

Concevoir, construire et exploiter un centre de tri





Il y a trois ans, la première édition de ce document dédié aux centres de tri des emballages ménagers consacrait une ambition forte : réunir en un seul ouvrage les connaissances indispensables sur le sujet.

*Aujourd'hui, cette deuxième édition répond à la fois à un **constat** et à une **préoccupation**.*

***Le constat est celui lié à l'évolution rapide de la technologie au cours de ces dernières années :** la mécanisation et l'automatisation ont partout pris le dessus, avec des conséquences évidentes sur la taille des centres de tri, sur les qualifications et les conditions de travail des salariés ou sur les modalités de contractualisation.*

***Pour les 10 ans à venir, la préoccupation est essentiellement d'ordre économique.** Et pour accompagner la mutation rapide de l'industrie du tri, il nous faut dégager – tous ensemble – les principales voies d'optimisation.*

Il nous appartient de poursuivre la modernisation des centres existants, de favoriser le regroupement des capacités, d'améliorer la productivité ou de maîtriser les coûts. Mais nous ne devons pas perdre de vue les grands principes fédérant le fonctionnement des centres de tri : proximité, insertion, éducation à l'environnement, etc.

***Cet ouvrage est collectif.** Il exprime ce qu'Eco-Emballages a appris des collectivités, des opérateurs et des fabricants directement impliqués dans cette activité. Il relaie également les réflexions des associations dont la perception des enjeux, notamment environnementaux, est précieuse.*

Nous espérons que vous accueillerez cette deuxième édition avec autant d'intérêt que la première. Et nous souhaitons qu'elle soit une contribution efficace à la pérennisation de l'activité du recyclage en France.

B. HERODIN
Directeur Général





En 2002, grâce à l'expérience des collectivités locales, des opérateurs, des bureaux d'études, des assembleurs, des fabricants d'équipements et de ses collaborateurs, Eco-Emballages a édité un document sur la conception, la construction et l'exploitation des centres de tri.

Depuis, les équipements disponibles sont plus performants plus rentables plus polyvalents. Ces progrès technologiques ont des conséquences sur la conception et la gestion moderne des centres de tri.

C'est pourquoi nous avons jugé utile de mettre à jour ce document.

→ Les grands changements en terme d'équipements

● Les cribles

Les séparateurs de type « balistique » et/ou « à disques » étaient utilisés en 2002 uniquement pour éliminer les fines et pour séparer les corps plats des corps creux. Aujourd'hui, ils ont largement prouvé leur efficacité dans ce domaine et sont également adaptés pour assurer d'autres séparations (gros cartons, cartonnets/journaux, films/éléments rigides).

● Les machines de tri automatique

Ces machines étaient, tout du moins en France, en phase de lancement et seuls quelques centres en étaient équipés. Maintenant elles sont de plus en plus présentes et trient non seulement les différents types de plastiques mais également les papiers et cartons et trouvent des applications nouvelles dans la séparation « corps plats/creux ».

● Les régulateurs de couches

En 2002, leurs performances restaient aléatoires. Aujourd'hui, leurs progrès garantissent le bon fonctionnement des machines en aval tout en facilitant le tri manuel.

→ Les changements en terme de dimensionnement de centre de tri

● Depuis trois ans, dans leur grande majorité, les centres sont conçus avec un séparateur et deux lignes. Ces centres garderont, de ce fait, une marge en terme d'extension de capacité.

● Des centres de tri de capacité comprise entre 10 t/h et 15 t/h ont été construits avec des performances en terme de tri automatique inégalées.

→ Les changements en terme de conditions de travail

Aujourd'hui la logique repose sur la construction d'un centre de tri, ayant la capacité d'absorber les tonnages connus, sur un seul poste (7 h/j). De ce fait le deuxième poste servira éventuellement à traiter les tonnages dus à une extension de périmètre et/ou à une augmentation des performances de collecte. Le troisième poste ne s'envisage, quant à lui, que pour absorber des pointes dues aux éventuels arrêts prolongés et/ou à des fluctuations saisonnières.

Par ailleurs, les conditions de travail se sont améliorées. Ce changement est dû à une prise de conscience des propriétaires de centres de tri ainsi qu'à un travail initié par l'INRS qui a permis l'édition d'une brochure d'aide à la prise en compte des problèmes de sécurité dès la conception. Ces réflexions ont permis d'y intégrer les principes utilisés dans d'autres types d'industries.



→ Les changements en terme de performance de tri

Les centres de tri construits entre 1994 et 2000 offraient des ratios de performance en terme de tonnages par trieur compris entre 150 à 200 kg/h.trieur. A partir de 2000, la performance a augmenté. Aujourd'hui, de plus en plus de centres atteignent une performance comprise entre 500 et 600 kg/h.trieur.

→ Les changements en terme de contrôle-commande

Les centres, précédemment peu mécanisés, nécessitaient des systèmes de contrôle-commande simples. Aujourd'hui, avec l'apparition d'une mécanisation et d'une automatisation renforcées, ces systèmes sont devenus essentiels. Ils sont de plus en plus perfectionnés et utilisent des technologies de type « informatique industrielle ».

→ Ce qui va encore évoluer

- La mécanisation et l'automatisation vont encore s'affiner pour atteindre des performances de l'ordre de 1000 kg/h.trieur.
- Les emplois deviendront de plus en plus spécialisés et nécessiteront des compétences accrues en mécanique, électromécanique et informatique industrielle.
- La problématique des circulations et croisements de flux sera de plus en plus examinée en amont, intégrant des solutions déjà utilisées, par exemple, sur des plates-formes logistiques.

Toutefois, ce document est, dans sa philosophie ainsi que dans son contenu, resté identique.

→ Ce document, à caractère technique, ne peut en aucun cas être considéré comme un document contractuel.

→ Ce document est toujours destiné à tous ceux qui, généralistes ou techniciens, publics ou privés, sont amenés à se poser des questions à propos des centres de tri soit en phase de projet, soit également en phase de rénovation, soit enfin en phase d'exploitation.

→ Ce document est toujours structuré de la même manière.

- La première partie de l'ouvrage permet de prédimensionner les caractéristiques principales d'un centre de tri.
- La deuxième partie est constituée de fiches techniques sur les différents équipements et procédés que l'on peut rencontrer dans un centre de tri.
- La troisième partie concerne l'exploitation d'un centre de tri et aborde les aspects ressources humaines, maintenance et gestion de production.

Ce document ne dispensera toujours pas les équipes concernées par la conception, la construction, l'exploitation ou la rénovation d'un centre de tri de faire appel à des spécialistes.

Mais aussi, convaincue que tout travail est perfectible, Eco-Emballages a intégré, dans cette nouvelle version, les remarques qui lui ont été formulées. Dans le même esprit, elle attend de la part des utilisateurs de ce document les commentaires permettant d'en perfectionner le fond et la forme. Une fiche de liaison est annexée à cet effet.

N'hésitez pas à nous en faire-part, en contactant Eric FROMONT du Département Développement et Optimisation d'Eco-Emballages.

Bonne lecture.

Eric FROMONT



Recherche par

Sommaire

Mots clés



Sommaire général

- A** LA DEFINITION DU PROGRAMME DE TRI
- B** LES SPECIFICATIONS DETAILLEES
DES EQUIPEMENTS
- C** L'EXPLOITATION
- D** LES ANNEXES

Le sommaire propre au chapitre est à consulter en tête du chapitre



La définition du programme de tri



Sommaire

A

	page
I DIMENSIONNER LA CAPACITE DU TRI	A7
I.0. Prédimensionnement	A7
I.1. Tri manuel	A8
I.2. Capacité horaire des tapis	A9
I.3. Tonnage annuel à traiter	A11
I.3.1. Tonnage entrant	
I.3.2. Décomposition en fractions	
I.4. Détermination du nombre de tapis	A14
I.4.1. Nombre d'heures théoriques de fonctionnement	
I.4.2. Nombre de tapis	
I.5. Détermination du type de centre	A15
I.6. Détermination du nombre de trieurs	A15
I.7. Evolution des besoins	A17
I.7.1. Evolution des critères de tri	
I.7.2. Evolution de la population	
I.7.3. Les regroupements	
I.7.4. Evolutions technologiques	
I.8. Identifier les seuils économiques	A19
I.8.1. Des dépenses d'équipements incompressibles	
I.8.2. Seuil de capacité et économies d'échelles	
I.8.3. Utilisation optimale de l'équipement en fonction de sa capacité	
I.8.4. Equilibre économique d'un transfert	
I.9. Modification du process d'un centre de tri existant	A25
I.9.1. Bilan technique et économique existant	
I.9.2. Evolution des tonnages à venir	
I.9.3. Augmenter la capacité horaire d'un centre de tri	
I.9.4. Temps de retour d'une modification	
I.10. Synergie avec d'autres activités de traitement des déchets	A26
I.10.1. DIB	
I.10.2. Décharge et incinération	
I.10.3. Stockage intermédiaire du verre	
I.11. Choix final de l'équipement	A28



Suite Sommaire

2

DEFINIR LES ORIENTATIONS TECHNIQUES

A29

2.0. Rappel des différents types de centre de tri

A29

2.1. Centre de tri de type 1

A30

- 2.1.1. Type de flux
- 2.1.2. Débits maxima par type de flux entrants
- 2.1.3. Tonnages traités maxima
- 2.1.4. Surface de terrain à prévoir
- 2.1.5. Surfaces à construire décomposées par grandes fonctions
- 2.1.6. Investissement (valeur 2004)
- 2.1.7. Variantes possibles avec critères de choix
- 2.1.8. Options et critères de choix
- 2.1.9. Mode de fonctionnement avec d'autres flux en entrée
- 2.1.10. Spécifications techniques détaillées

2.2. Centre de tri multimatériaux de type 2

A36

- 2.2.1. Type de flux
- 2.2.2. Tonnages traités maxima
- 2.2.3. Surface de terrain à prévoir
- 2.2.4. Surfaces à construire décomposées par grandes fonctions
- 2.2.5. Investissement (valeur 2004)
- 2.2.6. Variantes possibles avec critères de choix
- 2.2.7. Options et critères de choix
- 2.2.8. Mode de fonctionnement avec d'autres flux en entrée
- 2.2.9. Spécifications techniques détaillées

2.3. Centre de tri de type 2 à deux chaînes

A40

- 2.3.1. Type de flux
- 2.3.2. Tonnages traités maxima
- 2.3.3. Surface de terrain à prévoir
- 2.3.4. Surfaces à construire décomposées par grandes fonctions
- 2.3.5. Investissement (valeur 2004)
- 2.3.6. Variantes possibles avec critères de choix
- 2.3.7. Options et critères de choix
- 2.3.8. Mode de fonctionnement avec d'autres flux en entrée
- 2.3.9. Spécifications techniques détaillées

2.4. Centre de tri de type 3

A45

- 2.4.1. Type de flux
- 2.4.2. Tonnages traités maxima
- 2.4.3. Surface de terrain à prévoir
- 2.4.4. Surfaces à construire décomposées par grandes fonctions
- 2.4.5. Investissement (valeur 2004)
- 2.4.6. Variantes possibles avec critères de choix
- 2.4.7. Options et critères de choix
- 2.4.8. Mode de fonctionnement avec d'autres flux en entrée
- 2.4.9. Spécifications techniques détaillées



Suite Sommaire

A

2.5. Centre de tri de type 4	A50
2.5.1. Type de flux	
2.5.2. Tonnages traités maxima	
2.5.3. Surface de terrain à prévoir	
2.5.4. Surfaces à construire décomposées par grandes fonctions	
2.5.5. Investissement (valeur 2004)	
2.5.6. Mode de fonctionnement avec d'autres flux en entrée	
2.5.7. Spécifications techniques détaillées	
2.6. Schémas et cinématiques	A54
2.6.1. Centre de tri de type 1	
2.6.2. Centre de tri multimatériaux de type 2	
2.6.3. Centre de tri de type 2 à deux chaînes	
2.6.4. Centre de tri de type 3	
2.6.5. Centre de tri de type 4	
3 RESPECTER LES CONTRAINTES REGLEMENTAIRES ET NORMATIVES	A67
3.1. Prévention des risques	A67
3.1.1. Le risque majeur pour les opérateurs : la circulation des engins	
3.1.2. Le risque majeur pour le centre de tri : l'incendie	
3.1.3. Le bruit	
3.1.4. La poussière et les gaz	
3.1.5. Les vibrations	
3.1.6. Les risques biologiques et chimiques	
3.1.7. Les risques électriques et mécaniques	
3.1.8. Les risques de pollution des eaux	
3.1.9. Rappel des textes de référence	
3.2. Les contraintes des installations classées	A80
3.2.1. Généralités	
3.2.2. Cas des centres de tri	
3.3. Ergonomie et conditions de travail	A84
3.3.1. Des postes de travail adaptés	
3.3.2. Incidences du process de tri sur l'ergonomie du poste et le rendement	
3.3.3. Un éclairage adapté	
3.4. Les conditions psychologiques de l'opérateur de tri	A87
3.4.1. La charge nerveuse du geste de tri	
3.4.2. Les critères de satisfaction au travail de l'opérateur de tri	



Suite Sommaire

4	CONCEVOIR LES OUVRAGES	A89
	4.1. Données générales du programme	A89
	4.1.0. Quelques définitions	
	4.1.1. Déterminer les caractéristiques générales de l'opération	
	4.2. Les principes généraux d'organisation fonctionnelle du site	A91
	4.2.0. Schéma général d'organisation fonctionnelle	
	4.2.1. Desserte du site	
	4.2.2. Circulation sur le site	
	4.2.3. Stationnement	
	4.2.4. Un exemple de plan-masse	
	4.3. Les unités fonctionnelles	A93
	4.3.1. La fonction réception des flux entrants	
	4.3.2. La fonction tri	
	4.3.3. La fonction conditionnement, stockage et reprise des flux triés	
	4.3.4. La fonction accueil et information	
	4.3.5. La fonction administrative et les services généraux	
	4.3.6. La fonction vestiaires, locaux du personnel	
	4.4. Exigences techniques et architecturales	A104
	4.4.0. Une réalisation intégrant la notion du coût global	
	4.4.1. Le programme architectural	
	4.4.2. Espaces extérieurs et V.R.D.	
	4.4.3. Bâtiment clos et couvert	
	4.4.4. Equipements techniques	
	4.5. La démarche Haute Qualité Environnementale (HQE)	A111
	4.5.1. Généralités	
	4.5.2. Applications pratiques aux centres de tri	
5	CONSTRUIRE LES OUVRAGES	A115
	5.1. Les marchés des maîtrises d'œuvre et des entrepreneurs	A115
	5.1.0. Définitions des termes employés	
	5.1.1. Cas d'une maîtrise d'ouvrage publique	
	5.1.2. Cas d'une maîtrise d'ouvrage privée	
	5.2. Les moments-clés de la consultation	A119
	5.3. L'implication des partenaires	A120
	5.3.1. Le futur exploitant	
	5.3.2. Eco-Emballages	
	5.3.3. Les futurs repreneurs de matériaux	
	5.3.4. Les services institutionnels	
	5.3.5. Le personnel	
	5.3.6. Les associations	



I DIMENSIONNER LA CAPACITÉ DE TRI

I.0. Prédimensionnement

- Trois types de grandeurs peuvent être utilisés pour définir un centre de tri :
- Le débit masse (en tonne entrante par heure et par type de flux).
 - Le débit volume (en m³ entrant par heure et par type de flux).
 - Le nombre d'objets (par heure et par type de matériaux).

A RETENIR

Bien que le débit masse soit fréquemment employé, notamment à des fins de communication, c'est de fait le débit volume qui est le plus pertinent pour dimensionner la plupart des équipements.

C'est notamment le cas des tables de tri manuel, pour lesquelles interviennent également d'autres paramètres liés à la morphologie humaine et aux facultés d'identification, de reconnaissance et de préhension des objets défilant sur le tapis.

→ Ces paramètres font, qu'en pratique, on dispose d'un choix limité de tailles pour ces équipements, à savoir :

- Dans le cas d'un tri d'un seul côté, la largeur optimale pour des raisons ergonomiques est de 600 mm.
- Des tapis de 1 000 mm de large environ lorsque les trieurs sont disposés de part et d'autre du tapis.

→ Il est à noter que les largeurs des tapis sont plus faibles que celles qui étaient décrites dans l'édition 2002 du présent document. En effet, à la suite du travail effectué par l'INRS, une préconisation pour la largeur des tapis a été définie et entraîne donc une diminution de celle-ci (voir paragraphe A.3.).

→ Ainsi la capacité horaire d'un centre de tri, évaluée en terme de débit masse, résulte du débit volume admissible sur les équipements critiques et de sa conversion en débit masse en fonction de la masse volumique du produit traité.

→ Dans le cas d'un centre de tri manuel la démarche globale, pour définir le type de centre de tri à construire, est la suivante :

- La collecte sélective est définie par un tonnage annuel produit en fonction des différents flux.
- En fonction du process, on détermine un tonnage par fraction à trier.
- La conversion en volume permet de connaître un nombre d'heures de fonctionnement des différents tapis.
- En fonction du temps de fonctionnement annuel souhaité, on obtient le nombre de tapis théorique.
- Un croisement avec l'évolution du contexte détermine le nombre et le type de centre de tri.

A



Une fois le nombre de tapis défini, il y aura lieu de concevoir le type et le nombre de machines à positionner en amont afin de préparer le produit à trier et de rationaliser au mieux le travail des opérateurs de tri.

Dans certains cas, il sera possible de remplacer le travail de certains opérateurs par des machines.

A SAVOIR

Dans le cas d'un centre de tri automatique, les éléments déterminants ne sont plus les tapis de tri mais les machines de tri.

TERMINOLOGIE

Bien différencier :

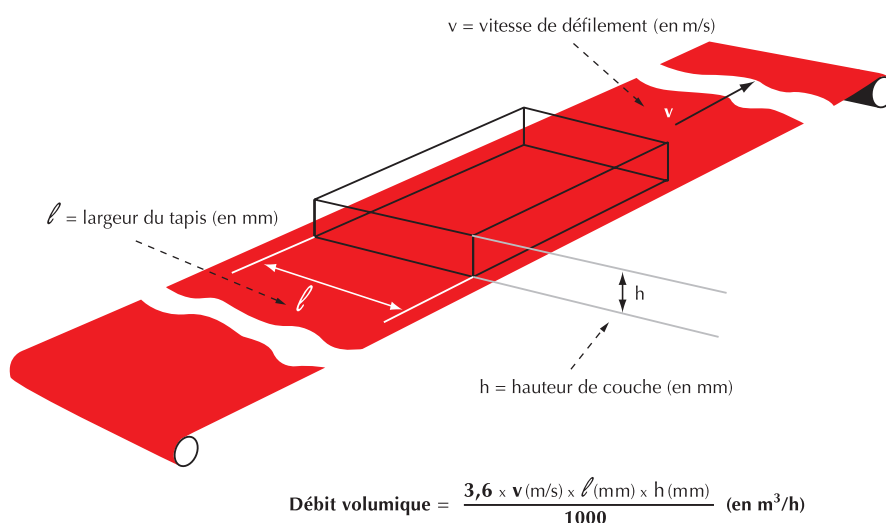
- Le **FLUX** : qui est considéré au niveau de la collecte c'est-à-dire jusqu'à l'entrée dans le centre de tri.
- La **FRACTION** : qui est considérée une fois à l'intérieur du centre de tri, soit dans le process.

I.1. Tri manuel

→ La meilleure stratégie pour un tri efficace est d'éviter les gestes inutiles. Pour cela, il est nécessaire de disposer d'un produit propre, épuré, éclaté sur un certain nombre de tapis.

Comme évoqué précédemment, la problématique du tri est une problématique de volume et, dans certains cas de figure, de nombre d'objets. Afin de répondre au mieux au principe défini en préambule, il est mis en place, en tête du process, les machines qui permettent d'épurer, de préparer, d'alimenter et de réguler le débit. Après cette étape un tri manuel, ou un contrôle qualité associé à un tri automatique, est obligatoire.

→ Pour un tri manuel, l'expérience montre que le couple (h : hauteur de couche de produits sur le tapis, v : vitesse de défilement maximale du tapis) est à appréhender en commun, afin de définir les capacités horaires d'un tapis.



La hauteur de couche, correspondant à une couche de produits uniformément répartis sur le tapis, est définie comme une hauteur équivalente en eau.

A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Dimensionner la capacité de tri

	l Largeur du tapis (mm)	h Hauteur de couche (mm)	v Vitesse de défilement (m/s)	Débit volumique horaire (m³/h)
Tri positif *	1 000 600	30 30	0,3 0,3	33 20
Tri négatif *	1 000 600	30 30	0,2 0,2	22 13

* Définition voir fiche "table de tri".

Remarques sur les données du tableau :

- Le résultat du calcul, soit le débit volumique horaire, est conforme à ce qui est fréquemment rencontré sur le terrain, dans des centres optimisés recevant des collectes de bonne qualité.
- Le couple (h, v) peut varier, dans certains cas, en fonction de choix d'exploitation, tout en aboutissant à un débit conforme aux résultats présentés.
- Des centres de tri non optimisés ou à l'inverse des centres recevant des collectes très spécifiques en terme de qualité ou de composition, peuvent présenter des débits différents.

I.2. Capacité horaire des tapis

Les flux traités, par les différents centres de tri étudiés dans ce document, sont :

- Recyclables hors verre.
- Journaux magazines.
- Emballages légers.

Les flux traités, par les différents centres de tri étudiés dans ce document, sont :

- Recyclables hors verre.
- Journaux/magazines.
- Emballages légers.

La possibilité, pour chacun des centres à recevoir et à traiter les autres types de flux que ceux pour lesquels il est conçu, est examinée au paragraphe A.2.

En fonction des process, on peut considérer que ces différents flux deviennent en terme de fractions, après les premières machines d'un centre de tri (explications voir paragraphe A.2) :

- Recyclables secs hors verre → une fraction de plats et une fraction de creux.
- Journaux magazines → inchangés donc fraction J/M.
- Emballages légers → inchangés donc fraction emballages légers
ou → une fraction d'emballages plats et une fraction d'emballages creux.

Les tableaux ci-après donnent des valeurs moyennes des masses volumiques des différents flux, fractions ou matériaux présents dans le process. Les valeurs réelles peuvent varier significativement autour de ces moyennes en fonction des mélanges, de la compaction du produit au moment de la mesure et même de la compaction que le produit a subie en amont de cette mesure.

A

→ Masse volumique des flux (entrée centre de tri)

Nature du flux	Type de collecte	Lieu d'échantillonnage	Masse volumique kg/m ³
Emballages légers	Collecte avec compaction	Dans la benne	100
		Hall après dépotage	60
	Collecte sans compaction	Benne et hall après dépôt	50
Flux J/M	Collecte avec compaction	Dans la benne	275 à 350
		Hall après dépotage	250 à 350
	Collecte sans compaction	Benne et hall après dépôt	250
Recyclables secs	Collecte avec compaction	Dans la benne	200 à 300
		Hall après dépotage	100 à 130
	Collecte sans compaction	Benne et hall après dépôt	80
Refus (correspondant au prétri au sol)		Hall après dépotage	100

→ Masse volumique des fractions sur le tapis de tri après élimination des fines

Type de fractions	Masse volumique kg/m ³
Emballages légers	50
Journaux/Magazines	230
Plats (résultant d'une séparation plats/creux)	150
Creux (résultant d'une séparation plats/creux)	50
Emballages creux	50
Emballages plats	50
Refus (très variable en pratique)	de 20 à 50

→ Masse volumique des produits avant conditionnement

Type de produits	Masse volumique kg/m ³
EMR	80
ELA	60
Bouteilles plastiques	20
Acier	100
Aluminium	50
Sacs plastiques	20
Refus	de 20 à 50



A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Dimensionner la capacité de tri

La masse volumique peut varier si le produit est en tas ou s'il est étalé (foisonnement).

→ Débit horaire des différents tapis

Les incertitudes sur les différents paramètres évoqués ci-dessus se compensent, et il est couramment admis que les débits horaires volumiques maxima sur les tapis sont les suivants :

		Débit horaire t/h				
		Emballages légers	J/M	Plats*	Creux*	Emballages plats
Tri positif	Tapis 1 000	-	7,5	5	-	-
	Tapis 600	1	4,6	3	1	1
Tri négatif	Tapis 1 000	-	5	3,3	-	-
	Tapis 600	0,7	3	2	0,7	0,7

*résultant d'une séparation plats/creux

Ces valeurs supposent qu'il est possible de disposer d'un nombre suffisant de trieurs. Ce nombre sera variable suivant la qualité de la collecte, le type et l'efficacité des machines installées (voir paragraphe C.2).

I.3. Tonnage annuel à traiter

I.3.1. Tonnage entrant

→ Afin de déterminer le tonnage entrant du futur centre de tri, deux cas de figures se présentent :

- Le centre de tri est construit pour répondre à un besoin existant.
En prenant certaines précautions sur les évolutions prévisibles à venir, on dispose donc de l'ensemble des données nécessaires (périmètre, tonnage, volume, composition...).
- Le centre de tri n'est pas construit pour répondre à un besoin existant (périmètre non défini, collecte sélective pas encore en place...), on utilise les valeurs statistiques connues à ce jour.

→ L'approche statistique donne les éléments suivants de performance par habitant :

Les chiffres à utiliser pour le dimensionnement d'un centre de tri **		CS en PAP	CS en AV	CS Mixte : emballages en PAP J/M en AV
		kg/hab/an	kg/hab/an	kg/hab/an
Emballages légers	E.M.R.	12	8	12
	E.L.A.	1	0,5	1
	Plastiques	5,5	3,8	5,5
	Acier	3,7	1,9	3,7
	Aluminium	0,3	0,1	0,3
Sous-total Emballages légers		22,5	14,3	22,5
J/M		29	24	PAP 2* AV 24
Cartons centre-ville Inklus dans collecte		entre 0 et 5	0	entre 0 et 5
Total		51,5 à 53,5	38,3	48,5 à 53,5
Refus***		5	3	5

* Une part des J/M se situe dans la collecte emballages (erreur de compréhension de l'habitant)

** Ces valeurs sont à considérer comme un objectif ambitieux. Elles sont issues des statistiques tenues par Eco-Emballages et représentent les résultats d'une collectivité située dans "la partie inférieure du taux supérieur".

*** La part des refus indiquée dans ce tableau est une valeur optimale à considérer comme un objectif.

→ Dans le cas d'une zone avec une forte évolution du tonnage produit en cours d'année, le même calcul peut être effectué sur une période plus courte, période de production maximale.

Afin de faciliter la compréhension du raisonnement, un exemple numérique est développé tout au long de l'exposé de la méthode.

Dans ce cas, on considère un bassin de population de 250 000 habitants assurant une collecte sélective en porte à porte des recyclables hors verre.

Le tonnage annuel à l'entrée du centre de tri est donc de :

$250\,000 \times 51,5 / 1\,000 = 12\,875\,t$ (hors refus) soit $14\,000\,t$ environ y compris refus.

→ Pour le dimensionnement des éléments du centre, autres que ceux dans les zones de réception et de conditionnement, on ne prendra pas en compte les tonnages de gros cartons, s'il y en a. En effet, ceux-ci sont enlevés en cabine de prétri et n'entrent pas dans le calcul de capacité des tapis de tri.



A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Dimensionner la capacité de tri

I.3.2. Décomposition en fractions

L'étape suivante de la démarche consiste à décomposer le tonnage, entrant dans le centre de tri, en fractions se situant sur les différents tapis de tri.
Pour cela, les hypothèses suivantes sont prises :

Répartition des matériaux sur les tapis des creux et des plats	Tapis des plats % du tonnage entrant	Tapis des creux % du tonnage entrant	Total
EMR	80	20	100
ELA	50	50	100
Plastiques	15	85	100
Acier	5	95 ou 0*	100
Aluminium	5	95 ou 0**	100
J/M	85	15	100
Cartons centre-ville	0***	0***	-
Refus	30****	30****	60

*En fonction de la présence et de la position de l'overband (0 si amont du tapis, 95 si aval ou si absence).

**En fonction de la présence et de la position d'un équipement à trier l'aluminium.

*** Ces cartons sont éliminés en amont de la séparation plats/creux.

**** Il est estimé que 40 % du refus en poids est éliminé soit dans les gros indésirables, soit avec les fines en tête du process de tri.

NB : Ces résultats constituent une première estimation. Ils doivent être affinés en fonction du type de machines retenues et de leur efficacité sur chacun des produits.

Dans l'exemple, on obtient donc :

	Performances kg/hab/an	Tonnage total t/an
Fraction plats	35,8	8 950
Fraction creux	15,7	3 925
Total	51,5	12 875

I.4. Détermination du nombre de tapis

I.4.1. Nombre d'heures théoriques de fonctionnement

Est obtenu, en divisant le tonnage pour chaque fraction, par le débit horaire volumique sur chaque type de tapis.

→ Le nombre d'heures théoriques de fonctionnement annuel de chaque type de tapis (plats, alternativement creux ou J/M, creux) est déterminant.

Il est obtenu, pour chaque fraction, en divisant le tonnage par le débit horaire massique sur chaque type de tapis, étant entendu que les corps plats passent sur un tapis de 1 000 mm et les corps creux sur un tapis de 600 mm.

Dans l'exemple :

Temps théorique de fonctionnement des différents tapis en pleine charge, avec des tris "négatifs" :

$$\text{- Tapis des plats : } \frac{8\,950}{5} = 1\,790 \text{ h/an} \quad (5 = 5 \text{ t/an} = \text{débit horaire sur le tapis})$$

$$\text{- Tapis des creux : } \frac{3\,925}{0,7} = 5\,607 \text{ h/an}$$

I.4.2. Nombre de tapis

→ Dans leur arrêté préfectoral d'exploitation, les centres de tri ont, en général, l'autorisation de fonctionner sur 2 ou 3 postes par jour. Pour certains centres de tri, la plage d'ouverture est limitée à un poste pour réduire les nuisances vis-à-vis du voisinage. Parfois cette contrainte se limite à interdire les entrées et sorties de camions en dehors des heures habituelles de travail.

On constate que la performance des trieurs est plus faible la nuit, il est donc préférable de travailler sur 2 postes de jour, correspondant à 3 000 heures de tri effectif par an.

→ En divisant le nombre d'heures théoriques de fonctionnement, par le nombre d'heures de fonctionnement potentiel du centre de tri, on obtient le nombre de tapis nécessaires, après arrondi au nombre entier directement supérieur.

Dans l'exemple, on en déduit :

$$\text{- Nombre de tapis des plats : } \frac{1\,790}{3\,000} = 0,60 \text{ soit un tapis}$$

$$\text{- Nombre de tapis des creux : } \frac{5\,607}{3\,000} = 1,87 \text{ soit 2 tapis}$$

Nombre de tapis = nombre d'heures théoriques ÷ nombre d'heures de fonctionnement potentiel.

A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Dimensionner la capacité de tri

I.5. Détermination du type de centre

Les différents types de centres de tri sont présentés dans le tableau ci-après. Ils font l'objet d'une description complète dans le paragraphe 2.

	Centre de tri de type 1	Centre de tri de type 2	Centre de tri de type 3	Centre de tri de type 4
Collecte multi-matériaux	Non préconisé (hors centre de tri provisoire)	1 chaîne comportant : - 1 tapis pour plats - 1 tapis pour creux	1 chaîne comportant : - 2 tapis pour plats - 2 tapis pour creux	1 chaîne mécanisée comportant uniquement des tapis de contrôle qualité
Collecte légers + collecte J/M	1 chaîne d'1 tapis travaillant en alternance : non préconisé	1 chaîne légers à 2 tapis 1 chaîne J/M. à 1 tapis	Sans objet : collecte non préconisée	Sans objet : collecte non préconisée

Type 1 = centre de tri de faible capacité
Type 2 = centre de tri de capacité moyenne
Type 3 = centre de tri de grande capacité
Type 4 = centre de tri de très grande capacité

On peut en déduire des débits horaires maxima théoriques (voir paragraphe A.1.2) :

	Centre de tri de type 1	Centre de tri de type 2	Centre de tri de type 3	Centre de tri de type 4
Collecte multimatériaux	-	2,5 t/h	6 t/h	15 t/h
Collecte légers + collecte J/M	0,7 t/h de légers ou 5 t/h de J/M	2 t/h de légers et 5 t/h de J/M. (pour une moy. de 2,5 t/h)	-	-
Tonnage entrant annuellement y compris refus	4 500 à 6 000 t/an	8 000 à 11 000 t/an	15 000 à 18 000 t/an	

I.6. Détermination du nombre de trieurs

Une fois le type de centre de tri à construire défini, il est important de posséder une estimation du nombre de trieurs nécessaires. Cette détermination va permettre de dimensionner au mieux les lignes et cabines de tri et éventuellement d'établir un bilan prévisionnel d'exploitation.

→ La méthodologie est la suivante :

- Détermination du débit horaire par type de matériaux
Décomposer le débit horaire maximum théorique (défini au paragraphe A.1.5) en fonction de la répartition matériau par matériau (répartition au paragraphe A.1.3.1.)

- Détermination du débit horaire en nombre d'objets
- Les poids des emballages mis sur le marché sont les suivants :

	Type d'emballages	Poids unitaires des emballages (g/emballage)
Acier	Canette 33 cl	30
	Conserve 4/4	90
Aluminium	Canette 33 cl	15
Carton - Cartonnette	Boîte de céréales	80
	Paquet de biscuits 125 g	20
	Boîte à chaussures	200
	Brique de lait	28
	Boîte légume surgelé 450 g	35
Bouteilles et et flacons en plastique	Eau minérale 1,5 l	37
	Bouteille de lait	35

A partir de ces éléments, on détermine le poids moyen estimatif des produits présents dans le centre de tri :

	Poids unitaire (g/objet)
Gros refus au prétri	500
Gros cartons au prétri	500
Sacs plastiques	20
Cartons - cartonnettes sur ligne de tri	80
JRM	60
Gros de magasin	20
ELA - briques	28
PeHD	40
PET	37
PVC	37
Acier	60
Alu	15
Refus sur "lignes de tri"	20

A partir de ces éléments, il sera simple de déterminer un nombre moyen théorique d'objets présents dans le centre de tri.

On se rend compte, toutefois que ce résultat est très directement dépendant du poids estimé de chaque produit.



- Répartition du flux sur les différents tapis

En fonction du type de séparation et de l'efficacité des différentes machines prévues, il est déterminé le nombre de produits présents sur chacun des tapis.

- Détermination des produits triés en positif

Sur chacun des tapis de tri, il va être déterminé le ou les produits triés en négatif et surtout, en conséquence, ceux qui seront triés positivement et qui nécessiteront une action manuelle de la part des opérateurs.

- Détermination du nombre de gestes des opérateurs

Le tableau paragraphe A.3.4. donne des informations à ce sujet.

- Détermination du nombre d'opérateurs de tri

La compilation des calculs précédents donne un nombre théorique de postes par produit et par ligne de tri.

Pour obtenir le nombre global de personnes nécessaires sur chaque ligne de tri, il sera nécessaire de vérifier que chaque opérateur a la possibilité de trier l'ensemble des produits prévus (nombre et présence des goulottes adéquates).

A RETENIR

Le calcul du nombre de trieurs, effectué à partir du nombre de gestes et du poids moyen des produits, est entaché intrinsèquement d'incertitude. Il peut difficilement être utilisé pour garantir un débit d'une chaîne de tri. Il est toutefois adapté pour dimensionner une ligne de tri en nombre de postes de travail.

→ Cette valeur du nombre de postes est à prendre toutefois avec beaucoup de prudence pour les raisons suivantes :

- Incertitude forte sur le nombre d'objets présents de par la mauvaise connaissance du poids moyen de chaque objet principalement pour certains produits mal connus ou très évolutifs dans le temps (refus, cartons, JRM...).
- Incertitude sur efficacité des machines.
- Incertitude sur la régularité du flux devant chaque trieur et donc sur leur capacité à effectuer le nombre de gestes définis.

I.7. Evolution des besoins

Le contexte dans lequel évolue le centre de tri se modifiera dans le temps.

→ Les évolutions peuvent provenir des points suivants :

- L'évolution des critères de tri entraînant des modifications dans l'exploitation voire dans le process.
- L'évolution de la population, dans les années à venir et à périmètre constant, entraînant une modification du tonnage entrant.
- D'éventuels regroupements avec d'autres collectivités ou des extensions à d'autres territoires entraînant également une modification du tonnage entrant.
- Les évolutions des modes de collecte.
- L'évolution des technologies entraînant d'éventuelles modifications de process.
- L'évolution de la consommation et des emballages entraînant une modification de la composition du flux entrant.



I.7.1. Evolution des critères de tri

Les critères de tri peuvent être modifiés en fonction :

- Des nouveaux matériaux arrivant sur le marché.
- De l'évolution des technologies du recyclage.
- De l'abandon de matériaux par suite de considérations techniques, économiques ou écologiques (abandon du PVC et remplacement par le PET).

