

Les hypothèses suivantes ont été retenues pour la production de ces nouveaux flux :

- Tri d'une sorte bureautique (2.05/2.06), applicable à tous les scénarios (fraction aujourd'hui incluse dans d'autres fractions fibreuses déjà valorisées comme le 1.11) ;
- Tri séparé de 3 nouvelles résines plastiques non valorisées en 2011 (PP, PS et PVC), applicable à tous les scénarios avec extension des consignes de tri.

Ces flux s'ajoutent aux autres flux sortant du centre de tri.

4. Adaptabilité du parc de centres de tri à l'horizon 2020

L'application de la démarche d'analyse d'adaptabilité a permis d'identifier, pour chacun des 3 scénarios d'évolution des flux entrants à l'horizon 2020, les contraintes d'adaptabilité de l'ensemble des centres de tri du parc national, ainsi que le montant des investissements associés.

4.1 Démarche d'analyse de l'adaptabilité

L'analyse de l'adaptabilité des centres de tri aux scénarios d'évolution passe par l'étude de différents paramètres qui sont soit calculés à partir de données recueillies lors des visites d'un panel représentatif de centres de tri, soit évalués lors de l'enquête des autres centres de tri, soit extrapolés pour les sites restant.

Sur la base des hypothèses d'évolution à 2020 des paramètres, l'adaptabilité du centre de tri est évaluée et si besoin l'enveloppe d'investissement pour mettre en œuvre cette adaptation est calculée. Ces données sont ensuite consolidées selon la typologie des centres de tri spécifique à l'étude.

La démarche d'analyse est construite autour de 3 principaux critères pour lesquels des hypothèses de dimensionnement et de fonctionnement cibles ont été déterminées avec conservation des flux sortants actuels des centres de tri.

► Surface de stockage amont

Le dimensionnement minimal de la surface de stockage amont doit permettre d'accueillir au minimum 4 jours d'apport moyen de collectes séparées.

Pour les centres de tri dont la superficie de stockage amont est insuffisante et où elle peut être agrandie, le montant des investissements minimum nécessaire est estimé.

Pour les centres de tri dont la superficie de stockage amont est insuffisante et ne peut pas être agrandie, il a été retenu comme hypothèse que la surface actuelle correspond à la surface minimum pour accueillir les flux entrants actuels (en volume) et que le centre de tri ne peut pas accueillir de volume supplémentaire.

► Surface de stockage aval

Le dimensionnement minimal de la surface de stockage aval doit permettre de stocker tous les matériaux sortants, en se basant sur le mode de stockage actuel du site et en respectant les contraintes de l'arrêté préfectoral (ex : stockage aval en extérieur interdit sur certains sites).

Si la superficie est insuffisante, et que celle-ci peut être agrandie, le montant des investissements minimum nécessaire est estimé.

Si la superficie est insuffisante, et que celle-ci ne peut pas être agrandie, il est alors considéré que le centre de tri ne peut pas stocker plus de flux sortants (en nombre de matériaux différents) que dans la situation actuelle. Dans ce cas et pour l'adaptabilité pour la production de nouveaux flux sortants, il a été retenu comme hypothèse une simplification du tri permettant une réduction du nombre de flux sortants. Cette hypothèse consiste à produire soit un mélange fibreux soit un mélange de plastiques rigides devant faire l'objet d'un sur-tri ultérieur.

► Process de tri

Pour chacun des scénarios, l'adaptabilité du process aux évolutions quantitatives et qualitatives du flux entrant est analysée.

Il a été retenu un fonctionnement cible en 2 postes par jour, 5 jours par semaine, considérant que le recours à un troisième poste de nuit ne correspond pas à un fonctionnement permanent souhaitable. Les centres de tri fonctionnant actuellement en 3 postes seront considérés comme saturés déjà dans la situation actuelle.

A ce temps d'ouverture de poste, est déduit un temps d'arrêt de la chaîne (pannes, bourrage, etc.). Le taux d'utilisation moyen retenu est de 90 % pour le scénario S0. Pour les scénarios avec extension des consignes de tri il a été retenu de dégrader le taux d'utilisation respectivement de 3 % pour le scénario S1 et de 5 % pour le scénario S1f⁸.

Si le process est globalement saturé alors il convient de le modifier, soit en remplaçant l'élément de capacité insuffisante limitant le débit (ex : alimentation, séparateur plats/creux, ligne de tri manuel, etc.), soit, si cela n'est pas suffisant, en ajoutant un niveau de tri (passage au type suivant dans la typologie).

Les modifications du process prises en compte sont les **modifications techniques minimales** permettant l'adaptation du centre de tri. **Elles sont définies en fonction de ce seul objectif d'adaptation et ne prennent pas en compte les autres paramètres qui, dans le cas d'une réflexion sur l'optimisation d'un centre seraient nécessairement à intégrer.**

Si le process n'est pas saturé il est cependant nécessaire de vérifier l'adaptabilité du process à l'évolution qualitative du flux entrant, en particulier pour les scénarios avec extension des consignes de tri.

Au final, soit le process n'est pas adaptable, et dans ce cas le centre de tri ne peut pas trier l'ensemble des flux entrants en 2 postes, soit le process est adaptable et dans ce cas le montant des investissements nécessaires pour adapter le process est évalué.

La description complète de la méthodologie est en Annexe 6.

4.2 Mise à niveau du parc 2011

L'état des lieux, présenté au chapitre 2.2.2, a mis en évidence les points de saturation du parc actuel de centres de tri.

D'après les critères de saturation retenus dans l'étude, en 2011 :

- 39% des centres de tri présentent une saturation de leur surface de stockage amont, dont 14% n'ayant pas la possibilité d'agrandir leur surface amont du fait de contraintes foncières ;
- 25% des centres de tri présentent une saturation de leur surface de stockage aval, dont 18 % n'ayant pas la possibilité d'agrandir leur surface aval du fait de contraintes foncières ;
- 39% des centres de tri fonctionnent en plus de 2 postes et/ou plus de 5 jours/semaine.

Lorsque des investissements sont mis en œuvre sur les centres de tri, ceux-ci intègrent, au-delà de l'adaptation à une situation nouvelle, une mise à niveau du site. Il a donc été retenu comme hypothèse que la mise à niveau du parc est nécessaire pour les scénarios avec extension des consignes de tri.

Le coût de la mise en œuvre des investissements permettant une mise à niveau des centres de tri saturés d'après les hypothèses de fonctionnement cible de l'étude est de 141 M€, dont :

- 92 M€ pour la mise à niveau des process des centres de tri fonctionnant en plus de 2 postes, 5 jours/semaine ;
- 12 M€ pour l'agrandissement des surfaces amont ;
- 8 M€ pour l'agrandissement des surfaces aval⁹ ;
- 10 M€ de coûts de maîtrise d'œuvre et d'études ;
- 19 M€ de surcoût du tri pendant les travaux.

Le coût total de mise à niveau du parc 2011 est donc de 141 M€.

⁸ Cette dégradation du taux d'utilisation s'applique uniquement sur le tri des flux contenant les plastiques (BCMPJ, BCMP et BMP)

⁹ Aucun investissement de mise à niveau n'a été pris en compte pour les centres de tri où l'agrandissement des surfaces de stockage est nécessaire d'après les hypothèses de l'étude, mais impossible en raison des contraintes du site.

4.3 Scénario tendanciel (S0)

➤ **Rappel de l'évolution des collectes séparées** : +185 kt/an, +5 % en volume à l'horizon 2020 / 2011

➤ **Adaptabilité du parc de centres de tri au scénario S0**

Dans le scénario S0 :

- 11 % des 244 centres de tri du parc national sont adaptés sans besoin d'investissements ;
- 71 % sont adaptables sans plafonnement des tonnages entrants ;
- 16 % sont adaptables avec plafonnement de leurs tonnages entrants (dont 11 % nécessitant un investissement) ;
- 2 % sont non adaptables du fait de la configuration spatiale du process.

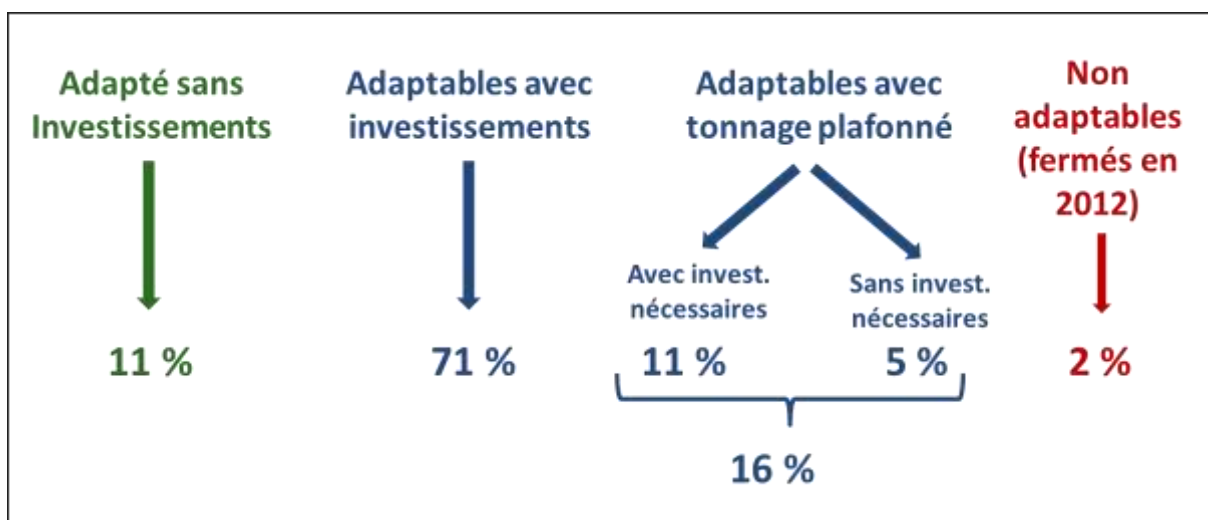


Figure 3 : Adaptabilité du parc au scénario tendanciel S0

Le principal impact du scénario tendanciel concerne le process de tri : 46 % des sites devraient fonctionner en plus de 2 postes 5 jours/semaine soit 7 % de sites supplémentaires par rapport à 2011. L'impact est quasi-nul sur les surfaces de stockage : saturation des surfaces de stockage amont pour 1 % de centres de tri supplémentaires (soit un total de 39% des sites) et pas d'impact sur les surfaces aval (soit 25% des sites).

➤ **Capacité de tri du parc dans le scénario S0**

Les centres de tri dont le process 2011 fonctionnerait en plus de 2 postes par jour pour trier le tonnage 2020, nécessitent un investissement afin d'augmenter leur capacité de tri pour un retour à deux postes. Selon les hypothèses de l'étude, la capacité de tri correspondante à créer est de 476 kt.