→ Critères de tri

	Avant 2000	De 2000 à 2004	Depuis 2004
Tri des plastiques	PET	PET Clair (cristal + azuré) + PVC Clair	PET Cristal + PVC
	PVC	PET Couleur + PVC couleur	PET Couleur + PVC
	PEhd	PEhd	PEhd

	Avec un cours du papier bas	Avec un cours du papier élevé
Tri des JRM	Tous fibreux en mélange (Hors emballages)	JRM* Gros de Magasin

*Cette évolution pouvant changer en fonction du cours de ces matériaux.

I.7.2. Evolution de la population

Avant tout projet d'investissement de centre de tri, il convient d'envisager les hypothèses d'évolution de la collecte en fonction de l'augmentation de la population et de ses variations saisonnières.

→ En ce qui concerne les variations saisonnières, une étude précise du bassin de population doit permettre de définir, avec une projection sur 7 ans :

- La proportion de résidences secondaires.
- La proportion de population touristique hors résidences secondaires en fonction des mois de fréquentation.
- La différence des tonnages entre le mois le plus haut et le plus bas.
- Les variations saisonnières selon le type de collecte et le flux collecté.

Cette approche est la base du dimensionnement du process.

I.7.3. Les regroupements

Comme il est décrit dans le paragraphe A.I.8.3, il est important pour des raisons économiques, de faire fonctionner le centre de tri au plus près du temps maximum autorisé, en évitant le fonctionnement de nuit, sauf dans le cas d'un centre très automatisé.

Il est donc nécessaire, avant toute décision, de cerner au mieux le bassin de population qui peut apporter sa collecte sélective et ce, à long terme. Au regard des modifications des structures intercommunales, des résultats des appels d'offres de prestataire de tri, cet exercice peut s'avérer des plus difficiles.

I.7.4. Evolutions technologiques

Les études et recherches permanentes des constructeurs de matériel de centre de tri permettent de mettre, régulièrement sur le marché, des produits nouveaux. Des adaptations sur les centres existants sont envisageables afin d'améliorer l'efficacité du tri.

Dès la conception du bâtiment, il y a lieu de prendre toute précaution pour permettre les évolutions de process ultérieures, du fait d'une durée de vie du bâti plus longue que celle des machines.

Des contraintes nouvelles de la part des entreprises en aval dans la chaîne du recyclage peuvent entraîner, également, des modifications de process.

A RETENIR

On peut considérer que le process de tri est conçu pour une durée voisine de 7 ans.

Au-delà, les évolutions technologiques justifient des modifications pour remise à niveau, c'est du reste ce que l'on remarque dans les centres de tri ayant environ cet âge. En effet, nous constatons de nombreux projets de réaménagement de centres de tri avec mise en place de mécanisation plus importante dans une recherche de rentabilité supérieure.

Dans le cas où des modifications sont indispensables, elles doivent pouvoir être effectuées sans interventions lourdes sur la structure.

Les principes suivants doivent être respectés :

- 1^{er} : dissocier la structure du process.
Ceci ne veut pas dire forcément qu'il faut construire l'ensemble du centre de tri dans un grand volume. Une conception conjointe de la cabine de tri et du bâtiment peut avoir de gros avantages, tant au niveau des conditions de travail que des coûts (voir paragraphe 4).
- 2^e : préférer des structures mécano soudées à des solutions en béton armé.
Ceci se traduit par exemple par :
 - Un ou des hangars sans appui intermédiaire.
 - Des alvéoles sans béton (métal + bois).
 - Un plancher dans la cabine de tri en bois (ou métal + bois). Une attention toute particulière sera apportée à la résistance au feu de l'ensemble et surtout des cabines de tri.

Ce type de structure permet de ne pas être bloqué en taille et d'augmenter la surface par rajout de trames supplémentaires.

Par ailleurs, une réserve foncière suffisante, permettant un agrandissement de la surface construite, offre des garanties en matière d'évolutivité.

I.8. Identifier les seuils économiques

I.8.1. Des dépenses d'équipements incompressibles

L'équipement d'un centre de tri nécessite des investissements incompressibles qui correspondent :



→ A des obligations réglementaires et contractuelles :

- Moyens permettant une bonne gestion de la production (pont-bascule, stockage aval, locaux administratifs pour l'encadrement et la gestion).
- Equipements minimums permettant de respecter la législation du travail (cabine de tri, ventilation, dépoussiérage, sanitaires et locaux sociaux).
- Equipements respectant les spécifications de conditionnement des standards de matériaux d'Eco-Emballages.
- Nécessité de contrôle qualité et suivi de production (plate-forme de pesage).

Ces critères de respect des normes ont une incidence financière plus importante sur des centres de petite capacité que sur des centres de grande capacité.

→ A des critères techniques :

- Longueur du tapis de tri dictée par le nombre de produits à trier et donc le nombre d'alvéoles en se ménageant des alvéoles en surnombre pour faire face à des évolutions potentielles.
- Nouvelles exigences en matière de tri, notamment le tri des flaconnages plastiques et des fibreux en plusieurs catégories.

I.8.2. Seuil de capacité et économies d'échelles

Le tri entre aujourd'hui dans une logique industrielle permettant des gains de productivité importants.

Autrefois activité artisanale essentiellement manuelle, le tri entre aujourd'hui dans une logique industrielle où la modernisation et l'automatisation des équipements permettent des gains de productivité importants.

Mais ces nouveaux matériels automatisant le criblage, le tri ou la séparation plats/creux ne peuvent être raisonnablement amortis qu'à partir d'une taille critique d'installation :

Equipement	Tonnage du matériau traité	Taille de centre Tonnage global entrant
Séparateur plats/creux	A partir de 6 000 t en multimatériaux	A partir de 6 000 t/an
Machine de tri des plastiques	A partir de 1 000 t de plastiques	A partir de 12 000 t/an
Détecteur/éjecteur de métaux non ferreux	A partir de 20 t d'aluminium	A partir de 6 000 t/an
Séparateur magnétique	A partir de 200 t d'acier	A partir de 3 000 t/an
Stockage et déstockage dynamique (type FMA)	A partir de 6 000 t de journaux magazines	A partir de 12 000 t/an
Alvéole avec convoyeur à bande	A partir de 500 t d'EMR ou de gros de magasin	A partir de 6 000 t/an



I.8.3. L'utilisation optimale de l'équipement en fonction de sa capacité

→ Au moment de la conception

Une fois le tonnage prévisionnel entrant dans le centre de tri déterminé, il est intéressant d'établir une étude comparative entre un fonctionnement futur en un ou en deux postes.

La solution en un poste entraîne :

- Un surcoût en terme de process (en général un crible et un tapis de tri supplémentaires) offrant une mécanisation plus importante.
- Très peu de surcoût en terme de bâtiment (quelques m² supplémentaires éventuels pour placer ladite machine, et un agrandissement de la cabine de tri).
- Une économie en terme de main-d'œuvre. En effet en doublant la capacité horaire du centre de tri, le rendement de tri exprimé en kg/h. trieur augmente de façon importante grâce à une augmentation du nombre de produits triés en négatif.
- Une économie en terme d'encadrement.

En conclusion, le temps de retour de ce surinvestissement est en général inférieur à 5 ans.

De plus, une fois l'installation en fonctionnement, il est toujours possible de rechercher du tonnage supplémentaire. Pour cela, le bâtiment a été conçu dans cet objectif dès l'origine. Toutefois, pour y parvenir, il sera peut-être nécessaire d'agrandir le volume de stockage amont.

→ Une fois en exploitation

L'utilisation d'un équipement de tri entre 70 et 100 % de sa capacité théorique (en 1 ou 2 postes) doit être recherchée. En deçà de ce taux de charge, les courbes de coût d'exploitation augmentent de manière importante.

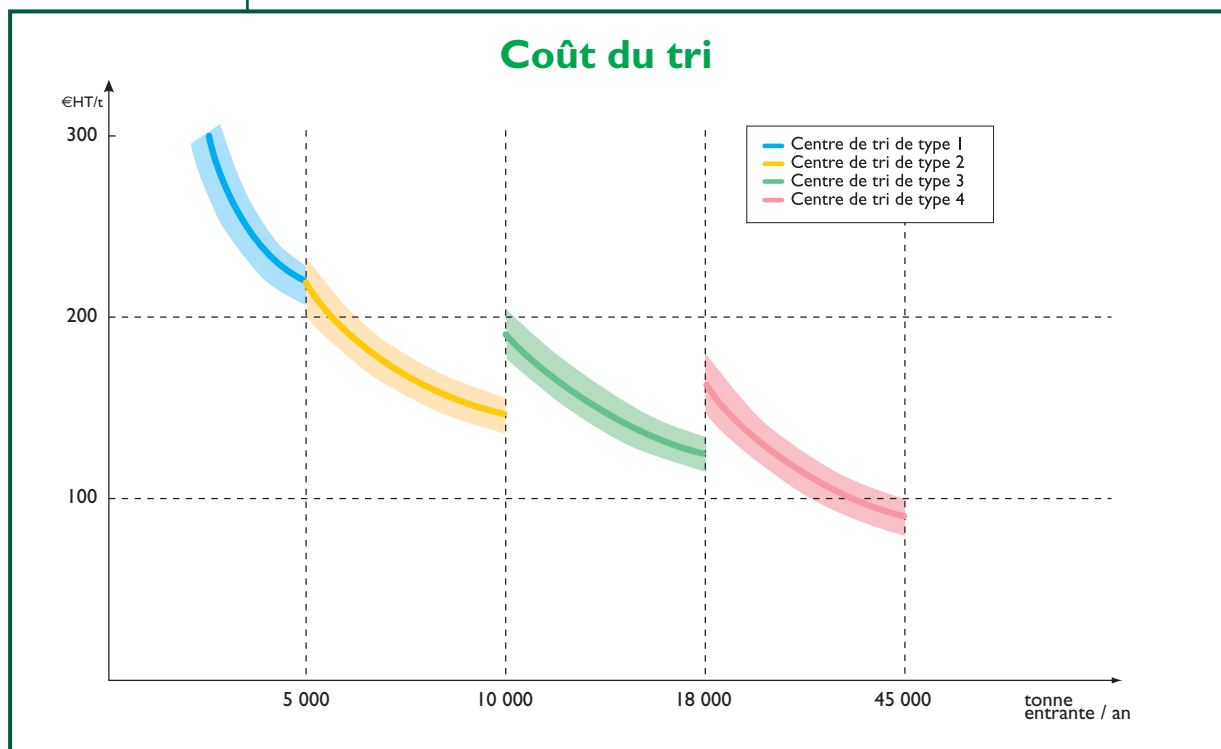
Pour certains centres de tri très automatisés, l'utilisation de l'outil la nuit sera envisageable de par le nombre faible d'employés nécessaires au bon fonctionnement de l'usine.

L'utilisation d'un équipement de tri entre 70 et 100 % de sa capacité théorique doit être recherchée.

A

→ Approche du coût de tri

Le graphe ci-après présente une estimation du coût du tri en fonction du type de centre de tri ainsi qu'en fonction du taux de remplissage de celui-ci.



Remarques importantes sur le graphe :

- Le coût du tri est évalué à la tonne entrante, d'une collecte multi-matériaux, en considérant un taux de refus, tel que défini au paragraphe A.1.3, voisin de 10 %.
- Il n'est pas pris en compte un coût d'élimination des refus. Il est considéré que les refus sont mis à la disposition de l'entité de collecte.
- Les coûts indiqués peuvent évoluer en fonction de conditions techniques, environnementales ou économiques particulières.
- Le coût du centre de tri de type 4 est à considérer comme un objectif à atteindre.

I.8.4. Equilibre économique d'un transfert

→ Coût d'un transfert

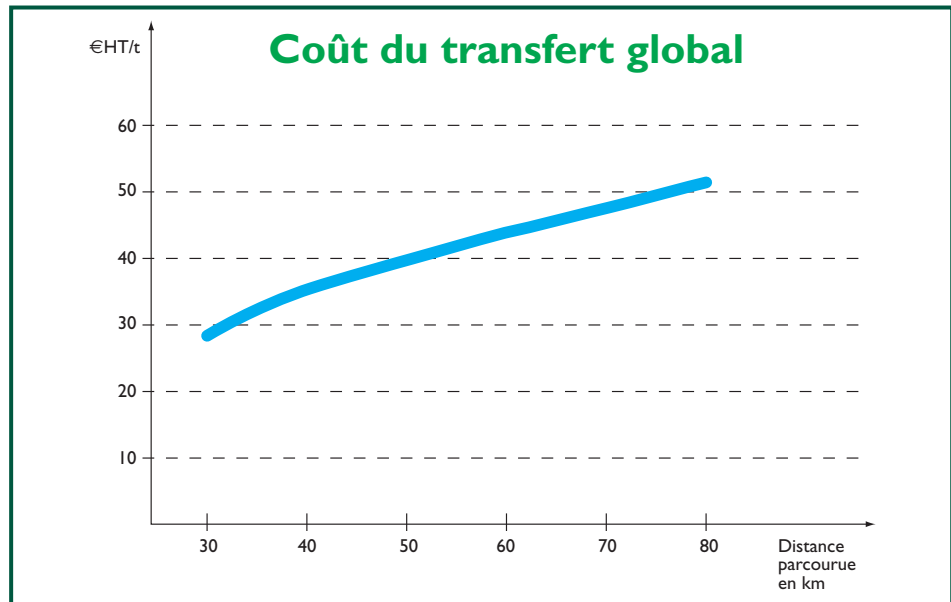
La courbe ci-après présente une estimation du poste « transfert global » comportant deux éléments :

- Le coût du quai de transfert correspondant à la rupture de charge.
- Le coût du transport.

Et cela pour une tonne de collecte multi-matériaux.

A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Dimensionner la capacité de tri



→ Commentaires sur la courbe

- Le coût du quai de transfert est estimé à environ 12 € HT/t.
- Le coût du transport est directement proportionnel au nombre de kilomètres parcourus. Le taux kilométrique baisse légèrement en fonction de la distance parcourue.
- Pour des tonnages qui doivent être transférés, les kilomètres supplémentaires ont une faible incidence financière (25 € HT/t transportée en passant de 30 à 80 km de transport).
- En analysant cette courbe avec celle du paragraphe précédent, l'intérêt d'effectuer un transfert des tonnages, pour assurer le tri dans un centre plus gros et donc plus performant, apparaît immédiatement d'autant plus si une partie des tonnages est déjà transférée.
- Pour une collectivité, multiplier le nombre de centres de tri n'a pas d'intérêt économique. Il lui sera préférable de créer un centre de grosse capacité plutôt que deux centres de plus petite capacité. Ce choix n'est pas anodin, car un deuxième levier d'économie peut, dans certains cas, intervenir dans le fait de pouvoir effectuer une collecte multimatériaux en lieu et place d'une collecte tri-flux.

→ Application à un cas théorique

Considérons un département de 1 000 000 habitants produisant 45 000 t/an de collecte sélective multi-matériaux en mélange.

Pour traiter ces tonnages, plusieurs combinaisons de centres de tri peuvent s'imaginer, nous allons en comparer deux :

- 1^{er} cas : un centre de tri unique de type 4, d'une capacité horaire de 15 t/h et annuelle de 45 000 t/an.
- 2^{ème} cas : 3 centres de tri.
 - 2 centres de type 3, d'une capacité horaire de 6 t/h et annuelle de 18 000 t/an.
 - 1 centre de type 2, d'une capacité horaire de 3 t/h et annuelle de 9 000 t/an.

- Détermination du coût du tri :

• Cas 1 :

Type de centre de tri	Tonnage entrant t/an	Coût du tri à la tonne € HT/t entrante	Coût total du tri k€ HT/an
Centre de tri de type 4	45 000	100	4 500

• Cas 2 :

Type de centre de tri	Tonnage entrant t/an	Coût du tri à la tonne € HT/t entrante	Coût total du tri k€ HT/an
Centre de tri de type 3	18 000	135	2 430
Centre de tri de type 3	18 000	135	2 430
Centre de tri de type 2	9 000	150	1 350
Total	45 000		6 210

- Détermination du coût du transfert :

- Cas 1 : On considère, dans ce cas, que la collecte sélective pour un bassin de population de 100 000 habitants peut être directement envoyée au centre de tri sans nécessité de transfert. Le reste du tonnage transitera par un quai et aura besoin d'un transport moyen de 75 km.

Tonnage transféré t/an	Coût du transfert à la tonne € HT/t transférée	Coût total du tri k€ HT/an
40 500	50	2 025

- Cas 2 : On considère, dans ce cas, que la collecte sélective pour un bassin de population de 100 000 habitants autour de chaque centre de tri peut y être directement envoyée sans nécessité de transfert. Le reste du tonnage, correspondant à 700 000 habitants, transitera par un quai et aura besoin d'un transport moyen de 40 km.

Tonnage transféré t/an	Coût du transfert à la tonne € HT/t transférée	Coût total du tri k€ HT/an
31 500	34	1 071



A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Dimensionner la capacité de tri

- Détermination du coût global (transfert + tri) :

	Coût du tri k€ HT/an	Coût du transfert k€ HT/an	Coût total k€ HT/an
Cas 1	4 500	2 025	6 525
Cas 2	6 210	1 071	7 281

A

Ce cas d'étude laisse apparaître une économie globale de la solution avec un seul centre de tri de l'ordre de 750 000 € HT/an correspondant à 0,75 € HT/hab.an.

- Commentaires :

Soucieux de mieux connaître de bon compromis entre la multiplication des centres de tri et la mise en place de transfert des collectes sélectives pour alimenter des centres plus importants, Eco-Emballages a effectué, en 2004, avec deux collectivités (respectivement 1 000 000 et 360 000 habitants), des études comparatives.

Celles-ci ont montré l'intérêt économique et environnemental de concentrer le nombre de centres de tri et de multiplier le transfert des produits.

Les plans départementaux, au travers leurs préconisations, ont toutefois un effet limitant.

1.9. Modification du process d'un centre de tri existant

Les modifications du process seront nécessaires dans les cas suivants :

- Augmentation du tonnage.
- Equipements en fin de durée de vie.
- Obsolescence des équipements.
- Remise aux normes.

1.9.1. Bilan technique et économique existant

La première étape consiste à réaliser un bilan aussi complet que possible de l'état de l'outil.

La première partie qui sera technique doit porter sur les points suivants (liste non exhaustive) :

- Productivité du tri en kg/h. trieur.
- Pourcentage d'heures de tri non productives.
- Respect des contraintes réglementaires.
- Respect des diverses préconisations (INRS principalement).
- Existence et qualité d'un circuit de visite.
- Nombre d'heures de fonctionnement des différents équipements et état de ceux-ci (durée de vie résiduelle)...

A partir de cette étape, une simulation du coût de fonctionnement devra être réalisée, éventuellement à partir du logiciel e-coûts d'Eco-Emballages. Celle-ci sera le point de départ des analyses économiques nécessaires aux étapes suivantes.

I.9.2. Evolution des tonnages à venir

La démarche décrite dans les paragraphes A.1.6.2. et A.1.6.3. est applicable dans ce cas de figure.

I.9.3. Augmenter la capacité horaire d'un centre de tri

Pour les mêmes raisons que celles décrites au paragraphe A.1.8.3., il sera intéressant de faire l'analyse économique comparative d'un fonctionnement du centre en 1 et 2 postes. En effet, les estimations du coût d'investissement et du coût de fonctionnement doivent être réalisées dans les deux cas de figure. Un calcul de temps de retour des investissements sera envisagé et permettra le choix le plus économique à long terme.

I.9.4. Temps de retour d'une modification

Dans un projet de modernisation, il est possible de classer les différentes modifications dans les catégories suivantes :

- Stricte remise à niveau du matériel.
- Amélioration des conditions de travail.
- Amélioration de la productivité.

Un calcul de rentabilité peut, en général, difficilement s'envisager sur la totalité des travaux. D'une part, le résultat obtenu en terme de temps de retour ne rentrerait pas dans les critères habituels des économistes. D'autre part, les travaux entrant dans les deux premières catégories, ne peuvent, par nature, pas être considérés comme rentabilisables, mais tendent à garantir la pérennité de l'activité à long terme.

En revanche, au cours de l'élaboration du projet, les travaux rentrant dans la catégorie "amélioration de la productivité" peuvent et doivent faire l'objet d'un calcul de rentabilité. Ce mode de réflexion doit être présent en permanence dans l'esprit de l'équipe de conception afin de faire le meilleur choix en terme d'équipement.

Les limites de cette démarche portent sur le côté social de celle-ci, principalement lorsque la structure assurant la gestion de l'exploitation n'a pas la possibilité de reclasser les personnes dont les emplois seraient supprimés.

I.10. Synergie avec d'autres activités de traitement de déchets

I.10.1. DIB

Une autre chaîne doit être prévue en parallèle pour traiter les DIB.

Compte tenu de la spécificité du tri des DIB (de dimension plus élevée) qui impose des équipements spécifiques (cribles, convoyeurs renforcés, tapis de tri > 1 500 mm) la chaîne de collecte sélective ne peut pas être polyvalente pour l'activité DIB et déchets d'emballages ménagers. Une autre chaîne doit être prévue en parallèle.



Mais la coexistence de ces deux activités peut permettre de rentabiliser certains équipements et personnels qui ne seraient pas utilisés au maximum avec le seul tri de collecte sélective, notamment :

RECOMMANDATION

Les surfaces de réception, de conditionnement et de stockage aval doivent être prévues en conséquence afin de stocker séparément chaque matériau.

→ Equipements communs :

- La presse.
- Le pont-bascule et plate-forme de pesage.
- Les engins de manutention.

→ Personnels communs :

- Personnel d'encadrement.
- Personnel d'entretien et maintenance.

A

I.10.2. Décharge (ou CSDU) et incinération

La coexistence d'une activité de tri de collecte sélective, avec une exploitation de décharge ou d'usine d'incinération, présente un certain nombre d'intérêts pour une collectivité :

RECOMMANDATION

Il est important, dans le cas d'une coexistence d'une activité de tri de collecte sélective avec une exploitation de décharge ou d'une usine d'incinération, que les habitants bénéficiant du service de collecte sélective comprennent bien que la collecte sélective ne subit pas le même traitement que les ordures ménagères. Dans le cas de la décharge, le fait qu'elle ait été, en général, implantée antérieurement à la mise en place de la collecte sélective, est un facteur aggravant. Pour cela, il sera important de communiquer sur la présence, dans un même lieu, de deux unités de traitement distinctes.

→ Implantation

- Concentration sur un "pôle environnement" de toutes les activités liées au traitement des déchets.

→ Transport

- Réduction du temps et du coût de transport des refus issus du tri de la collecte sélective (si les refus sont mis en décharge ou à l'usine d'incinération).
- Possibilité de collecte simultanée.

→ Exploitation

- Partage de fonctions communes (sécurité, pesage, vidéo surveillance, locaux sociaux et bureaux...).

→ Personnel commun

- Personnel d'encadrement.
- Personnel de gardiennage/entretien/sécurité.

I.10.3. Stockage intermédiaire du verre

Pour les mêmes raisons de rentabilité de matériel pouvant être commun avec l'activité centre de tri (pont-bascule, chargeur...), il peut être intéressant de faire coexister ces deux activités.

I.II. Choix final de l'équipement

Comme démontré dans les paragraphes précédents, la prévision du flux entrant, tant en tonnage qu'en composition, est souvent entachée d'une incertitude plus ou moins importante, ne facilitant pas le dimensionnement d'un centre de tri. On connaît nombre de centres de tri qui, soit n'ont pas la capacité dans des conditions normales d'exploitation à traiter le tonnage entrant, soit travaillent en sous charge chronique.

Dans l'exemple, la collectivité locale a deux choix possibles :

- 1^{er} choix : Construction d'un centre de tri de type 2 (capacité moyenne).

Ce choix privilégie l'investissement minimum au prix d'une limitation des possibilités d'extension en terme de capacité de traitement.

Ce choix peut être celui d'une collectivité qui est dans la situation suivante :

- Elle a des contraintes fortes en terme de financement.
- Elle n'est pas dans une zone d'extension importante de population.
- Elle a peu de chance de regroupement supplémentaire.
- Elle a la possibilité d'étendre la durée journalière du tri à plus de 14 h.

Dans son choix d'un centre de type 2, elle sera consciente du risque pris au niveau du tonnage traité potentiel, qui ne pourra augmenter que de façon très limitée.

- 2^e choix : Construction d'un centre de tri de type 3 (grande capacité).

Ce choix privilégie un potentiel en terme de capacité de traitement, face aux éventuelles évolutions futures. L'investissement est plus important que le strict nécessaire pour la situation actuelle.

Ce choix peut être celui d'une collectivité dans la situation suivante :

- Elle n'a pas ou peu de contraintes financières en terme de financement.
- Elle est dans une zone urbaine avec extension régulière de la population.
- Une extension de son territoire est possible par les modifications de l'intercommunalité.

La décision finale ne devra toutefois pas être prise sans une analyse chiffrée en coût global des deux solutions.



2 DEFINIR LES ORIENTATIONS TECHNIQUES

2.0. Rappel des différents types de centres de tri

	Centre de tri de type 1	Centre de tri de type 2	Centre de tri de type 3	Centre de tri de type 4*
Collecte multi-matériaux	Non préconisé (hors centre de tri provisoire)	1 chaîne comportant : - 1 tapis pour plats - 1 tapis pour creux	1 chaîne comportant : - 2 tapis pour plats - 2 tapis pour creux	1 chaîne mécanisée comportant uniquement : des tapis de contrôle qualité
Collecte légers + collecte J/M	1 chaîne d'1 tapis travaillant en alternance Non préconisé	1 chaîne légers à 2 tapis 1 chaîne J/M. à 1 tapis	Non préconisée	Non préconisée
Tonnage trié annuellement (hors refus)	3 500 à 4 500 t/an	7 000 à 9 000 t/an	13 000 à 15 000 t/an*	
Tonnage entrant y compris refus	4 500 à 6 000 t/an	8 000 à 11 000 t/an	15 000 à 18 000 t/an*	

* Remarque :

Le centre de tri de type 4 est capable d'absorber un tonnage (traité annuellement hors refus) maximum de 40 000 tonnes et de 45 000 tonnes (pour un tonnage traité annuellement y compris refus).

Pour chaque type de centre de tri, les éléments suivants sont présentés :

- Type de flux pour lequel le centre a été conçu.
- Débits maxima potentiels par flux entrant.
- Tonnage traité maximum théorique.
- Surface de terrain à prévoir.
- Surfaces à construire décomposées par grandes fonctions.
- Investissement décomposé en process et bâtiment.
- Variantes possibles avec critères de choix.
- Options et critères de choix.
- Mode de fonctionnement avec d'autres flux en entrée.
- Spécifications techniques détaillées rattachées.
- Les schémas et cinématiques des différents centres sont regroupés en fin de chapitre.

2.1. Centre de tri de type I

Ce type de centre de tri est décrit dans ce paragraphe car il représente encore à ce jour un nombre non négligeable d'installations existantes. Toutefois, en construction neuve, il n'est plus préconisé ; en effet, il y a lieu de privilégier un centre de type 2 à deux chaînes qui fonctionnera moins longtemps.

2.1.1. Type de flux

Conçu pour du tri-flux, et travaillant en alternance sur les journaux-magazines et les emballages légers.

Ce type de centre est conçu pour une collecte tri-flux : (Verre/Journaux magazines/Emballages légers).
Seuls passent sur le centre de tri les flux suivant :
- Les journaux-magazines.
- Les emballages légers.
Le traitement de ces deux flux est assuré en alternance.

2.1.2. Débits maxima par type de flux entrants

Hypothèse : tri négatif du matériau majoritaire.

Les calculs sont établis en prenant en compte un fonctionnement avec un tri négatif du matériau majoritaire pour chacun des deux flux.
Ce cas de figure, même s'il nécessite un ralentissement des tapis, est économe en main-d'œuvre car il réduit de manière importante le nombre de gestes.

Flux	Débit horaire t/h
Journaux magazines	5*
Emballages légers	0,7

- Il est également pris comme hypothèse un fonctionnement avec un tapis de 1 000 mm pour le flux de journaux magazines et réduit à une largeur effective de 600 mm pour le flux de corps creux.

* Ce débit correspond à un optimum. Il peut, dans la pratique, être beaucoup plus faible en fonction de la qualité du produit entrant et des contraintes du repreneur.

Le dispositif utilisé, qui consiste à réduire la largeur utilisable du tapis par un dispositif de lame, est peu employé à ce jour. Toutefois, il semblerait que son utilisation donne satisfaction pour un flux de corps creux voire de légers.

A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Définir les orientations techniques

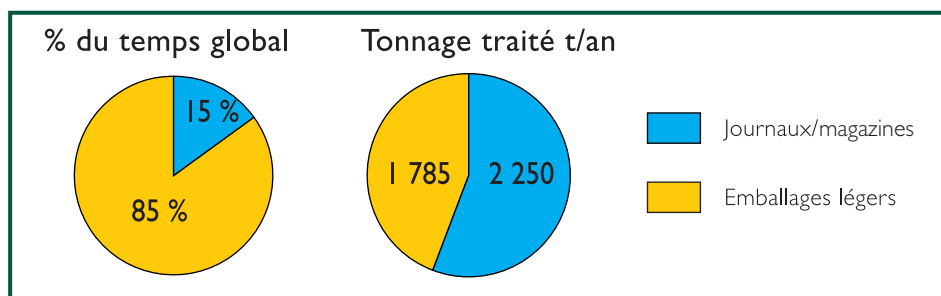
2.1.3. Tonnages traités maxima

→ Premier cas : J/M. et emballages légers en PAP

Flux	Répartition des apports* kg/hab/an	% du temps global**	Nombre d'heures h/an	Tonnage traité t/an
J/M.	29	15	450	2 250
Emballages légers	22,5	85	2 550	1 785
Total	51,5	100	3 000	4 035

* Les refus ne sont pas pris en compte sachant que leur quantité est très variable en fonction des sites
** Est calculé en fonction du débit horaire maxi pour chaque tapis et de la performance des différents flux.

(Ce qui correspond à un bassin de population voisin de 80 000 habitants).
Occupation du tapis et tonnage traité pour chacun des deux flux.



→ Deuxième cas : J/M. en AV, emballages légers en PAP

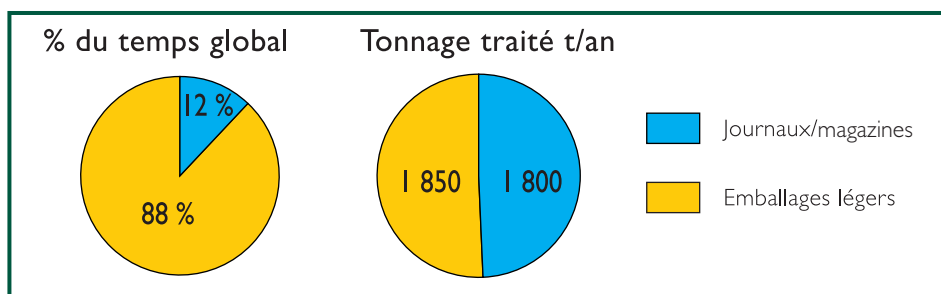
Flux	Répartition des apports* kg/hab/an	% du temps global**	Nombre d'heures h/an	Tonnage traité t/an
J/M.	24	12	360	1 800
Emballages légers	24,5	88	2 640	1 850
Total	48,5	100	3 000	3 650

(Ce qui correspond à un bassin de population voisin de 75 000 habitants).

Il est, à première vue, paradoxal d'obtenir un bassin théorique inférieur au premier cas.

Toutefois cela s'explique car il a été considéré que les tonnages collectés dans le flux des légers étaient supérieurs. En effet, afin d'éviter un déplacement au point d'Apport Volontaire, certains habitants introduisent leur J/M dans ce flux.

Occupation du tapis et tonnage traité pour chacun des deux flux.

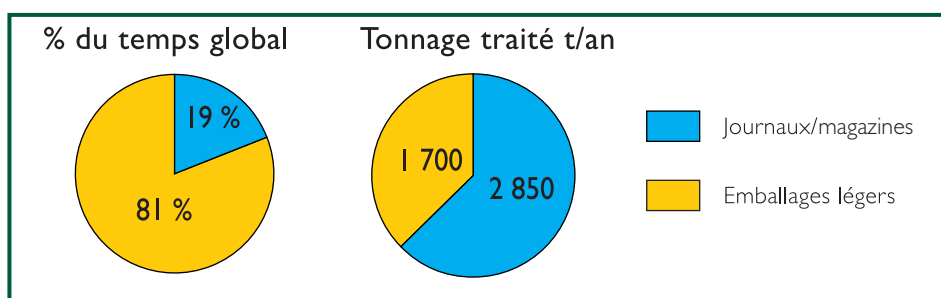


→ Troisième cas : J/M. et emballages légers en AV

Flux	Répartition des apports* kg/hab/an	% du temps global**	Nombre d'heures h/an	Tonnage traité t/an
J/M.	24	19	570	2 850
Emballages légers	14,3	81	2 430	9 700
Total	38,3	100	3 000	4 550

(Ce qui correspond à un bassin de population voisin de 120 000 habitants).

Occupation du tapis et tonnage traité pour chacun des deux flux.



On peut considérer que ce type de centre de tri est capable d'accepter un tonnage maxi compris entre 4 000 et 4 500 t/an hors refus et ce, en fonction de la caractéristique des produits entrants.

2.1.4. Surface de terrain à prévoir

Pour un centre de type 1 : surface de terrain comprise entre 8 000 et 12 000 m².

La surface de terrain doit être comprise entre 8 000 et 12 000 m² pour accueillir la fonction Centre de tri DEM uniquement.

Dans cette surface, les besoins spécifiques en terme d'exigences particulières de rétention d'eau, d'espaces verts ou autres ne sont pas pris en compte.



A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Définir les orientations techniques

2.1.5. Surfaces à construire décomposées par grandes fonctions

Les méthodes de calcul développées au paragraphe A.4. donnent les résultats suivants :

	Surface m ²
Hall de réception	Entre 500 et 700
Ensemble de tri (cabine et alvéoles)	Entre 350 et 500
Hall de stockage des balles y compris presse	Entre 750 et 800
Total	Entre 1 600 et 2 000

Administratif et locaux sanitaires	Entre 150 et 250
---------------------------------------	------------------

Nota :
Les valeurs minimale et maximale des différents totaux ne sont pas égales respectivement aux sommes des minima et maxima. Ceci s'explique par une analyse pragmatique de la réalité du terrain.



2.1.6. Investissement (valeur 2004)

Process	k€ HT
Chaîne de tri	Entre 220 et 350
Presse	Entre 150 et 170
Total Process	Entre 400 et 500

Bâtiment et VRD	k€ HT
Centre de tri	Entre 600 et 800
Administratif et locaux sanitaires	Entre 110 et 220
VRD	Entre 150 et 300
Total bâtiment et VRD	Entre 900 et 1 300

Total process + bâtiment	Entre 1 350 et 1 800
-----------------------------	----------------------

Différentes prestations intellectuelles*	Entre 220 et 330
Coût global immobilier	Entre 1 600 et 2 100

Nota :
Les valeurs minimale et maximale des différents totaux ne sont pas égales respectivement aux sommes des minima et maxima. Ceci s'explique par une analyse pragmatique de la réalité du terrain.

* Correspondant au montant des différentes missions nécessaires à l'aboutissement d'un tel projet (maîtrise d'ouvrage déléguée, assistant maître d'ouvrage, programmeur, maître d'œuvre, mission sécurité...).

A ce coût il faut ajouter le coût du matériel roulant compris entre 80 000 et 120 000 € HT.



2.1.7. Variantes possibles avec critères de choix

Un stockage en bennes des produits après tri et avant conditionnement peut être envisagé.

Ce choix, plus économique à l'investissement, s'avère consommateur de temps lors de la manipulation des bennes pour conditionnement, avec les risques d'accident et pollution engendrés.

De par la faible densité des produits triés, le poids véhiculé par chaque déplacement de benne est très faible.

2.1.8. Options et critères de choix

- Un ouvre-sacs escamotable.
- Un by-pass situé dans la trémie d'alimentation de la presse, qui permet d'éviter cette dernière en cas de panne ou de stockage en vrac de certains produits, pour alimenter directement des bennes.
- Le surtri des ferreux en cas de collecte avec fort taux de refus.
- La centralisation des refus.
- Un trommel ou un crible à disques à la place du crible plat.
- Silo à vidage automatique pour stockage des creux.

2.1.9. Mode de fonctionnement avec d'autres flux en entrée

Ce centre, utilisé en multimatériaux en mélange, a un rendement très inférieur.

Si ce type de centre de tri est utilisé avec un flux de multimatériaux en mélange, son rendement est très largement inférieur car il ne peut pas, a priori, trier de produit en négatif.

Certains équipements de cette ligne de tri (pont-bascule, presse à balles, etc.) peuvent être utilisés pour trier et conditionner des DIB.



2.1.10. Spécifications techniques détaillées

Alimentateur	B7
Cabine de tri	B19
Contrôle-commande	B23
Convoyeur	B29
Crible	B39
Equipements de maintenance	B49
Equipements de manutention	B55
Equipements de pesage	B63
Ouvre-sacs	B69
Perforateur de bouteilles	B81
Presse à balles	B85
Presse à paqueter	B95
Régulateur de couche	B99
Séparateur magnétique	B117
Stockage dynamique	B145
Table de tri	B159

A

**Conçu pour
une collecte bi-flux.**

**Hypothèse :
tri négatif du
matériau majoritaire
sur chacun des
deux tapis.**

2.2. Centre de tri multimatériaux de type 2

2.2.1. Type de flux

Ce type de centre est conçu pour une collecte multimatériaux. Le flux entrant est composé d'emballages légers et de journaux/magazines en mélange.

2.2.2. Tonnages traités maxima

Les calculs sont établis en prenant en compte un fonctionnement avec un tri négatif du matériau majoritaire, sur chacun des deux tapis (un pour les corps plats et un pour les corps creux).
Ce cas de figure, même s'il nécessite un ralentissement des tapis, est économe en main-d'œuvre car il réduit de manière importante le nombre de gestes. Il nécessite également une bonne préparation puis une bonne séparation des produits en tête, ainsi qu'une collecte de qualité.

→ Premier cas : Collecte en PAP

Fractions	Répartition des apports kg/hab/an	Débit maxi théorique t/h	Taux de remplissage du tapis	Débit réel sur les tapis t/h	Tonnage traité t/an
Plats	37,3	3	51 %	1,5	4 500
Creux	17,2	0,7	100 %	0,7	2 100
Total	54,5	/	/	2,2	6 600

(Ce qui correspond à un bassin de population voisin de 120 000 habitants).

Explications sur le tableau :

- Répartition des apports : correspond à l'équivalent des produits d'un habitant, présents sur les différents tapis. Le calcul est obtenu en tenant compte des performances de collecte à l'habitant et des performances de séparation du crible définis au paragraphe A.1.
- Débit maxi théorique : défini au paragraphe A.1.2.
- Taux de remplissage : on recherche, dans un premier temps, lequel des 2 tapis est saturé théoriquement en premier. La capacité du tapis des plats étant de 4,3 fois supérieure à celle des creux, alors que la proportion des tonnages à traiter sur chacun de ces tapis est respectivement de 2,2, on en déduit que le tapis des creux est saturé en premier. Le tapis de plats est, dans ce cas utilisé, à $(37,3 \times 0,7)/(17,2 \times 3)$ soit 51 %.
- Débit réel sur les tapis : égal au taux de remplissage multiplié par le débit maxi théorique.
- Tonnage traité : calculé sur une base de 3 000 heures de tri effectif par an.

Comme il est démontré au paragraphe A.2.1, la composition de la collecte a une grande incidence sur la capacité du centre de tri.

A RETENIR

Pour une quantité moyenne de journaux magazines présents (environ 25 kg/hab/an) dans la collecte, on peut estimer que le débit entrant maximum, y compris les refus, atteint 2,5 voire 3 t/h.

A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Définir les orientations techniques

→ Deuxième cas : Collecte en AV

Fractions	Répartition des apports kg/hab/an	Débit maxi théorique t/h	Taux de remplissage du tapis	Débit réel sur les tapis t/h	Tonnage traité t/an
Plats	28,6	3	58 %	1,75	5 250
Creux	11,5	0,7	100 %	0,7	2 100
Total	40,1	/	/	2,45	7 350

(Ce qui correspond à un bassin de population voisin de 180 000 habitants).

2.2.3. Surface de terrain à prévoir

Pour un centre de type 2 : surface de terrain comprise entre 12 000 et 17 000 m².

La surface de terrain doit être comprise entre 12 000 et 17 000 m², pour accueillir la fonction Centre de tri DEM uniquement.

Dans cette surface, les besoins spécifiques en terme d'exigences particulières de rétention d'eau, d'espaces verts ou autres ne sont pas pris en compte.

2.2.4. Surfaces à construire décomposées par grandes fonctions

Les méthodes de calcul développées au paragraphe A.4. donnent les résultats suivants :

	Surface en m ²
Hall de réception	Entre 800 et 1 300
Ensemble de tri (cabine et alvéoles)	Entre 400 et 600
Hall de stockage des balles y compris presse	Entre 800 et 900
Total	Entre 2 000 et 2 800
Administratif et locaux sanitaires	Entre 250 et 400

Nota :
Les valeurs minimale et maximale des différents totaux ne sont pas égales respectivement aux sommes des minima et maxima. Ceci s'explique par une analyse pragmatique de la réalité du terrain.

2.2.5. Investissement (valeur 2004)

Process	k€ HT
Chaîne de tri	Entre 800 et 1000
Presse	Entre 180 et 250
Total Process	Entre 1000 et 1200

Bâtiment et VRD	k€ HT
Centre de tri	Entre 700 et 1000
Administratif et locaux sanitaires	Entre 200 et 300
VRD	Entre 200 et 350
Total bâtiment et VRD	Entre 1200 et 1600

Total process + bâtiment	Entre 2300 et 2700
---------------------------------	---------------------------

Différentes prestations intellectuelles*	Entre 320 et 550
Coût global immobilier	Entre 2700 et 3200

Nota :
Les valeurs minimale et maximale des différents totaux ne sont pas égales respectivement aux sommes des minima et maxima. Ceci s'explique par une analyse pragmatique de la réalité du terrain.

* Correspondant au montant des différentes missions nécessaires à l'aboutissement d'un tel projet (maîtrise d'ouvrage déléguée, assistant maître d'ouvrage, programmiste, maîtrise d'œuvre, mission sécurité...).

A ce coût il faut ajouter le coût du matériel roulant compris entre 120 000 et 150 000 € HT.

2.2.6. Variantes possibles avec critères de choix

La préparation du tri, soit la séparation en trois fractions, peut être assurée par différentes machines ou l'association de celles-ci.
(Voir fiches sur les cribles et sur les séparateurs plats/creux).

2.2.7. Options et critères de choix

- Un ouvre-sacs escamotable.
- Un by-pass situé dans la trémie d'alimentation de la presse, qui permet d'éviter cette dernière en cas de panne ou de stockage en vrac de certains produits, pour alimenter directement des bennes.
- Un fond mouvant alternatif pour le stockage des journaux magazines avant conditionnement.
- Fond mouvant pour stockage des plats.
- Silo à vidage automatique pour stockage des creux.

2.2.8. Mode de fonctionnement avec d'autres flux en entrée

A titre exceptionnel, ce centre de tri peut recevoir une collecte tri-flux.

Cas de flux du type J/M. + emballages légers en entrée :

A titre exceptionnel, ce type de centre peut recevoir une collecte de type tri-flux (journaux/magazines séparés des emballages creux). Toutefois, le débit est plus faible car le fonctionnement se fait en alternance.

De plus, les machines n'étant pas conçues pour ce type de fonctionnement, leur pouvoir de séparation et de régulation n'est pas optimal.

2.2.9. Spécifications techniques détaillées

Alimentateur	B7
Cabine de tri	B19
Contrôle-commande	B23
Convoyeur	B29
Crible	B39
Equipement de maintenance	B49
Equipement de manutention	B55
Equipement de pesage	B63
Ouvre-sacs	B69
Perforateur de bouteilles	B81
Presse à balles	B85
Presse à paqueter	B95
Régulateur de couche	B99
Séparateur magnétique	B117
Séparateur métaux non ferreux	B123
Séparateur plats/creux	B125
Stockage dynamique	B145
Table de tri	B159

A

2.3. Centre de tri de type 2 à deux chaînes

2.3.1. Type de flux

Ce type de centre est conçu pour une collecte tri-flux. Les flux entrants sont :

- Les journaux/magazines.
- Les emballages légers.

Le traitement de ces deux flux est assuré en parallèle.

2.3.2. Tonnages traités maxima

Hypothèse :
tri négatif du
matériau
majoritaire sur
chacune des deux
chaînes.

Les calculs sont établis en prenant en compte un fonctionnement avec un tri négatif du matériau majoritaire, pour chacun des deux flux (un pour les journaux/magazines, un pour les emballages).

Ce cas de figure, même s'il nécessite un ralentissement des tapis, est économe en main-d'œuvre car il réduit de manière importante le nombre de gestes. Il est également pris comme hypothèse un fonctionnement avec un tapis de 1 000 mm pour le flux de journaux magazines et de 600 mm pour les fractions de corps plats et creux. Le flux d'emballages légers est effectivement divisé en deux fractions plats et creux.

→ Premier cas : J/M. et emballages légers en PAP

Flux	Répartition des apports kg/hab/an	Débit maxi théorique t/h	Taux d'utilisation du tapis	Débit moyen sur les tapis t/h	Tonnage traité t/an
J/M	29	5	30 %	1,6	4 800
Fraction plats des emb. lég.	13	0,7	100 %	0,7	2 100
Fraction creux des emb. lég.	9,5	0,7	73 %	0,5	1 500
Total	51,5	/	/	2,8	8 400

(Ce qui correspond à un bassin de population voisin de 160 000 habitants).

Remarques sur le tableau : voir paragraphe A.2.2.2



A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Définir les orientations techniques

→ Deuxième cas : J/M. en AV, emballages légers en PAP

Flux	Répartition des apports kg/hab/an	Débit maxi théorique t/h	Taux d'utilisation du tapis	Débit moyen sur les tapis t/h	Tonnage traité t/an
J/M	24	5	23 %	1,12	3 360
Fraction plats des emb. lég.	15	0,7	100 %	0,7	2 100
Fraction creux des emb. lég.	9,5	40,7	63 %	0,45	1 350
Total	48,5	/	/	2,27	6 810

(Ce qui correspond à un bassin de population voisin de 140 000 habitants).

Il est, à première vue, paradoxal d'obtenir un bassin théorique inférieur au premier cas.

Toutefois cela s'explique car il a été considéré que les tonnages collectés dans le flux des légers étaient supérieurs. En effet, afin d'éviter un déplacement au point d'Apport Volontaire, certains habitants introduisent leur J/M dans ce flux.

Remarques sur le tableau : voir paragraphe A.2.2.2

→ Troisième cas : J/M. et emballages légers en AV

Flux	Répartition des apports kg/hab/an	Débit maxi théorique t/h	Taux d'utilisation du tapis	Débit moyen sur les tapis t/h	Tonnage traité t/an
J/M	24	5	40 %	2,02	6 000
Fraction plats des emb. lég.	8,3	0,7	100 %	0,7	2 100
Fraction creux des emb. lég.	6	0,7	72 %	0,5	1 520
Total	38,3	/	/	3,2	9 620

(Ce qui correspond à un bassin de population voisin de 250 000 habitants).

Remarques sur le tableau : voir paragraphe A.2.2.2

A RETENIR

Ce type de centre de tri a une capacité de tonnage entrant :

- 1,5 t/h pour le flux des emballages légers.
- 1,6 à 2,2 t/h pour la fraction J/M (y compris les refus).

→ On peut considérer que ce type de centre de tri est capable d'accepter un tonnage maxi compris entre 7 000 et 10 000 t/an hors refus, et ce en fonction de la caractéristique des produits entrants.

→ La chaîne réservée aux J/M n'est pas utilisée au maximum de sa capacité par défaut de produit.

Pour un centre de
type 2 : surface de
terrain comprise
entre 12 000 et
17 000 m².

2.3.3. Surface de terrain à prévoir

La surface de terrain à prévoir doit être comprise entre 12 000 et 17 000 m² pour accueillir la fonction Centre de tri DEM uniquement.

Dans cette surface, les besoins spécifiques en terme d'exigences particulières de rétention d'eau, d'espaces verts ou autres ne sont pas pris en compte.

2.3.4. Surfaces à construire décomposées par grandes fonctions

Les méthodes de calcul développées au paragraphe 4 donnent les résultats suivants :

	Surface en m ²
Hall de réception	Entre 1 000 et 1 600
Ensemble de tri (cabine et alvéoles)	Entre 600 et 800
Hall de stockage des balles y compris presse	Entre 800 et 900
Total	Entre 2 400 et 3 300
Administratif et locaux sanitaires	Entre 250 et 400

Nota :
Les valeurs minimale
et maximale des
différents totaux ne
sont pas égales
respectivement aux
sommations des minima
et maxima. Ceci
s'explique par une
analyse pragmatique
de la réalité du
terrain.



A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Définir les orientations techniques

2.3.5. Investissement (valeur 2004)

Process	k€ HT
Chaîne de tri	Entre 900 et 1 100
Presse	Entre 180 et 250
Total Process	Entre 1 100 et 1 300

Bâtiment et VRD	k€ HT
Centre de tri	Entre 1 000 et 1 300
Administratif et locaux sanitaires	Entre 200 et 300
VRD	Entre 200 et 350
Total bâtiment et VRD	Entre 1 500 et 1 900

Total process + bâtiment	Entre 2 500 et 3 100
Différentes prestations intellectuelles*	Entre 350 et 650
Coût global immobilier	Entre 3 000 et 3 700

Nota :
Les valeurs minimale et maximale des différents totaux ne sont pas égales respectivement aux sommes des minima et maxima. Ceci s'explique par une analyse pragmatique de la réalité du terrain.

* Correspondant au montant des différentes missions nécessaires à l'aboutissement d'un tel projet (maîtrise d'ouvrage déléguée, assistant maître d'ouvrage, programmiste, maîtrise d'œuvre, mission sécurité...).

A ce coût il faut ajouter le coût du matériel roulant compris entre 120 000 et 150 000 € HT.

2.3.6. Variantes possibles avec critères de choix

Certains équipements, situés en aval des systèmes de séparation plats/creux, peuvent être communs aux deux lignes (table de tri...). Dans tous les cas, les alimentations des lignes de J/M. et d'emballages doivent rester indépendantes.

2.3.7. Options et critères de choix

- Un ouvre-sacs escamotable.
- Un by-pass situé dans la trémie d'alimentation de la presse qui permet d'éviter cette dernière en cas de panne ou de stockage en vrac de certains produits, pour alimenter directement des bennes.
- Un fond mouvant alternatif pour le stockage des journaux magazines avant conditionnement.
- Fond mouvant pour stockage des plats.
- Silo à vidage automatique pour stockage des creux.

**Ce type de centre
peut recevoir
occasionnellement
un flux de
multimatériaux en
mélange.**

2.3.8. Mode de fonctionnement avec d'autres flux en entrée

Ce type de centre peut recevoir occasionnellement un flux de multimatériaux en mélange.

Il serait traité sur la chaîne des emballages légers.

Les produits à trier ne sont, dans ce cas, pas extraits au même poste que dans les conditions normales de fonctionnement. Des contraintes d'exploitation supplémentaires sont nécessaires afin de vider les alvéoles à chaque changement de flux à traiter.

2.3.9. Spécifications techniques détaillées

Alimentateur	B7
Cabine de tri	B19
Contrôle-commande	B23
Convoyeur	B29
Crible	B39
Equipement de maintenance	B49
Equipement de manutention	B55
Equipement de pesage	B63
Ouvre-sacs	B69
Perforateur de bouteilles	B81
Presse à balles	B85
Presse à paqueter	B95
Régulateur de couche	B99
Séparateur magnétique	B117
Séparateur métaux non ferreux	B123
Séparateur plats/creux	B125
Stockage dynamique	B145
Table de tri	B159



2.4. Centre de tri de type 3

2.4.1. Type de flux

Conçu pour
une collecte
multimatériaux.

Ce type de centre est conçu pour une collecte multimatériaux. Le flux entrant est composé d'emballages légers et de journaux/magazines en mélange.

2.4.2. Tonnages traités maxima

Hypothèse :
tri négatif du
matériau
majoritaire.

Les calculs sont établis en prenant en compte un fonctionnement avec un tri négatif du matériau majoritaire sur chacun des trois tapis (un pour les grands corps plats, un pour les petits corps plats et un pour les corps creux). Ce cas de figure, même s'il nécessite un ralentissement des tapis est économe en main-d'œuvre car il réduit de manière importante le nombre de gestes. Il nécessite également une bonne préparation des produits en tête ainsi qu'une collecte de qualité.

→ Premier cas : Collecte en PAP

En fonction des hypothèses de séparation du flux entrant en fractions (plats et creux) définies au paragraphe A.1, on obtient :

Fractions	Répartition des apports kg/hab/an	Débit maxi théorique t/h	Taux de remplissage du tapis	Débit réel sur les tapis t/h	Tonnage traité t/an
Plats > 200 mm	22	3,3	54 %	1,8	5 370
Plats < 200 mm	15,3	2	62 %	1,2	3 740
2 tapis pour creux	17,2	2 × 0,7	100 %	1,4	4 200
Total	54,5	/	/	4,4	13 310

(Ce qui correspond à un bassin de population voisin de 245 000 habitants).

Remarques sur le tableau : voir paragraphe A.2.2.2



→ Deuxième cas : Collecte en AV

Fractions	Répartition des apports kg/hab/an	Débit maxi théorique t/h	Taux de remplissage du tapis	Débit réel sur les tapis t/h	Tonnage traité t/an
Plats > 200 mm	18	3,3	67 %	2,2	6 570
Plats < 200 mm	10,6	2	65 %	1,3	3 870
2 tapis pour creux	11,5	2 × 0,7	100 %	1,4	4 200
Total	40,1	/	/	5,9	14 640

(Ce qui correspond à un bassin de population voisin de 365 000 habitants).

Ce cas est vraisemblablement théorique, car avec une telle densité de population, une partie de celle-ci est certainement équipée de collecte en porte à porte.

A RETENIR

Ce type de centre de tri a une capacité de tonnage entrant compris entre 5 et 6 t/h pour un flux de collecte multimatériaux en mélange y compris les refus.

2.4.3. Surface de terrain à prévoir

Pour un centre de type 3 : surface de terrain comprise entre 20 000 et 25 000 m².

La surface de terrain doit être comprise entre 20 000 et 25 000 m² pour accueillir la fonction Centre de tri DEM uniquement.

Dans cette surface, les besoins spécifiques en terme d'exigences particulières de rétention d'eau, d'espaces verts ou autres ne sont pas pris en compte.



A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Définir les orientations techniques

2.4.4. Surfaces à construire décomposées par grandes fonctions

Les méthodes de calcul développées au paragraphe A.4. donnent les résultats suivants :

	Surface en m ²
Hall de réception	Entre 1 800 et 2 500
Ensemble de tri (cabine et alvéoles)	Entre 1 000 et 1 500
Hall de stockage des balles y compris presse	Entre 900 et 1 000
Total	Entre 3 700 et 5 000

Administratif et locaux sanitaires	Entre 300 et 500
------------------------------------	------------------

Nota :
Les valeurs minimale et maximale des différents totaux ne sont pas égales respectivement aux sommes des minima et maxima. Ceci s'explique par une analyse pragmatique de la réalité du terrain.



2.4.5. Investissement (valeur 2004)

Process	k€ HT
Chaîne de tri	Entre 1 500 et 2 200
Presse	Entre 220 et 330
Total Process	Entre 1 800 et 2 500

Bâtiment et VRD	k€ HT
Centre de tri	Entre 1 500 et 2 000
Administratif et locaux sanitaires	Entre 250 et 400
VRD	Entre 300 et 450
Total bâtiment et VRD	Entre 2 100 et 2 800

Total process + bâtiment	Entre 4 000 et 5 000
--------------------------	----------------------

Différentes prestations intellectuelles*	Entre 600 et 1 000
Coût global immobilier	Entre 4 600 et 6 000

Nota :
Les valeurs minimale et maximale des différents totaux ne sont pas égales respectivement aux sommes des minima et maxima. Ceci s'explique par une analyse pragmatique de la réalité du terrain.

* Correspondant au montant des différentes missions nécessaires à l'aboutissement d'un tel projet (maîtrise d'ouvrage déléguée, assistant maître d'ouvrage, programmiste, maîtrise d'œuvre, mission sécurité...).

A ce coût il faut ajouter le coût du matériel roulant compris entre 150 000 et 200 000 € HT.



2.4.6. Variantes possibles avec critères de choix

En lieu et place des deux tapis pour trier les corps creux, il est possible de prévoir un seul tapis équipé de deux automates de tri pour le plastique.

2.4.7. Options et critères de choix

- Un ouvre-sacs escamotable associé éventuellement à une deuxième cabine de prétri.
- Un by-pass situé dans la trémie d'alimentation de la presse qui permet d'éviter cette dernière en cas de panne ou de stockage en vrac de certains produits, pour alimenter directement des bennes.
- Un fond mouvant alternatif pour le stockage des journaux magazines.
- Fond mouvant pour stockage des plats.
- Silo à vidage automatique pour vidage des creux.
- Gestion de production assistée par ordinateur (G.P.A.O.).

2.4.8. Mode de fonctionnement avec d'autres flux en entrée

A titre exceptionnel, ce type de centre peut recevoir une collecte en 2 flux.

Cas de flux du type J/M. + emballages légers en entrée :

A titre exceptionnel, ce type de centre peut recevoir une collecte de type tri-flux, soit deux flux à l'entrée du centre de tri. Toutefois, le débit est plus faible car le fonctionnement se fait en alternance.

De plus, les machines n'étant pas conçues pour ce type de fonctionnement, leurs pouvoirs de séparation et de régulation ne sont pas optimaux.

Si cette situation est prévue dès la conception du centre, il est possible de concevoir des by-pass ainsi que des tapis permettant l'alimentation en direct de certaines tables de tri. Le surcoût n'est toutefois pas négligeable.



2.4.9. Spécifications techniques détaillées

Alimentateur	B7
Automate de tri	B13
Cabine de tri	B19
Contrôle-commande	B23
Convoyeur	B29
Crible	B39
Équipement de maintenance	B49
Équipement de manutention	B55
Équipement de pesage	B63
Ouvre-sacs	B69
Perforateur de bouteilles	B81
Presse à balles	B85
Presse à paqueter	B95
Régulateur de couche	B99
Séparateur gros cartons	B105
Séparateur magnétique	B117
Séparateur métaux non ferreux	B123
Séparateur plats/creux	B125
Séparateur sacs plastiques	B131
Stockage dynamique	B145
Systèmes aérauliques	B153
Table de tri	B159

2.5. Centre de tri de type 4

Ce type de centre de tri, avec un débit et un niveau d'automatisme tels que préconisés dans ce document, n'existe pas à ce jour en France. Toutefois les technologies existent et sont maintenant éprouvées. De plus, dans d'autres pays d'Europe (Allemagne principalement) des centres similaires existent et fonctionnent parfaitement mais sur des flux entrants différents du fait de consignes de collecte différentes données aux habitants.

2.5.1. Type de flux

Ce type de flux est conçu pour une collecte multimatériaux. Le flux entrant est composé d'emballages légers et de journaux/magazines en mélange.

2.5.2. Tonnages traités maxima

Comme il est précisé dans le paragraphe A.1.0., l'élément bloquant dans le dimensionnement de ce type de centre de tri n'est pas le débit qu'il est possible de passer sur les différents tapis, mais la capacité des machines retenues à accepter le tonnage.

En fonction de la connaissance des machines actuellement sur le marché, il est raisonnable de considérer que la capacité potentielle est aujourd'hui de 15 t/h. Avec un fonctionnement en deux postes correspondant à 3000 h de fonctionnement par an, ce type de centre de tri est capable de traiter 45 000 t/an correspondant à un bassin de population voisin de 900 000 habitants.

2.5.3. Surface de terrain à prévoir

Pour un centre de type 4 : surface de terrain comprise entre 30 000 et 50 000 m².

La surface du terrain doit être comprise entre 30 000 et 50 000 m² pour accueillir la fonction centre de tri DEM uniquement. Dans cette surface, les besoins spécifiques en terme d'exigences particulières de rétention d'eau, d'espaces verts ou autres ne sont pas pris en compte.



A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Dimensionner la capacité de tri

2.5.4. Surfaces à construire décomposées par grandes fonctions

Les méthodes de calcul développées au paragraphe A.4. donnent les résultats suivants :

	Surface en m ²
Hall de réception	Entre 5 000 et 6 000
Ensemble de tri (cabine, alvéoles et process)	Entre 2 500 et 3 500
Hall de stockage des balles y compris presse	Entre 1 500 et 2 000
Total	Entre 9 000 et 11 000

Administratif et locaux sanitaires	Entre 500 et 700
------------------------------------	------------------

Nota :
Les valeurs minimale et maximale des différents totaux ne sont pas égales respectivement aux sommes des minima et maxima. Ceci s'explique par une analyse pragmatique de la réalité du terrain.

A

2.5.5. Investissement (valeur 2004)

Process	k€ HT
Chaîne de tri	Entre 3 000 et 4 000
Presse	Entre 400 et 600
Total Process	Entre 3 500 et 4 500

Bâtiment et VRD	k€ HT
Centre de tri	Entre 3 500 et 4 500
Administratif et locaux sanitaires	Entre 450 et 600
VRD	Entre 500 et 1 000
Total bâtiment et VRD	Entre 5 000 et 6 000

Total process + bâtiment	Entre 9 000 et 10 000
--------------------------	-----------------------

Différentes prestations intellectuelles*	Entre 1 300 et 1 500
Coût global immobilier	Entre 10 000 et 11 500

Nota :
Les valeurs minimale et maximale des différents totaux ne sont pas égales respectivement aux sommes des minima et maxima. Ceci s'explique par une analyse pragmatique de la réalité du terrain.

A ce coût il faut ajouter le coût du matériel roulant compris entre 300 000 et 400 000 € HT.

2.5.6. Mode de fonctionnement avec d'autres flux en entrée

Cas de flux J/M + emballages légers en entrée :

La souplesse et l'adaptabilité doivent permettre à ce type de centre de recevoir ces flux. En effet, ces derniers peuvent éventuellement provenir de centres périphériques ayant assuré une séparation grossière, le centre de type 4 assurant quant à lui le tri final correspondant à la mise au standard des matériaux.

REMARQUE IMPORTANTE SUR LA FIABILITÉ

Outre la nécessité d'une grande souplesse, ce type de centre doit être irréprochable en terme :

- De fiabilité du matériel.
- De mise en place de stocks tampons intermédiaires pour dissocier les différentes parties du centre, permettant le fonctionnement partiel des équipements pendant la remise en service du reste.
- De maintenance préventive de haute qualité.

En effet, la fiabilité globale est donnée par celle du maillon le plus faible. Avec un nombre de maillons croissants et à fiabilité égale de chaque élément, le risque de panne est augmenté. Dans ce type de centre, une panne est d'autant plus pénalisante que, par le fait du démarrage en cascade des équipements, le démarrage sera d'autant plus long.

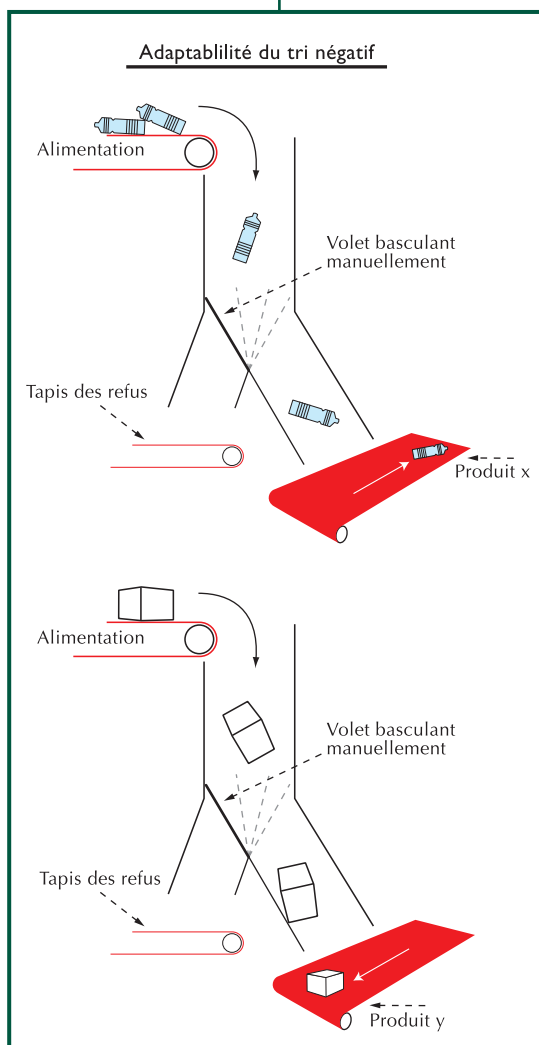


2.5.7. Spécifications techniques détaillées

Alimentateur	B7
Automate de tri	B13
Cabine de tri	B19
Contrôle-commande	B23
Convoyeur	B29
Crible	B39
Equipement de maintenance	B49
Equipement de manutention	B55
Equipement de pesage	B63
Ouvre-sacs	B69
Perforateur de bouteilles	B81
Presse à balles	B85
Presse à paqueter	B95
Régulateur de couche	B99
Séparateur gros cartons	B105
Séparateur journaux-mag./carton.	B109
Séparateur magnétique	B117
Séparateur métaux non ferreux	B123
Séparateur plats/creux	B125
Séparateur sacs plastiques	B139I
Stockage dynamique	B145
Systèmes aérauliques	B153
Table de tri	B159

2.6. Schémas et cinématiques

2.6.1. Centre de tri de type I



→ Cinématique en fonctionnement en Journaux Magazines

Les produits sont déposés sur l'extracteur-alimentateur en couches d'épaisseur comprise entre 300 et 600 mm. La couche de chargement correspond à la contenance d'un godet de 3 000 l.

Cette hauteur de couche doit être absolument respectée pour le fonctionnement en JRM, elle peut néanmoins être dépassée dans le cas d'un fonctionnement en corps creux. La faible vitesse de ce convoyeur permet son chargement en discontinu, tout en assurant l'alimentation constante de la chaîne grâce à l'importante épaisseur de couche.

Grâce à sa vitesse d'avancement plus importante que celle de l'extracteur, le convoyeur incliné étale les produits en couches d'une épaisseur comprise entre 50 et 100 mm. La hauteur de couche est régulée par la différence de vitesse entre les deux convoyeurs :

- Comprise entre 0,01 et 0,06 m/s pour l'alimentateur.
- Comprise entre 0,1 à 0,3 m/s pour le convoyeur incliné.

En amont du crible, il est possible de prévoir une table de prétri. Celle-ci permet de supprimer les gros cartons et gros indésirables. Sa mise en place n'est, a priori, pas indispensable pour une collecte de qualité et comportant peu de gros cartons.

Un crible, qui peut être éventuellement du type plat, sépare ensuite le flux en deux fractions :

- La fraction fine, inférieure à 60 ou 70 mm (dimension maxi pour que les canettes en aluminium ne se retrouvent pas dans cette fraction), considérée comme du refus.
- La grosse fraction, supérieure à 60 ou 70 mm, constituée de plats et de creux (Cette machine assure en réalité deux fonctions : séparer les fines et réguler le débit. Voir fiche "Cribles").

La fraction fine, inférieure à 60/70 mm tombe directement sur le transporteur de refus.

En option, un by-pass au bout du convoyeur de refus permet le déversement des produits alternativement dans deux bennes.

Ce système évite les ruptures de charge et donc l'arrêt de la chaîne de tri pour le changement de benne.

La grosse fraction supérieure à 60/70 mm est reprise par le convoyeur de tri. Cette table de tri de largeur conséquente (1 000 mm utiles) va permettre un très bon étalement des produits et en particulier des corps plats.

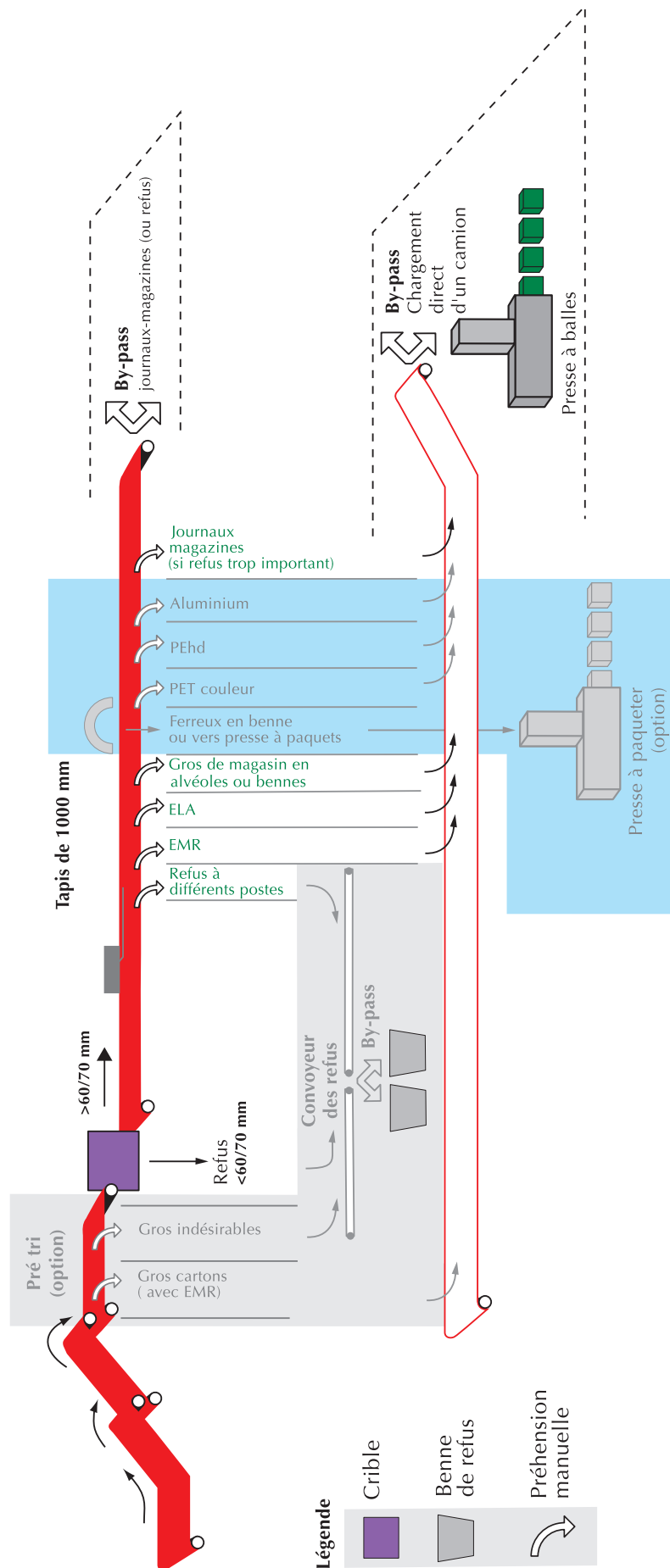
Les opérateurs, placés de part et d'autre du tapis de tri, ont accès chacun à :

- Une goulotte de l'autre côté du tapis (peu ou voire pas utilisée dans ce cas).
- Une ou deux goulottes latérales.

Le flux restant, constitué en théorie de la catégorie "JRM" passe alors dans la partie réservée au tri des corps creux. Cette zone est normalement exempte de personnel.

En extrémité de la table de tri, un système de goulotte by-pass et un tapis à deux sens de marche (cf. schéma) permet le tri en négatif de la catégorie "JRM" ou des refus si la qualité des produits en entrée se dégrade.

Centre de tri de type I - Fonctionnement en Journaux Magazines



L'ordre des produits à prélever sur le tapis est donné à titre indicatif.

→ Cinématique en fonctionnement en emballages légers

L'alimentation, le prétri et le criblage sont identiques au tri du flux "Journaux-magazines" décrit précédemment.

A la sortie du crible, la grosse fraction > 60/70 mm est reprise sur le convoyeur de tri.

La largeur du tapis à 1 000 mm étant trop importante pour un tri avec les opérateurs d'un côté, un réducteur de section escamotable sera mis en place, afin de réduire la largeur utile à 600 mm. (Voir commentaires paragraphe 2.1.2)
La première partie du tapis sert à l'enlèvement des produits fibreux.

Les produits passent ensuite sous un séparateur magnétique. Placé à cet endroit, le surtri n'est pas, a priori, nécessaire car peu de produits non ferreux seront entraînés par erreur.

Les métaux ferreux captés peuvent être évacués selon le choix budgétaire :

- Dans la trémie d'alimentation d'une presse à paquets. Cette presse à fonctionnement automatique est alimentée au fil de l'eau depuis l'extracteur.
- Ou en vrac dans une benne ou une alvéole.

A la suite de ces deux opérations, il reste pour les corps creux l'ensemble des plastiques, les briques alimentaires, les boîtes aluminium et une partie des refus.