D'autre part, les tonnages provenant des sites ayant fermé en 2011 (centres de tri non adaptables) et les tonnages plafonnés (surface de stockage amont insuffisante et ne pouvant être agrandie ou process saturé ne pouvant pas être modifié) représentent 103 kt.

En 2020, certains centres de tri seraient en mesure de trier le tonnage de leur bassin versant actuel en moins de 2 postes par jour. Ils disposeraient donc, chacun, d'une capacité de tri disponible (appelée aussi vide de tri) dans l'hypothèse d'un travail en 2 postes. La somme de ces capacités de tri non utilisées a été évaluée à 340 kt pour le parc de tri français.

En fonction de l'adéquation territoriale, les tonnages non traités pourraient, en tout ou partie, être transférés pour être absorbés dans les centres de tri disposant d'un vide de tri.

➤ **Le coût du scénario S0**

Hors mise à niveau du parc, l'investissement relatif à l'adaptation du parc à l'évolution tendancielle des tonnages est de **26 M€** : 5 M€ pour l'agrandissement des surfaces de stockage et 21 M€ pour les modifications de process.

En intégrant la mise à niveau du parc, le montant total d'investissements pour adapter le parc à une évolution tendancielle des tonnages est donc de **167 M€**.

La figure ci-dessous représente le détail des 167 M€ d'investissements ainsi que le nombre de centres de tri saturés par poste d'adaptabilité (surface amont, surface aval, process).

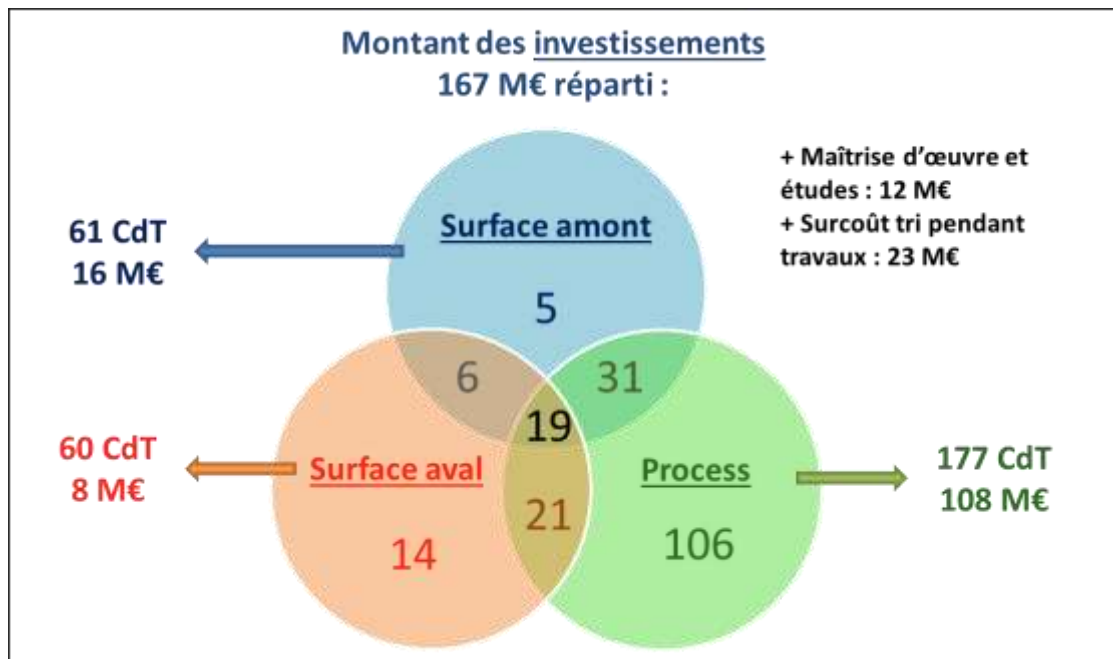


Figure 4 : Détail du coût du scénario tendanciel S0 par poste d'adaptabilité

En fonction de l'adéquation territoriale entre les tonnages non traités (103 kt) et les capacités de tri disponibles sur les centres de tri fonctionnant en moins de 2 postes (340 kt), 2 hypothèses extrêmes ont été retenues :

- Hypothèse minimale : les 103 kt peuvent être prises en charge dans les capacités de tri disponibles 2020. Aucun investissement supplémentaire n'est donc pris en compte.
- Hypothèse maximale : les 103 kt doivent faire l'objet de création de nouvelles capacités de tri. Le montant d'investissements est alors évalué à 51 M€.

Le coût total du scénario S0 avec mise à niveau du parc est donc compris entre 167 et 218 M€.

4.4 Scénario avec extension des consignes de tri aux pots et barquettes (S1)

➤ **Rappel de l'évolution des collectes séparées** : +362 kt/an, +21 % en volume à l'horizon 2020 / 2011

➤ **Adaptabilité du parc de centres de tri au scénario S1**

Dans le scénario avec extension des consignes de tri aux pots et barquettes :

- 4 % des 244 centres de tri du parc national sont adaptés sans besoin d'investissements ;
- 74 % sont adaptables sans plafonnement des tonnages entrants ;
- 19 % sont adaptables avec plafonnement de leurs tonnages entrants (dont 18 % nécessitant un investissement) ;
- 3 % sont non adaptables du fait de la configuration spatiale du process.

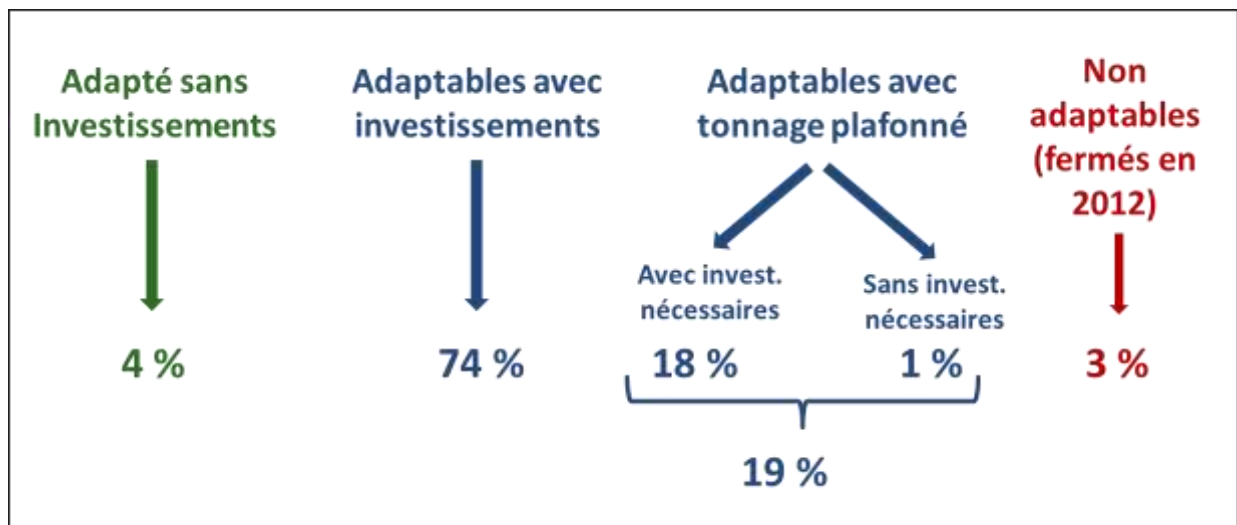


Figure 5 : Adaptabilité du parc au scénario S1

L'introduction des pots et barquettes dans la collecte séparée diminue la densité de celle-ci et augmente les volumes à trier de 16 % par rapport au scénario S0. En comparaison avec le scénario tendanciel S0, l'extension aux pots et barquettes a pour conséquences :

- Une saturation des surfaces amont pour 9 % de centres de tri supplémentaires (soit au total 48% des sites) et des tonnages à trier au-delà de la capacité significativement plus élevé pour les centres de tri déjà saturés ;
- Une absence d'impact sur les surfaces aval dans l'hypothèse de tri des pots et barquettes en mélange avec les flux plastiques actuels (pas de flux sortant supplémentaire par rapport à S0) ;
- Un fonctionnement en plus de 2 postes pour 11 % de centres de tri supplémentaires (soit au total 57% des centres de tri).

➤ **Capacité de tri du parc**

Les centres de tri dont le process 2011 fonctionnerait en plus de 2 postes par jour pour trier le tonnage 2020, nécessitent un investissement afin d'augmenter leur capacité de tri pour un retour à deux postes. Selon les hypothèses de l'étude, la capacité de tri correspondante à créer est de 508 kt.

D'autre part, les tonnages provenant des sites ayant fermé en 2011 (centres de tri non adaptables) et les tonnages plafonnés (surface de stockage amont insuffisante et ne pouvant être agrandie ou process saturé ne pouvant pas être modifié) représentent 266 kt.

En 2020, certains centres de tri seraient en mesure de trier le tonnage de leur bassin versant actuel en moins de 2 postes par jour. Ils disposeraient donc, chacun, d'une capacité de tri disponible dans l'hypothèse d'un travail en 2 postes. La somme de ces capacités de tri non utilisées a été évaluée à 194 kt pour le parc de tri français.

En fonction de l'adéquation territoriale, les tonnages non traités pourraient, en tout ou partie, être transférés pour être absorbés dans les centres de tri disposant d'un vide de tri.

➤ **Le coût du scénario**

Hors mise à niveau du parc et hors impact de l'augmentation tendancielle des tonnages à l'horizon 2020, l'investissement nécessaire afin d'adapter le parc à l'extension des consignes aux pots et barquettes est de **199 M€** : 7 M€ pour l'agrandissement des surfaces de stockage et 192 M€ pour les modifications de process.

Le montant total d'investissements nécessaires pour adapter le parc national de centres de tri au scénario S1 comprend la mise à niveau du parc, les investissements imputables à l'évolution tendancielle et l'investissement lié à l'ajout des pots et barquettes, soit un total de **366 M€** d'investissements pour la modification des centres de tri du parc 2011.

La figure ci-dessous représente le détail des 366 M€ d'investissements ainsi que le nombre de centres de tri saturés par poste d'adaptabilité (surface amont, surface aval, process).