A partir de cet endroit, les trieurs disposent de :

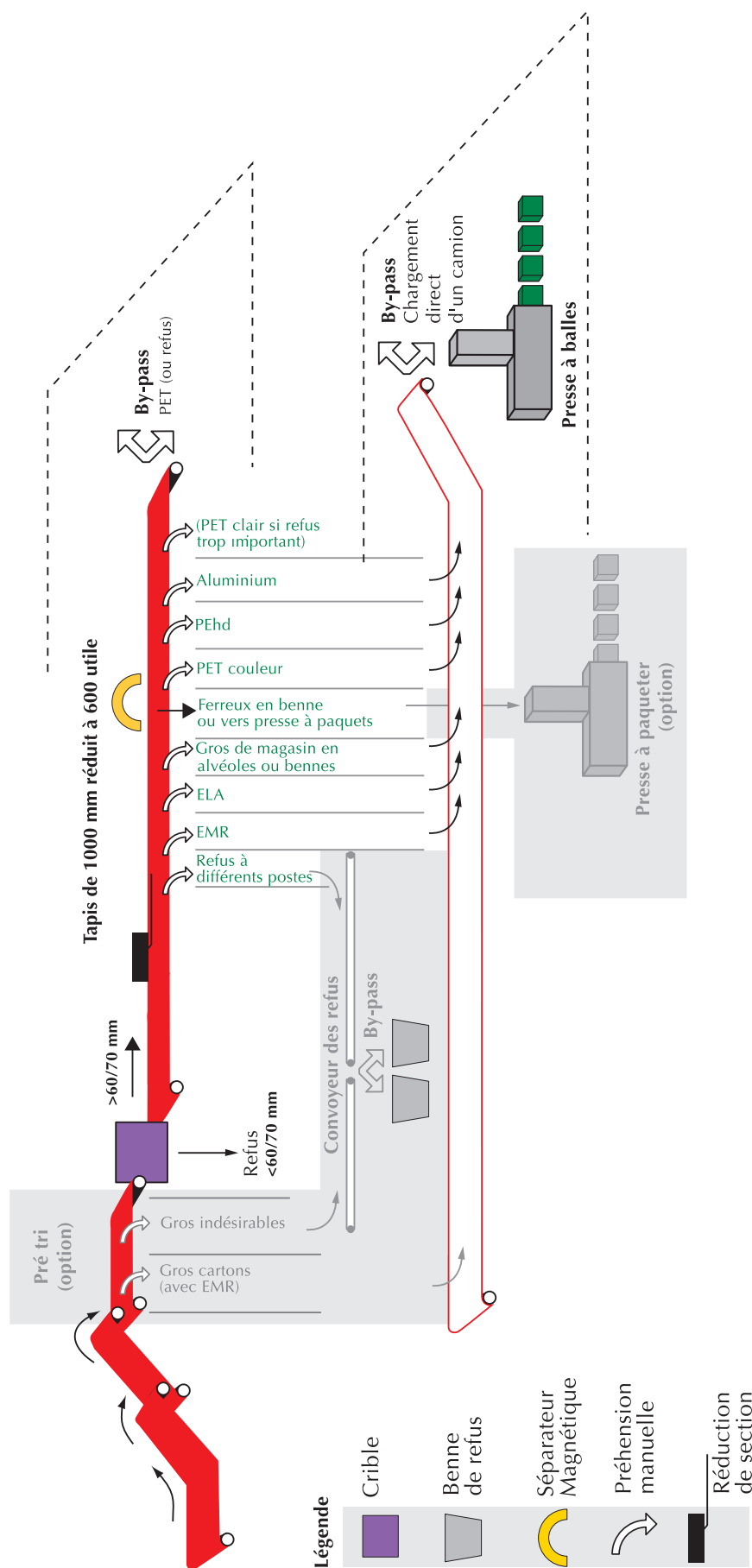
- Deux ou trois goulottes latérales (soit du même produit, soit de deux produits différents).

L'avantage de cette solution est de permettre à chaque trieur d'avoir la possibilité de toujours évacuer un produit même si, à un instant donné, le produit principal dont il a la charge venait à être absent de la table de tri. Ce principe permet normalement de limiter tout temps mort.

Le système de goulotte by-pass et de tapis à deux sens de marche, décrit précédemment, permet de rapidement extraire le PET en négatif.



Centre de tri de type I - Fonctionnement en emballages légers



L'ordre des produits à prélever sur le tapis est donné à titre indicatif.

2.6.2. Centre de tri multimatériaux de type 2

→ Cinématique

Les produits sont déposés sur l'extracteur-alimentateur en couches d'épaisseur comprise entre 300 et 600 mm, ou mieux dans une trémie faisant tampon de stockage.

La faible vitesse du convoyeur (ou de la trémie) permet son chargement en discontinu, tout en assurant l'alimentation constante de la chaîne grâce à l'importante épaisseur de couche.

Grâce à sa vitesse d'avancement plus importante que celle de l'extracteur, le convoyeur incliné étale les produits en couches d'une épaisseur comprise entre 50 et 100 mm.

La hauteur de couche est régulée par la différence de vitesse entre les deux convoyeurs :

- Comprise entre 0,01 et 0,06 m/s pour l'alimentateur.
- Comprise entre 0,1 à 0,3 m/s pour le convoyeur incliné.

Une table de prétri permet de supprimer les gros cartons, les gros indésirables et le cas échéant les films plastiques.

Un crible et/ou un séparateur plat/creux sépare(nt) ensuite le flux en trois fractions :

- La fraction fine, inférieure à 60 ou 70 mm (dimension maxi pour que les canettes en aluminium ne se retrouvent pas dans cette fraction), considérée uniquement de refus.
- La moyenne fraction, de 60/70 à 180 mm, constituée essentiellement de corps creux et gros de magasin.
- La grosse fraction, supérieure à 180 mm, constituée essentiellement de JRM, cartons et gros de magasin.

La fraction fine inférieure à 60/70 mm tombe directement sur le transporteur de refus.

Un by-pass au bout du convoyeur de refus permet le déversement des produits alternativement dans deux bennes. Ce système évite les ruptures de charge et donc l'arrêt de la chaîne de tri pour le changement de benne.

La grosse fraction supérieure à 180 mm est reprise par le convoyeur de tri. Cette table de tri de largeur conséquente (1 000 mm utiles) va permettre un très bon étalement des produits et en particulier des corps plats.

La moyenne fraction de 60/70 à 180 mm passe alors sous un extracteur magnétique.

Les métaux ferreux sont triés, après l'extracteur magnétique, en surtri par séquence, puis acheminés automatiquement à la presse à paquets.

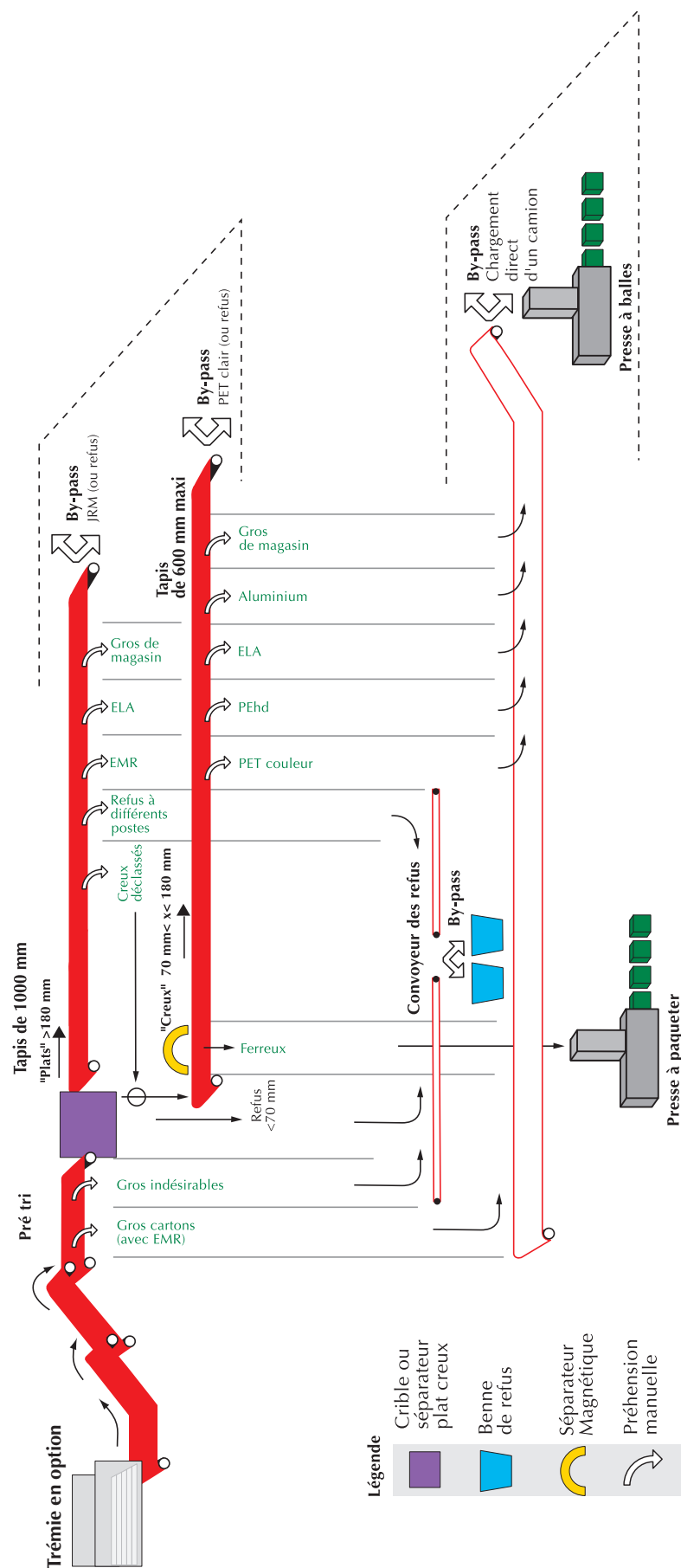
Le reste des corps creux, complétés par les corps creux déclassés venant de la ligne des plats (fraction supérieure à 180 mm) est trié sur une table de tri, avec des opérateurs d'un seul côté jetant les produits dans des goulottes frontales et latérales.

En extrémité de la table de tri, un système de goulotte by-pass et un tapis à deux sens de marche permettent le tri en négatif du PET ou des refus.

Une variante peut équiper les centres de tri les plus chargés en tonnage de cette catégorie, avec un tri automatisé du plastique PET. (Voir fiche automates de tri)



Centre de tri multimatériaux de type 2



L'ordre des produits à prélever sur chaque tapis est donné à titre indicatif.

2.6.3. Centre de tri de type 2 à deux chaînes

→ Cinématique de la ligne réservée aux Journaux-Magazines

L'alimentation de la chaîne est identique à celle décrite au paragraphe A.2.5.1.

Le crible (à disques par exemple) sépare ensuite le flux en deux fractions :

- La fraction fine, inférieure à 50 mm considérée comme du refus.
- La grosse fraction, supérieure à 50 mm, sera triée.

La fraction fine, inférieure à 50 mm tombe directement sur le transporteur de refus. En option, un by-pass au bout du convoyeur de refus permet le déversement des produits alternativement dans deux bennes. Ce système évite les ruptures de charge et donc l'arrêt de la chaîne de tri pour le changement de benne.

La grosse fraction supérieure à 50 mm est reprise par le convoyeur de tri. Cette table de tri de largeur conséquente (1 000 mm utiles) va permettre un très bon étalement des produits.

Les opérateurs, placés de part et d'autre du tapis de tri, ont accès chacun à deux goulottes latérales, dont une sera réservée au refus.

En extrémité de la table de tri, un système de goulotte by-pass permet le tri en négatif de la catégorie "JRM" ou des refus si la qualité des produits en entrée se dégrade.

→ Cinématique de la ligne réservée aux emballages légers

L'alimentation de la chaîne est identique à celle de la ligne réservée aux Journaux-Magazines.

Une table de prétri (en variante) permet de supprimer les gros cartons, les gros indésirables et le cas échéant les films plastiques.

Un séparateur plat/creux sépare ensuite le flux en trois fractions :

- La fraction fine, inférieure à 60 ou 70 mm (dimension maxi afin que les canettes en aluminium ne se retrouvent pas dans cette fraction), considérée comme du refus.
- La fraction des produits creux constituée essentiellement de corps creux.
- La fraction des produits plats constituée essentiellement de cartons et gros de magasin (présence également des J/M. mis par les habitants, par erreur, dans le flux des emballages).

La fraction fine inférieure à 60/70 mm tombe directement sur le transporteur de refus.

Un by-pass au bout du convoyeur de refus permet le déversement des produits alternativement dans deux bennes. Ce système évite les ruptures de charge et donc l'arrêt de la chaîne de tri pour le changement de benne.

La fraction des plats est reprise par un convoyeur de tri.

Le tri est effectué de part et d'autre du tapis avec un tri négatif de la catégorie "gros de magasins" dans la mesure du possible.

La fraction des creux est également reprise par un convoyeur de tri.

Après un premier tri mécanique de l'acier par overband, le tri est assuré d'un seul côté du tapis par un tri frontal et latéral. Le PET majoritaire part en tri négatif.



Chaine des journaux magazines

Tapis de 1000 mm

"Plats" > 50 mm

Refus centralisé < 50 mm

Chaine des légers

Pré tri (option)

Gros indésirables

Gros cartons

Tapis de 600 mm maxi

"Plats"

"Creux"

Creux déclassés

Refus < 50 mm

Conveyeur des refus

By-pass

Aluminium

ELA

PEHd

PET couleur

Ferreux

Refus à différents postes

EMR

ELA

Gros magasin (ou refus)

JRM (ou refus)

By-pass PET clair (ou refus)

By-pass Gros magasin (ou refus)

By-pass JRM (ou refus)

By-pass Chargement direct d'un camion

Presse à balles

Presse à paqueter

L'ordre des produits à prélever sur chaque tapis est donné à titre indicatif.

L'ordre des produits à prélever sur chaque tapis est donné à titre indicatif.

Presse à paqueter

By-pass
Chargement
direct
d'un camion

Presse à balles

Légende

Crible plat

Séparateur
plat/creux

Centralisation
des refus
(option)

Préhension manuelle

Séparateur Magnétique

Avril 2005

A61



2.6.4. Centre de tri de type 3

→ Cinématique

Les produits sont déposés dans une trémie de type fond mouvant (alternatif ou non).

Le convoyeur incliné, grâce à sa vitesse d'avancement plus importante que celle du fond mouvant, étale les produits en couche d'une épaisseur comprise entre 50 et 100 mm.

Une table de prétri permet de supprimer les gros cartons, les gros indésirables et le cas échéant, les films plastiques.

Un séparateur granulométrique (par exemple un trommel) sépare ensuite le flux en deux fractions :

- La grosse fraction, supérieure à 200 mm, constituée essentiellement de JRM passera sur une table de tri pour un tri de la catégorie JRM en négatif.
- La fraction, inférieure à 200 mm est dirigée sur un séparateur plats/creux.

Le séparateur plat/creux sépare ensuite le flux en trois fractions :

- La fraction fine, inférieure à 60 ou 70 mm (dimension maxi pour que les canettes en aluminium ne se retrouvent pas dans cette fraction), considérée comme du refus.
- La fraction des produits creux constituée essentiellement de corps creux.
- La fraction des produits plats constituée essentiellement de cartons et gros de magasin (présence également des J/M. mis par erreur par les habitants dans le flux des emballages).

La fraction fine inférieure à 60/70 mm tombe directement sur le transporteur de refus.

Un by-pass au bout du convoyeur de refus permet le déversement des produits alternativement dans deux bennes. Ce système évite les ruptures de charge et donc l'arrêt de la chaîne de tri pour le changement de benne.

La fraction des plats est reprise par un convoyeur de tri.

Cette table de tri de largeur conséquente (1 000 mm utiles) va permettre un très bon étalement des produits et en particulier des corps plats.

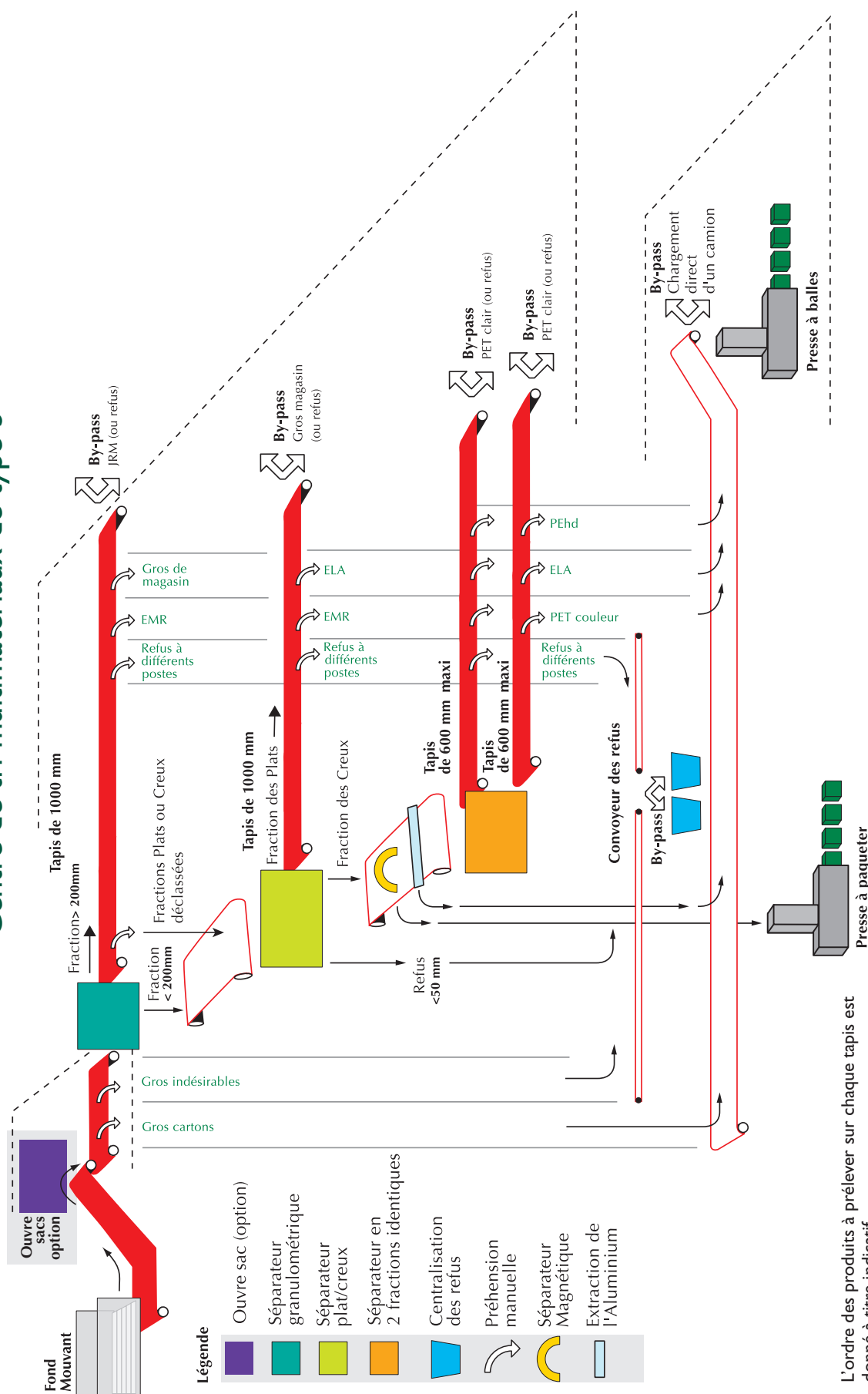
La fraction des creux est reprise par deux convoyeurs de tri après une séparation en deux fractions égales par l'intermédiaire d'un tapis de 1 600 mm se déversant sur deux tapis de 600 mm (cf. schéma).

L'acier et l'aluminium sont enlevés du flux de manière automatique au niveau du tapis de transfert.

Sur les deux tapis de 600 mm de largeur, le PET sera trié négativement.



Centre de tri multimatériaux de type 3



2.6.5. Centre de tri de type 4

→ Cinématique

Les produits sont déposés dans des trémies de type fond mouvant (alternatif ou non). Cette opération peut être réalisée directement par les camions qui déversent par l'intermédiaire d'un quai directement dans ces trémies.

Un jeu de deux convoyeurs inclinés dont les vitesses sont gérées en fonction des hauteurs de couche des produits sur ceux-ci achemine les produits jusqu'au process.

Un ouvre-sacs escamotable est mis en place si nécessaire.

Une table de prétri permet de supprimer les gros indésirables.

A partir de ce niveau, des machines de type mécanique ou automatique préparent les différents produits à un niveau de qualité proche de celui exigé par les repreneurs.

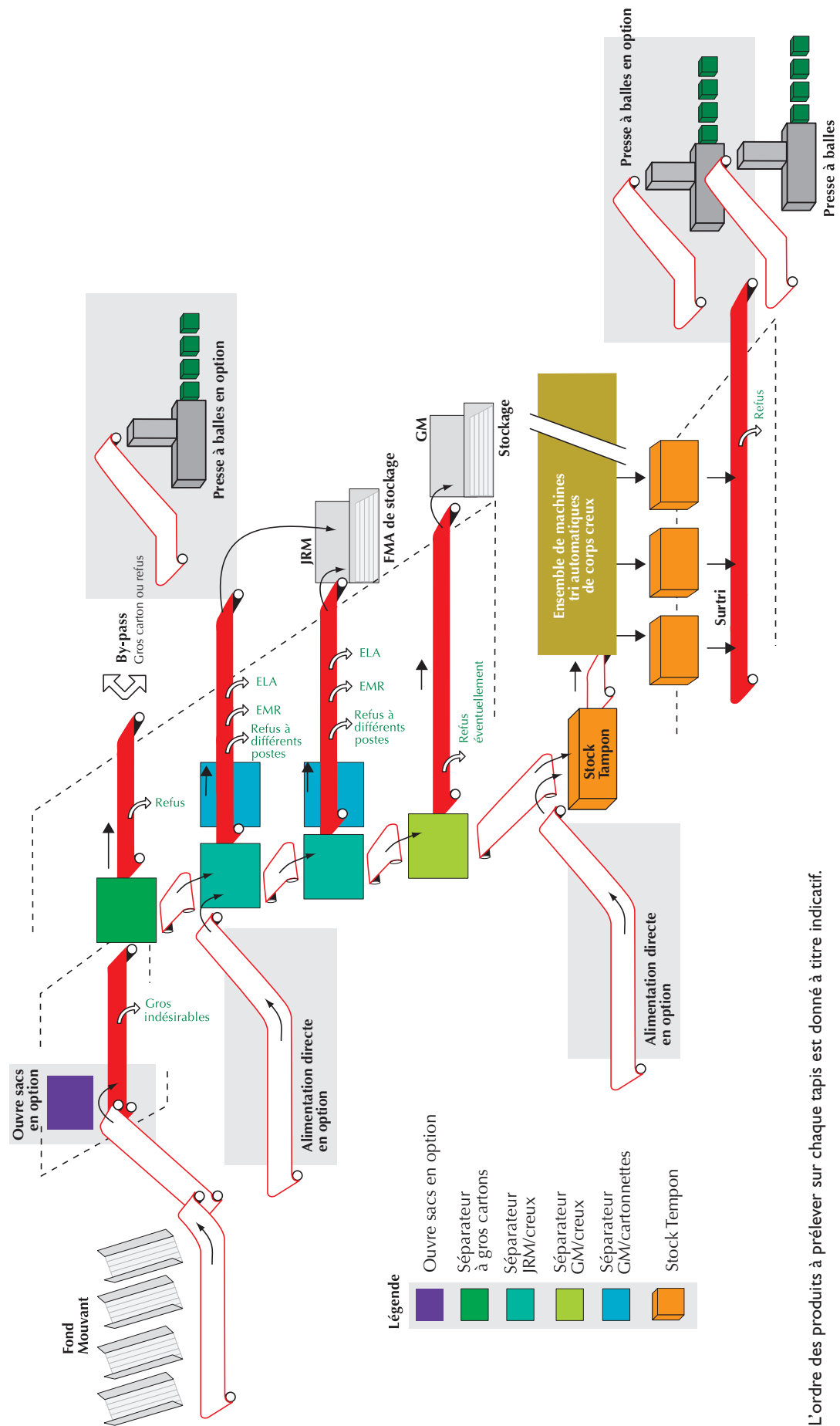
Les produits ainsi préparés sont, soit "surtriés" directement si le débit le permet, soit stockés en vue d'un surtri ultérieur en batch sur un même tapis.

Une presse spécifique pour les gros cartons peut éventuellement être mise en place si la quantité le justifie.

Un stock tampon de capacité importante est mis en place en tête de la ligne de tri automatique des corps creux. Il aura comme avantage de dissocier le fonctionnement de cette ligne avec le reste du centre de tri et permettra de plus de recevoir un flux similaire en provenance d'un autre centre de tri.



Centre de tri de type 4



L'ordre des produits à prélever sur chaque tapis est donné à titre indicatif.

3 RESPECTER LES CONTRAINTES REGLEMENTAIRES ET NORMATIVES

Comme toute installation industrielle, le centre de tri présente des risques spécifiques.

Le rôle de tout responsable de site, désireux de s'engager dans une démarche de prévention des risques professionnels, est de mettre en place la procédure suivante :

- Connaître les risques.
- Les évaluer.
- Améliorer en permanence les mesures de prévention en fonction de l'évolution de la technique.

A

3.1. Prévention des risques

La réglementation est la suivante :

- Le Code du Travail.
- La réglementation de la sécurité contre l'incendie dans les établissements recevant du public.
- La réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement.

→ La réglementation régissant les centres de tri en matière de risque s'appuie sur :

- Le Code du Travail, et en particulier le livre 2, qui régit l'ensemble des lieux réservés au travail. Les exigences portent sur l'hygiène, l'aménagement des lieux de travail, la prévention des incendies et les sécurités collective et individuelle.
- La réglementation de la sécurité contre l'incendie dans les établissements recevant du public. En règle générale, les centres de tri sont classés en 5e catégorie. Les contraintes de ce classement sont voisines de celles imposées par le Code du Travail et autorisent les visites extérieures.
- La réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement pour les risques de pollution de l'air, de l'eau, des sols (voir paragraphe 4).

→ Les recommandations de l'INRS

A son initiative, l'INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles) a constitué un groupe de travail dans le but d'établir un document présentant les préconisations spécifiques aux centres de tri en vue d'assurer la sécurité et la protection de la santé du personnel d'exploitation et de maintenance.

Ce document "Conception des centres de tri des déchets ED 914" est disponible auprès des différentes CRAM ou sur le site internet (www.inrs.fr) de l'INRS.

Le présent document ne prétend pas se substituer à cette brochure, mais permet d'en rappeler plus loin quelques règles principales.

L'INRS a également édité des ouvrages apportant des conseils sur la conception, la construction et l'exploitation de ce type d'équipements (ces documents reprennent également les exigences réglementaires).

Les plus importants dans notre cas sont :

- Conception des usines de traitement des ordures ménagères et déchets assimilés (ED 822).
- Conception des lieux de travail. Réglementation (ED 773).
- Conception des lieux de travail. Démarches et méthodes (ED 718).



3.1.1. Le risque majeur pour les opérateurs : la circulation des engins

→ Les circulations principales à prendre en compte sont :

- Les camions bennes apportant les produits à trier dans la zone d'approvisionnement.
- Les camions remorques évacuant les produits triés.
- Le chariot d'alimentation de la chaîne de tri.
- Les engins servant à pousser les produits pour conditionnement.
- Les chariots de manipulation de balles (entre presse à balles et stockage ; entre le stockage et les camions remorques).
- Les visiteurs.
- Les opérateurs en fin et début de postes.
- Les véhicules du personnel.
- Les voies ferrées intérieures à l'entreprise (rarement).

PRINCIPES A METTRE EN ŒUVRE POUR LIMITER LES RISQUES

- Choisir de préférence des systèmes de transport des produits mécanisés plutôt que manuels et des systèmes continus plutôt que discontinus.
- Eviter les croisements de différents flux (aires d'évolution séparées pour chaque type de flux), notamment piétons et camions.
- Eviter ou limiter les manœuvres (demi-tours, marches arrières) notamment des camions.
- Aménager les croisements pour faciliter la visibilité.

Dans la pratique, la mise en œuvre de ces principes doit tenir compte :

- D'autres impératifs tels que la limitation nécessaire du nombre d'entrées (extérieur/centre de tri) pour des raisons de gardiennage et de commodité (par exemple les pesées des camions à l'entrée et à la sortie de l'enceinte).
- De différentes contraintes telles que l'implantation de bâtiments existants.

→ Les solutions suivantes favorisent la sécurité :

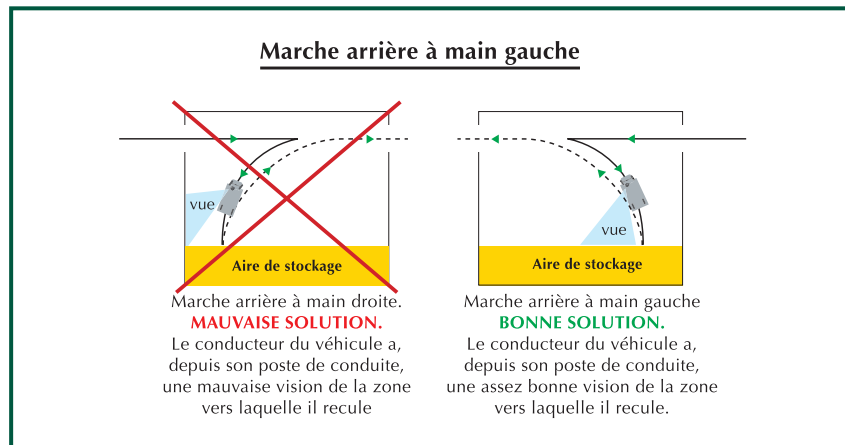
- Le stockage dynamique des produits garantissant l'alimentation automatique de la presse.
- La capacité tampon importante des produits à trier, avec alimentation automatique par fond mouvant ou convoyeur d'alvéoles.
- Des circulations à sens unique.
- Une voie générale périphérique.
- Des engins munis d'avertisseurs sonores en marche arrière (articles R 233.20 et R 233.84 du Code du Travail).
- La séparation des zones d'approvisionnement/stockage des balles.
- Un plan de circulation avec visualisation au sol des trajectoires des engins avec une signalétique adaptée.
- La surélévation de la circulation piétons en passerelle, et l'aménagement des sanitaires, salles de repos, bureaux en étage au niveau de la cabine de tri.
- La conception d'un circuit visiteurs séparé avec passerelle de visite.
- La protection des équipements et ouvrages métalliques contre les chocs d'engins de manutention, avec installation de plots, murets de béton, tubes ou portiques selon les cas. (Une fausse idée reçue : une largeur de porte excessive n'empêche pas une détérioration car les chauffeurs se guident, lors des manœuvres, au plus près des montants de la porte.)



A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Respecter les contraintes réglementaires et normatives

- En zone d'alimentation, un choix d'engin pousseur avec cabine basse, à hauteur d'homme plutôt qu'en grande hauteur.
- Les marches arrière à main gauche plutôt qu'à main droite.



Il faudra de plus apporter une attention particulière au stationnement des véhicules de collecte en attente de déchargement en dehors du hall de déchargement.

3.1.2. Le risque majeur pour le centre de tri : l'incendie

Des matériaux inflammables transitent dans le centre de tri dans un environnement de poussière et d'air sec et chaud, avec des installations électriques et des motorisations complexes.

Des matériaux inflammables transitent dans le centre de tri (journaux, papiers, cartons, plastiques) dans un environnement de poussière et d'air sec et chaud, avec des installations électriques et des motorisations complexes.

Cette combinaison d'éléments crée un risque potentiel d'incendie et d'explosion des poussières.

Chaque année, plusieurs centres subissent des dégâts plus ou moins graves liés au feu. C'est donc un risque majeur.

La prévention en matière d'incendie comporte deux modes d'actions :

- D'une part, la mise en place de toutes les mesures propres à empêcher qu'un feu ou une explosion ne se déclarent ou, s'ils se déclarent, empêcher leur propagation ⇒ diminution des risques.
- D'autre part, la mise en place de tous les moyens, en matériel et en personnel susceptibles de juguler rapidement un début de sinistre ⇒ limitation des dégâts.

→ Pour diminuer les risques

- En matière de séparation coupe-feu, les seules exigences consistent à respecter une distance de 10 m entre le bâtiment "centre de tri" et un bâtiment à usage d'habitation ou occupé par des tiers (recommandations du MEDD du 5 janvier 1995 annexées au présent document).

Si cette distance ne peut être respectée, un mur coupe-feu 4 h et dépassant de 1 m des toitures les plus hautes devra être mis en place.

- En matière de stabilité au feu, il est préconisé que la structure, le plancher, les escaliers et les parois de la cabine de tri soient stables au feu 1/2 h au moins (recommandation INRS - ED 914).

- Dans certains centres à la suite de demandes spécifiques de l'APSAIRD (Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurance pour les Incendies et les Risques Divers), des murs séparateurs coupe-feu peuvent être prévus entre les différents espaces (stockage amont, zone de tri, stockage aval).
- Interdire de fumer, sauf dans les locaux administratifs et sociaux séparés des ateliers et dépôts.
- Interdire de manipuler des produits inflammables.
- Limiter l'émission de poussières en mettant en place une aspiration de celles-ci au niveau des équipements à risques (cribles et séparateurs plats/creux notamment).
- Contrôler toute intervention de maintenance à risque (soudure, intervention électrique en exploitation...) par mise en place d'une procédure imposant le permis de feu (demande formulée par la personne devant effectuer une opération à risques auprès du responsable de l'exploitation qui impose en retour certaines contraintes).
- Toiture réalisée en matériaux incombustibles et comportant sur 2 % de sa surface des éléments permettant l'évacuation des fumées. Pour au moins 0,5 % de la surface totale de toiture, le dispositif retenu sera des exutoires de fumée à commande manuelle ou automatique.
- Assurer un nettoyage régulier des installations afin de limiter l'accumulation des poussières inflammables et explosives.
- Prévoir des portes sectionnelles à fermeture rapide qui réduisent les risques d'incendie (aggravation dans un bâtiment à tout vent) (INRS - ED 914).

→ Pour limiter les dégâts

● Demandes du MEDD

(recommandations du 5 janvier 1995 annexées au présent document) :

- Concevoir les axes de circulation pour permettre un accès facile des engins des services incendies.
- Equiper le centre d'extincteurs.
- Equiper le centre d'un réseau de RIA (robinets d'incendie armés) dont 2 pouvant atteindre un même foyer.
- Equiper le centre d'un réseau public ou privé d'alimentation des bouches ou des poteaux d'incendie de 100 mm de diamètre. Dans des lieux isolés, et en cas d'absence de réseau public, la commission de sécurité ou l'APSAIRD peuvent être amenées à exiger une réserve d'eau à l'intérieur de l'établissement.

● Exigence éventuelle des services de secours :

- Un système de détection de flammes ou de fumées.

● Demandes du code du travail :

- Dimensionner les issues de secours conformément à la norme en fonction du nombre de personnes présentes.
- Prévoir la formation des équipes d'intervention (au sein du CHSCT).



A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Respecter les contraintes réglementaires et normatives

La directive européenne "ATEX" est à respecter.

→ Le cas spécifique des poussières combustibles

Une ATmosphère EXplosive (ATEX) est un mélange avec l'air, dans les conditions atmosphériques, de substances inflammables sous forme de gaz, vapeurs ou poussières dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé.

Pour être en présence d'une ATEX, il faut :

- La présence d'un comburant (oxygène de l'air) et d'un combustible (gaz, vapeurs ou poussières).
- Que ce mélange soit explosif. Pour ceci, il ne doit pas être ni trop pauvre, ni trop riche en combustible.

Pour exploser, une ATEX doit être mise au contact d'une source d'inflammation (arc ou étincelle d'énergie suffisante, température excessive).

La directive européenne (1992/92/CE) a pour objectif d'améliorer la protection en matière de sécurité et de santé des travailleurs susceptibles d'être exposés au risque d'atmosphères explosives.

Cette directive implique au chef d'établissement :

- D'évaluer les risques d'explosion d'une ATEX dans son établissement.
- De classer en zones les emplacements dangereux.
- De prendre des mesures techniques et organisationnelles de protection contre les explosions (éviter les zones ATEX, le cas échéant éviter l'inflammation, former le personnel, signaler les emplacements à risque...).
- De sélectionner les nouveaux appareils et les systèmes de protection utilisés dans les zones dangereuses selon la directive.
- De coordonner les différents intervenants sur son site afin de diminuer les risques.
- De rédiger un document relatif à la protection contre les explosions mise en place sur son site.

Cette directive implique au constructeur :

- Utiliser la sécurité intégrée contre les explosions dès la conception.
- Apposer un marquage CE sur le produit.
- Etablir une déclaration CE de conformité écrite.
- Réaliser une notice d'instruction.

La directive est entrée en vigueur le 1^{er} juillet 2003, ce qui veut dire qu'elle s'applique pour les équipements construits à ce jour. Les lieux de travail et les équipements doivent être en conformité pour le 30 juin 2006.

Pour en savoir plus sur ce sujet, il est intéressant de visiter les sites Internet de l'INERIS (Institut National de l'Environnement industriel et des RISques) (www.ineris.fr) et de l'INRS (www.inrs.fr).

A

3.1.3. Le bruit

Les opérateurs du centre de tri sont exposés aux bruits des équipements et moteurs nécessaires au process de tri.

Le fonctionnement du centre de tri ne doit pas apporter de nuisance acoustique au voisinage.

→ Les principales exigences émanent :

- Du Code du Travail : art. R 232.8 à 232.8.7.
- Des recommandations du MEDD du 5 janvier 1995.
- Des recommandations de l'INRS - ED 914.

Comme dans tout site industriel les opérateurs du centre de tri sont exposés aux bruits des équipements et moteurs nécessaires au process de tri.

Le Code du Travail définit le seuil de risque à partir d'une exposition quotidienne de 85 dB(A) et 135 dB en pression acoustique de crête (contrôle de l'exposition pour les travailleurs et réduction de la réverbération dès la conception).

La nouvelle directive européenne (2003/10/CE du 6/02/03) modifie ces valeurs, la transposition doit être effective et applicable pour 2006 (la valeur de 85 dB(A) devrait être abaissée à 80 dB(A) après négociation).

→ Les conditions optimales de confort se situent :

- Sous une courbe située à 80 dB à 125 Hz et à 60 dB à 8000 Hz pour les cabines de tri (recommandation INRS - ED 914 faisant référence aux courbes de A. Wisner).

Dans tous les cas, il convient de limiter les bruits intermittents qui augmentent les effets indésirables et diminuent la productivité au travail (stress, difficultés de concentration).

D'autre part, le fonctionnement du centre de tri ne doit pas apporter de nuisance acoustique au voisinage. Ceci se traduit, dans le cas de niveaux supérieurs à 35 dB(A) les installations en fonctionnement, par :

- Une émergence inférieure à 5 dB(A) pour la période de 7 h à 21 h du lundi au vendredi.
- Une émergence inférieure à 3 dB(A) le reste du temps.

L'émergence est définie comme étant la différence entre les niveaux de bruits constatés lorsque l'installation est en fonctionnement et lorsqu'elle est à l'arrêt. Les mesures sont effectuées en limite de propriété.

→ Solutions :

- Isoler les équipements les plus bruyants (Trommel, presse en zone de stockage) ou les capoter.
- Eviter d'installer l'overband en cabine de tri ou prévoir des rideaux de lanières souples comme isolant phonique.
- Prévoir la motorisation des convoyeurs à l'extérieur de la cabine (si possible).
- Contrôler la maintenance des chaînes (graissage) et moteurs.
- Equiper les goulottes de trappes qui limitent considérablement les bruits de chute d'objets.
- Equiper les tôleries de jetée (overband), de caoutchoutage.
- Prévoir sur les convoyeurs à la réception du produit des rouleaux amortisseurs caoutchoutés pour la chute de blocs lourds.
- Utiliser un casque antibruit pour les postes les plus exposés (presse).
Ce casque est obligatoire à partir de 85 dB(A) (seuil amené à être réduit).

A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Respecter les contraintes réglementaires et normatives

Le process de tri de collecte sélective est générateur de poussières et gaz polluants.

3.1.4. La poussière et les gaz

- Limiter la manipulation avec des engins à moteur essence (privilégier dès la conception les convoys mécaniques).
- Respect de l'interdiction (MEDD 5/1/95) de l'utilisation de tout appareil de communication par voie acoustique (sirènes, avertisseurs, haut-parleurs...) sauf cas exceptionnel et pour la sécurité.

Nota : le sujet des poussières inflammables est abordé au § A.3.1.2. page A69.

→ Du fait de la nature de la collecte (déchets d'emballages ménagers, cartons, journaux, magazines) et du déplacement nécessaire des objets, le process de tri de collecte sélective est générateur de poussières et gaz polluants, ce qui est potentiellement porteur de risque pour la santé des travailleurs exposés (inhalation) mais aussi pour la sécurité des bâtiments (incendie et explosion, voir § 3.1.2.).

→ Les différents textes imposant une contrainte dans ce domaine sont :

- La circulaire du MEDD en date du 5.1.95 :

Elle préconise que les gaz rejetés dans l'atmosphère après captation doivent respecter les exigences suivantes :

Débit massique de poussières par exutoire kg/h	Concentration en poussières des gaz rejetés mg de poussières/Nm ³
Inférieur à 1	Inférieur à 100
Supérieur à 1	Inférieur à 50

- Le code du travail (articles R 232.5 à R 232.5.14).

Définir 2 types de locaux :

- Les locaux à pollution non spécifique où celle-ci est liée à la seule présence humaine, à l'exception des locaux sanitaires.

Dans ce cas, la ventilation peut être assurée soit par ouverture des ouvrants soit mécaniquement en respectant les débits minimums suivants :

Désignation des locaux	Débit minimal d'air neuf par occupant m ³ /h
Bureaux, locaux sans travail physique	25
Locaux de restauration, locaux de vente, locaux de réunion	30
Atelier et locaux avec travail physique léger	45
Autres ateliers et locaux	60

A

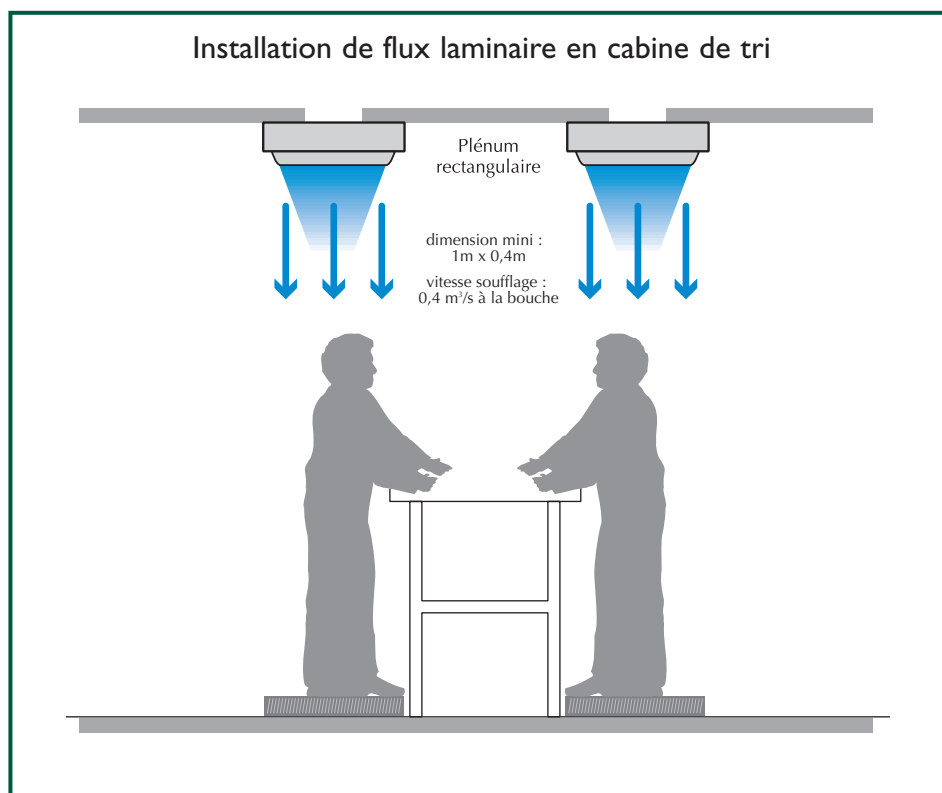
- Les locaux à la pollution spécifique où celle-ci est due à des substances dangereuses ou gênantes et émises sous forme de gaz, vapeurs ou aérosols solides ou liquides.

Les exigences de qualité de l'air sont les suivantes :

Nature des polluants	Valeur limites des Moyennes d'Exposition
Poussières	
Poussières inhalables	10 mg/m ³ d'air (sans silice ni risques spécifiques)
Poussières alvéolaires	5 mg/m ³ d'air (sans silice ni risques spécifiques)
Plomb	150 microgrammes/m ³ d'air
Benzo-a-pyrène (BAP)	150 microgrammes/m ³ d'air
Gaz	
CO (Monoxyde de carbone)	50 parties par million
H ₂ S (Hydrogène sulfuré)	5 parties par million
NH ₃ (Gaz ammoniacque)	25 parties par million

Ces chiffres sont repris dans le guide de l'INRS (Conception des usines de traitement des ordures ménagères et déchets assimilés).

- Il est préconisé de mettre les opérateurs de tri dans un flux d'air traité et de qualité (recommandation INRS - ED 914).



Pour le confort et la sécurité des opérateurs les vibrations transmises doivent être le plus faible possible.

3.1.5. Les vibrations

- Les prises d'air neuf sont situées en toiture.
- La température de soufflage est contrôlée et proche de la température de confort des trieurs (par exemple 18°C en hiver et 22°C en été).
- La température dans le reste de la cabine n'est pas contrôlée et donc non garantie.

Le process de tri nécessite des équipements vibrants (cribles, plans), tournant (trommel) et mouvants (tables de tri et convoyeur). Pour le confort et la sécurité des opérateurs, les vibrations transmises doivent être les plus faibles possible.

→ Solutions :

- Désolidariser au maximum les machines tournantes de la structure de la cabine.
- Régler les motorisations et contrôler la maintenance.
- Choisir un revêtement de tapis de tri qui amortit les chocs.
- Equiper les tôleries de jetée de caoutchoutage.
- Installer des dispositifs anti-vibratiles sur chaque machine tournante.

→ Normes et références :

Vibrations globales du corps (norme E90-401).

Vibrations transmises par les mains (norme E90-402).

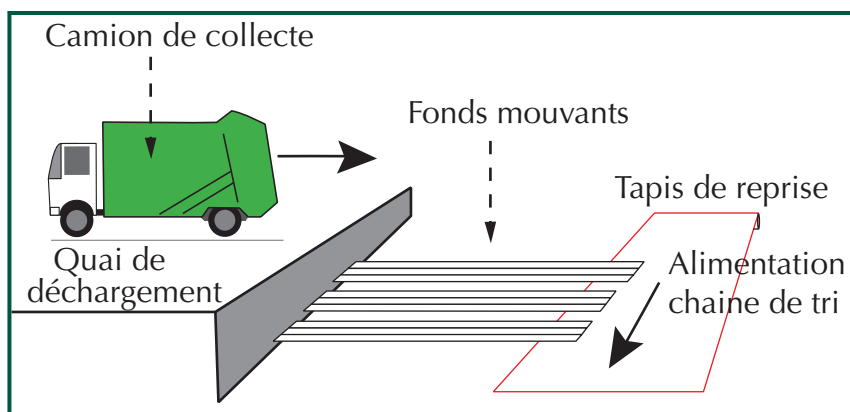
3.1.6. Les risques biologiques et chimiques

Les opérateurs de tri manipulent des produits qui peuvent être toxiques ou contaminants ; en raison de la nature des déchets, ils sont de plus exposés à des risques bactériologiques.

→ Solutions :

- En premier lieu, respecter la règle du F.I.F.O. (First In First Out) pour les produits à trier afin de limiter la prolifération microbienne ainsi que les odeurs. (Limiter le stockage dans le temps en garantissant que les premiers produits entrés dans le centre doivent être les premiers à être triés).

Solution envisageable :



**Concevoir
l'équipement en
priviliégiant des
matériaux ou
process facilitant
l'entretien et
l'hygiène.**

- Respect des vaccinations obligatoires et suivi de leur mise à jour (préconisation médecine du travail).
- Porter obligatoirement gants, chaussures de sécurité et vêtements de travail.
- Définir un seuil de tolérance et détecter par échantillonnage les bennes à risque ou présentant des aberrants de collecte (à éliminer ou traiter dans une cabine sécurisée).
- Equiper les cabines de système de ventilation par flux unidirectionnel d'air neuf (cf. § 3.1.4.).
- Un point d'eau doit être installé près de la cabine de tri (rinçage en cas de contact avec solvants ou produits agressifs + "rinçage œil"). Eventuellement, gel aseptisant à mettre sur les mains avant les gants.
- Concevoir l'équipement en privilégiant des matériaux ou process facilitant l'entretien et l'hygiène (goulottes inox, joues de guidage sur les tapis).
- Portique de détection des produits radioactifs si obligation définie par les arrêtés préfectoraux (A ce jour, seuls les centres de tri, associés à une UIOM ou à un équipement de traitements de déchets dont la présence est obligatoire, en sont équipés).

→ Normes et références :

- Conception des centres de tri des déchets : INRS - ED 914.
- Conception des usines de traitement des ordures ménagères et déchets assimilés. INRS - ED 822.



3.1.7. Les risques électriques et mécaniques

Aucun centre ne peut être mis en service sans présenter un certificat de conformité aux réglementations de sécurité.

Le centre de tri est un outil industriel qui doit répondre aux normes électriques et de protection des travailleurs concernant les installations classées entre autres. Aucun centre de tri ne peut être mis en service sans présenter un certificat de conformité aux réglementations de sécurité.

Un minimum de précautions en phase d'exploitation et de maintenance peut permettre de limiter ces risques.

→ Solutions :

- Prévoir des dispositifs d'arrêt d'urgence dans l'ensemble de l'usine.
- Equiper les machines à risques (presses, broyeurs) de systèmes de protection efficaces et d'arrêt d'urgence à chaîne longitudinale sur les convoyeurs d'alimentation de trémie.
- Equiper le tapis de presse d'un système comprenant un émetteur/récepteur avec portique de détection d'un opérateur qui serait entraîné par accident.
- Privilégier les systèmes à télécommande à câble.
Certaines opérations de maintenance nécessitent un fonctionnement manuel de certains équipements (réglage d'un tapis de tri par exemple). Si le démarrage est assuré à partir du pupitre, et que ce dernier est situé de sorte qu'il n'y ait aucun contact visuel avec l'équipement à maintenir, les opérations de maintenance présentent un certain danger. Pour supprimer celui-ci, soit l'intervention est assurée à deux avec contact radio mais avec un risque d'incompréhension, soit une commande locale au pied de l'équipement doit être prévue. L'installation d'une double commande classique entraîne un surcoût important au niveau du câblage. La solution, apparue récemment, est la mise en place d'un réseau type informatique avec des prises stratégiquement implantées. Sur celle-ci, le technicien de maintenance vient brancher une télécommande lui permettant d'agir sur les moteurs concernés.
- Faciliter l'accès et la sécurité des équipements pour la maintenance (nettoyage, dépannage).
- Prévoir un dispositif à transfert de clef sur le circuit électrique de puissance des équipements les plus dangereux.
- Equiper les installations conséquentes d'un système de supervision de contrôle commande.

→ Normes et références

Conception des centres de tri des déchets : INRS - ED 914.

Sécurité des machines et des équipements de travail, INRS - ED 807.

CODAP (Code des Appareils à Pression).

Normes CEI et UTE.

Code SNCT Tuyauteries industrielles.

Règles de la FEM (Fédération Européenne de la Manutention).

3.1.8. Les risques de pollution des eaux

Le centre de tri doit respecter de nombreuses obligations afin de limiter les risques de pollution des eaux :

- Non-pollution du réseau d'eaux pluviales par les eaux résiduaires.
- Non-pollution de la distribution d'eau potable.
- Non-pollution du réseau d'eaux pluviales par les hydrocarbures.
- Non-déversement de matières dangereuses vers les égouts ou le milieu naturel en cas d'accident ou d'incendie.
- Respect des valeurs limites suivantes pour les rejets d'eaux résiduaires dans le réseau public :

Type de milieu	Valeur limites
Rejet dans le milieu naturel ou dans un réseau d'assainissement collectif sans station d'épuration	Ph compris entre 5,5 et 8,5 (9,5 en cas de neutralisation chimique) Température < 30°C Matières en suspension (NFT 90-105) Concentration < 100 mg/L Flux journalier < 20 kg/j DCO (sur effluent brut) (NFT 90-101) Concentration < 300 mg/L Flux journalier < 120 kg/j DBO5 (sur effluent brut) (NFT 90-103) Concentration < 100 mg/L Flux journalier < 20 kg/j Hydrocarbures (NFT 90-114) Concentration < 10 mg/L
Rejet dans un réseau d'assainissement collectif muni d'une station d'épuration	Ph compris entre 5,5 et 8,5 (9,5 en cas de neutralisation chimique) Température < 30°C Matières en suspension (NFT 90-105) Concentration < 600 mg/L DCO (sur effluent brut) (NFT 90-101) Concentration < 2 000 mg/L DBO5 (sur effluent brut) (NFT 90-103) Concentration < 800 mg/L Hydrocarbures (NFT 90-114) Concentration < 10 mg/L

A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Respecter les contraintes réglementaires et normatives

Le réseau de collecte doit être de type séparatif permettant d'isoler les eaux résiduaires polluées des eaux pluviales.

→ Solutions possibles en fonction de l'étude du sol :

- Le réseau de collecte doit être de type séparatif permettant d'isoler les eaux résiduaires polluées des eaux pluviales.
- Les points de rejet des eaux résiduaires traitées doivent être en nombre aussi réduit que possible et aménagés pour permettre un prélèvement aisé d'échantillons.
- Le raccordement à une nappe d'eau ou à un réseau public de distribution d'eau potable doit être muni d'un dispositif anti-retour.
- Les eaux pluviales collectées sur les aires étanches doivent transiter par un débourbeur déshuileur avant rejet au réseau public.
- Les rejets d'eaux résiduaires, que ce soit dans le milieu naturel ou dans un réseau d'assainissement collectif sans station d'épuration, doivent faire l'objet, au préalable d'un traitement dans un équipement d'épuration privé.
- Prévoir une rétention d'eau dans les zones où des matières dangereuses peuvent être répandues en cas d'incendie, soit principalement dans les zones de stockage amont et aval. En cas d'incendie, l'eau récoltée fera l'objet d'analyses avant décision sur son traitement ultérieur.

A

3.1.9. Rappel des textes de référence

Nature des risques	Normes et textes réglementaires
5.1.1 Circulation des engins	Conception des lieux de travail, INRS - ED 718 Conception des centres de tri des déchets, INRS - ED 914
5.1.2 Incendies	Incendies et lieux de travail, INRS - ED 789
5.1.3 Bruit	Rejet des normes acoustiques, AFNOR Réduire le bruit, INRS - ED 808 Code du travail : art R232-8 à R.232 8-7 (décret du 21 avril 88 - JO du 22 avril 88. Circulaire d'application du 6 mai 88)
5.1.4 Poussière et gaz	Conception des lieux de travail, INRS - ED 718
5.1.5 Vibrations	Vibrations globales du corps, Norme E90-401 Vibrations transmises par les mains, Norme E90-402
5.1.6 Risques sanitaires	Conception des centres de tri des déchets, INRS - ED 914 Conception des usines de traitement des ordures ménagères et déchets assimilés, INRS - ED 822
5.1.7 Risques électriques et mécaniques	Sécurité des machines et des équipements de travail, INRS - ED 807 Conception des centres de tri des déchets, INRS - ED 914 CODAP (Code des Appareils à Pression) Normes CEI et UTE Code SNCT Tuyauterie industrielles Règles de la FEM (Fédération Européenne de la Manutention)

Il sera nécessaire d'obtenir :
une autorisation lorsque les dangers ou inconvénients sont estimés graves,
une déclaration si les dangers ou inconvénients sont estimés moins importants.

3.2. Les contraintes des installations classées

3.2.1. Généralités

Les installations classées pour la protection de l'environnement sont régies par la loi du 19 juillet 1976 et ses différentes mises à jour.

→ Sont soumises à cette loi toutes les installations pouvant présenter des dangers ou des inconvénients pour :

- La commodité du voisinage.
- La santé publique.
- La sécurité publique.
- La salubrité publique.
- La protection de la nature et de l'environnement.
- La conservation des sites et des monuments.
- L'agriculture.

Ces installations sont classées dans une nomenclature en partie réactualisée. En fonction de l'importance des dangers, il est nécessaire d'obtenir :

- Une autorisation lorsque les dangers ou inconvénients sont estimés graves.
- Une déclaration si les dangers ou inconvénients sont estimés moins importants, (pour chacune des catégories, des seuils sont définis pour exiger déclaration ou autorisation).

La demande d'autorisation ou la déclaration sont à formuler à la Préfecture, en même temps que la demande de permis de construire (si elle existe).

→ Le dossier de demande d'autorisation doit être composé, en dehors des aspects administratifs :

Des plans du site (1/25000, 1/2500 et 1/200)

D'une étude d'impact qui présente :

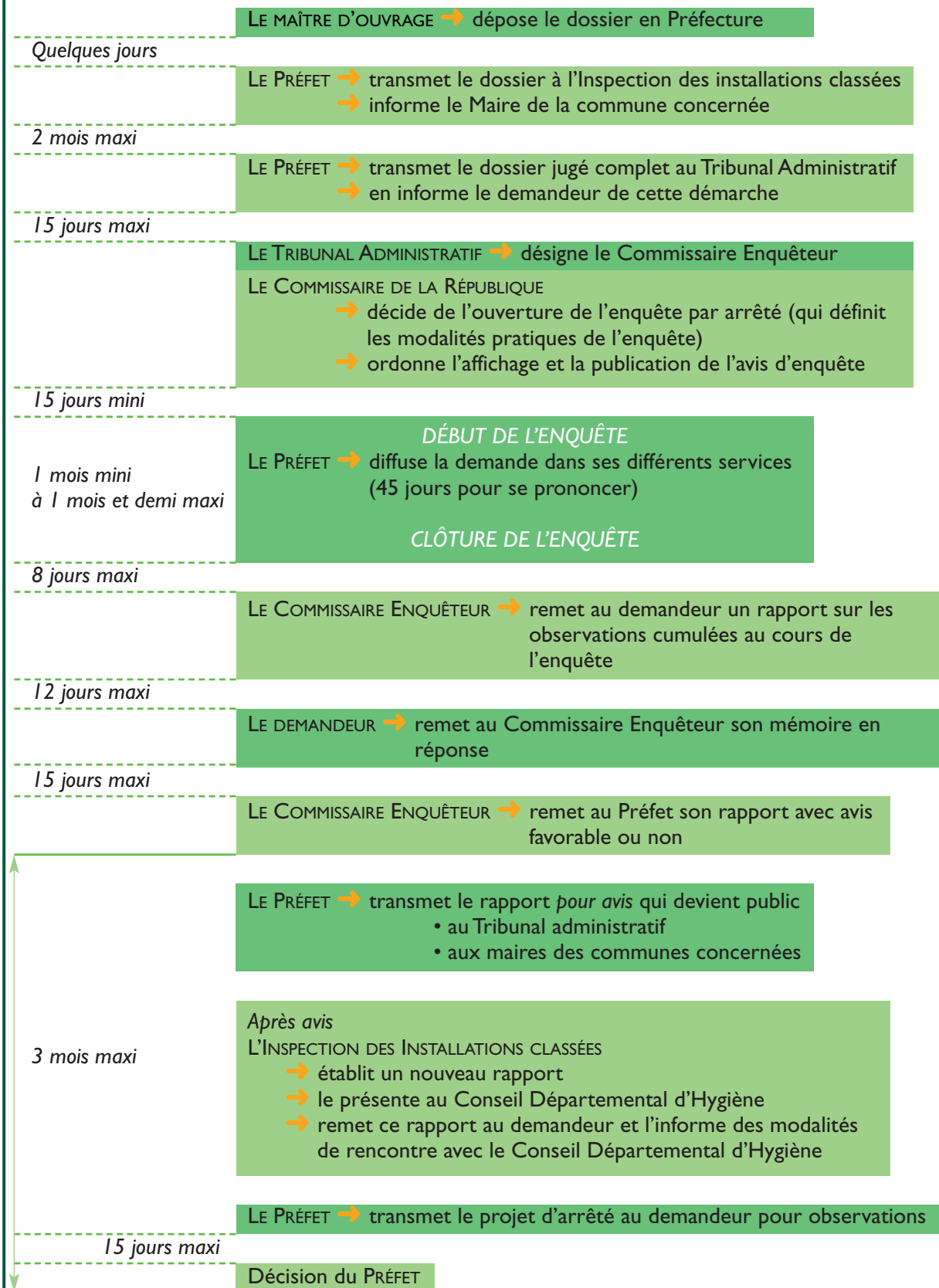
- L'analyse de l'état initial du site et de son environnement.
- L'analyse des effets directs et indirects sur son environnement.
- La raison des choix techniques de protection de l'environnement.
- Les mesures envisagées de protection de l'environnement.
- D'une étude des dangers présentés en cas d'accident.
- D'une notice d'hygiène et de sécurité du personnel.
- Les garanties financières de l'exploitant.

→ L'introduction de la demande d'autorisation se décompose comme suit :



Instruction de demande d'autorisation

Durée globale minimale : 8 mois



Le délai de 8 mois peut être prolongé de façon significative en cas de rejet au moment de l'enquête publique. La concertation préalable est importante pour tenter d'éviter cet écueil.

A

3.2.2. Cas des centres de tri

Les activités de stockage et de tri des ordures ménagères recyclables issues d'une collecte sélective ne sont pas, à l'heure actuelle, définies en tant que telles dans la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Les activités exercées sur un centre de tri, concernant la fraction recyclable des produits reçus, sont classées dans plusieurs rubriques de la nomenclature, étant donné la diversité des produits reçus :

Remarque importante :

Ce tableau est donné à titre indicatif.

Pour chaque nouveau projet, un examen attentif des textes est indispensable.

A ce jour, la nomenclature a été refondue partiellement.

Une réactualisation est toujours attendue et devrait comporter une catégorie spécifique pour les centres de tri de déchets d'emballages ménagers.



A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Respecter les contraintes réglementaires et normatives

Rubrique	Intitulé	Volume d'activité seuil pour "A" ou "D"	A = autorisation ou D = déclaration	Rayon d'affichage en km	Prévision de prise en compte pour les différents centres de tri
167 A	Déchets industriels provenant d'installations classées	-	A	1	Préconisation MEDD
322 A	Stockage et traitement des ordures ménagères et autres résidus Station de transit	-	A	1	Préconisation MEDD
329	Dépôts de papiers usés ou souillés	Si quantité emmagasinée supérieure à 50 tonnes	A	0,5	En incluant l'ensemble des produits fibreux, tous les CdT concernés
2662	Stockage de matières plastiques, caoutchouc, élastomères, résines et adhésifs synthétiques 1. Polyoléfines (polyéthylène) 2. Autres plastiques	Si Volume > 1000 m ³ 100 m ³ < vol < 1000 m ³ Volume > 200 m ³ 20 m ³ < vol < 200 m ³	A D A D	2 2	Pas concerné Pas concerné Pas concerné Tous CdT concernés car vol PET + PVC = 150 m ³
1434	Distribution de liquides inflammables	Débit maximum équivalent > 20 m ³ /h 1 m ³ /h < débit < 20 m ³ /h	A D	1	Non concerné Peut-être concerné en fonction matériel
98 bis A	Dépôts ou ateliers de triage de matières usagées combustibles à base de caoutchouc, élastomères : Installés dans un bâtiment occupé ou habité par des tiers ou contigus à tel immeuble	Si quantité entreposée est supérieure à 50 m ³ Si quantité entreposée est comprise entre 10 m ³ et 50 m ³	A D	0,5	Concerné si le bâtiment est dans ce cas Pas concerné
B	Installés sur un terrain isolé, bâti ou non, situé à moins de 50 m d'un bâtiment habité ou occupé par des tiers :	Si quantité entreposée est supérieure à 150 m ³ Si quantité entreposée est comprise entre 30 m ³ et 150 m ³	A D	0,5	Concerné si le bâtiment est dans ce cas Pas concerné
C	Installés sur un terrain isolé, bâti ou non, situé à plus de 50 m d'un bâtiment habité ou occupé par des tiers :	Si quantité entreposée est supérieure à 150 m ³	D		Concerné si le bâtiment est dans ce cas
286	Stockage et activité de récupération de métaux	Surface utilisée > 50 m ²	A	0,5	Pas concerné a priori Point de vigilance

A

3.3. Ergonomie et conditions de travail

3.3.1. Des postes de travail adaptés

De l'ergonomie du poste dépendent en grande partie le rendement du tri et le confort de l'opérateur.

Les normes (NFX35-106) définissent les recommandations en matière d'ergonomie, postures et gestes de travail. La brochure ED 914 de l'INRS en fait une application à ce type de métier.

On en déduit ci-après les incidences et les recommandations applicables dans les centres de tri :

A conseiller	A éviter	Incidence sur l'équipement
Tronc droit et amplitude de déplacement des bras limitée	Tronc penché bras en arrière	- Distance de préhension inférieure à 415 mm et donc largeur du tapis de tri limité à 600 mm si le tri est d'un seul côté - 1 000 mm (voire 1 200 mm au prétri) si le tri est des 2 côtés - Réglage de la vitesse du convoyeur - Jet latéral avec goulottes larges pour tous types de produits - Jet frontal acceptable pour corps creux - Réglage de la couche de produit (étaleur de couche)
Mains au dessous du cœur	Mains au-dessus du cœur, bras levés	- Table de tri à 1100 mm de hauteur - Sièges réglables en hauteur ou podium réglables sur une hauteur de 265 mm permettant de s'adapter aux "hommes grands" et aux "femmes petites" au titre de la norme
Alternance position assise et position debout	Posture assise en continu	- Sièges assis-debout ou debout en continu
Lumière naturelle	Lumière artificielle	- Eclairage naturel en cabine garantissant 200 lux pour un éclairage extérieur de référence de 5 000 lux - Eclairage artificiel de 600 lux au niveau des zones de tri et pas moins de 250 lux au niveau des allées de circulation et autres espaces (voir fiche cabine de tri)
Vue sur l'extérieur	Pas de vue sur l'extérieur	- Implantation des cabines avec baie vitrée sur l'extérieur - Indice de vitrage > 20 %, distance des opérateurs à la vitre < 10 mètres
Bon contraste entre produit et tapis	Tapis clair	Tapis de couleur sombre



3.3.2. Incidence du process de tri sur l'ergonomie du poste et le rendement

(Pour la description des différents types de tri et les schémas s'y référant, voir fiche table de tri page B157)

Le tri s'effectue en fonction du matériau le plus présent dans le flux qui n'est pas saisi et qui est donc trié négativement.

→ Tri positif/tri négatif

Le tri s'effectue en fonction du matériau le plus présent dans le flux qui n'est pas saisi et qui est donc trié négativement.

- Le nombre de gestes des trieurs est limité puisque les trieurs laissent sur le tapis le matériau majoritaire, ce qui est une bonne chose, la répétitivité élevée étant un facteur aggravant le risque de troubles musculo-squelettiques (TMS).

→ Tri frontal (jeté latéral)

Le trieur est installé face au tapis de tri, avec des goulottes latérales.

- Position favorable au niveau de l'ergonomie car l'amplitude des mouvements est moindre mais couvre une zone plus réduite de tapis, la productivité est donc plus faible.

Ce type de tri est souvent limité au surtri (ferreux ou autre) avec un seul opérateur.

→ Tri latéral

C'est la disposition la plus courante, les produits arrivent latéralement sur un tapis de tri.

- Respecter les préconisations en terme de dimensionnement en privilégiant le jeté latéral par rapport au jeté frontal.

→ Tri séquentiel

Le tri s'effectue sur un tapis à l'arrêt, la séquence d'arrêt étant programmée selon le type de fractions.

Les trieurs jettent les produits dans des bacs frontaux ou latéraux.

- Bonne ergonomie du poste car il n'y a aucune torsion et moins de fatigue. Il est visuellement plus facile de repérer un produit immobile et l'efficacité est accrue. Le nombre de gestes de jet de produits par heure est à peu près équivalent au tri latéral mais avec une alternance de temps de repos (pendant le défilement du tapis) et temps de travail (lorsque la bande est arrêtée).

En revanche, présence de stress important car l'opérateur est le dernier à pouvoir agir sur la qualité du produit valorisable et doit faire vite et bien.

→ Tri mono produit

Chaque opérateur ne trie qu'un seul produit (les refus, les tétras, les différents plastiques...).

- Risque de stress lorsque le flux n'est pas homogène en quantité ou composition, avec sous-charge du poste et perte de rendement, ou éviction de produits valorisables dans les refus.

Dans du neuf, les locaux de travail doivent comporter des baies donnant sur l'extérieur.

→ Tri majoritaire

Tous les opérateurs trient en même temps plusieurs produits plus un produit défini en entrée de ligne comme majoritaire.

- Plus grand confort de travail, le trieur ne prend pas le risque d'un oubli sur le produit majoritaire.

3.3.3. Un éclairage adapté

- Les locaux de travail doivent, d'après le code du travail, disposer d'une lumière naturelle suffisante. Pour une construction neuve ou après rénovation, les locaux de travail doivent obligatoirement comporter à hauteur des yeux des baies transparentes donnant sur l'extérieur.
- L'éclairage artificiel doit répondre aux exigences suivantes :

Espaces et locaux concernés	Valeurs recommandées (d'après INRS - ED 914) après 2 ans de fonctionnement	Valeurs minimales réglementaires
	lux	lux
Circulations extérieures (entrées - cours - allées)	30	10
Aires de travail extérieures (ex : quais)	75	40
Circulations intérieures (couloirs - escaliers - circulation en cabine)	250	40 - 60
Entrepôts	150	60
Bureaux (administratifs - secrétariat)	500	200
Convoyeurs d'alimentation	250	-
Tapis de tri	600	300 - 600
Alvéoles	75	-

3.4. Les conditions psychologiques de l'opérateur de tri

3.4.1. La charge nerveuse du geste de tri

→ L'opération mentale du tri

A RETENIR

Le tri nécessite un processus mental de

- Visualisation d'un objet.
- Identification de l'objet.
- Prémption de l'objet.
- Sélection de la goulotte ou bac de jeté en fonction de la nature de l'objet (si le tri porte sur plusieurs produits).

Le tout en 2 à 3 secondes maximum par objet.

On a vu aux paragraphes précédents (principalement au paragraphe A.5.2.) que de nombreux facteurs pouvaient influencer sur la performance du trieur.

On peut toutefois essayer de déterminer le nombre de gestes qu'un trieur peut effectuer en fonction de ses conditions de travail. Les chiffres indiqués ci-dessous représentent des optima. Dans la réalité ils sont difficiles à maintenir sur le long terme et sur l'ensemble d'une équipe.

Conditions particulières	Nb de gestes/h
Produits de grosse taille ou fraction non homogène (nécessité d'identification importante).	1 300 à 1 500
Produits de petite taille	1 400 à 1 600
Tri séquentiel	1 500 à 1 800
Si aucune question n'est à se poser (c'est-à-dire flux très homogène) comme par exemple sortir le "plastique", dans sa totalité sans distinction des différentes résines, d'un flux d'emballages.	2 000 à 2 500
Tri négatif (Contrôle qualité sur un flux propre)	500 à 600

→ Le niveau d'attention

La variété stimule l'attention mais il est nécessaire de trouver un juste équilibre. Trop d'informations à traiter à la fois engendrent stress, confusion et fatigue, pas assez d'informations sont source d'ennui et de lassitude.

Nombre de produits à trier	Incidence sur le geste de tri
1 produit	Monotonie, répétition, difficulté à maintenir un rythme constant car l'attention s'émousse
2 à 3 produits	Solution à privilégier; en fonction du type de produit et de la disposition des goulottes
4 ou 5 produits	Grande concentration nécessaire, fatigue accrue acceptable en fin de ligne



Des pauses courtes et fréquentes sont nécessaires.

De plus dans la majorité des process de tri, le passage sur bande défilante entraîne une attention constante et une grande concentration pour :

- Ne pas manquer le produit valorisable.
- Ne pas se tromper de goulotte de jetée et donc de catégorie de produit.

L'attention nécessaire s'ajoute à la fatigue de la posture (debout le plus souvent, tensions musculaires des bras en extension, voire torsions du buste), c'est pourquoi des pauses courtes et fréquentes sont nécessaires.