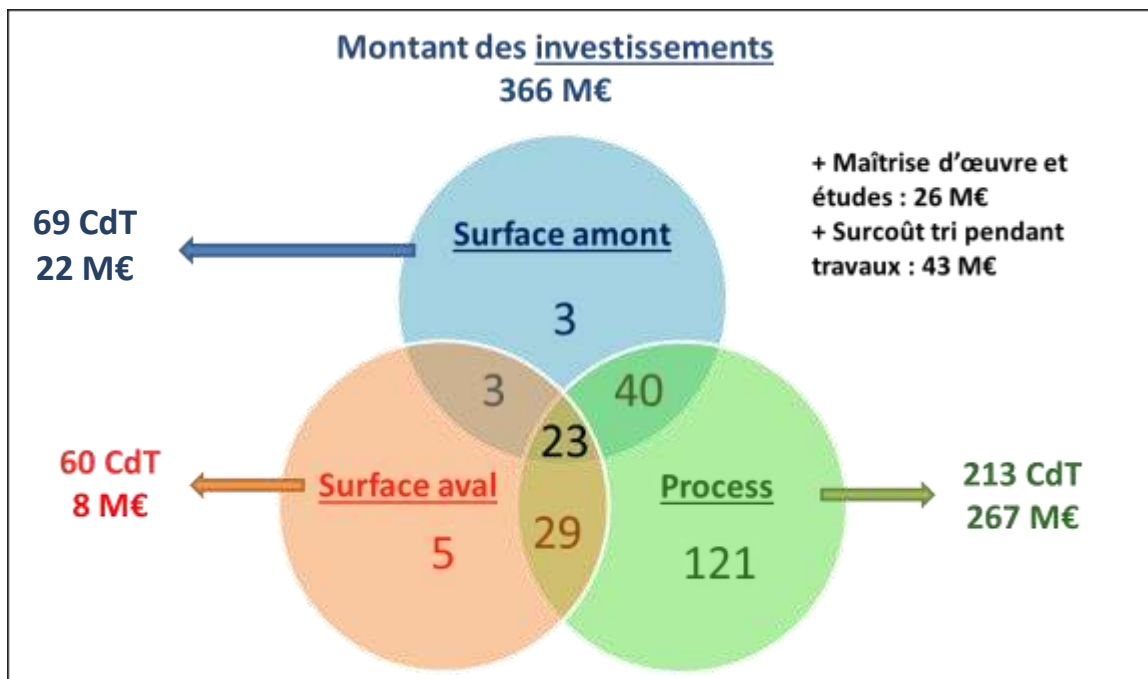


Figure 6 : Détail du coût du scénario S1 par poste d'adaptabilité

Le principal poste d'investissement concerne les modifications de process, il s'agit soit de modifications liées à la saturation du process permettant d'augmenter le rendement de tri, soit de modifications qualitatives liées au tri des pots et barquettes (tapis de retour des corps creux depuis la ligne de tri manuel des corps plats, tri optique complémentaire, etc.).

En fonction de l'adéquation territoriale entre les tonnages non traités (266 kt) et les capacités de tri disponibles sur les centres de tri fonctionnant en moins de 2 postes (194 kt), 2 hypothèses extrêmes ont été retenues :

- Hypothèse minimale : étant donné le vide de tri, seules 72 kt détournées ne peuvent être prises en charge dans les capacités de tri 2020 et doivent donc faire l'objet de création de nouvelles capacités de tri. Le montant d'investissements est alors évalué à 39 M€.
- Hypothèse maximale : la totalité des tonnes détournées doivent faire l'objet de création de nouvelles capacités de tri. Le montant d'investissements est alors évalué à 145 M€.

Le coût total du scénario S1 avec remise à niveau du parc est donc compris entre 405 et 511 M€.

4.5 Scénario avec extension des consignes aux pots, barquettes et films (S1f)

Dans le scénario S1f, en fonction de l'impact des films plastiques sur les volumes de collectes séparées, deux hypothèses d'évolution de la densité de flux ont été retenues afin d'encadrer le champ des possibles. Les résultats d'adaptabilité sont donc présentés sous forme d'intervalle en fonction de l'hypothèse d'évolution volumique du flux.

➤ **Rappel de l'évolution des collectes séparées :** +465 kt/an, +21 à +37 % en volume en 2020 / 2011.

➤ **Adaptabilité du parc de centres de tri**

Dans le scénario avec extension des consignes de tri aux pots, barquettes et films :

- 2 % des 244 centres de tri du parc national sont adaptés sans besoin d'investissements ;
- 63 à 65 % sont adaptables sans plafonnement des tonnages entrants ;
- 11 % sont adaptables avec simplification du tri ;
- 4 à 6 % sont adaptables avec plafonnement de leurs tonnages entrants et simplification du tri ;
- 13 à 16 % sont adaptables avec plafonnement de leurs tonnages entrants ;
- 3 % sont non adaptables du fait de la configuration spatiale du process.

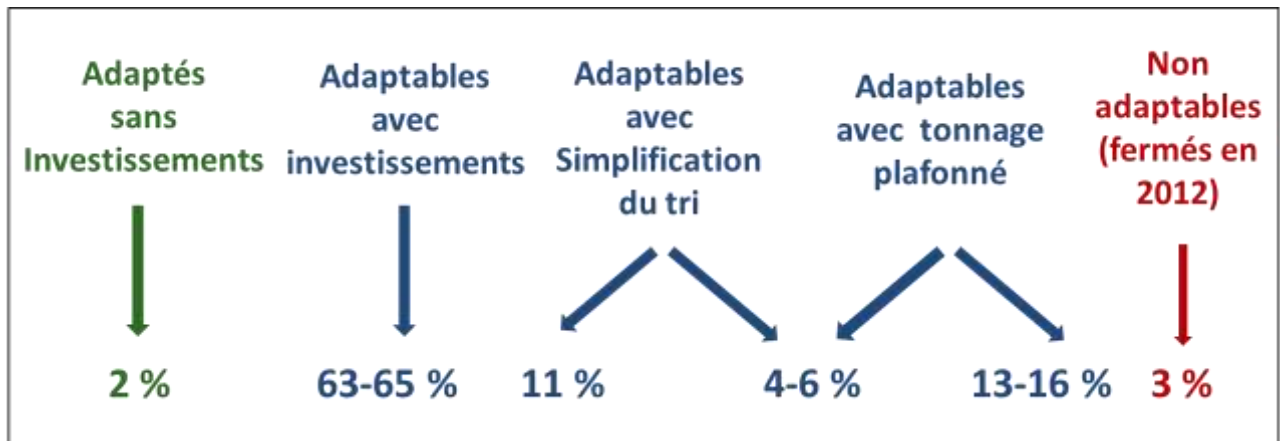


Figure 7 : Adaptabilité du parc au scénario S1f

L'introduction des pots, barquettes et films dans la collecte séparée diminue la densité de celle-ci et augmente les volumes à trier de +16 % à +32 % par rapport au scénario S0. En comparaison avec le scénario tendanciel S0, l'extension aux pots, barquettes et films a pour conséquences :

- Une saturation des surfaces amont pour 9 % à 16 % de centres de tri supplémentaires (soit au total 48 % à 55 % des sites) et des tonnages à traiter au-delà de la capacité significativement plus élevée pour les centres de tri déjà saturés ;
- Une saturation des surfaces aval pour 20 % de sites supplémentaires en raison d'un stockage d'un matériau sortant supplémentaire, les films plastiques (soit au total 45 % des sites) ;
- Un fonctionnement en plus de 2 postes pour 13 à 21 % de centres de tri supplémentaires (soit au total 59 % à 67 % des sites) ;

➤ **Capacité de tri du parc**

Les centres de tri dont le process 2011 fonctionnerait en plus de 2 postes par jour pour trier le tonnage 2020, nécessitent un investissement afin d'augmenter leur capacité de tri pour un retour à deux postes. Selon les hypothèses de l'étude, la capacité de tri correspondante à créer est de 566 à 739 kt.

D'autre part, les tonnages provenant des sites ayant fermé en 2011 (centres de tri non adaptables) et les tonnages plafonnés (surface de stockage amont insuffisante et ne pouvant être agrandie ou process saturé ne pouvant pas être modifié) représentent 289 à 380 kt.

En 2020, certains centres de tri seraient en mesure de trier le tonnage de leur bassin versant actuel en moins de 2 postes par jour. Ils disposeraient donc, chacun, d'une capacité de tri disponible dans l'hypothèse d'un travail en 2 postes. La somme de ces capacités de tri non utilisées a été évaluée entre 117 et 187 kt pour le parc de tri français.

En fonction de l'adéquation territoriale, les tonnages non traités pourraient, en tout ou partie, être transférés pour être absorbés dans les centres de tri disposant d'un vide de tri.

➤ **Le coût du scénario**

Hors mise à niveau du parc et hors impact de l'augmentation tendancielle des tonnages à l'horizon 2020, l'investissement nécessaire afin d'adapter le parc à l'extension des consignes aux pots, barquettes et films plastiques est compris entre **334 et 437 M€** : 8 à 15 M€ pour l'agrandissement des surfaces de stockage et 327 à 422 M€ pour les modifications de process.

Le montant total d'investissements nécessaires pour adapter le parc national de centres de tri au scénario S1f comprend la mise à niveau du parc, les investissements imputables à l'évolution tendancielle et l'investissement lié à l'ajout des pots, barquettes et films, soit un total compris entre **500 et 603 M€**.

La figure ci-dessous représente le détail des 500 à 603 M€ d'investissements ainsi que le nombre de centres de tri saturés par poste d'adaptabilité (surface amont, surface aval, process).