3.4.2. Les critères de satisfaction au travail de l'opérateur de tri

Critères de satisfaction au travail	Recommandations
Autonomie	Concertation Réglage de l'allure du tapis, ou des arrêts Temps de pose géré en autonomie
Bonnes relations entre trieurs	Travail par équipe Disposition des postes favorisant les échanges Réglage des bruits machines Environnement sonore permettant la conversation
Variété	Rotation de poste Changement de type de produit
Initiative	Inciter à la détection des pannes, à la petite maintenance et à l'entretien courant
Motivation	Gestion du poste de travail en autonomie au sein de l'équipe
Information sur la tâche	Affichage des résultats par équipe, des niveaux de tri et indices qualité
Enrichissement des connaissances	Mise en place de formations par niveau avec possibilité d'évolution vers des postes plus qualifiés
Qualité	Identification des erreurs (échantillonnage des refus). Communication des résultats afin de responsabiliser les équipes
Satisfaction liée à l'accomplissement de la tâche	Définition d'objectifs quantitatifs ou qualitatifs par ligne ou équipe

A RETENIR

Dans ce domaine qui concerne l'humain, il n'y a pas à ce jour de réponse systématique pour gérer les équipes de tri. Toutefois, la prise en compte d'un nombre maximum de ces critères donne, a priori, toutes les chances d'améliorer la satisfaction au travail et engendre obligatoirement un gain de productivité.

4 CONCEVOIR LES OUVRAGES

4.1. Données générales du programme

Le programme constitue l'élément fondamental et essentiel de l'Opération. Il engage contractuellement le Maître d'Ouvrage et l'Equipe de conception architecturale et technique qui conduisent la mise en œuvre.

C'est la définition d'abord qualitative et, ensuite, quantitative et financière du projet qu'il précise en termes d'objectifs en regard :

- De la politique communale ou intercommunale de gestion des déchets ménagers et assimilés
- De qualité de vie et de fonction pédagogique
- D'insertion dans le site
- De performance industrielle
- De gestion et d'exploitation, etc.

Afin de faire face aux inévitables évolutions que la vie impose aux équipements tel un centre de tri, on recherchera en particulier la plus grande flexibilité possible tant de la volumétrie des bâtiments que des structures porteuses.

4.1.0. Quelques définitions

Les acteurs :

- Le maître d'ouvrage.
- Le maître d'œuvre.

● Le maître d'ouvrage : Il est le propriétaire du centre de tri à construire. Il peut être public ou privé. Il est le donneur d'ordre en vue de la conception et la construction d'un centre de tri.

● Le maître d'œuvre : Il est le concepteur du centre de tri. Il est normalement indépendant du maître d'ouvrage ainsi que des entreprises. Il peut également être public ou privé. Il est constitué en général d'une équipe comportant un architecte et un ou des bureaux d'études ayant des compétences en process de tri, en installations classées et en bâtiment.

● L'assistant du maître d'ouvrage (AMO) : Il apporte une mission d'assistance particulière au maître d'ouvrage à caractère soit administratif, soit financier soit technique.

● Le "programmiste" : Il réalise le programme du maître d'ouvrage. Le programme s'articulera autour de quatre pôles (les données préexistantes, les besoins à satisfaire, les contraintes à respecter, les exigences à atteindre). Ce document constitue la commande que le maître d'ouvrage passe aux concepteurs du projet en vue de la réalisation du centre de tri.

● Le conducteur d'opération : Il est le "super-assistant" du maître d'ouvrage. Il assure le même type de mission.

● Le mandataire du maître d'ouvrage : Il agit au nom et pour le compte du mandant. C'est lui qui a les relations contractuelles avec les entreprises. Il s'agit le cas échéant majoritairement de la société d'économie mixte du département ou de la ville.

● Le conseiller technique : Apporte un avis technique tout au long de la conception et/ou de la construction.

A



CONSEIL UTILE

“Le Moniteur” a édité en 2003 un ouvrage très complet sur la maîtrise d’œuvre publique : “Les marchés de maîtrise d’œuvre dans la construction publique” qui pourra répondre aussi bien aux besoins des néophytes qu’à ceux des praticiens confirmés.

- Concours : Il va permettre au maître d’ouvrage d’avoir un choix entre plusieurs conceptions d’ouvrage afin de retenir le centre de tri répondant le mieux à ses aspirations.

Il est important de définir l’ensemble des flux entrants.

Il importe au maître d’ouvrage d’indiquer les conditions d’organisation du travail.

4.1.1. Déterminer les caractéristiques générales de l’opération

Tout d’abord, il importe de bien identifier les caractéristiques générales du centre et les principales étapes de sa montée en charge. Ces éléments seront des éléments constitutifs du programme.

→ Les flux traités

● Flux entrants :

Il est important de définir avec précision l’ensemble des flux entrants avec les consignes de tri demandées pour chacun et éventuellement les consignes données aux rippeurs (*par exemple, vis-à-vis des gros cartons*).

● Flux sortants :

Il convient d’identifier le volume de stockage (production journalière x fréquence de ramassage) et le devenir des produits triés :

- Ceux bénéficiant de la garantie de reprise Eco-Emballages.
- Les autres produits dont il convient de connaître les conditions de reprise.

→ Principes de gestion et d’exploitation

Il importe de définir les modes d’organisation retenus pour la prise en charge de :

- La collecte.
- Le tri.
- La gestion et l’exploitation du centre de tri.

Ces différentes fonctions peuvent être prises en régie directe par la collectivité locale ou déléguées pour tout ou partie à des prestataires extérieurs.

● La collecte :

Définition des secteurs, des fréquences de collecte.

Type de collecte (apport volontaire, flux en mélange en porte à porte...), type de récipients envisagés.

● Le tri :

L’effectif du personnel de tri dépend du process retenu et de la part du tri manuel par rapport au tri automatique.

Si le tri n’est pas assuré par le prestataire construisant le centre, il importe au maître d’ouvrage d’indiquer clairement les conditions d’organisation du travail :

- Nombre de postes par jour.
- Nombre d’heures travaillées par jour et par personne.
- Nombre moyen de jours travaillés dans l’année.



- L'entretien, l'exploitation et la maintenance

Comment s'effectue le nettoyage des locaux ?

Qu'est-il prévu pour :

- L'entretien courant et la maintenance normale des équipements de tri (font-ils l'objet d'un contrat avec le constructeur ou sont-ils traités en interne) ?
- Les opérations de maintenance lourde, de contrôle et de vérification (effectuées par des organismes extérieurs) ?

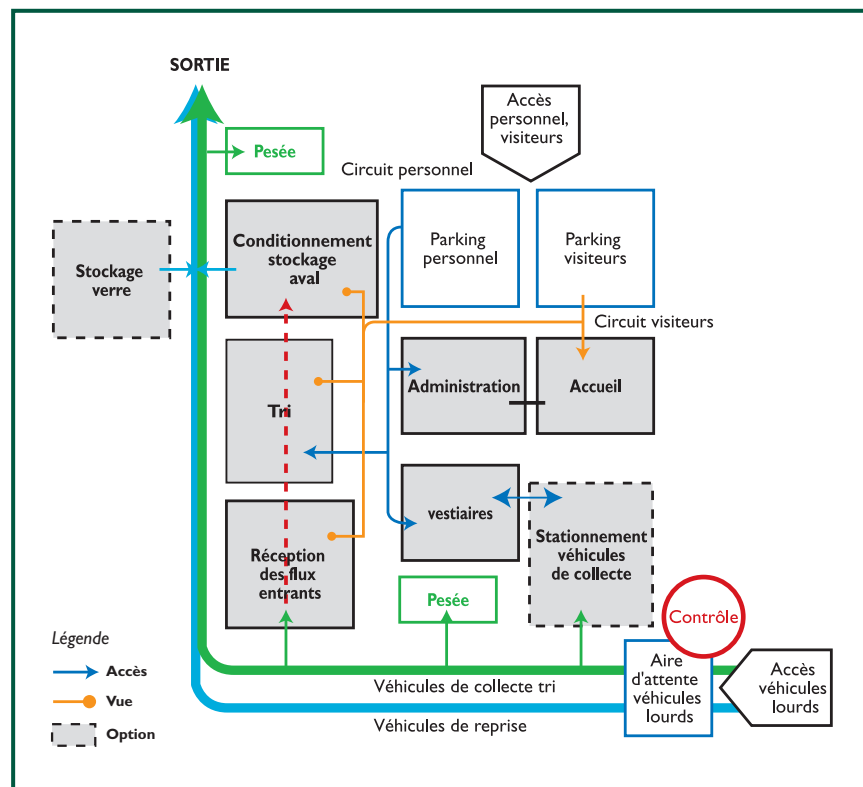
- Les visites

Le site doit-il être visitable ? Qui sera chargé de l'organisation de ces visites ?

A

4.2. Les principes généraux d'organisation fonctionnelle du site

4.2.0. Schéma général d'organisation fonctionnelle



4.2.1. Desserte du site

Evaluer le nombre moyen de véhicules qui peuvent se présenter chaque jour au centre.

La desserte du site doit être adaptée aux flux prévisionnels des véhicules qui viennent apporter les produits collectés ou qui viennent reprendre les produits traités.

Pour bien dimensionner les voies d'accès au site, il importe d'évaluer le nombre moyen de véhicules qui peuvent se présenter chaque jour au centre. D'autre part, il y a éventuellement lieu d'identifier les "heures" de pointe et d'évaluer la taille de l'aire d'attente pour les véhicules, afin d'éviter les situations d'engorgement.

4.2.2. Circulation sur le site

Les circuits de chaque type de véhicules doivent être distingués au mieux.

→ Circulation des véhicules lourds

La circulation des véhicules sur le site doit garantir un déchargement ou un chargement aisé dans le cadre d'un schéma de circulation fluide.

D'une manière générale, la circulation des véhicules sur le site est analysée avec un soin particulier. Les manœuvres des véhicules de collecte doivent être aisées, les circuits de chaque type de véhicules doivent être distingués au mieux :

- L'exigence minimale est de prévoir une aire de retournement de 30 m de diamètre sur le site pour les véhicules de collecte et de reprise.
- L'optimum recherché est la mise en place d'un circuit à sens unique dans le sens inverse des aiguilles d'une montre pour l'ensemble des véhicules desservant les différents points d'accès concernés. Ce sens de circulation permet une approche des camions en marche arrière à main gauche (§ A 3.1.1.).

→ Circulation des véhicules légers

Il y a lieu de prendre en compte les véhicules des personnels du centre de tri qui doivent rejoindre leur aire de stationnement en évitant d'emprunter les voies destinées aux véhicules lourds.

→ Circulation des piétons

Des cheminements piétons (personnel et visiteurs) doivent permettre de rejoindre les différentes fonctions organisées sur le site. Ils doivent être totalement indépendants des circulations des véhicules (légers, lourds, engins).

4.2.3. Stationnement

L'évaluation des besoins en stationnement doit prendre en compte : les véhicules du personnel, les besoins liés aux visites.

L'évaluation des besoins en stationnement (nombre de places et type de places) doit prendre en compte :

- Les besoins liés aux véhicules du personnel du centre : combien y aura-t-il de personnes présentes simultanément sur le site ? (attention au croisement du personnel au changement de poste, entraînant un possible doublement du nombre de places).
- Les besoins liés aux visites : prévoit-on l'accueil de cars (cars de scolaires par exemple) et combien par visite ? Combien prévoit-on de visiteurs venant avec leur véhicule ?



A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Concevoir les ouvrages

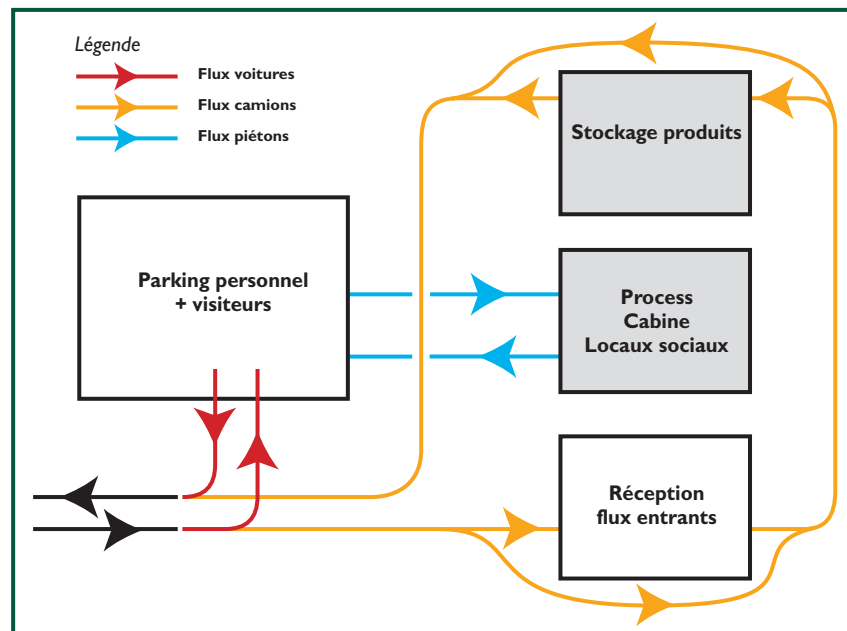
- Les besoins liés aux véhicules de collecte : sont-ils ou non hébergés sur le site et si oui, combien de véhicules avec quels services associés (garage, aire de lavage...).

- Cas particulier : le stationnement des véhicules de collecte.

Si les véhicules de collecte sont stationnés sur le site, cela signifie que c'est le lieu de travail des équipes de collecte. En plus des aires de stationnement, il convient donc de prévoir les vestiaires du personnel de collecte à proximité du lieu de garage des véhicules. Un point d'alimentation en carburant, une aire de lavage et éventuellement un atelier de maintenance et de réparation peuvent être prévus sur le site.

A

4.2.4. Un exemple de plan-masse



4.3. Les unités fonctionnelles

4.3.1. La fonction réception des flux entrants

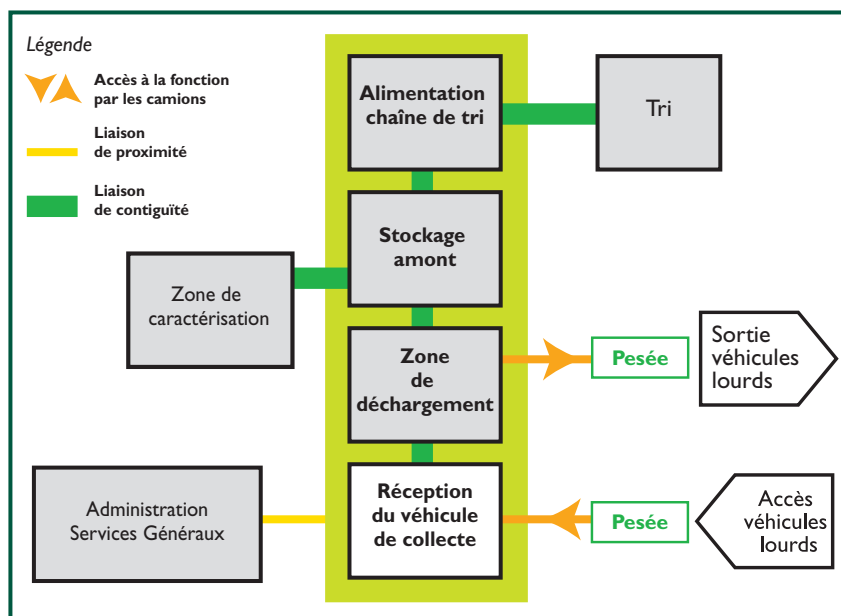
La réception des flux entrants concerne l'ensemble des matériaux issus de collecte sélective.

→ Présentation

La réception des flux entrants concerne l'ensemble des matériaux issus de collecte sélective. Cette réception s'effectue en plusieurs étapes :

- Le véhicule de collecte une fois identifié est autorisé à entrer dans le site et se dirige vers le pont-bascule afin de faire peser son chargement.
- Il se dirige ensuite vers la zone de déchargement au niveau duquel un contrôle qualité visuel est effectué lors du dépotage.
- Le véhicule se dirige alors vers la sortie pour une deuxième pesée, à vide, avant de quitter le site.
- Les produits issus de la collecte sélective ainsi déchargés sont stockés dans une zone délimitée et signalée.

- Il est important de signaler que, de manière générale, les camions de collecte arrivent au centre à la même période de la journée (en milieu ou fin de matinée).



→ Exigences fonctionnelles

- Le site dispose d'une aire d'attente pour les véhicules de collecte, afin d'éviter le stationnement sur la voie publique, conformément à la circulaire ministérielle du 5 janvier 1995.

La double pesée a pour objet de mesurer le poids de flux entrants.

- La double pesée, a pour objet de mesurer le poids des flux entrants, et est effectuée sur un (ou 2) pont-bascule. Celui-ci est dimensionné pour peser les véhicules de collecte et les camions de repreneurs (longueur de 18 m). A la pesée, sera associé un système de gestion informatisé permettant une analyse détaillée du flux de déchets par secteur de collecte. L'identification des véhicules de collecte s'effectuera en général par badge. Contrairement à la collecte OM où la lecture par badge signifie "simple pesée", car la tare se trouve enregistrée dans le badge, la double pesée doit être maintenue en CS du fait du poids faible de chaque chargement. La simple pesée entraînerait une incertitude trop importante sur la valeur obtenue.

Un contrôle qualité visuel est effectué, afin d'éliminer les matériaux indésirables.

- Le contrôle qualité démarre très en amont, par l'action des rippeurs et des ambassadeurs du tri. Lors du déchargement de la collecte, un contrôle qualité visuel est effectué, afin d'éliminer éventuellement les matériaux indésirables, voire de refuser le chargement pour trop mauvaise qualité. La zone de déchargement est de dimension suffisante pour faciliter le contrôle qualité, le déchargement de deux véhicules en même temps, ainsi que la circulation des véhicules de collecte et du chargeur sur pneus.

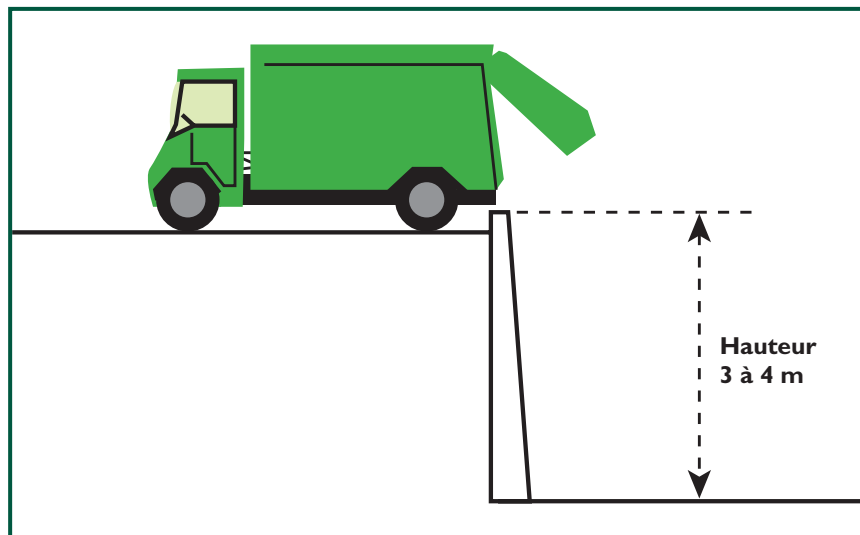
Un emplacement, équivalent au volume d'une benne de collecte sélective sera prévu au niveau du stockage amont, afin d'effectuer ponctuellement des échantillonnages.

Il sera également prévu à cet effet une table de caractérisation.

A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Concevoir les ouvrages

- Le vidage des camions est assuré, dans une grande majorité de cas par basculement de leur benne. L'emprise minimale d'une benne en position de vidage est de 7 m pour une benne tasseuse de 22 m³, et de 10 m pour les bennes de gros volume (60 m³) utilisées en transfert et quelques fois en apport volontaire. La hauteur sous poutre du hall doit être, au minimum, de 10 m en cas d'utilisation régulière de bennes de gros volume. Dans le cas d'une utilisation réduite de ce genre de véhicule, il est possible de se limiter à construire un bâtiment ayant une hauteur sous poutre de 7 m. Dans ce cas, la poutraison et la toiture sont conçues afin de permettre facilement le soulèvement de la benne, jusqu'à une hauteur de 10 m, en se positionnant entre deux fermes.
- Une solution intéressante est constituée par un quai de déchargement d'une hauteur de 3 à 4 m.



Cette solution limitera par nature la quasi-totalité des croisements entre bennes de collecte et engins sur pneus. Le contrôle qualité sera toutefois plus difficile qu'un dépôtage au même niveau.

- La zone de stockage amont doit être dimensionnée pour accueillir au maximum l'équivalent de 5 jours de collecte sélective et isoler l'équivalent du contenu d'un camion de collecte pour les opérations d'analyse de flux. La zone de stockage doit être clairement délimitée et signalée. Le stockage amont est alimenté par des matériaux renouvelés en permanence et l'alimentation de la chaîne s'effectue selon le principe F.I.F.O. (First In First Out) afin de ne laisser aucun déchet en stockage plus de 5 jours.

La zone de stockage amont doit être dimensionnée pour accueillir au maximum l'équivalent de 5 jours de collecte sélective.

→ Formule de calcul de la surface de stockage amont

$$S_{\text{amont}} = \frac{\text{Tonnage entrant annuel} \times 1,3}{52 \times 2,5 \times d} = \frac{0,01 A}{d}$$

Surface de stockage à prévoir

Tonnage entrant annuel

Sécurité de 30% (coefficient ne permettant pas de perte de place au niveau des circulations)

Tonnage sur 5 jours soit une semaine

Hauteur du tas moyen

Densité du produit dans le hall du centre de tri

A RETENIR

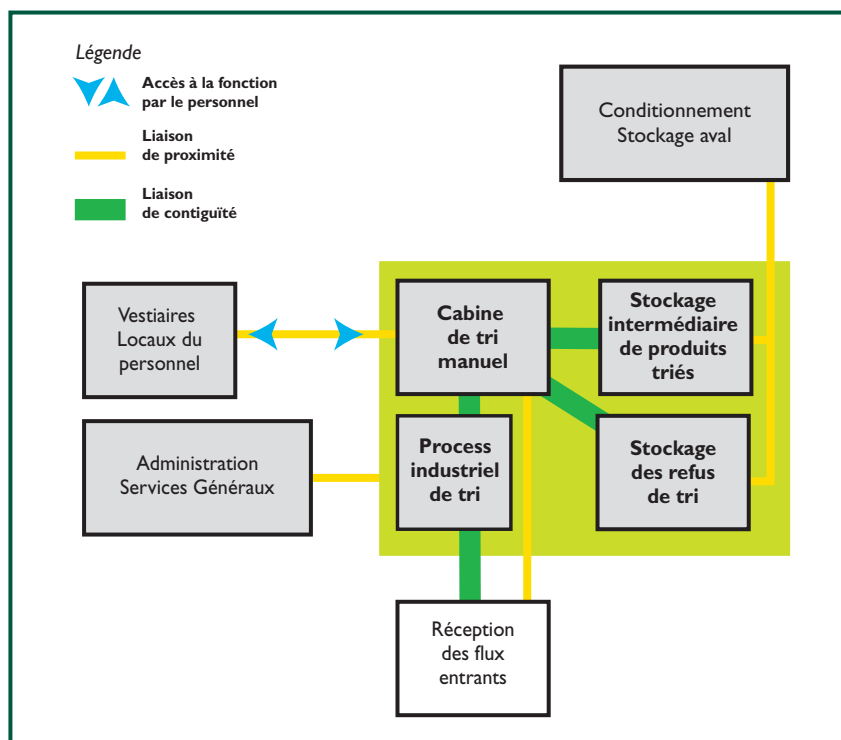
Dans le cas d'un flux de recyclables secs, la densité étant de 0,1 on obtient :
 $S_{\text{amont}} (\text{en m}^2) = 0,1 \times \text{tonnage annuel traité (en t/an)}$.

Dans le cas de figure où le centre traite un nombre supérieur ou égal à 3 types de flux, il y aura lieu de prendre un coefficient de sécurité plus important, soit de 50 %.

(NB. Il n'est pas rare de visiter des centres de tri contenant un stockage de produits amont correspondant à plus d'une semaine de production, ce qui n'est pas souhaitable principalement dans un souci sanitaire).

4.3.2. La fonction tri

→ Présentation



→ Exigences fonctionnelles

● Le process industriel de tri

- Le chargement requérant un opérateur, il doit être recherché une optimisation de son temps de travail. Pour cela, la fréquence pour remplir l'alimentation de la chaîne doit être la plus longue possible, afin de dégager du temps à l'opérateur, entre deux chargements, pour effectuer d'autres tâches.
- La régulation du débit de déchets doit permettre une alimentation constante et régulière du process. Cette régulation est l'élément le plus important dans la recherche d'efficacité du tri ultérieur.

Le concepteur doit retenir tout particulièrement son attention sur l'ergonomie du poste de travail.

Le stockage des refus doit, dans la mesure du possible, être centralisé.

- Le process a pour objectif de préparer le flux pour l'opération de tri manuel. Il doit donc permettre :
 - * l'élimination des fines,
 - * la régulation du débit,
 - * la séparation éventuelle sur plusieurs tapis en fonction de caractéristiques communes des matériaux.
- Des prises d'échantillons doivent être prévues à différents endroits significatifs afin de contrôler l'efficacité des machines (trop rarement le cas).
- Le process ne doit pas générer de refus, c'est-à-dire ne pas envoyer en refus des produits recyclables.
- Chaque trieur doit recevoir, de façon constante et régulière des produits à trier identifiables et préhensibles afin d'optimiser son travail. Ce critère est le gage principal d'une bonne performance d'un centre de tri.

● Les cabines de tri

- Les cabines de tri manuel sont occupées à plein-temps par le personnel qui assure la partie manuelle du tri. Le concepteur doit retenir tout particulièrement son attention sur l'ergonomie du poste de travail, les conditions d'ambiance extérieure agressive et la pénibilité de l'activité.
- Les cabines doivent être conçues pour faciliter l'entretien quotidien
- L'ensemble des opérations de tri manuel est réalisé en cabine, isolé du reste du process.
- Les vestiaires doivent être positionnés afin de garantir un accès direct à la cabine de tri.

● Stockage intermédiaire

Le stockage intermédiaire doit répondre à plusieurs contraintes :

- Les matériaux qui ont été séparés par catégorie ne doivent pas se mélanger à nouveau.
- Les espaces doivent être, au maximum, adaptables à n'importe quel type de matériaux. Cette exigence permet de répondre à la nécessité de souplesse de l'organisation de tri.
- Le volume de chaque alvéole doit être compatible avec une utilisation optimale des équipements de conditionnement (le conditionnement d'un nombre entier de balles doit être le plus économe possible en main-d'œuvre), (une alimentation de la presse est très souvent consommatrice en temps, hommes et engins de manutention, et entraîne un coût important des nuisances sonores et olfactives ainsi que des risques d'accident. Une recherche de mécanisation est très souvent intéressante).

● Stockage des refus

Le stockage des refus doit, dans la mesure du possible, être centralisé. Ce dispositif économise de nombreuses manipulations de bennes. En effet, en dehors d'un dispositif de doublement de bennes et d'un remplissage alternativement de l'une et de l'autre, chaque changement nécessite un arrêt de la chaîne réduisant le rendement global de l'installation.

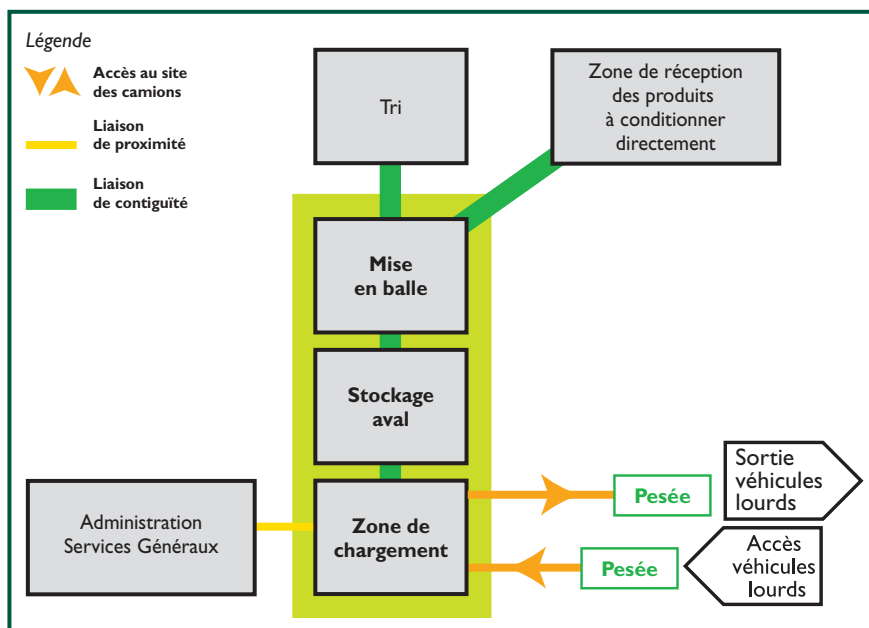
En fonction de la distance entre le centre de tri et le lieu d'élimination des refus, il peut être intéressant de prévoir des compacteurs à refus pour minimiser les rotations de camions.



4.3.3. La fonction conditionnement, stockage et reprise des flux triés

→ Présentation

Une fois les matériaux triés par type, il s'agit de les conditionner de manière à satisfaire aux exigences de reprise d'Eco-Emballages et autres repreneurs et de les stocker dans une zone appropriée.



→ Exigences fonctionnelles

Une alimentation directe doit être prévue pour mettre en balles des produits ne provenant pas de la chaîne de tri (des cartons issus directement des déchèteries, par exemple).

L'aire de stockage aval permet de stocker les matériaux triés en attente de reprise de la part des repreneurs. Plusieurs types de conditionnement doivent être envisagés par matériaux et notamment : en balle, en paquet ou en vrac. L'aire de stockage doit au minimum être protégée des intempéries. Elle doit être protégée des vents dominants et de la pluie, de façon à limiter les risques d'envol de matériaux, et d'humidification de ceux-ci.

De plus, les balles d'aluminium doivent être stockées dans un endroit sécurisé pour éviter des risques de vol.

Les balles de matériaux sont acheminées au moyen du chargeur sur pneus : Le stockage sera donc situé à proximité de la presse afin de limiter la manutention. Le chargeur permet un empilement des balles sur trois niveaux, afin de réduire leur encombrement au sol.

Pour le chargement des journaux/magazines en vrac, le camion sera positionné de préférence dans un bâtiment pour éviter tous risques d'envol (les solutions de "bavettes" étant peu efficaces).

Une fois les matériaux triés par type, il s'agit de les conditionner de manière à satisfaire aux exigences de reprise.

L'aire de stockage doit au minimum être protégée des intempéries.

A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Concevoir les ouvrages

● Formule de calcul de la surface de stockage aval

En théorie, il est nécessaire de prévoir, au minimum le volume correspondant à une expédition par produit. Ce qui correspond en volume à :

Matériaux	Condition de stockage	Surface occupée pour une expédition	Nbre de catégorie	Surface d'emprise totale d'une livraison de matériaux
Acier	En paquets poids total 20 tonnes densité apparente 1,2 hauteur de stockage 1 m	16 m ²	1	16 m ²
Aluminium	En balles poids total 5 tonnes densité apparente 0,2 hauteur de stockage 3 m	8 m ²	1	8 m ²
Plastiques	En balles volume d'un camion surface au sol 2,5 x 13 m	32 m ²	PET clair PET coloré PEhd	96 m ²
Papier carton	En balles volume d'un camion surface au sol 2,5 x 13 m	32 m ²	EMR ELA	64 m ²
Gros de Magasin	En balles volume d'un camion surface au sol 2,5 x 13 m	32 m ²	1	32 m ²
Journaux magazines	En vrac équivalent à 1 camion de 90 m ³	40 m ²	1	40 m ²
			Total de surface nette équivalente pour une expédition	256 m²

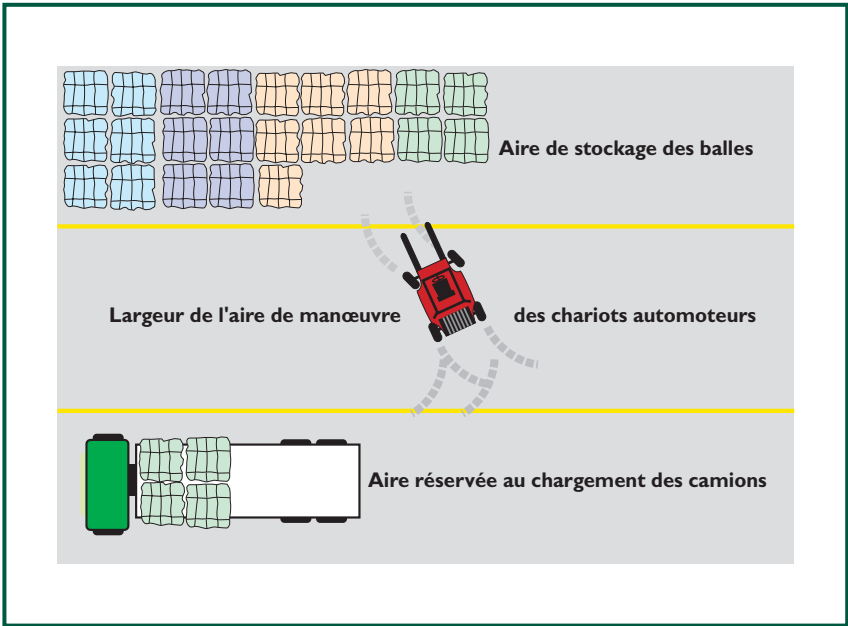
NB. Une attention toute particulière sera prise en ce qui concerne le stockage de l'acier, qui sera organisé en fonction de la manipulation prévue des paquets.

A

A partir de cette surface nette, il y a lieu de rajouter les surfaces suivantes :

	Coefficient en % de la surface nette	CdT type 1	CdT type 2 à 1 ou 2 chaînes	CdT type 3	CdT type 4
Séparation entre les produits de catégorie différente	- 50 % - 100 % pour le CdT type 4	130 m ²	130 m ²	130 m ²	260 m ²
Circulation des engins de manutention	- 50 % - 150 % pour le CdT type 4	260 m ²	260 m ²	260 m ²	400 m ²
Sécurité à prévoir dans l'attente d'un repreneur	- 30 % CdT type 1 - 60 % CdT type 2 - 100 % CdT type 3 - 200 % CdT type 4	60 m ²	160 m ²	260 m ²	520 m ²
Surface totale de stockage aval à prévoir		750 à 800 m ²	800 à 900 m ²	900 à 1 000 m ²	1 200 m ²

Un exemple d'organisation d'une aire de stockage et de chargement des balles



A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Concevoir les ouvrages

A

→ Le cas spécifique des refus

● La problématique :

Les refus doivent être considérés comme un flux à part entière.

La préoccupation principale est que la chaîne de tri ne doit surtout pas s'arrêter pour un problème de gestion du stockage des refus.

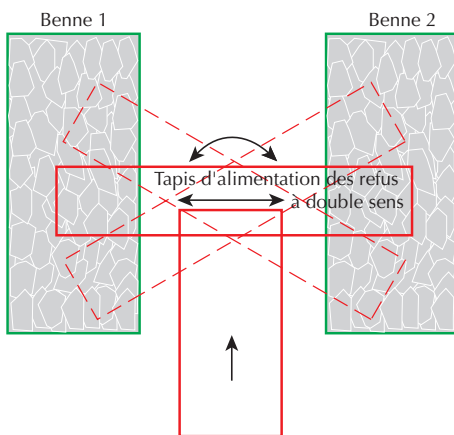
La seconde préoccupation est qu'en fonction de la distance entre le centre de tri et l'exutoire final pour les refus il est nécessaire de trouver la solution de stockage la mieux adaptée sur le long terme.

● Les solutions possibles :

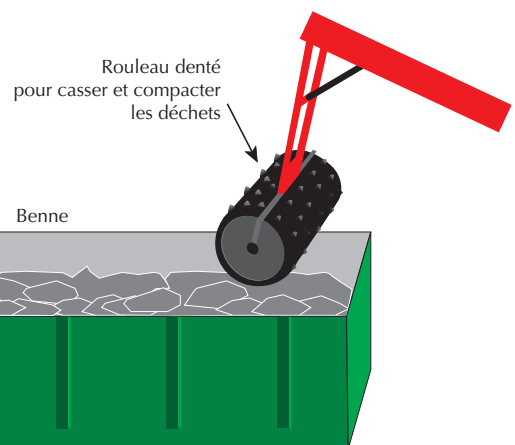
- Un stockage tampon suffisant qui permettra de faire fonctionner la chaîne pendant le remplacement de la benne (il faudra pour cela disposer en permanence d'un moyen de manipulation des bennes).
- Un ensemble de deux bennes (voire plus en fonction de la capacité du centre) qui se rempliront alternativement (un tapis d'alimentation rotatif permettra un meilleur remplissage des deux bennes).
- Un dispositif de compactage par roue dentée.
- Un ensemble de compacteur avec trémie tampon.

Une des deux dernières solutions sera retenue lorsque la distance entre le centre de tri et l'exutoire final sera importante (faire un calcul de rentabilité).

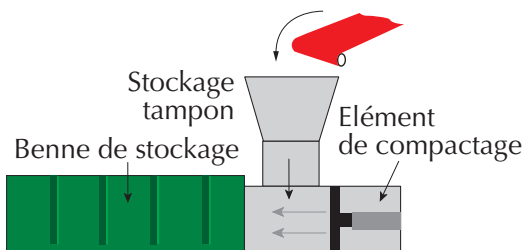
Solution à 2 bennes



Solution roue dentée



Solution avec compacteur



Les scolaires
constituent une
cible privilégiée.

A

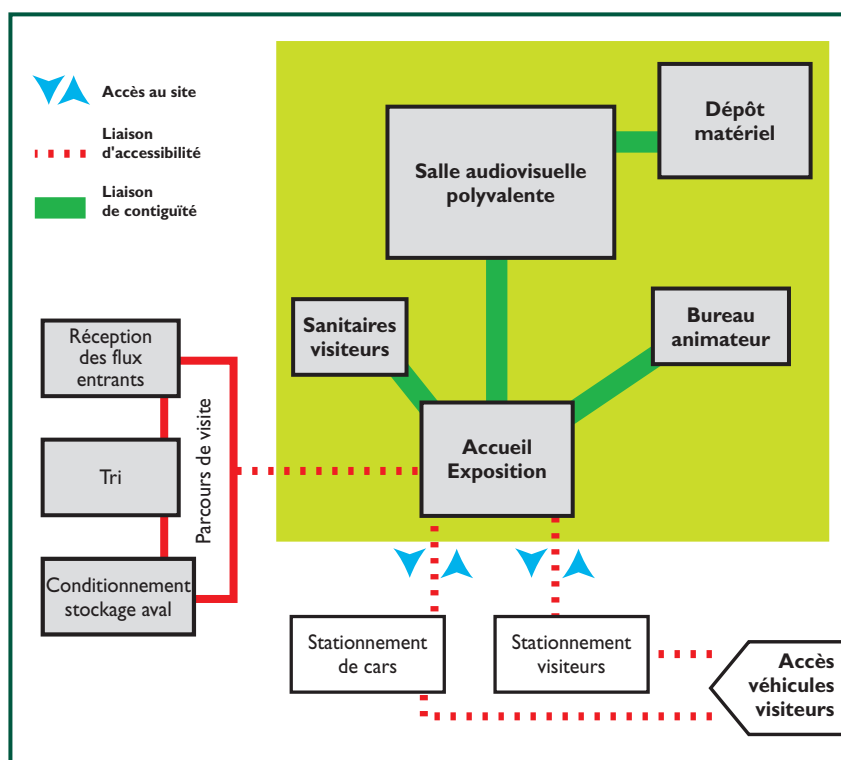
4.3.4. La fonction accueil et information

→ Présentation

La visite du centre de tri s'inscrit dans la politique générale de communication et de sensibilisation à la propreté vis-à-vis des citoyens. A cet égard les scolaires constituent une cible privilégiée dans la mesure où ils sont souvent plus sensibles que leurs aînés à la protection de l'environnement.

Toutefois d'autres "publics" sont concernés et le dispositif d'accueil doit permettre également de répondre aux demandes d'autres groupes souhaitant visiter le site.

A cet effet, la conception architecturale doit permettre la découverte de la place qu'occupe le centre de tri dans l'ensemble du dispositif de gestion des déchets ménagers et assimilés, des process de tri, des conditions de travail du personnel, des résultats obtenus en matière de récupération des matériaux recyclés, etc. Cette découverte ne peut se faire que dans un établissement ouvert, permettant les visites d'adultes et d'enfants en groupes, sans que le fonctionnement industriel en soit perturbé et tout en assurant la sécurité des personnes. Des circuits spécifiques et séparés ou non de ceux du travail sont donc prévus dès l'avant-projet architectural. Ils sont en général constitués de passerelles situées en altitude avec un accès direct depuis la salle de réunion.



Une visite s'effectue en 2 temps :

- Une présentation générale.
- Une visite du site.

→ Exigences fonctionnelles

Il faut pouvoir accueillir des groupes de scolaires sur le site, soit au moins 1 classe de 40 élèves et des visiteurs extérieurs. Cette visite s'effectue en 2 temps :

- Une présentation générale dans une salle de communication audiovisuelle d'une capacité de 40 à 50 personnes (qui peut servir occasionnellement de salle de réunion du personnel).
- Dans un deuxième temps, une visite du site (20 personnes maxi).

A RETENIR

Le parcours de visite ne doit pas croiser les circuits de travail.
Il doit être aménagé de manière à proposer un cheminement en toute sécurité des différents publics : éloignement des machines, protection vis-à-vis des nuisances (poussières, pollutions...), élimination des risques de chutes, etc.
Une réflexion quant à l'accès des personnes à mobilité réduite doit être menée.

Suivant la nature du projet il peut être intéressant de prévoir un espace d'exposition.

La salle dispose, en plus des moyens modernes de projection, d'un système d'occultation.

Le parcours de visite doit faire comprendre le processus de tri des déchets - depuis leur arrivée sur le site jusqu'à leur enlèvement - pour des groupes d'au maximum 20 personnes. Le projet doit donc proposer un itinéraire depuis le pôle d'accueil vers les différentes unités fonctionnelles du site, afin de faire voir les différentes étapes du traitement des déchets.

Depuis ce parcours, les visiteurs doivent voir et comprendre les différentes tâches effectuées dans le centre, tout en étant sur un circuit totalement dissocié des espaces de stockage et de travail.

4.3.5. La fonction administrative et les services généraux

Il importe de définir précisément l'effectif des personnels administratifs présents sur le site et leurs fonctions.

Après cette analyse, il sera possible de déterminer le nombre et la surface des bureaux à prévoir.

Il est à noter que la surface de bureaux, y compris les circulations et sanitaires, doit être de l'ordre de 20 m² par personne.

4.3.6. La fonction vestiaires, locaux du personnel

→ Présentation

Ces espaces sont à dimensionner en fonction de l'effectif de tri présent simultanément et à terme sur le site. En fonction du mode de fonctionnement au changement de poste, il peut être nécessaire de prévoir la possibilité de recevoir deux équipes complètes.

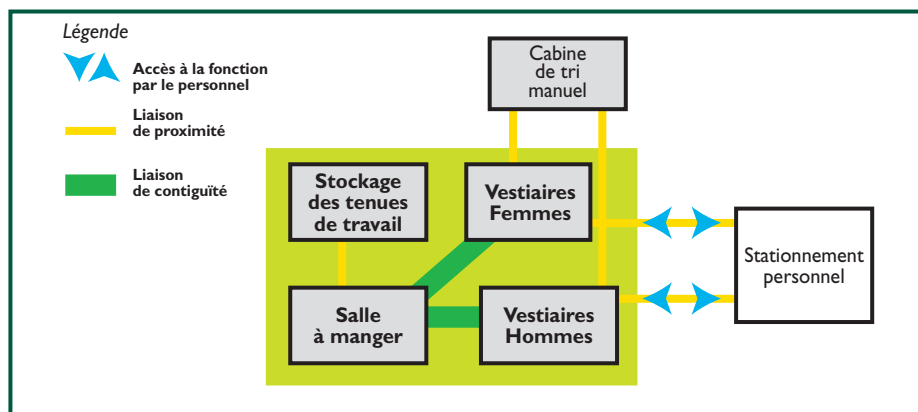
Compte tenu de la difficulté à apprécier la répartition entre hommes et femmes dans la composition de l'effectif définitif, une marge de sécurité peut être prise en augmentant l'effectif réel (50 % semblent être une valeur réaliste).

Exemple : pour 20 personnes employées, on envisagera des locaux pour 30 personnes, en l'occurrence 15 femmes et 15 hommes.

Cas particulier : Certains centres de tri ne souhaitent pas la mixité de leurs équipes. Dans ce cas, un coefficient inférieur de marge de sécurité est envisageable.

Chaque vestiaire est conçu en distinguant deux zones :

- La zone sèche.
- La zone humide.



→ Exigences fonctionnelles

● Chaque vestiaire est conçu en distinguant deux zones :

- La zone sèche est décomposée en deux. Une première, où le personnel se change et dispose d'une armoire pour permettre le rangement des vêtements de ville. Une seconde, où il dispose d'une autre armoire pour le rangement des tenues de travail. Ces armoires sont affectées individuellement. (Voir brochure INRS - ED 914).
- La zone humide où sont regroupés les douches, lavabos et sanitaires. Les douches sont des cabines individualisées garantissant l'intimité des personnes. Les lavabos peuvent être regroupés dans une zone entre les douches et les sanitaires.
- La salle à manger permet au personnel de prendre ses repas sur place ou de se désaltérer durant les pauses.
- Le local de stockage permet d'entreposer les tenues de travail du personnel de tri (et de collecte) et de procéder à leur distribution. Il est accessible depuis l'extérieur afin de faciliter les livraisons et équipé d'étagères pour le rangement des tenues.

4.4. Exigences techniques et architecturales

Ce chapitre concerne le bâtiment et ses équipements techniques hors process.

4.4.0. Une réalisation intégrant la notion du coût global

Les Maîtres d'Ouvrage attachent en général une grande importance à l'incidence de l'investissement sur le budget d'exploitation et de maintenance.

Le projet doit prendre en compte les objectifs suivants :

- Limiter le coût d'investissement par une optimisation des choix concernant les matériaux, les principes constructifs et techniques et les équipements.
- Garantir les meilleures conditions de durabilité des différents constituants du bâtiment en adaptant en particulier les prestations aux conditions d'utilisation.
- Optimiser les coûts différés, dès la conception et tout au long de la vie de l'ouvrage.

La conception doit être guidée par ce souci d'optimisation. Le projet doit offrir un bon rendement des surfaces ainsi qu'une organisation fonctionnelle simple.

→ Identification Coûts différés

Les coûts futurs de maintenance et d'exploitation technique du processus industriel ou du bâtiment relèvent de plusieurs postes :

- Le coût des abonnements, des consommations et des consommables.
- Le coût des contrôles obligatoires des installations.
- Le coût et le temps passé aux opérations d'exploitation pour la conduite, le contrôle et le suivi des installations.
- Le coût et le temps passé aux opérations de nettoyage, d'entretien et de maintenance courante, ainsi que de maintenance préventive systématique et conditionnelle.
- Le coût des contrats d'entretien confiés aux entreprises extérieures (*par exemple : chauffage, climatisation, traitement d'air, installations électriques, installations informatiques, ascenseurs, dégrilleur d'effluents, fosse avec séparateur hydrocarbure...*).
 - Les coûts directs et indirects de la maintenance corrective (pannes et réparations avec l'impact sur l'exploitation).
 - Les coûts de maintenance lourde liée au gros entretien ou au renouvellement des constituants du bâtiment et des équipements (éléments d'installations techniques, ravalement de façade, réfection de couverture...).
 - Les coûts de l'amélioration et des modifications de l'ouvrage ou des équipements liés à de nouvelles activités ou à l'évolution des différentes activités.

A RETENIR

Pour chacun de ces postes, le projet doit proposer des dispositions spatiales, fonctionnelles et techniques permettant d'amener les postes ci-dessus à leur coût global le plus faible.

→ Les axes d'amélioration

La concentration des équipements techniques spécifiques facilite leur entretien et leur maintenance.

Il convient d'assurer l'accessibilité à tous les composants nécessitant des interventions de nettoyage ou de maintenance courante aussi bien au niveau des équipements du bâtiment qu'au niveau du process industriel.

Les espaces de dégagement doivent être suffisants pour permettre toutes les opérations de maintenance.

Les locaux techniques de production (chauffage, électricité, fluides divers) doivent être facilement accessibles depuis l'extérieur par des véhicules de maintenance et regroupés dans un pôle technique.

Les choix des équipements techniques vont dans le sens de la standardisation maximale en évitant la multiplication dans une même localisation de modèles différents. De plus, les options techniques choisies doivent offrir une possibilité de maintenance optimale des composants.

Les éléments de construction particulièrement soumis aux chocs ou au vieillissement doivent être facilement remplaçables.

Les dispositions techniques doivent faciliter les opérations de nettoyage, par exemple l'ouverture des menuiseries et des ouvrants des baies vitrées peut être étudiée de manière à permettre un nettoyage du côté extérieur des vitres depuis l'intérieur des locaux. Ce principe permet d'éviter l'intervention coûteuse d'entreprises spécialisées.



La conception de la cabine et tous les matériaux utilisés permettent un entretien et un nettoyage aisé, qu'il s'agisse du sol, des murs, du plafond, des équipements et de leur structure.

4.4.1. Le programme architectural

Bien qu'il s'agisse en l'occurrence d'un ensemble à caractère industriel, la qualité architecturale devra être une exigence du projet qui, ainsi, en sera d'autant mieux accepté.

En effet, si l'espace intérieur d'un centre de tri, d'une manière générale, fait l'objet d'une activité industrielle spécifique, les espaces extérieurs et l'espace végétal ou minéral qui l'accompagnent ont une vocation collective.

Aussi, l'espace extérieur, celui qui appartient à tous, étant la conséquence et le prolongement de l'espace intérieur, la collectivité et chaque individu sont directement concernés par un tel équipement. On peut dire que tout espace aménagé appartient, à la fois, à chacun et à tous.

4.4.2. Espaces extérieurs et V.R.D.

Les contraintes ci-après sont en partie imposées par la circulaire du MEDD en date du 5 janvier 1995, définissant un modèle de prescriptions techniques.

→ Accès et clôture

L'ensemble du site de l'opération est clôturé.

L'ensemble du site de l'opération est clôturé afin de garantir une bonne protection d'ensemble mais également afin de faciliter sa surveillance et la limiter aux accès prévus dans l'opération.

La clôture est d'une hauteur de 2 mètres minimum et réalisée en grillage doublé d'une haie vive.

Sur les gros centres, deux accès peuvent être prévus :

- L'accès principal réservé aux camions.
- L'accès au stationnement des voitures du personnel et du public.

Ces accès sont dimensionnés pour recevoir les semi-remorques.

Ces accès sont équipés de portails fermant à clef, afin d'interdire l'accès au site en dehors des heures d'ouverture.

→ Voiries et parking

La réalisation de ces voiries doit prendre en compte le passage fréquent à vitesse lente de véhicules lourds.

La solution adoptée doit permettre l'accès des engins de secours sous deux angles différents au minimum et permettre un accès facile aux engins des services incendie.

Les choix techniques dans la réalisation de ces voiries doivent garantir une bonne résistance au vieillissement et prendre en compte le passage fréquent à vitesse lente de véhicules lourds. Un drainage efficace des eaux de pluie vers le collecteur principal est également mis en œuvre. De plus, le revêtement limite l'envol de poussières.

Les places de stationnement sont clairement signalées par un marquage au sol. Les espaces extérieurs sont équipés d'appareils d'éclairage extérieurs garantissant une bonne visibilité.



Espaces Verts de qualité pour véhiculer une image industrielle et propre.

→ Espaces verts

La végétation doit participer à la qualification des différents espaces et permettre éventuellement la distinction des différentes zones. Ce point est important pour l'image industrielle et propre que doit véhiculer un centre de tri.

→ Traitement des effluents

Le centre de tri doit respecter de nombreuses obligations afin de limiter les risques de pollution des eaux : (voir A.3.1.8 pour l'ensemble des contraintes), mais plus particulièrement :

- Le réseau de collecte doit être de type séparatif permettant d'isoler les eaux résiduaires polluées des eaux pluviales.
- Les eaux pluviales collectées sur les aires étanches doivent transiter par un débourbeur déshuileur avant rejet au réseau public.
- Les rejets en eaux résiduaires, que ce soit dans le cas d'un rejet dans le milieu naturel ou dans un réseau d'assainissement collectif sans station d'épuration, doivent faire l'objet au préalable d'un traitement dans un équipement d'épuration privé sur le site.

4.4.3. Bâtiment clos et couvert

Le choix de la trame doit garantir les possibilités d'évolution ultérieure des bâtiments.

→ Structure - façade

● Structure

Afin de permettre une certaine évolution dans les bâtiments, les concepteurs s'attacheront à uniformiser les caractéristiques des planchers dans une même zone. Le choix de la trame et du type de structure doit garantir les possibilités d'évolution ultérieure des bâtiments. (Voir paragraphe A.1.6.5)

● Façades

Le concepteur privilégiera une isolation compatible avec le fonctionnement en prenant en compte les problèmes d'inertie et d'intermittence. Les parties non vitrées des façades demandent un entretien minimal. Elles sont de préférence auto-lavables. Le choix peut se faire en fonction de l'exposition des façades par rapport aux pluies et vents dominants, de la qualité et de la fiabilité des matériaux.

La maçonnerie dans les zones de stockage amont et aval est renforcée en périphérie sur une hauteur minimale de 3 m. (Les engins de manutention peuvent entraîner la déformation d'éléments moins résistants).

→ Toiture

La toiture des bâtiments doit être réalisée en éléments incombustibles.

La toiture des bâtiments doit être réalisée en éléments incombustibles et comporter sur au moins 2 % de sa surface des éléments permettant l'évacuation des fumées en cas d'incendie. Par ailleurs, des exutoires de fumées et de chaleur à commande manuelle et automatique, d'une surface minimale au moins égale à 0,5 % de la surface totale de la toiture doivent être prévus.

Le choix des matériaux sera adapté au climat, au type de toiture et au mode d'utilisation. Dans le cas d'équipements situés en toiture, des chemins d'accès seront réalisés par des dalles de renfort afin de faciliter les interventions de maintenance.

4.4.4. Equipements techniques

→ Gestion technique et alarme

L'ensemble des alarmes (techniques ou de sécurité) ainsi que l'ensemble des commandes générales (sécurité anti-intrusion, éclairage, électricité, chauffage, etc.) seront regroupés au niveau d'un bureau administratif.

→ Chauffage

Le choix de l'énergie doit s'effectuer en fonction des critères d'adaptation au fonctionnement souhaité et de l'inertie globale des bâtiments. L'utilisation du chauffage électrique doit être évitée.

Les choix des modes de chauffage doivent prendre en compte la fonctionnalité de chaque espace. Le chauffage des locaux doit pouvoir être régulé par zone (tri, hall, s'il est chauffé, bureaux).

Le chauffage des locaux garantit les températures suivantes pour les conditions extérieures de base (conformément au DTU) :

- Bureau : 19 °C.
- Cabine de tri : 17 °C.
- Hall : 10 °C.

→ Traitement d'air et rafraîchissement de la cabine (voir A.3.1.4)

Le traitement d'air de la cabine est une ventilation en tout air neuf.

Un rafraîchissement peut être prévu pour garantir une température intérieure inférieure de 5 °C par rapport à la température extérieure.

La centrale de traitement d'air peut être placée sur le toit de la cabine, l'accès pour son entretien devra être prévu.

Le groupe de production d'eau glacée est, de préférence, à l'extérieur du centre, pour des raisons acoustiques et d'empoussièrement de son échangeur.

NB : La diffusion de l'air en cabine doit permettre d'éviter l'inhalation par les trieurs des micro-organismes présents dans les produits à trier. (Voir § A/3.1.4.)

→ Production d'eau chaude sanitaire

La production d'eau chaude sanitaire doit se faire à proximité des principaux points d'utilisation (vestiaires et sanitaires) afin d'éviter les pertes calorifiques.

La production peut être électrique sur les petits centres et sera, pour des raisons économiques, plutôt thermique sur les gros centres (gaz par exemple).

Le traitement d'air de la cabine est une ventilation en tout air neuf.

La production d'eau chaude sanitaire est plutôt thermique sur les gros centres.



A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Concevoir les ouvrages

→ Electricité - Courants forts

Les puissances électriques à prévoir seront de l'ordre de :

	Pour process	Globale pour centre de tri
Centre de tri de type 1	Entre 70 et 90 kW	Entre 120 et 180 kW
Centre de tri de type 2	Entre 130 et 200 kW	Entre 200 et 330 kW
Centre de tri de type 3	Entre 300 et 400 kW	Entre 450 et 600 kW
Centre de tri de type 4	Entre 500 et 750 kW	Entre 700 et 1000 kW

Commentaires sur ce tableau :

- Un centre de tri de type 1 n'a pas besoin de transformateur privé (La limite demandée par EDF est de 250 kVA, la valeur de la puissance en kVA étant supérieure de maxi 10 % à la puissance exprimée en kW).
- Les centres de tri de type 3 et 4 ont besoin de leur transformateur privé.
Ce poste doit être installé de manière centrale sur le site.
- Dans le cas d'un centre de type 2, une étude plus précise de la puissance appelée par l'installation est nécessaire pour définir de la nécessité ou non d'un poste privé.

→ Equipement électrique

Les prises électriques destinées au raccordement du matériel informatique ou bureautique doivent s'organiser sur un circuit distinct des autres usages.

Il y a lieu d'intégrer dans la conception de la distribution de ces alimentations une capacité d'extension importante, pour installer ultérieurement des équipements tels que :

- La gestion de la production assistée par ordinateur.
- La gestion de la maintenance assistée par ordinateur.

→ Nettoyage centralisé

Cet équipement permet de récupérer, transporter et centraliser les poussières et accumulation de produits sur les sols, les parois, les chemins de câbles, les toits de cabines.

Il comprend :

- Un cyclo-filtre avec récupération des poussières dans un bac à fermeture rapide.
- Un groupe d'aspiration sur châssis avec plots anti-vibratiles et silencieux sur collecteur d'échappement.
- Un ensemble de tuyauteries avec prises d'aspiration à clapet automatique et ensemble d'aspiration flexible (type tuyau d'aspiration industrielle).

Ce type d'équipement peut être prévu dans les gros centres de tri afin d'en faciliter le nettoyage.

NB : L'utilisation de l'air comprimé à des fins de nettoyage est à proscrire pour des raisons de santé des personnes. (Solution déjà interdite au Canada).

Cet équipement permet de récupérer, transporter et centraliser les poussières.

A

**Eloigner les locaux
calmes des sources
de bruits.**

**Les cabines de tri
doivent comporter
des baies
transparentes
donnant sur
l'extérieur à
hauteur des yeux.**

→ Traitement acoustique

Dans l'élaboration du projet, les concepteurs doivent veiller à éloigner les locaux calmes des sources de bruits.

D'une manière générale, les espaces calmes et les espaces bruyants sont dissociés, comme par exemple les bureaux et la chaîne de tri ou encore la cabine de tri et le tri mécanique.

Dans la mesure du possible, des espaces tampons sont créés pour renforcer l'isolation phonique (dépôts, rangements intégrés...)

→ Eclairage

Le code du travail (article R 235-2) précise que "les bâtiments doivent être conçus et disposés de manière à ce que la lumière naturelle puisse être utilisée pour l'éclairage des locaux destinés à être affectés au travail sauf dans les cas où la nature technique des activités s'y oppose". Il précise également que "les locaux affectés au travail doivent comporter, à hauteur d'yeux, des baies transparentes donnant sur l'extérieur, sauf cas d'incompatibilité avec la nature des activités envisagées".

Ces dispositions sont donc applicables aux cabines de tri.



4.5. La démarche Haute Qualité Environnementale (HQE)

4.5.1. Généralités

La démarche HQE peut-être considérée comme un outil participant à la mise en œuvre de certaines parties du Système de Management Environnemental (SME).

La démarche HQE s'articule par rapport à 14 cibles :

La démarche HQE s'articule par rapport à 14 cibles.

→ Domaine D 1 : Maîtrise des impacts sur l'environnement extérieur

o Famille F1 : Eco-construction

- Cible 1 : Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement extérieur
- Cible 2 : Choix intégré des produits, systèmes et procédés de construction
- Cible 3 : Chantier à faibles nuisances

o Famille F2 : Eco-gestion

- Cible 4 : Gestion de l'énergie
- Cible 5 : Gestion de l'eau
- Cible 6 : Gestion des déchets d'activité
- Cible 7 : Gestion de l'entretien et de la maintenance

→ Domaine D 2 : Création d'un environnement intérieur satisfaisant

o Famille F3 : Confort

- Cible 8 : Confort hygrothermique
- Cible 9 : Confort acoustique
- Cible 10 : Confort visuel
- Cible 11 : Confort olfactif

o Famille F4 : Santé

- Cible 12 : Qualité sanitaire des espaces
- Cible 13 : Qualité sanitaire de l'air
- Cible 14 : Qualité sanitaire de l'eau

Ces cibles vont permettre de mieux définir le niveau d'exigence environnemental souhaité par le maître d'ouvrage, de mieux évaluer les résultats aux différents niveaux de l'acte de construire (concours, conception, réalisation et exploitation) et également de faciliter la communication et l'affichage des performances.

Des indicateurs doivent être définis pour exprimer les exigences contenues dans les cibles et les sous-cibles. Ils peuvent être de différents types :

- Quantitatifs ou qualitatifs.
- Orientés "résultats ou moyens".

Ils sont des indicateurs opérationnels au sens de la norme ISO 14001.

4.5.2. Applications pratiques aux centres de tri

La prise en compte de nombreuses cibles ne nécessite pas forcément d'investissement à partir du moment où la réflexion est menée très en amont.

A

La prise en compte de nombreuses cibles ne nécessite pas forcément d'investissement à partir du moment où la réflexion est menée très en amont. De plus, dans un projet bien réfléchi, ces éléments sont en général intégrés par l'équipe de conception.

Cela concerne par exemple :

→ Cible 1 : Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement extérieur

- Prise en compte des vents dominants afin de positionner les ouvertures à l'opposé de ceux-ci.
- Prise en compte du sens des pluies pour éviter l'exposition de matériaux mis sous auvent.
- Réflexion sur exposition au soleil des locaux à réfrigérer afin d'éviter l'apport dans ces pièces de l'énergie solaire.
- Réflexion pour gérer au mieux les opportunités des vues depuis le site (cabine de tri exposée du côté où la vue est la plus agréable).
- Réflexion pour gérer au mieux les nuisances visuelles depuis l'extérieur (bâtiment administratif visible depuis la route).
- Réflexion pour gérer au mieux les nuisances sonores (réflexion menée en phase de dossier IPCE).
- Réflexion pour gérer au mieux les pollutions de l'air, du sol et sous-sol (réflexion menée en phase de dossier IPCE).
- Réflexion pour gérer au mieux les risques technologiques (réflexion menée en phase de dossier IPCE).
- Réflexion pour intégrer au mieux les accès externes tels que transports en commun, piétons, deux roues, livraisons... (réflexion naturellement menée en phase de dossier IPCE, circuit de visite sécurisé...).

→ Cible 2 : Choix intégré des produits, systèmes et procédés de construction

Choix de matériaux de construction en privilégiant les produits recyclés, recyclables ou dont la construction a une faible incidence sur l'environnement (bardage bois par exemple, structure acier...).

- Conception du bâtiment offrant une grande flexibilité, évolutivité, extensibilité (préconisation classique pour un CdT).

→ Cible 3 : Chantier à faibles nuisances

Réduction des déchets à la source (plans de réservation soignés, procédures pour limiter les casses...).

- Prévoir le tri des déchets de chantier pour faciliter leur recyclage ultérieur par mise en place d'une mini-déchèterie de chantier (déchets inertes, cartons, métaux, bois, DIS, déchets banaux).
- Limiter les nuisances avec l'entourage (engins conformes à la réglementation au niveau du bruit, interdire le brûlage sur le chantier...).
- Réutiliser éventuellement les déchets inertes de déconstruction sur le site.



Mener une réflexion commune pour ces deux types d'espace (ventilation des cabines et installations "fluides" pour le reste du bâtiment).



→ Cible 4 : Gestion de l'énergie

Réflexion sur une conception permettant une réduction de la consommation de l'énergie ultérieurement (cabine de tri fermée pour réduire les déperditions mais ouverte sur l'extérieur pour limiter l'éclairage artificiel, récupération de chaleur sur l'air extrait...).

- Choix d'une énergie dite propre et/ou renouvelable (choix d'une production de chaleur par le bois par exemple, utilisation du solaire...).
- Ne pas oublier que la ventilation des cabines de tri entraîne une consommation supérieure à celle des bureaux et locaux sociaux. Mener une réflexion commune pour ces deux types d'espace (trop souvent la conception de la ventilation des cabines est effectuée par le BET process alors qu'il existe un BET "fluides" pour le reste du bâtiment).

→ Cible 5 : Gestion de l'eau

Mise en place d'un système économe en eau potable principalement dans les sanitaires.

- Réflexion sur la récupération des eaux pluviales pour l'arrosage, les toilettes...
- Limiter les zones obligatoirement imperméables pour des raisons de pollution éventuelle de la nappe (dossier IPCE) et privilégier des zones d'infiltration spécifiques le cas échéant.
- Traitement des pollutions éventuelles (dossier IPCE).

→ Cible 6 : Gestion des déchets d'activité

Prévoir les dispositions permettant une gestion des déchets futurs de production en vue du recyclage ultérieur (prévoir un espace pour la gestion des conteneurs divers).

→ Cible 7 : Gestion de l'entretien et de la maintenance

Conception minimisant l'entretien ultérieur en évitant le dépôt de poussière (chemin de câbles posés sur les champs, charpente de préférence à l'extérieur, cabine de tri avec vitrage double collé et affleurant, groupe froid installé à l'extérieur et non en atmosphère poussiéreuse...).

- Choix de matériau nécessitant peu d'entretien évitant les remises en peinture régulières (charpente acier galvanisé, équipement de tri en cabine en acier inox...).
- Prévoir l'accessibilité aux équipements techniques (passerelles, toit de cabine permettant l'accès pour le balayage).
- Accès et circulation sur les toitures.
- Réflexion sur le positionnement des points de réglage, de maintenance et d'entretien pour une utilisation facile et en toute sécurité (accès depuis passerelles, points de graissage déportés, prises réparties dans le centre permettant le raccordement d'une télécommande de réglage des équipements).

→ Cible 8 : Confort hygrothermique

Recherche d'une notion de confort thermique (respect des préconisations de l'INRS pour la/les cabines de tri).



→ Cible 9 : Confort acoustique

Séparation dans le plan-masse des zones avec niveau sonore important du reste du centre (volume des cabines de tri dissocié des stocks amont, aval ainsi que des machines).

- Respect du niveau sonore préconisé par l'INRS dans les cabines avec les préconisations associées.

→ Cible 10 : Confort visuel

Recherche d'un éclairage naturel (préconisations INRS).

- Recherche d'un éclairage artificiel de qualité tant intérieur qu'extérieur.

→ Cible 11 : Confort olfactif

Recherche de solutions évitant le stockage prolongé des produits (travail en F.I.F.O. en respectant les préconisations INRS).

- Respect des niveaux de renouvellement de l'air préconisés par l'INRS permettant de limiter les sensations olfactives désagréables.

→ Cible 12 : Qualité sanitaire des espaces

Respect des préconisations de l'INRS et de l'ICPE.

→ Cible 13 : Qualité sanitaire de l'air

Rejoint dans notre cas de figure la cible 11.

→ Cible 14 : Qualité sanitaire de l'eau

Respect des préconisations de l'INRS et de l'ICPE.



5 CONSTRUIRE LES OUVRAGES

5.1 Les marchés de maîtrise d'œuvre et des entrepreneurs

Dans ce paragraphe, nous examinerons les particularités des centres de tri et examinerons les avantages et les contraintes des différents montages juridiques.

A

5.1.0 Définitions des termes employés

Voir définitions au paragraphe 4.1.0

5.1.1 Cas d'une maîtrise d'ouvrage publique

Il est important de rappeler ici que les installations de traitement de déchets (dont les centres de tri) sont exclues du champ d'application de la loi dite MOP.

La collectivité locale, qui souhaite construire son centre de tri, dispose de différents choix possibles de montages juridiques.

Les principaux sont :

→ La régie indirecte

- Solution 1 : le concours de maîtrise d'œuvre suivi de marchés de travaux.
- Solution 2 : une première phase comportant l'appel d'offre pour retenir l'entrepreneur titulaire du lot process puis une deuxième phase comportant le concours pour le bâtiment suivi de la construction de celui-ci.
- Solution 3 : le marché de conception – réalisation.

→ La délégation de service public

- Concession ou affermage : ce type de montage nécessitant un paiement direct par l'usager de l'entreprise assurant le service, il n'est donc pas envisageable d'utiliser ce type de montage pour le traitement de la collecte sélective uniquement.
- Régie intéressée, gérance ou bail emphytéotique administratif avec convention d'exploitation non détachable : ce type de montage nécessitant une rémunération dépendant substantiellement des résultats d'exploitation, il n'est pas envisageable d'utiliser ce type de montage pour le traitement de la collecte sélective. En effet, même en incluant la vente des matériaux dans le contrat, le risque financier n'est pas jugé suffisant pour utiliser ce type de montage.

Remarque : ce type de montage est toutefois utilisé lorsque le centre de tri est associé à une autre unité de traitement des ordures ménagères comme une unité d'incinération.

Il est important de rappeler ici que les installations de traitement de déchets (dont les centres de tri) sont exclues du champ d'application de la loi N°85-704 dite loi MOP relative à la maîtrise d'ouvrage publique et à ses rapports avec la maîtrise d'œuvre privée.



→ Solution n°1 : Le concours de maîtrise d'œuvre suivi de marchés de travaux

	Objectifs	Décisions à prendre à cette étape	Points de vigilance
Programme de l'opération	• Arrêter les choix du maître d'ouvrage • Préparer la consultation pour le concours du maître d'œuvre	• Définition de l'équipe de maîtrise d'œuvre en terme de compétences Ces dernières doivent porter sur les études techniques bâtiment (structure et fluides), sur l'architecture ainsi que sur les études de conception du process. Il peut être également intégré à ce groupement la responsabilité de réaliser les études concernant la demande d'installation classée pour l'environnement.	• Le programme doit être également suffisamment précis pour éliminer les solutions techniques que le maître d'ouvrage ne souhaite pas mettre en œuvre. • Les résultats attendus doivent être clairement définis
Concours de maîtrise d'œuvre	• Retenir l'équipe qui a fait les choix techniques les mieux adaptés aux souhaits du maître d'ouvrage		• Les grands choix techniques (plan-masse, organisation générale des bâtiments, niveau de mécanisation du process) seront inhérents à chaque équipe. Il ne sera pas possible de les modifier
Choix des entreprises	• Retenir l'entreprise process (en particulier) qui offrira le plus de garanties (en terme de performance)		• Il est nécessaire de posséder le maximum d'informations pour analyser le bien-fondé des performances annoncées. (inclure synoptique)
Construction			• Bien préparer la phase de réception en incluant l'exploitant du centre et en établissant des procédures précises



A. LA DÉFINITION DU PROGRAMME DE TRI

Construire les ouvrages

→ Solution 2 :

Première phase = le marché process ; deuxième phase = le concours bâtiment puis marché travaux

	Objectifs	Décisions à prendre à cette étape	Points de vigilance
Choix d'un assistant maître d'ouvrage	La non-obligation de la loi MOP permet de donner une mission importante à ce prestataire et de le retenir sur une proposition qui prend en compte ses compétences, sa mission et son prix	- Bien calibrer l'étendue de la mission de l'assistant maître d'ouvrage. - En fonction de l'importance de la mission de l'architecte, il sera retenu sur dossier de candidature ou par concours	La compétence de ce prestataire en organisation générale est autant, voire plus importante, que celle en matière de process
Définition programme	- Arrêter les choix du maître d'ouvrage - Préparer la consultation du fournisseur du lot process	Faire le choix du type de consultation pour le lot process (appel d'offre travaux ou AO de type conception-réalisation)	Le choix du type de consultation fera reporter la responsabilité plutôt sur l'assistant maître d'ouvrage dans le cas de l'AO travaux, et plutôt sur l'ensemblier dans le cas contraire
Appel d'offre entreprise process	Retenir l'ensemblier qui aura la charge de fournir le process		Se garder une marge de manœuvre (administrative et/ou financière) afin d'adapter ultérieurement le process au bâtiment
Conception bâtiment	Travail de partenariat entre le maître d'ouvrage, l'assistant maître d'ouvrage, l'ensemblier (lot process) et l'architecte	Adaptation du process nécessaire	L'assistant du maître d'ouvrage doit avoir une bonne capacité de coordination afin de faire coïncider les exigences de chacun
AO entreprise bâtiment			

A



→ **Solution 3 : Le marché de conception réalisation**

Cette procédure est utilisable à partir du moment où les ouvrages concernés ont pour finalité majeure la réalisation d'un processus qui conditionne la conception et la réalisation

	Objectifs	Décisions à prendre à cette étape	Points de vigilance
Définition programme	Choisir un "programmiste" qui devra identifier les besoins du maître d'ouvrage	Bien définir ses besoins en terme de performance	Ce programme devra être le plus complet car sera le dernier moment où le maître d'ouvrage sera en mesure de préciser ses besoins
Appel d'offre équipe de conception construction	Choisir l'équipe qui concevra et construira l'équipement		Ne pas choisir une équipe qui aurait un défaut trop lourd de conséquence pour l'exploitation future
Mise au point marché	Parfaire l'offre de l'équipe lauréate	Apporter des précisions et modifications à l'offre du candidat pressenti qui ne modifie pas l'équilibre économique des offres	Etre dans une situation administrative telle, que la négociation avec le lauréat pressenti soit contractuellement possible

Analyse comparative des différentes solutions

	Avantages	Contraintes
Solution 1 : Concours + marchés de travaux	Un seul responsable : le maître d'œuvre	On choisit une "image" et pas forcément une compétence
Solution 2 : 1. Marché process 2. Concours bâtiment puis travaux	- Possible de choisir équipe de conception sur compétence et non sur l'image du projet - Développement du projet avec partenaires (M. ouvrage, exploitant...)	Attention aux contraintes juridiques en phase de mise au point du process permettant d'intégrer ultérieurement les exigences du bâtiment
Solution 3 : Marché de conception-réalisation	- Solution où, normalement, le bâtiment et le process sont le mieux en corrélation - La performance de l'outil sera de l'entière responsabilité de l'équipe lauréate	Un programme pas suffisamment réfléchi aura des conséquences importantes sur la performance de l'outil



Deux nécessités :

- Un relevé précis de l'existant.
- Un maintien du fonctionnement des installations.