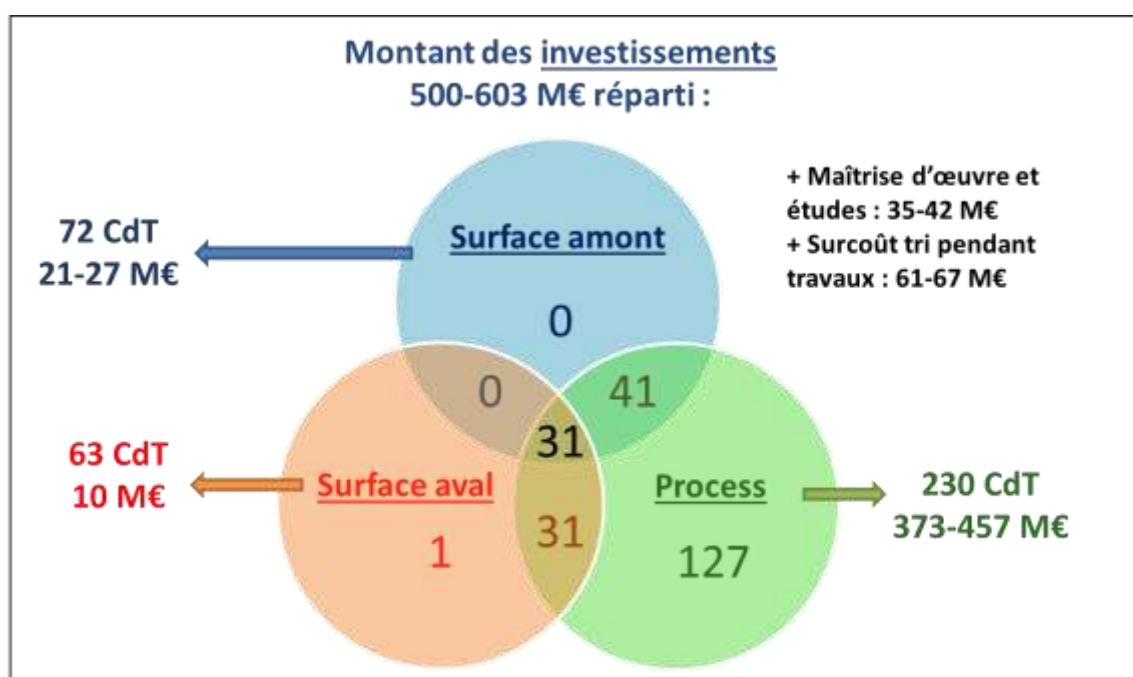


Figure 8 : Détail du coût du scénario S1f par poste d'adaptabilité

Le principal poste d'investissement concerne les modifications de process, il s'agit soit de modifications liées à la saturation du process permettant d'augmenter le rendement de tri, soit de modifications qualitatives liées au tri des pots, barquettes et films plastiques (ajout d'une alvéole pour le stockage intermédiaire des films, ajout d'un niveau de séparation des films en amont du premier outil de tri recevant le flux contenant les plastiques, ajout d'un système d'aspiration centralisé des films sur toutes les lignes de tri manuel, remplacement des cribles à disques par des séparateurs balistiques, etc.).

En fonction de l'adéquation territoriale entre les tonnages non traités (289 à 380 kt) et les capacités de tri disponibles sur les centres de tri fonctionnant en moins de 2 postes (117 à 187 kt), 2 hypothèses extrêmes ont été retenues :

- Hypothèse minimale : étant donné le vide de tri, seules 93 kt détournées ne peuvent être prises en charge dans les capacités de tri 2020 et doivent donc faire l'objet de création de nouvelles capacités de tri. Le montant d'investissements est alors évalué à 49 M€.
- Hypothèse maximale : la totalité des tonnes détournées (au maximum 380 kt) doit faire l'objet de création de nouvelles capacités de tri. Le montant d'investissements est alors évalué à 227 M€.

Enfin, la surface de stockage aval de 16 % des centres de tri étant saturée et ne pouvant être suffisamment agrandie pour stocker le nouveau flux sortant (films plastiques), ces centres de tri doivent donc trier certains matériaux en mélange. 2 hypothèses ont été retenues concernant le mélange à produire :

- Hypothèse minimale : production d'un mélange des plastiques rigides, soit 64 kt. Le montant d'investissement nécessaire pour la création de nouvelles capacités de sur-tri des plastiques est alors évalué à 38 M€.
- Hypothèse maximale : production d'un mélange fibreux, soit 338 kt. Le montant d'investissement nécessaire pour la création de nouvelles capacités de sur-tri des fibreux est alors évalué à 68 M€.

Le coût total du scénario S1f avec remise à niveau du parc est donc compris entre 588 et 898 M€.

4.6 Impact de l'évolution des schémas de collecte

L'évolution qualitative des flux à trier dépend également de l'évolution du mix national des schémas de collecte séparée.

L'influence de l'évolution nationale du mix de schémas de collecte sur les besoins d'adaptation du parc de centres de tri et sur les investissements correspondants a également été analysée. Ce travail a été réalisé en se basant sur des cas aux limites, c'est-à-dire en considérant que l'évolution du mix de schémas aboutissait à la généralisation de chacun des trois principaux schémas (100% BCMPJ, 100% BCMP+J, 100% BMP+CJ).

L'analyse d'influence, réalisée pour le scénario S1f, aboutit aux résultats suivants :

- L'augmentation de la part des schémas bi-flux (BCMPJ) nécessite des investissements d'adaptation supérieurs, allant, en cas de généralisation jusqu'à +11 à +15 % par rapport à S1f ;
- L'augmentation de la part des schémas tri-flux (BCMP+J ou BMP+CJ) nécessite des investissements d'adaptation inférieurs, allant, en cas de généralisation, jusqu'à -11 à -23 % par rapport à S1f.

NB : ces résultats, comme pour les résultats des scénarios S0, S1 et S1f ne tiennent pas compte des coûts d'exploitation du tri et des coûts de collecte (investissements et exploitation).

4.7 Tri de matériaux supplémentaires

Pour les centres de tri étant adaptables aux scénarios d'évolution 2020 ci-dessus, la possibilité de trier des flux sortants fibreux et/ou plastiques complémentaires a été étudiée. Cette analyse a été réalisée uniquement sur les 58 centres de tri ayant fait l'objet d'une visite dans le cadre de cette étude.

Les hypothèses suivantes ont été retenues pour la production de ces nouveaux flux :

- Tri d'une sorte bureautique (2.05/2.06), applicable à tous les scénarios (fraction aujourd'hui incluse dans d'autres fractions fibreuses comme 1.11) ;
- Tri de 3 nouvelles résines plastiques (PP, PS et PVC) séparément, applicable à tous les scénarios avec extension des consignes de tri plastiques (pour mémoire, dans tous les scénarios avec extension, la fraction PEHD a été remplacée par une fraction mixte mélangée (PEHD + autres plastiques rigides (PP, PS, PVC)).

D'après l'analyse menée sur le panel de 58 centres de tri visités :

- 24 centres de tri pourraient trier une sorte fibreuse supplémentaire ;
- 16 centres de tri pourraient trier trois nouvelles résines plastiques ;
- 10 centres de tri pourraient trier à la fois une sorte fibreuse et trois nouvelles résines plastiques supplémentaires.

L'adaptation de ces centres de tri à la production de matériaux supplémentaires nécessiterait des investissements complémentaires à ceux évalués dans les chapitres précédents pour adapter les sites aux scénarios d'évolution des flux entrants.

5. Bilan et enseignements

➤ Le parc national de centres de tri en 2011

En 2011, le parc national de centres de tri français (DROM compris) se compose de 253 centres de tri ouverts et triant des collectes séparées des ménages, contre 273 centres de tri en 2007 (soit - 7 %). Au cours de l'année 2011, 9 centres de tri ont fermé ou ont arrêté le tri des collectes séparées.

Ces 253 centres de tri ont trié 2 900 kt en 2011. Trois nouveaux centres ont commencé une activité de tri au cours de l'année 2011

La totalité du parc de centres de tri a été classée en 7 types selon une typologie fonctionnelle de classification des centres de tri élaborée spécifiquement pour répondre aux besoins de l'étude.

Globalement en 2011, les capacités du parc sont en adéquation avec le tonnage à trier, mais cela masque cependant des disparités importantes entre les centres de tri. Sur la base des hypothèses de l'étude, il apparaît que les deux principaux points de saturation sont la surface de stockage amont (39 % des sites) et le débit du process (39 % des sites). En outre, la surface de stockage aval est saturée sur 25 % des sites.

Le coût de la mise à niveau du parc dans les conditions de dimensionnement et de fonctionnement cibles retenues dans l'étude est évalué à 141 M€. Près de 80 % de ces coûts concernent des investissements process nécessaires si l'ensemble des centres de tri français devait fonctionner en un maximum de 2 postes par jour, 5 jours par semaine.

➤ L'évolution des flux triés en centres de tri à l'horizon 2020

Entre 2011 et 2020, l'évolution tendancielle des tonnages triés est évaluée à +6 % (soit + 185 kt), résultant d'une baisse des gisements de - 12% et d'une hausse des taux de collecte séparée. Cette augmentation devrait se faire avec peu d'évolution dans la composition du flux.

L'évolution des tonnages a été estimée à +12 % (soit + 362 kt / 2011) en cas d'extension des consignes de tri uniquement aux pots et barquettes plastiques, ou de +16 % (soit + 465 kt / 2011) en cas d'extension aux pots, barquettes et films plastiques.

Etant donné l'impact de l'extension des consignes de tri des plastiques sur la densité du flux entrant, l'évolution volumique du flux entrant serait de + 21 % en cas d'extension uniquement aux pots et barquettes plastiques, et pourrait atteindre jusqu'à + 37 % en cas d'extension aux pots, barquettes et films plastiques.

Le dimensionnement des centres de tri étant basé sur les volumes à stocker et à trier, l'impact d'une extension des consignes de tri sur le niveau de saturation du parc serait donc important.

➤ Les points de saturation du parc en 2020

L'étude a permis d'analyser les 3 principaux points de saturation du parc de centres de tri : la surface de stockage amont, la surface de stockage aval et le process de tri.

Les autres critères d'adaptabilité étudiés (contraintes réglementaires, dimensionnement des locaux sociaux, capacité électrique) correspondent à des postes d'investissements complémentaires, pris en compte dans l'analyse financière.

❖ La surface de stockage amont

En cas d'extension des consignes de tri, la surface de stockage amont de près de la moitié des centres de tri serait saturée. Cette proportion pourrait atteindre jusqu'à 56 % du parc si l'extension inclut les films plastiques.

Etant donné les contraintes liées à l'implantation des centres de tri, 15 % du parc (en cas d'extension aux pots et barquettes) ne pourrait pas agrandir suffisamment sa surface de stockage pour recevoir l'intégralité des tonnages de son bassin versant, et jusqu'à 23 % du parc en cas d'extension incluant les films.

Les centres de tri automatisés sont particulièrement concernés par ce point bloquant, en raison de leur implantation majoritairement en zone urbaine où les extensions de bâtiments sont en général plus difficiles.

❖ Le process de tri

En 2020, selon les hypothèses de fonctionnement retenues dans l'étude, le process de tri de 57 % du parc serait saturé en cas d'extension aux pots et barquettes, et jusqu'à 67 % si l'extension inclut les films (contre 40 % des sites dans la situation actuelle).

En fonction du type d'extension, près de 50 à 60 % des centres de tri devraient mettre en œuvre d'importantes modifications de process afin de trier l'ensemble de leurs tonnages pour ne pas fonctionner à plus de 2 postes/jour, 5 jours/semaine.

❖ La surface de stockage aval

En cas d'extension aux films plastiques, ce matériau devrait faire l'objet d'un tri, d'un conditionnement et d'un stockage spécifique. La surface aval actuelle de 45 % des centres de tri ne pourrait pas stocker ce nouveau matériau dans des conditions de fonctionnement satisfaisantes, dont 18 % pour lesquels les contraintes liées à l'implantation du site ne permettent pas d'agrandir suffisamment la surface aval. Ces centres de tri devraient réduire le nombre de matériaux triés (en produisant par exemple un mélange fibreux ou un mélange plastique) pour fonctionner dans des conditions de stockage aval non dégradées.

➤ L'adaptabilité du parc en 2020

Dans un scénario tendanciel d'évolution des tonnages sans extension des consignes de tri, 11 % du parc serait adapté (sans investissements), mais cette proportion chuterait à 4 % en cas d'extension aux pots et barquettes et à 2 % en cas d'extension pots, barquettes et films plastiques.

En cas d'extension incluant les films, plus d'un tiers du parc ne pourrait pas, même avec des investissements, trier la totalité de son bassin versant actuel en respectant les standards matériaux des flux sortants

Si l'extension concerne uniquement les pots et parquettes, alors 22 % du parc serait dans cette situation, contre 18 % sans extension des consignes de tri.

➤ Les investissements nécessaires à l'horizon 2020

Les investissements calculés dans l'étude correspondent aux investissements minimum nécessaires pour adapter tous les centres de tri en activité aux flux de collectes séparées des ménages en 2020, hors renouvellement des installations et hors optimisation des centres de tri et du parc. Les investissements calculés dans l'étude auraient cependant pour effet de diminuer les investissements de renouvellement.

Si les consignes de tri restent inchangées en 2020, alors le montant total d'investissement pour adapter le parc actuel de centres de tri serait compris entre 26 et 77 M€, en fonction de l'adéquation territoriale entre les capacités de tri et les besoins de tri. Si l'on ajoute la mise à niveau du parc pour respecter les conditions de dimensionnement et de fonctionnement retenues dans l'étude, évaluée à 141 M€, le montant des investissements serait alors compris entre 167 et 218 M€.

En cas d'extension des consignes de tri, la mise à niveau du parc serait indispensable afin d'absorber les tonnages supplémentaires et de pouvoir traiter les nouveaux matériaux.

Si l'extension est limitée aux pots et barquettes, elle générerait un besoin d'investissement complémentaire compris entre 238 et 293 M€. Dans ce scénario, l'investissement total serait donc de 405 à 511 M€.

Si l'extension concerne les pots, barquettes et films plastiques, alors elle impliquerait un besoin d'investissement complémentaire compris entre 421 et 680 M€. Dans ce scénario, l'investissement total serait donc de 588 à 898 M€.

En cas d'évolution des schémas de collecte séparée, cette fourchette d'investissements augmenterait de +11 à +15% en cas d'augmentation de la part des schémas bi-flux (BCMPJ), et diminuerait de -11 à -23 % en cas d'augmentation de la part des schémas tri-flux (BCMP+J ou BMP+CJ).

Dans les scénarios avec extension des consignes de tri, les investissements correspondent au tri des pots et barquettes en mélange avec les flux plastiques actuels, conformément aux standards de l'expérimentation Eco-Emballages. Les investissements relatifs au sur-tri de ce mélange ne sont pas pris en compte dans l'étude.

La figure ci-dessous résume l'impact des différents scénarios d'évolution des flux entrants à l'horizon 2020 sur les tonnages entrant en centres de tri et sur les investissements nécessaires pour adapter le parc.

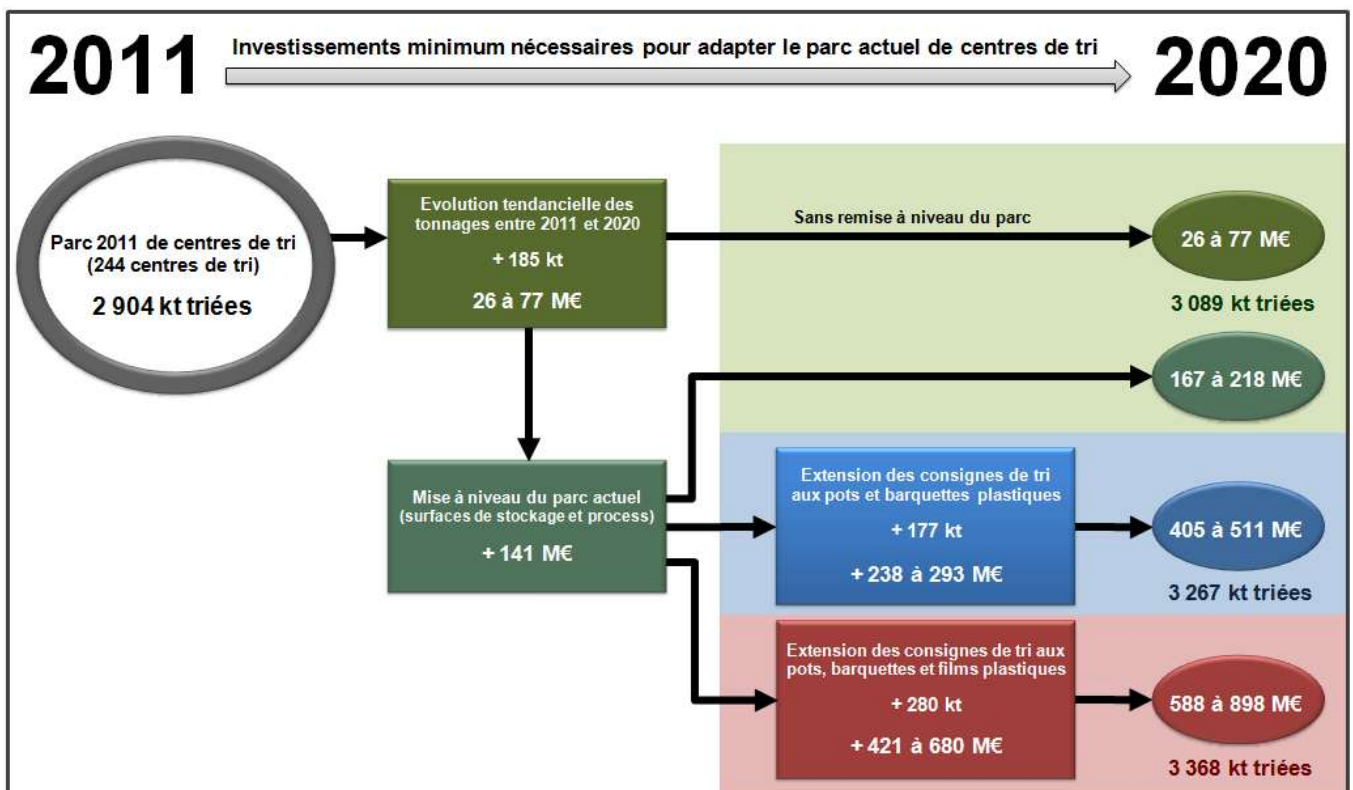


Figure 9 : Investissements minimum nécessaires pour adapter le parc de centres de tri au flux 2020

Ces montants concernent uniquement les investissements nécessaires pour adapter le parc de centres de tri actuel aux évolutions de flux entrants en 2020, et trier l'ensemble du tonnage 2020 en respectant les standards actuels des matériaux sortants. Ils ne prennent en compte ni les investissements de renouvellement liés à l'obsolescence ni les optimisations et les améliorations généralement réalisées lors de la rénovation d'un centre de tri.

NB : Les coûts relatifs à la collecte (investissement et fonctionnement) ou au fonctionnement des centres de tri sont hors champ de l'étude.

➤ **Mise en perspective des montants d'investissement**

La valeur neuve du parc de centres de tri français (hors foncier) est estimée à 1 500 M€. Ce montant est estimé sur la base d'un coût unitaire de capacité de 500 €/t et d'une capacité totale de 3 millions de tonnes.

En moyenne, le montant d'investissement correspondant à la création, au renouvellement et à l'optimisation des centres de tri est de l'ordre de 100 à 150 M€/an sur les dernières années.

Avec l'ensemble des hypothèses étudiées, l'investissement pour adapter le parc à une extension des consignes de tri représenterait entre un tiers et deux tiers de la valeur neuve du parc, pour une augmentation de tonnage comprise entre + 12 % et + 16 %.

Au regard des montants d'investissements qui correspondraient à l'adaptation du parc actuel des centres de tri aux évolutions attendues des collectes séparées, l'ADEME et le ministère chargé de l'environnement en accord avec les commissions consultatives des filières emballages ménagers et papiers ont décidé d'initier une étude prospective de l'évolution de la collecte et du tri de ceux-ci dans le service public de gestion des déchets. Cette étude vise à analyser selon des critères environnementaux, économiques et sociaux les modalités organisationnelles actuellement déployées sur le territoire national au regard des évolutions prévisibles et de proposer, le cas échéant, des évolutions des organisations, éventuellement en rupture, permettant de répondre au mieux aux enjeux de demain. Les résultats de ces travaux seront disponibles début 2014.

Annexe 1 : Liste des membres des comités de pilotage et de suivi

Un comité de pilotage de l'étude a été constitué. Son rôle consiste à valider au fur et à mesure du déroulement les hypothèses, les principales données et les choix méthodologiques réalisés par les prestataires.

Le **comité de pilotage** comprend les participants suivants :

- ADEME, Mme Agnès Jalier-Durand, MM Jean-François Blot et Sylvain Pasquier
- Eco-Emballages, Mme Sophie Legay, MM Carlos de Los Llanos et Eric Fromont
- Ecofolio, M. Marc Heude et M. Jean-François Robert
- Opérateurs publics de centre de tri : MM Joël Wendling et Jean Luc Patris (SMICTOM Alsace Centrale), Mme Sophie Zuliani et M. Philippe Degardin (Valor'aisne), M Stephen Vandenkoonhuysen (SEVADEC)
- Opérateurs privés de centre de tri : MM Gilles Foutrel et Patrick Baudouin (FNADE), M Christophe Mallevays (FEDEREC)

Le **comité de suivi élargi**, dont la composition reflète celle des commissions consultatives d'agrément des filières papiers graphiques et emballages ménagers, comprend, en plus des membres du comité de pilotage, les participants suivants :

- AMF, Mme Sylviane Oberle et M. Alain Rouault,
- AMORCE, M. Adrien Bastides,
- CELAA, Mme Angéline Charbonnier,
- Cercle National du Recyclage, M. Bertrand Bohain,
- CYCLAMED, M. Thierry Moreau Defarges,
- DANONE, M. Philippe Diercxsens,
- DGPR, M. Julien Koesten et Mme Brigitte Lucas,
- ELIPSO, M. Vincent Colard,
- FEDEREC, Mme Ana Durquety, MM Pietro Massignan et Philippe Fanarizis,
- FEDERATION DES EPL, M. Camille Roccaserra
- FNADE, Mme Clotilde Vergnon, et MM. Vincent Simon et Goëry Vilair,
- LEEM, M. David Daroux,
- REVIPAC, M. Stéphane Roussel,
- SEMARIV, MM Patrick Martin et Vincent Gaget,
- SYCTOM - Agence Métropolitaine des déchets ménagers, M. Olivier Castagno,
- SYNDIFRAIS, Mme Emilie Cesbron-Lavau,
- VALORPLAST, Mme Catherine Klein et M. Tristan Brunin.

Annexe 2 : Bilan de la collecte de données

		Nombre de centres de tri	%	Tonnages triés 2011	%
CdT ouverts au 31/12/2011	Visites	58	23%	882 kt	30%
	Questionnaires	109	43%	1 318 kt	45%
	Enquêtes téléphoniques	38	15%	372 kt	13%
	Pas de contact ou pas réponse	39	15%	313 kt	11%
CdT fermés courant 2011		9	4%	19 kt	1%
Total		253	100%	2 904 kt	100%

Annexe 3 : Evolution du gisement d'emballages et de papiers

Gisement de déchets (en kT)					
		2010	2020	Ecart (en %)	
Emballages hors verre	<i>Ménagers</i>	Acier	317	301	-5%
		Aluminium	64	61	-5%
		Papier Carton	1 002	952	-5%
		Plastiques	1 298	1 233	-5%
		Autres	21	20	-5%
	<i>Non ménagers</i>	676	676	0%	
	<i>Objets de type emballages</i>	200	200	0%	
	Sous Total	3 578	3 443	-4%	
Papiers à usage graphique	<i>Ménagers</i>	JRM et imprimés pub.	1 957	1 559	-20%
		Bureautique et enveloppes	288	209	-27%
		Autres papiers	279	237	-15%
	<i>Non ménagers</i>	551	424	-23%	
		Sous Total	3 074	2 429	-21%
	TOTAL	6 653	5 872	-12%	

Annexe 4 : Evolution des tonnages sortants des centres de tri

Matériaux recyclés et refus (hors verre)	Tonnage recyclé 2011 (en kt)	Tonnage recyclé 2020 (en kt)	Ecart (en %)
Acier	93	99	7%
Aluminium	5	6	6%
Papier Carton emballages (5.03, 5.02)	570	604	6%
Papier Carton emballages (1.04)	40	42	5%
Plastiques bouteilles (avec extension)	226	262	16%
<i>Plastiques bouteilles (hors extension)</i>	226	239	6%
Plastiques autres (avec extension)	2	221	NS
<i>Plastiques autres (hors extension)</i>	2	2	6%
Sous-total emballages	936	1 234	32%
<i>Sous-total emballages (hors extension)</i>	<i>936</i>	<i>992</i>	<i>6%</i>
Papiers graphiques pour désencrage (1.11)	1 122	1 100	-2%
Autres papiers (5.01, 2.05, 2.06)	58	215	NS
Sous-total papiers graphiques	1 180	1 315	11%
Sous total Papiers mêlés (1.02)	316	316	0%
<i>dont papiers graphiques</i>	<i>222</i>	<i>222</i>	<i>0%</i>
<i>dont papiers d'emballage</i>	<i>62</i>	<i>62</i>	<i>0%</i>
<i>dont autres</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>0%</i>
Total matériaux recyclés	2 432	2 865	18%
<i>Total matériaux recyclés hors extension</i>	<i>2 432</i>	<i>2 623</i>	<i>8%</i>
Sous-total Refus de tri	472	503	7%
<i>Sous-total Refus de tri hors extension</i>	<i>472</i>	<i>466</i>	<i>-1%</i>
Taux de refus	16%	15%	NS
TOTAL	2 904	3 368	16%
<i>TOTAL hors extension</i>	<i>2 904</i>	<i>3 089</i>	<i>6%</i>

Annexe 5 : Evolution de la densité des flux entrants

Les densités de chacun des flux entrant sont précisées (en kg/m^3) dans le tableau ci-dessous pour chacun des scénarios d'évolution.

	2010	S0 (sans extension)	S1 (extension sans films)	S1f/S2f/S3f/S4f (extension avec films)	
				Hypothèse haute	Hypothèse basse
BCMPJ	91	92	84	87	77
BCMP	50	50	47	50	43
J	230	230	230	230	230
BMP	32	33	32	35	29
CJ	146	147	147	147	147

Annexe 6 : Méthodologie d'adaptabilité

A. Principe général de l'analyse de l'adaptabilité

A.1. Principe de l'analyse

L'analyse de l'adaptabilité des centres de tri aux scénarios d'évolution passe par l'étude de différents paramètres qui sont soit calculés à partir de données recueillies lors des visites d'un panel représentatif de centres de tri, soit évalués lors de l'enquête des autres centres de tri, soit extrapolés pour les sites restant.

Pour chaque paramètre, sa valeur pour 2010 ou 2011 est expertisée au cours de la visite ou évaluée par enquête puis fait l'objet d'une projection à 2020 en fonction des scénarios définis dans l'étude et de leur chiffrage en masse et en volume. Afin d'homogénéiser la méthode pour l'ensemble des centres de tri, des valeurs cibles décrivant le fonctionnement des centres de tri ont également été fixées et alimentent les calculs.

Sur la base des valeurs 2020 des paramètres, l'adaptabilité du centre de tri est évaluée et si besoin l'enveloppe d'investissement pour mettre en œuvre cette adaptation est calculée.

L'ensemble de ces données sont consolidées selon une typologie des centres de tri spécifique à l'étude. Pour chaque typologie, une fourchette d'investissement pour l'adaptation des centres de tri correspondant est évaluée.

La démarche d'analyse est construite autour de 4 critères.

- Adaptabilité des surfaces du centre de tri à l'augmentation des volumes des flux entrants et sortants ;
- Adaptabilité du process à l'évolution quantitative et qualitative des flux entrants ;
- Adaptabilité des locaux sociaux et de la capacité électrique ;
- Adaptabilité réglementaire.

Une fois étudié ces 4 points, si le centre de tri est adaptable, alors la production de produits triés supplémentaires (nouvelles résines plastiques, nouvelle sorte fibreuse) est envisagée.

A.2. Démarche de l'analyse

Hypothèses retenues pour réaliser l'analyse

L'analyse est conduite en considérant les hypothèses suivantes :

- *en entrée : conservation du périmètre de collecte actuel*
- *en sortie : respect des standards matériaux actuels pour chaque type de flux sortant*

L'analyse de l'adaptabilité des centres de tri aux différents scénarios a pour objectif de déterminer l'existence (ou non) de points bloquant l'adaptabilité: c'est à dire un paramètre non adapté et non adaptable, même avec investissements.

A.2.1. Pas de point bloquant

Si aucun point bloquant n'apparaît, alors le centre de tri est considéré comme **adaptable au scénario**. Les modifications nécessaires pour rendre le centre de tri adaptable au scénario, ainsi que le montant des investissements correspondants, sont détaillées pour chacun des 4 critères. Cela permet d'évaluer la fourchette d'investissements pour adapter le centre de tri au scénario.

Pour chaque scénario la possibilité de produire des flux sortants supplémentaires (adaptabilité complémentaire) est alors étudiée (voir partie 0). Si aucun point bloquant n'apparaît dans l'analyse complémentaire, alors le centre de tri est considéré comme **adaptable au scénario, avec possibilité de production de flux sortants supplémentaires**.

A.2.2. Point bloquant l'adaptabilité

► **Point-bloquant dans l'analyse qualitative**

Si le process du centre de tri n'est pas adaptable à l'évolution qualitative du flux entrant, alors cela signifie que le point-bloquant est l'organisation spatiale du process. Le centre de tri n'est alors **pas adaptable au scénario**.

► **Point-bloquant dans l'analyse quantitative**

Si un point bloquant apparaît dans l'analyse de l'adaptabilité du centre de tri à l'évolution quantitative du flux entrant, alors on étudie une possibilité d'adaptabilité dégradée du centre de tri au scénario (Voir partie 0), en fonction du type de point-bloquant identifié :

- surface de stockage amont
- surface de stockage aval
- process

La figure 10, présentée à la fin de l'Annexe, résume la démarche d'analyse de l'adaptabilité des centres de tri.

B. Analyse de l'adaptabilité

B.1. Adaptabilité des surfaces de stockage

B.1.1. Adaptabilité de la surface de stockage amont

Hypothèses retenues pour réaliser l'analyse

Le paramètre principal pris en compte dans l'évaluation de l'adaptabilité de la surface de stockage amont est que le dimensionnement de la surface de stockage amont doit permettre d'accueillir au minimum 4 jours d'apport moyen de collectes séparées

Si la surface de stockage amont minimum nécessaire est :

- inférieure à la surface de stockage amont actuelle, alors elle est considérée comme adaptée.
- supérieure à la surface de stockage amont actuelle, mais que celle-ci peut être agrandie, alors elle est considérée comme adaptable. L'investissement nécessaire pour étendre les surfaces de stockage amont (avec extension de bâtiments) est évalué.
- supérieure à la surface de stockage amont actuelle, et que celle-ci ne peut pas être agrandie (espace limitée sur le terrain), alors il a été retenu comme hypothèse que la surface de stockage amont actuelle correspond à la surface minimum pour accueillir les flux entrants actuels (en volumes). Ce qui signifie que ces centres de tri ne pourront pas recevoir les volumes complémentaires, liés à l'augmentation des tonnages et à la diminution de densité des flux entrants, de leur zone de collecte. (voir partie C.1)

B.1.2. Adaptabilité de la surface de stockage aval

Les paramètres pris en compte dans l'évaluation de l'adaptabilité de la surface de stockage aval sont les suivants :

- Les données propres au centre de tri et au scénario étudié (le type du centre de tri, le nombre de flux sortants et leur mode de conditionnement)
- La surface de stockage nécessaire par matériau (surface au sol correspondant à une expédition, sécurité à prévoir dans l'attente d'un repreneur)
- La séparation à prévoir entre les produits de catégorie différente (en % de la surface nette d'une expédition)

Si la surface de stockage aval minimum nécessaire est :

- inférieure à la surface de stockage aval actuelle, alors elle est considérée comme adaptée.
- supérieure à la surface de stockage aval actuelle, mais que celle-ci peut être agrandie, alors elle est considérée comme adaptable. L'investissement nécessaire pour étendre les surfaces de stockage aval est évalué (en fonction du type d'agrandissement : avec ou sans extension de bâtiments).
- supérieure à la surface de stockage aval actuelle, et que celle-ci ne peut pas être agrandie, alors il a été retenu comme hypothèse que le centre de tri ne peut pas stocker plus de flux sortants (en nombre de matériaux différents) que dans la situation actuelle. (voir partie C.2)

B.2. Adaptabilité du process

B.2.1. Capacité globale du process à absorber les augmentations de volume

L'objectif de cette étape est de mesurer la saturation globale du process pour chacun des scénarios.

La capacité globale du process à absorber les augmentations de volume est calculée à partir de 2 paramètres : le nombre d'heures cibles et le rendement de tri.

➤ Nombre d'heures cible

Hypothèses retenues pour réaliser l'analyse

Il a été retenu un fonctionnement cible en 2 postes / jour (5 jours/semaine, 50 semaines/an), considérant que le recours à un troisième poste de nuit ne correspond pas à un fonctionnement pérenne.

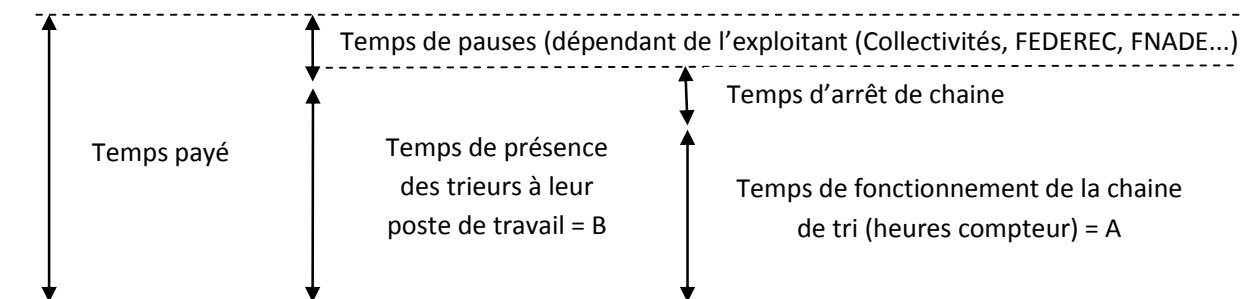
Par conséquent, les centres de tri fonctionnant actuellement en 3 postes seront considérés comme saturés dans la situation actuelle.

A ce temps, est déduit un temps d'arrêt de la chaîne (pannes, bourrage, etc.). Le taux d'utilisation moyen retenu est de 90 % pour le scénario sans extension des consignes de tri.

Pour les scénarios avec extension des consignes de tri il a été retenu de dégrader le taux d'utilisation respectivement de :

- 3 % pour le scénario d'extension des consignes sans films;
- 5 % sur les scénarios d'extension des consignes avec films.

Cette dégradation du taux d'utilisation s'applique uniquement sur le tri des flux contenant les plastiques (BCMPJ, BCMP et BMP).



$$\text{Taux d'utilisation} = \frac{A \text{ (Temps de fonctionnement de la chaîne de tri (heure compteur ou GPAO) sur une période)}}{B \text{ (Temps de présence des trieurs devant leur tapis de tri sur la même période)}}$$

Figure 10 : Définition du taux d'utilisation

➤ **Rendement de tri**

Hypothèses retenues pour réaliser l'analyse

Le rendement de tri volumique de chaque type de flux est considéré constant quel que soit le scénario. Par conséquent, l'évolution du rendement de tri massique est proportionnelle à l'évolution de la densité du flux trié.

Le rendement de tri massique de chacun des flux 2020 est donc calculé à partir du rendement de tri massique du flux en 2010 et de l'évolution de la densité du flux entre 2010 et 2020.

➤ **Saturation globale**

A partir du tonnage de chacun des flux 2020 et du rendement de tri massique de chacun de ces flux, on peut calculer le nombre d'heures total nécessaire pour trier l'ensemble des flux entrants de chaque scénario.

La différence entre ce nombre d'heures et le nombre d'heures cibles permet de calculer le nombre d'heures de tri « manquantes », ainsi que le pourcentage de saturation du process.

Si le process est globalement saturé alors il convient de le modifier en passant au type suivant dans la typologie par des modifications de process (mécanisation pour augmenter son débit horaire).

B.2.2. Adaptabilité du process à l'évolution des flux entrants

Pour chacun des scénarios, l'adaptabilité du process aux évolutions quantitatives et qualitatives du flux entrant est analysée.

Si une partie du process est saturé alors il convient de la modifier, soit en remplaçant l'élément de capacité insuffisante limitant le débit (ex : alimentation, séparateur plats/creux, ligne de tri manuel, etc.), soit, si cela n'est pas suffisant, en passant au type suivant dans la typologie par des modifications de process (mécanisation pour augmenter son débit horaire).

Le tableau ci-dessous détaille les différents postes d'investissement prise en compte.

Étape de process	Descriptif des travaux
Alimentation	Changement alimentateur
	Mise en place ouvre sacs régulateur
Pré-tri	Agrandissement cabine pré-tri manuel
	Installation pré-tri manuel, table de tri et cabine
	Installation pré-tri mécanique et table de tri et cabine
	Changement pré-tri mécanique
Tri mécanique / Granulométrique	Changement séparateur granulométrique
	Ajout séparateur granulométrique
Tri mécanique / Séparateur corps plats - corps creux	Changement séparateur CP/CC
	Ajout séparateur CP/CC
	Ajout cabine
Tri manuel	Modification cabine (sans modification de plateforme)
	Modification cabine (avec modification de plateforme)
	Mise aux normes cabine de tri (clim/bruit)
	Ajout tapis tri avec goulottes
	Aspiration centralisée films pour trieurs
Tri optique CC/CP	Changement Sep Optique
	Ajout Sep Optique
	Installation/changement compresseur + réseau
Tri des films	Tri aéraulique des films
	Compacteur film
	Ajout alvéole stockage
	Tri balistique des films
Modification convoyeur	Modification convoyeur(s) (nombre)
	Renvoi CC depuis ligne CP
Presse à balles	Modification Presse à Balle
Tri sorte fibreuse ou résines supplémentaires	Installation compresseur + réseau supplémentaire
	Ajout 2 Sep Optique Tri des CC par résine
	Ajout Sep Tri des CP par qualité
	Modification alvéole avec FM
	Ajout alvéole de stockage avec vidage gravitaire

Tableau 4 : Postes d'investissement pour les modifications de process

Les modifications du process prises en compte sont les **modifications techniques minimales** permettant l'adaptation du centre de tri.

Si le process n'est pas saturé il est cependant nécessaire de vérifier l'adaptabilité du process à l'évolution qualitative du flux entrant (extension des consignes de tri et modification des types de flux de collecte).

A la fin de l'analyse, 2 conclusions sont possibles :

- Soit le process n'est pas adaptable, et dans ce cas le centre de tri ne peut pas trier l'ensemble des flux entrants en 2 postes (voir partie C.3).
- Soit le process est adaptable et dans ce cas une évaluation du montant des investissements nécessaires pour adapter le process est faite.

Remarque : Les conditions de travail des agents de tri manuel ont été considérées comme identiques aux normes actuelles dans la présente étude. Des études complémentaires concernant l'amélioration des conditions de travail relatif au tri manuel des films plastiques sont actuellement en cours afin notamment d'évaluer l'efficacité des équipements de tri mécanique pour le tri des films. Ce point ne remet pas en cause l'analyse de l'adaptabilité, mais il peut avoir un impact sur les investissements.

B.2.3. Evaluation des investissements

➤ Investissements liés à la modification du process

Le montant des investissements est évalué sous forme de fourchette correspondant au montant total des travaux. Ce montant est évalué d'après l'expertise technico-économique en prenant en compte :

- Le type de matériel à ajouter (séparateur, crible balistique, machine de tri optique, cabine de tri manuel, convoyeurs, alvéole de stockage intermédiaire, etc.) ;
- Les frais de transport, montage, installation électrique et mécanique ;
- Les frais de maîtrise d'ouvrage et d'œuvre/SPS ;
- La vétusté du process.

➤ Coûts complémentaires de sous-traitance du tri pendant les travaux

En plus des coûts d'investissements, les coûts complémentaires de sous-traitance du tri pendant les travaux de modifications du process sont évalués. Ces coûts complémentaires, comprenant coûts de transport + coûts de tri (au sens strict), sont calculés en fonction du type de flux entrant.

Le tonnage de flux à traiter sur un autre site est calculé sur la base de l'évaluation du temps d'arrêts de production pendant les travaux et des tonnages normalement reçus sur le site pendant les travaux.

B.3. Adaptabilité des locaux sociaux et de la capacité électrique

B.3.1. Adaptabilité des locaux sociaux

Le nombre d'agents de tri total nécessaire est estimé pour les scénarios. Ce nombre est ensuite comparé au nombre maximum d'agents de tri pouvant être accueillis dans les locaux sociaux (donnée évaluée par l'exploitant). Si le nombre d'agents de tri supplémentaires est supérieur à la capacité résiduelle des locaux sociaux, alors l'extension de la superficie des locaux sociaux est prise en compte dans l'évaluation des investissements.

B.3.2. Adaptabilité de la capacité électrique

Pour chaque scénario le pourcentage d'augmentation de la puissance électrique installée totale est évalué en fonction des modifications de process.

Ce pourcentage est ensuite comparé à la capacité électrique disponible. Si la capacité électrique actuellement disponible n'est pas suffisante, alors l'augmentation de la capacité électrique (ajout ou remplacement du transformateur électrique par exemple) est prise en compte dans les investissements.

B.3.3. Adaptabilité réglementaire

La compatibilité de chacun des scénarios avec l'arrêté préfectoral actuel est analysée selon les 3 axes suivants :

- Compatibilité avec le tonnage (ou volume) maximum autorisé ;
- Compatibilité avec la surface bâtiment maximale autorisée ;
- Compatibilités avec les autres contraintes spécifiques.

Si l'arrêté n'est pas compatible avec le scénario, mais qu'il ne s'agit pas d'un point bloquant, alors la modification de l'arrêté préfectoral est prise en compte dans les investissements.

Le coût de la prestation intellectuelle nécessaire à la modification de l'arrêté préfectoral est ensuite évalué sans prendre en compte les éventuelles mises aux normes relatives à des contraintes locales ou réglementaires (nouvelle réglementation ICPE, etc.).

C. Méthodologie d'analyse de l'adaptabilité dégradée : simplification du tri ou diminution du tonnage entrant

❖ Cette étape est étudiée uniquement si un point bloquant apparaît dans l'analyse de l'adaptabilité principale du centre de tri.

C.1. Surface de stockage amont

Si la surface de stockage amont est le point bloquant l'adaptabilité du centre de tri, alors on considère que le centre de tri est adaptable mais que sa surface de stockage amont est saturée en volume dans la situation actuelle. Dans les scénarios 2020, le centre de tri n'a donc pas la possibilité de recevoir les volumes complémentaires, liés à l'augmentation des tonnages et à la diminution de densité des flux entrants, de sa zone de collecte.

La nouvelle capacité de tri du centre de tri est basée sur la capacité maximale de stockage amont, calculée selon la méthodologie présentée dans le point B.1.1. Les tonnages ne pouvant pas être traités sont alors calculés pour l'ensemble des sites concernés.

Le traitement de ces tonnages nécessite soit leur détournement vers des installations existantes qui aurait la capacité suffisante pour les traiter, soit la construction de nouvelles capacités de tri.

C.2. Surface de stockage aval

Si la surface de stockage aval est le point bloquant l'adaptabilité du centre de tri, alors on considère que le centre de tri est adaptable mais qu'il n'a pas la possibilité de stocker des flux sortants supplémentaires. Il a été retenu comme hypothèse que le centre de tri ne peut pas stocker plus de flux sortants (en nombre de matériaux différents) que dans la situation actuelle. Dans le cas des scénarios avec films plastiques, la possibilité de simplifier le tri afin de diminuer le nombre de flux sortants est alors étudiée. Cette possibilité consiste à produire un (ou plusieurs) mélange(s) (ex : mélange fibreux, mélange plastique, etc.) qui devra ensuite être sur-trié sur un centre de sur-tri.

Le centre de tri est alors considéré comme **adaptable sous réserve de simplification du tri**.

Le type et le tonnage annuel de mélange produit nécessitant un sur-tri sont alors évalués.

Le traitement de ces tonnages nécessite des unités de sur-tri et les investissements nécessaires ont été évalués sur la base d'un coût d'investissement moyen.

C.3. Process

Si la surface process est le point bloquant l'adaptabilité du centre de tri, alors on considère que le centre de tri est adaptable mais qu'il n'a pas la possibilité de trier tous les tonnages de sa zone de collecte en 2 postes. La possibilité de simplifier le tri afin d'augmenter le débit de tri et de pouvoir ainsi trier tous les tonnages en 2 postes est alors étudiée.

Si l'organisation spatiale du process est le point bloquant l'adaptabilité du centre de tri (impossibilité de faire évoluer le process dans l'espace disponible), alors le centre de tri est considéré comme **adaptable mais n'ayant pas la possibilité de trier tous les tonnages de sa zone de collecte en 2 postes**, et la nouvelle capacité de tri du centre de tri est basée sur la capacité maximale du process, calculée selon la méthodologie présentée dans le point B.2.

On étudie alors la possibilité de simplifier le tri afin d'augmenter le rendement de tri et ainsi de trier l'ensemble des tonnages entrants. Cette possibilité consiste à produire un (ou plusieurs) mélange(s) (ex : mélange fibreux, mélange plastique, etc.) qui devra ensuite être sur-trié sur un centre de sur-tri.

Le centre de tri est alors considéré comme **adaptable sous réserve de simplification du tri**.

Le type et le tonnage annuel de mélange produit nécessitant un sur-tri sont alors évalués.

Le traitement de ces tonnages nécessite des unités de sur-tri et les investissements nécessaires ont été évalués sur la base d'un coût d'investissement moyen.

D. Méthodologie d'analyse de l'adaptabilité complémentaire : production de nouveaux flux sortants

❖ Cette étape est étudiée uniquement si aucun point bloquant (paramètre non adapté et non adaptable) n'apparaît dans l'analyse de l'adaptabilité du centre de tri.

D.1. Production de nouveaux flux sortants par scénario

Pour le scénario sans extension plastiques, seule la production d'un flux fibreux supplémentaire (par exemple sorte papier bureautique 2.05/2.06) est étudiée.

Pour les autres scénarios sont étudiés la possibilité de produire un flux fibreux supplémentaire et jusqu'à 3 nouvelles sortes plastiques rigides. Pour les scénarios avec extension aux films plastiques, il est à noter que la production d'un flux de films plastiques est prise en compte comme un critère nécessaire d'adaptabilité.

D.2. Critères d'analyse

L'analyse de l'adaptabilité complémentaire du centre de tri correspond à la production de nouveaux flux sortants. Cette analyse se fait selon les 4 étapes suivantes :

➤ Adaptabilité de la surface de stockage aval

Méthodologie identique à celle décrite dans le paragraphe C.2 mais en prenant en compte la surface de stockage complémentaire pour accueillir 3 résines plastiques supplémentaires mises en balles et une sorte fibreuse supplémentaire, également mise en balles.

➤ Adaptabilité du process

La méthodologie d'analyse de l'adaptabilité du process à la production de nouveaux flux sortants est basée sur les 2 hypothèses suivantes :

- Le tri d'une sorte fibreuse supplémentaire se fait manuellement (en tri positif) sur la ligne de tri des papiers ;
- Le tri des résines plastiques supplémentaires se fait automatiquement, avec deux niveaux de séparateurs optiques.

Par conséquent les 3 critères d'adaptabilité du process sont les suivants :

- Le centre de tri doit disposer d'une alvéole de stockage intermédiaire par nouveau flux sortant ;
- La ligne de tri manuel des papiers doit pouvoir accueillir au minimum 2 agents de tri supplémentaires, et doit disposer de goulottes dédiées à ce produit ;
- Le process doit être équipable de deux niveaux de séparation automatique complémentaire des corps creux (nouvelles résines) et des alvéoles supplémentaires.

➤ Adaptabilité des locaux sociaux et de la capacité électrique

Méthodologie identique à celle décrite dans le paragraphe B.3.2 en prenant en compte le nombre d'agents de tri complémentaires pour produire les nouveaux flux sortants, ainsi que l'augmentation de la puissance électrique totale liée à l'installation des équipements de tri automatique complémentaires.

➤ Adaptabilité réglementaire

Même méthodologie que celle décrite dans le paragraphe B.3.3 en vérifiant la compatibilité avec les modifications complémentaires (process, bâtiment, stockage, puissance électrique) relatives à la production des nouveaux flux sortants.

D.3. Bilan

L'analyse de l'adaptabilité du centre de tri à la production de nouveaux flux sortants peut aboutir à 3 conclusions :

- Adaptabilité totale : 4 flux sortants supplémentaires (3 nouvelles résines plastiques + 1 nouvelle sorte fibreuse)
- Adaptabilité partielle : 1 à 3 flux sortants supplémentaires
- Centre de tri adaptable, mais sans ajout de flux triés supplémentaires, au-delà des flux actuels et des films pour les scénarios concernés.

Dans les deux premiers cas, l'investissement complémentaire est évalué.

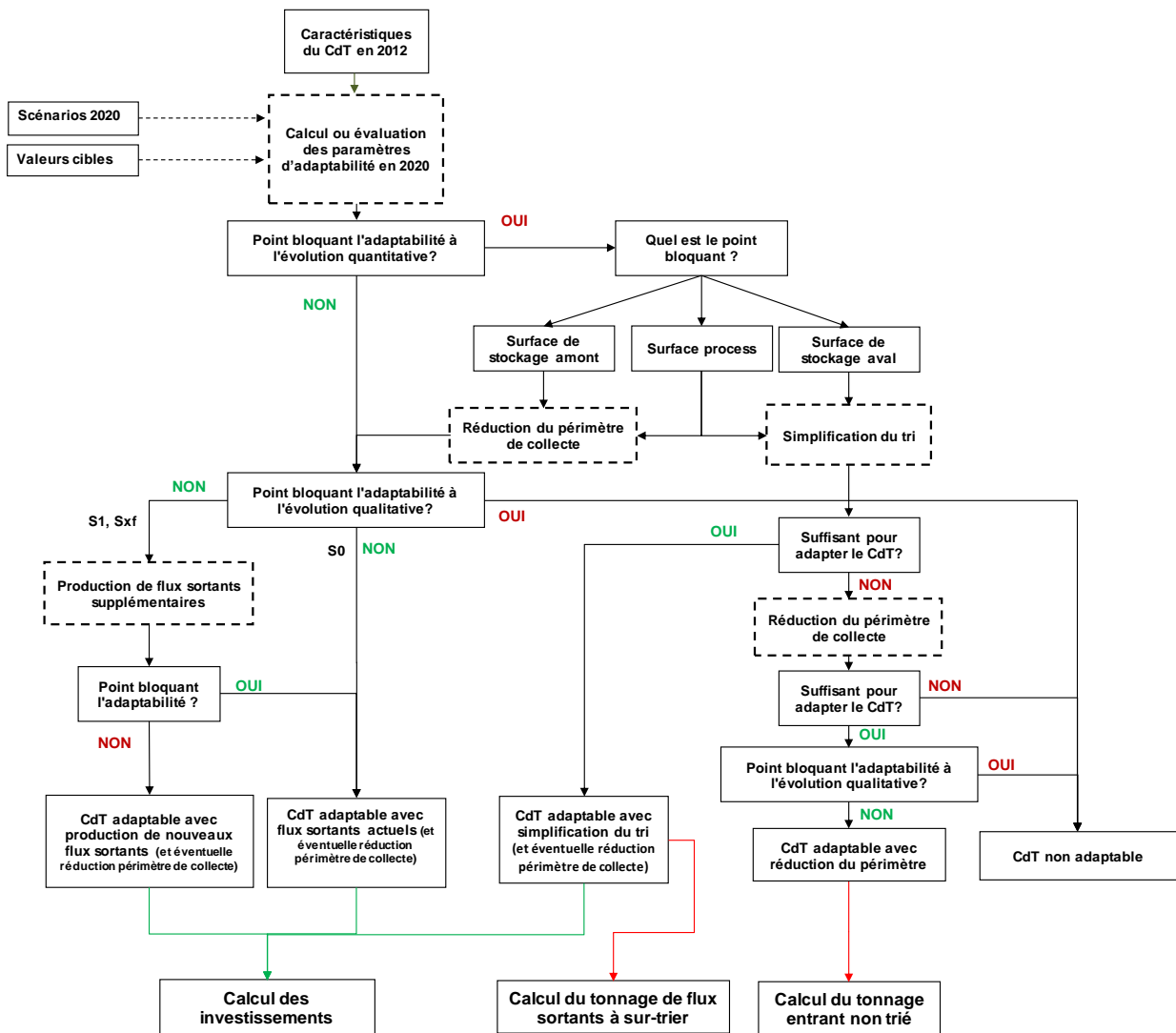


Figure 11 : Démarche d'analyse de l'adaptabilité des centres de tri

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche.

www.ademe.fr



En partenariat avec



**ECO
EMBALLAGES**

ADEME
20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

www.ademe.fr