→ Cas particulier de la rénovation

La première particularité de ce type de marché est la nécessité de procéder, dès le lancement de l'étude, à un relevé précis de l'existant. Pour permettre le meilleur travail possible du bureau d'études et des entreprises qui répondront à l'appel d'offres, une bonne solution est de confier à un bureau spécialisé une mission de relevés qui seront fournis à l'ensemble des entreprises candidates.

Une deuxième particularité de ce type de marché est le fait que les installations doivent normalement fonctionner au maximum pendant les travaux. Ce qui veut dire que la conception doit prendre en compte une construction neuve la plus indépendante de l'existante. Ce qui veut dire également qu'il y a lieu de bien dissocier la zone de chantier avec la zone d'exploitation pour éviter tout risque d'interférence.

5.1.2. Cas d'une maîtrise d'ouvrage privée

Dans ce cas de figure, le programme n'est pas forcément formalisé. Les études sont très souvent réalisées en interne par les services du siège s'ils existent. La consultation se fait directement auprès de quelques constructeurs pour terminer sur une mise au point avec le lauréat.

5.2. Les moments clefs de la consultation

Ce paragraphe met principalement l'accent sur la particularité des centres de tri, par rapport aux équipements publics en général, de par la présence d'un process industriel.

→ Au moment du choix du titulaire d'un marché :

- Nécessité d'une grande technicité au sein de l'équipe "Maître d'Ouvrage – Maître d'œuvre" pour analyser et justifier les compétences techniques des différents candidats.
- Nécessité d'analyser les capacités des candidats à assurer ultérieurement les performances annoncées.

Ce point est certainement un des plus importants. En effet, quelles que soient les pénalités ou toutes autres compensations qui pourraient être mises en place, les surcoûts cumulés d'exploitation engendrés par un outil mal dimensionné ne seront jamais compensés par ces dites pénalités. Le choix du fournisseur de process doit être réalisé avec le maximum de garanties. Un calcul de performance et/ou de coût réalisé par les concurrents n'est pas, a priori, la meilleure des garanties. Il est préférable de demander aux constructeurs un schéma précis du process avec répartition précise des fractions sur les différentes machines et tapis. Charge après, au maître d'ouvrage ou à son assistance de vérifier la véracité des informations communiquées et de reconstituer un coût sur les bases communes à chaque concurrent.

A

La phase de réception est un moment clef car elle va permettre de vérifier l'adéquation de l'outil aux différents cahiers des charges et de demander d'éventuelles adaptations au constructeur.

→ A la réception de l'ouvrage

La phase de réception est un moment clef car elle va permettre de vérifier l'adéquation de l'outil aux différents cahiers des charges et de demander d'éventuelles adaptations au constructeur.

Une série d'essais doit être organisée afin de vérifier aussi bien les aspects qualitatifs que quantitatifs.

En premier lieu, un recensement des différentes performances indiquées dans les cahiers des charges est effectué.

Ces performances concernent :

- Les débits massiques globaux.
- Les débits massiques par machine.
- La linéarité de l'alimentation.
- L'efficacité de séparation de machines.
- Le niveau sonore des équipements.,
- ...

En second lieu, une procédure est mise au point qui définit précisément les modalités de contrôle des performances.

Les essais seront réalisés avec la présence de l'ensemble des partis (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, constructeur et exploitant).

5.3. L'implication des partenaires

5.3.1. Le futur exploitant

Il est toujours intéressant d'intégrer, le plus tôt possible, le futur exploitant à la conception et/ou à la construction du centre de tri. En effet, grâce à sa vue différente de celle des concepteurs et des constructeurs, ses remarques et suggestions seront plus orientées pour faciliter l'exploitation future.

Cette disposition sera d'autant plus importante dans le cas d'un réaménagement.

5.3.2. Eco-Emballages

De par sa vision d'un nombre important de centres de tri ainsi que par son travail en partenariat dans certains comités de pilotage de construction ou modification de centre de tri, Eco-Emballages est en mesure d'apporter un avis extérieur. Celui-ci peut être sollicité auprès des directions régionales.

5.3.3. Les futurs repreneurs de matériaux

Les futurs repreneurs de matériaux sont consultés (si connus) au moment de la réalisation du programme afin qu'ils précisent les éventuelles dispositions à mettre en place dans le centre de tri.

Une fois le projet défini, avant la consultation des entreprises, une réunion de présentation pour prise en compte des derniers avis paraît judicieuse.



Les services institutionnels, le personnel ainsi que les associations doivent être consultés le plus tôt possible.

5.3.4. Les services institutionnels

→ Les services de secours et de sécurité

La présentation d'un projet au service de secours et de sécurité avant la consultation officielle et obligatoire permet à ceux-ci de formuler leurs remarques. L'équipe de conception peut à ce moment-là les intégrer en amont. Ceci permettra d'éviter les allers-retours toujours dispendieux en temps.

→ La CRAM (Caisse Régionale d'Assurance Maladie)

Les CRAM possèdent un service prévention qu'il est également intéressant d'interroger et d'associer en amont. Les préconisations qui seront formulées en terme d'ergonomie et de prévention seront d'autant plus faciles à intégrer en amont du projet.

5.3.5. Le personnel

Lors d'un projet neuf, le personnel n'étant pas embauché, il n'est pas possible de l'associer en phase de conception ou de réalisation. En revanche, il est souvent intégré dans la phase de réception et de mise en service industrielle. Au minimum, une formation par le constructeur est à prévoir.

Dans le cas d'un réaménagement, le personnel étant déjà en place, il est indispensable de l'intégrer dès le début. En effet, une période de doute professionnel s'installe (risque de diminution des effectifs, nouveaux outils souvent plus difficiles à maîtriser, nouveaux emplois créés souvent plus qualifiés...). Une information régulière au cours du projet devrait permettre de dissiper ce sentiment.

De plus, leur bonne connaissance du process leur permettra de signaler les points faibles et d'intégrer, par conséquent, des correctifs.

5.3.6. Les associations

D'une manière générale, peu de gens savent encore aujourd'hui, le rôle qu'assure, au niveau départemental (et interdépartemental), le plan départemental d'élimination des déchets ménagers et assimilés. Celui-ci permet de coordonner la gestion des déchets, ainsi que l'implantation des équipements de traitement.

Cette démarche de planification :

- Fait le point sur la situation existante.
- Définit des objectifs communs.
- Met en cohérence les différents projets qui ont pu émerger.
- Développe une stratégie pour le traitement des déchets, sur un territoire donné.

Cette méconnaissance engendre souvent des réactions négatives, parfois de rejet total, lors de la création de nouveaux équipements nécessaires à la valorisation, organique ou énergétique, de ces déchets ménagers et assimilés.

La création et l'exploitation d'un centre de tri peuvent, pour cette même raison, se heurter à une mauvaise acceptation des populations locales. Malgré les efforts réalisés, les réactions de rejets demeurent fortes.



Une politique de développement des installations de traitement ne sera soutenue par les habitants que si les choix environnementaux, industriels, économiques et sociaux qu'implique sa mise en œuvre, sont effectués dans la plus parfaite transparence. Cette information indispensable devra se faire sous des formes appropriées, autres que les enquêtes publiques qui n'ont pas tenu toutes leurs promesses lors de l'élaboration des plans départementaux.

L'implication des populations locales, au projet d'implantation d'un centre de tri, pourra être assurée notamment à travers :

- La mise en place d'une Commission Locale d'Information et de Surveillance (CLIS) prévue par la loi du 13 juillet 1992.
- L'élaboration et la diffusion d'un rapport annuel sur le prix et la qualité du service public d'élimination des déchets qu'impose le décret n° 200-404 du 11 mai 2000.
- La saisine de la Commission consultative des services publics locaux prévue par la loi du 27 février 2002 relative à la démocratie de proximité.

Une telle démarche repose sur une large et permanente information des populations que les associations de protection de l'environnement et de consommateurs peuvent assurer en relation avec la Collectivité locale concernée. Il conviendra donc, dans toute la mesure du possible et en tenant compte des réalités locales, de solliciter ces structures dès l'origine du projet. En collaboration avec les acteurs présents dans la commission d'élaboration et de suivi, il sera donc possible aux associations d'organiser des débats publics locaux incitant les habitants citoyens à s'associer au suivi et au contrôle de la mise en œuvre de la politique de gestion des déchets tels que, dans le cas présent, la création, l'évaluation et l'évolution des équipements de tri.



Les spécifications détaillées des équipements



Sommaire

B

	page
I ALIMENTATEUR	B5
2 AUTOMATE DE TRI DES CORPS CREUX	B11
3 CABINE DE TRI	B17
4 CONTRÔLE-COMMANDE	B21
5 CONVOYEUR	B27
6 CRIBLE	B37
7 EQUIPEMENT DE MAINTENANCE	B47
8 EQUIPEMENT DE MANUTENTION	B53
9 EQUIPEMENT DE PESAGE	B61
10 OUVRE-SACS	B67
11 PERFORATEUR DE BOUTEILLES	B79
12 PRESSE A BALLE	B83
13 PRESSE A PAQUETER	B93
14 REGULATEUR DE COUCHE	B97



B Suite Sommaire

15	SEPARATEUR GROS CARTONS	B103
16	SEPARATEUR JOURNAUX-MAG./CARTONNETTES	B107
17	SEPARATEUR MAGNETIQUE	B115
18	SEPARATEUR METAUX NON FERREUX	B121
19	SEPARATEUR PLATS/CREUX	B123
20	SEPARATEUR SACS PLASTIQUES	B137
21	STOCKAGE DYNAMIQUE	B143
22	SYSTEMES AERAULIQUES	B151
23	TABLE DE TRI	B157
24	SEPARATEUR SACS DE COULEUR	B167



Code fonction : alimenter, régler le débit.

ALIMENTATEUR

Extraire les produits à trier des zones d'alimentation et les transporter vers les premiers équipements de la ligne de tri.

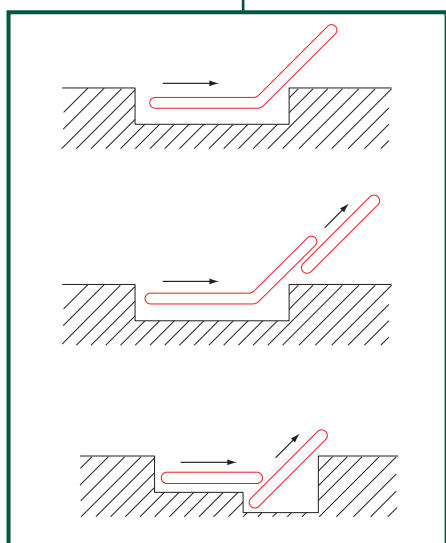
B

I. Descriptif technique

L'alimentation d'une chaîne de tri peut se faire à partir de différents équipements, voire une association de ces équipements.

I.1. Le convoyeur-extracteur (voir description sur la fiche "convoyeur", page B27)

→ Plusieurs cas de figure peuvent se présenter :



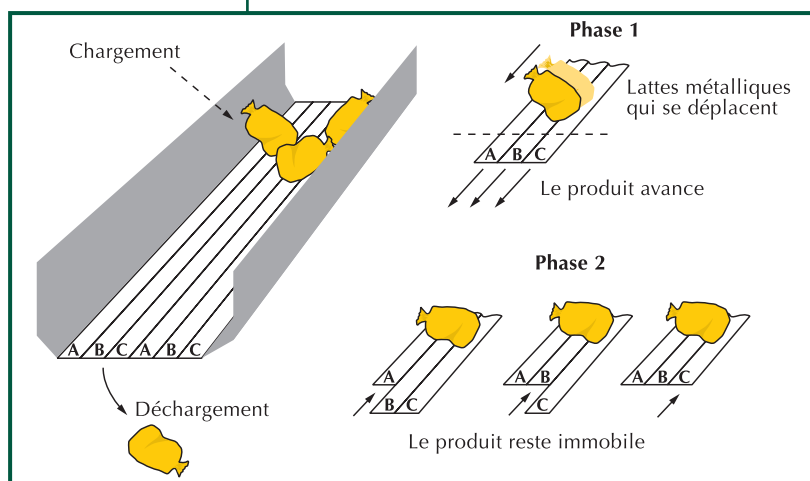
- Un seul convoyeur à chaîne assurant le transport des produits jusqu'à une hauteur d'environ 5 à 6 m afin d'alimenter le premier équipement de tri.
- Un convoyeur à chaîne entraînant le produit jusqu'à une hauteur de 2 m, puis un convoyeur à rouleaux pour porter le produit jusqu'au niveau de l'équipement de tri.
- Deux convoyeurs à rouleaux assurant le déplacement horizontal pour le premier, puis l'élévation jusqu'à l'équipement de tri pour le second.

→ La partie horizontale est :

- Soit en élévation, avec ou sans trémie, pour augmenter le volume de stockage.
- Soit en fosse, solution limitant les manipulations.

→ Si la hauteur de couche est importante, le poids élevé des produits peut nécessiter une technologie de tapis avec lame acier.

I.2. | Fond mouvant alternatif (appelé souvent F.M.A.)



- Situé dans la zone d'alimentation, c'est un équipement à double fonction qui permet à la fois de stocker et d'alimenter en continu la chaîne de tri.
- Pour une plus grande capacité de stockage, il est possible d'implanter deux trémies en parallèle.
- Il est en général en fosse, mais peut également être en élévation.

2. Avantages et contraintes

Equipement	Avantages	Contrainte
Conveyeur Un seul convoyeur à chaîne Un convoyeur à chaîne + Un convoyeur à rouleaux Deux convoyeurs à rouleaux Commun aux trois solutions :	- Simplicité car un seul équipement - Prix voisin de la solution suivante - Régulation du débit grâce à une vitesse supérieure du deuxième convoyeur - Coût global inférieur - Niveau sonore faible - Volume de stockage variable en fonction de la longueur de la fosse et de la présence d'une trémie	- Régulation du débit difficile - Cette solution peut être utilisée avec un tapis plus incliné permettant une régulation naturelle du flux par stagnation en bas de la pente - Encrassement à la jonction entre les deux tapis - Génie civil important par création d'une fosse spécifique pour la partie basse du convoyeur incliné (attention aux risques de pénétration d'eau) - Risque d'effet "de voûte" en partie basse - Volume de stockage limité
F.M.A.	- Volume de stockage important d'où une autonomie importante - Assure également une bonne régulation de la couche - Fonctionnement réversible - Gain de place sur stockage amont	- Coût élevé - Génie civil conséquent nécessaire pour entretien (1 m disponible sous tapis pour la centrale hydraulique) - Alimentation par à-coups

3. Performances

Quel que soit son type, la capacité de l'alimentateur détermine la fréquence de son approvisionnement et donc la contrainte d'exploitation en résultant. En effet, ce qui prend du temps, ce n'est pas de remplir l'alimentateur, mais c'est la fréquence à laquelle on doit le remplir.

Prévoir une fréquence de remplissage voisine de 45 minutes permet au cariste d'effectuer une autre tâche comme par exemple le chargement d'un camion.

3.1. Convoyeur-extracteurs

- Performance moyenne en cas de présence de produits encombrants.

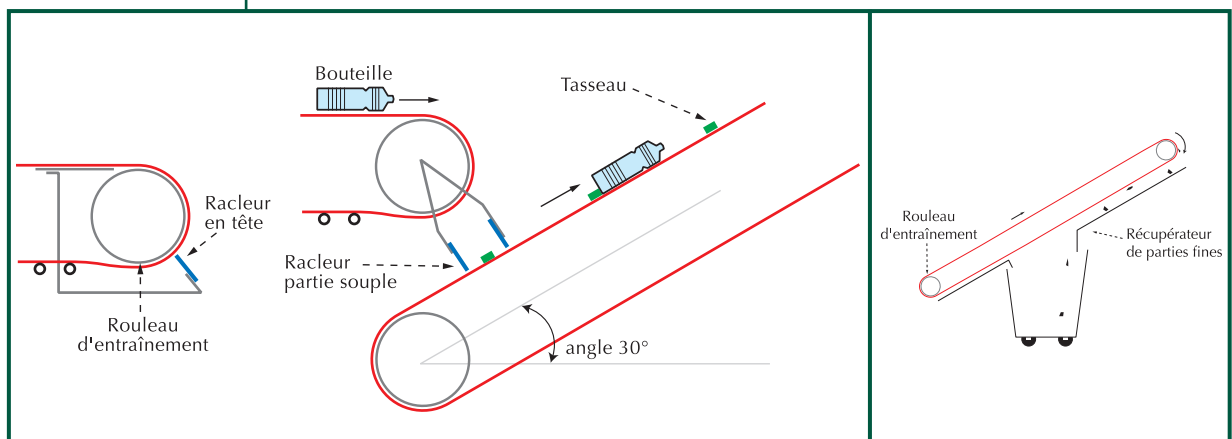
3.2. F.M.A.

- Le plus performant en terme de capacité de stockage.
- Bonne régulation du débit, sauf en cas de présence de produits encombrants.
- Adapté aux gros centres de tri.

4. Variantes et accessoires

4.1. Convoyeurs (voir fiche convoyeur)

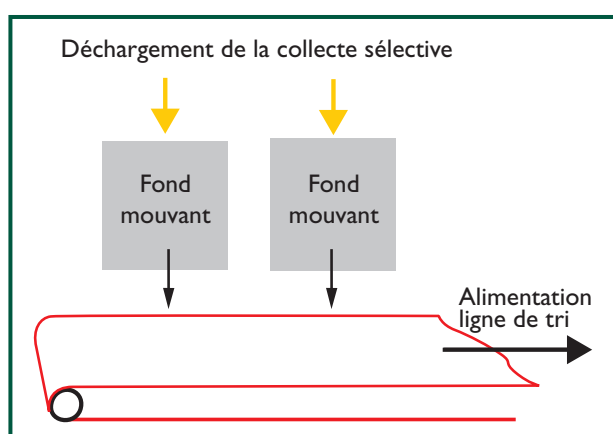
- Prévoir accès pour entretien maintenance (accès sur une largeur de 0,80 m environ, de part et d'autre du convoyeur).
- Prévoir racleur en tête pour éviter la chute de produits vers la fosse (de type simple si bande lisse et de type double mobile pour un tapis incliné et donc à tasseaux).



- Prévoir trappes de visite pour la maintenance.
- Prévoir bande caoutchouc avec couche de produits anti-usure, traitement anti-gras.
- Prévoir récupération des parties fines si le convoyeur d'élévation est complètement capoté.

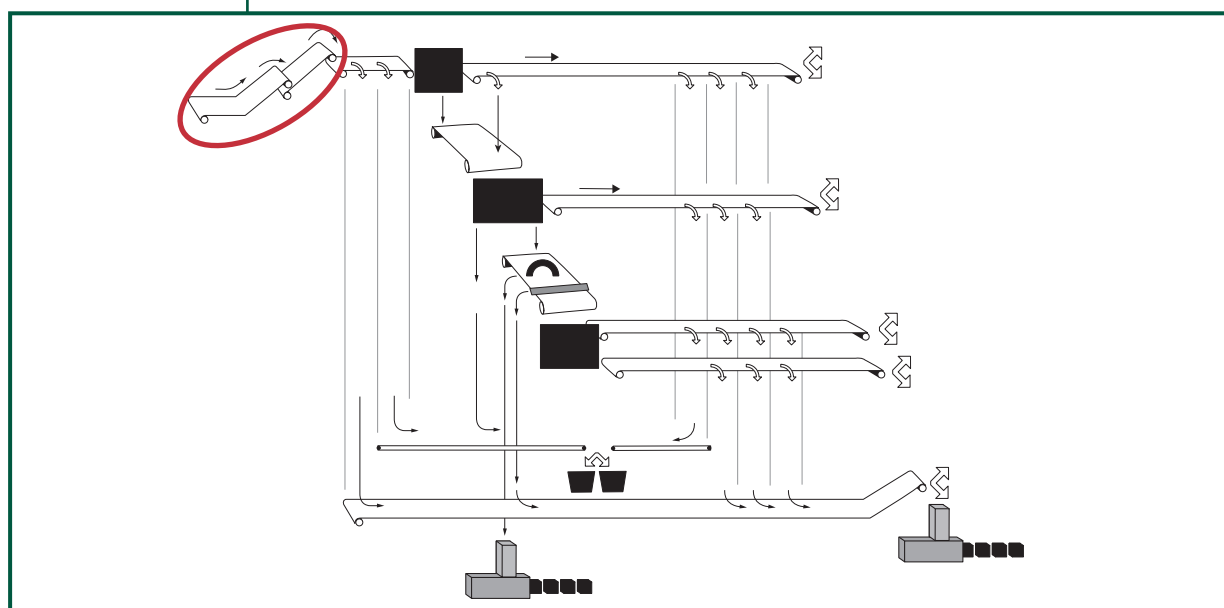
4.2. F.M.A.

- Centrale hydraulique à proximité du tapis, souvent installée en dessous de celui-ci.
- Gestion des cycles de mouvements de lames métalliques par un automate programmable.
- Lame acier ou aluminium. La recherche d'allègement des installations n'est pas importante dans ce type d'utilisation, en revanche la recherche d'une certaine solidité et donc de la longévité associée l'est.
- Possibilité d'associer deux (ou plus) F.M.A. pour augmenter le stockage amont.



5. Situation dans le centre de tri

Situé en tête du process de tri. Peut être alimenté directement au moment du vidage des camions dans le cas d'un système de type F.M.A. avec fosse.



6. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Automatique avec réglage possible des vitesses
Entretien	Convoyeur-extracteur - Réglage de tension et d'alignement de la bande - Entretien des moto-réducteurs - Lubrification des chaînes et des paliers F.M.A. - Maintenance électro-hydraulique de la centrale

7. Références indicatives de fabricants

→ Convoyeur-extracteur

ARVAL, BOLLEGRAAF, CERIP, LEGRAS, LOCKER, METSO, NEOS, PRESSOR, SERAM ENVIRONNEMENT, SINEX, SOGEFA, VANNIER, VAUCHE.

→ F.M.A.

BRT, CARGO-FLOOR, GROGER, IRIS, KEITH, LEGRAS, MELUN HYDRAULIQUE, SPIRO.

8. Niveau de prix

Convoyeur-extracteur	Très variable selon la nature de la bande transporteuse et la longueur du convoyeur. En moyenne, de l'ordre de 4 k€ HT par mètre linéaire tout compris, en état de fonctionnement. Trémie éventuelle en sus.
F.M.A.	100 à 120 k€ HT (comprenant tout l'environnement nécessaire) pour un volume de 60 à 90 m ³ .

Ces prix estimatifs s'entendent équipement en parfait état de fonctionnement avec l'ensemble de son environnement (électricité, commande, études, transport, installation).

Code fonction : tri.

AUTOMATE DE TRI DES CORPS CREUX

Effectuer mécaniquement les opérations de tri des corps creux.

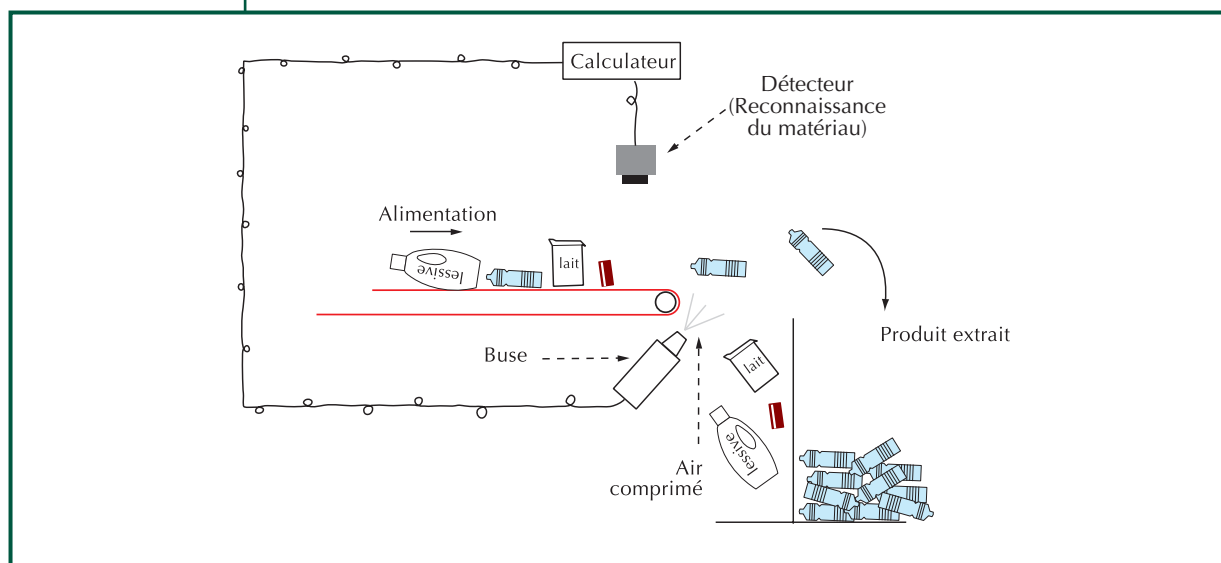
B

I. Descriptif technique

I.1. Tri planaire à buses

Ces machines sont les seules étudiées dans la suite de cette fiche (§ 2 et plus).

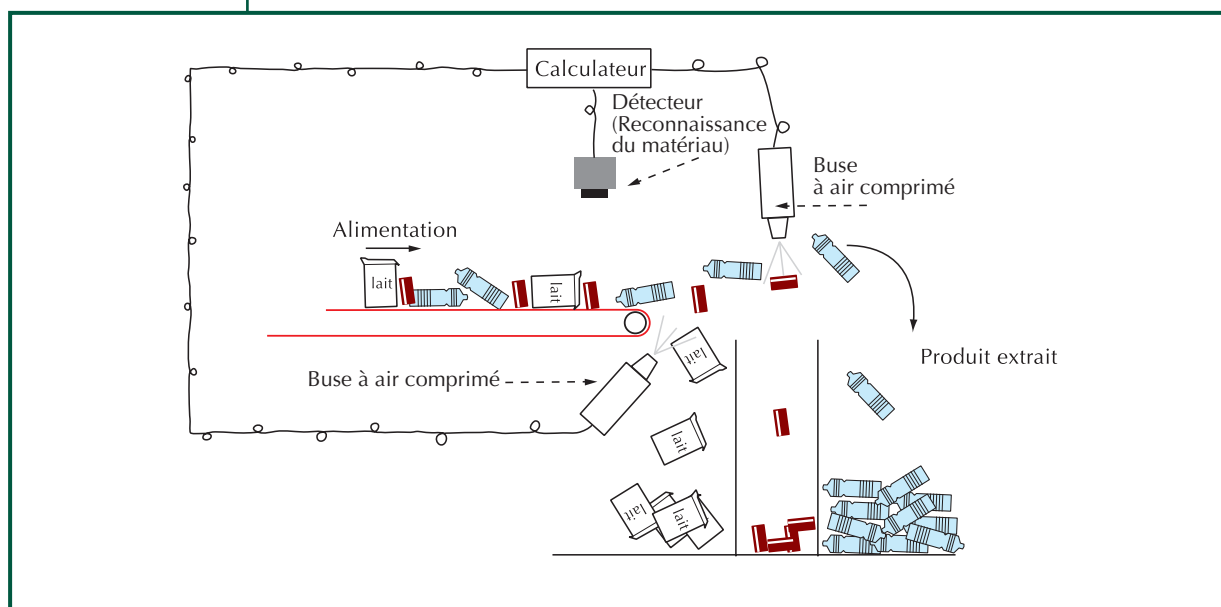
→ Tri en 2 flux



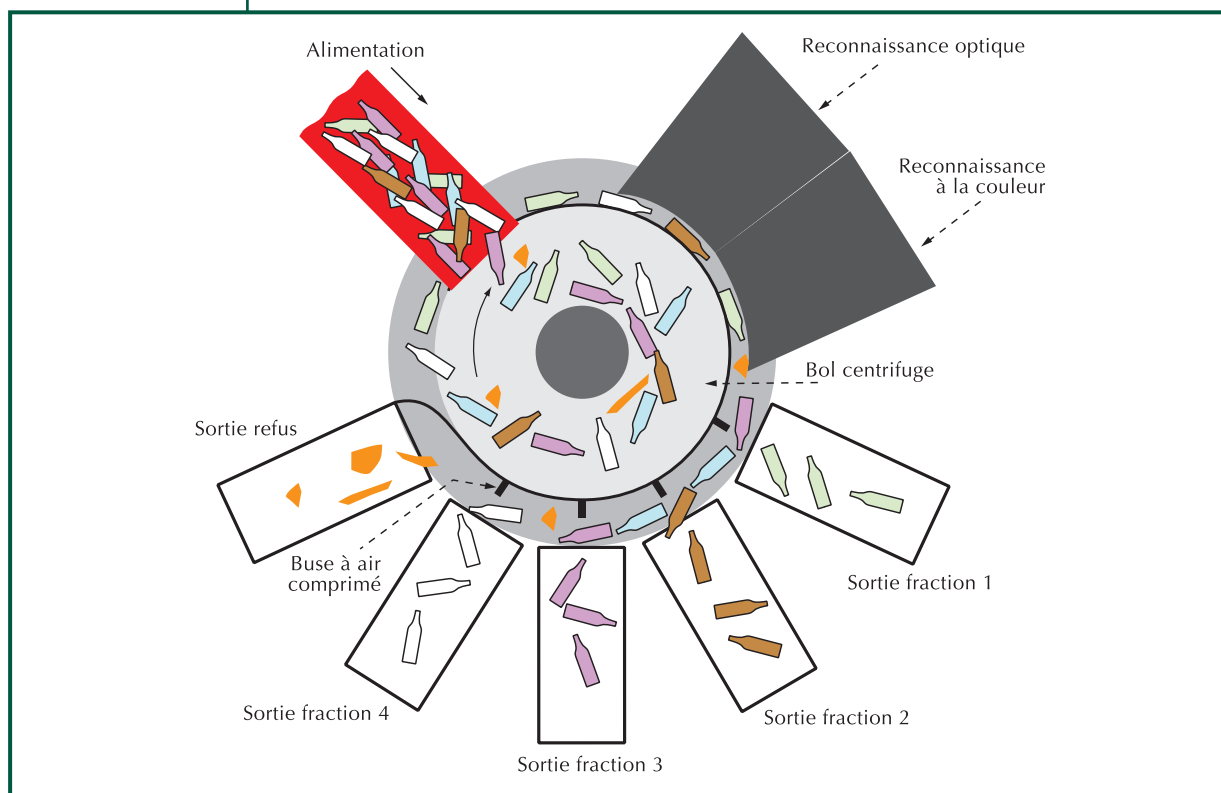
Les produits :

- Sont transportés sur un tapis à vitesse rapide (entre 2 et 3 m/s).
- Passent après sous un détecteur pour reconnaissance du matériau.
- Sont éjectés du produit souhaité par une rampe de buses actionnées par électrovannes.

→ Tri en 3 flux



I.2. Tri linéaire circulaire à buses : DIBOP (n'est plus promu à ce jour)



- Les bouteilles tombent sur le "bol centrifuge". Celui-ci en rotation plaque les bouteilles sur son périmètre et les entraîne une à une, dans la couronne extérieure.

Automate de tri des corps creux

- Les bouteilles passent alors une à une sous les détecteurs à reconnaissance optique et tri à la couleur.
- Le système identifie les flacons plastiques selon la nature du polymère majoritaire, par spectromètre proche infrarouge.
- Le capteur d'identification transmet les informations à un automate programmable qui commande l'éjection des bouteilles (avec possibilités de 3 à 5 flux différents) par poussée d'air comprimé dans 3 à 5 silos au moment de leur passage au droit de ceux-ci.

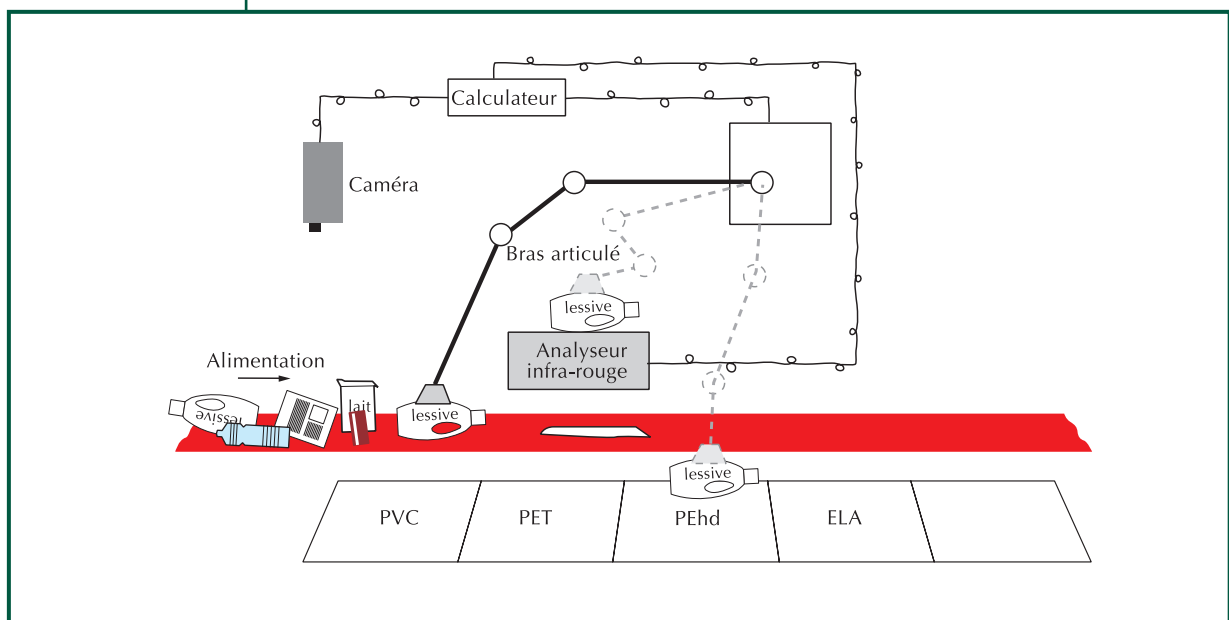
Cette machine ne fait pas partie de l'analyse qualitative de la présente fiche (§ 2 et plus).

I.3. Tri linéaire rectiligne à buses : NEUROPLAST (non validé)

- Les flacons à trier défilent sur un convoyeur et sont filmés par un équipement de tri optique.
- Reconnaissance du matériau par une technologie brevetée.
- Des buses à jet d'air éjectent les produits en fonction des informations reçues.
- Séparation en 5 flux possible.

Cette machine ne fait pas partie de l'analyse qualitative de la présente fiche (§ 2 et plus).

I.4. Tri planaire à bras : PLANECO (n'est plus promu à ce jour)



- Les produits sont placés en une couche sur un tapis.
- Une caméra localise l'objet et envoie l'image à un calculateur.
- Reconnaissance des particules à l'aide d'un logiciel de traitement d'image.
- Un bras préhenseur saisit les objets un à un.
- En fonction du matériau, l'objet est directement évacué dans une goulotte ou est présenté, avant éjection, devant un analyseur à infrarouge pour reconnaissance du type de plastiques.

- On peut associer sur une table de tri plusieurs modules Planeco, selon la capacité désirée.

Cette machine ne fait pas partie de l'analyse qualitative de la présente fiche (§ 2 et plus).

2. Avantages et contraintes

- Ces machines sont installées pour offrir une économie d'exploitation sur le poste de tri des plastiques. Leur utilisation se justifie d'autant plus que le tonnage à traiter est important et/ou que le flux est difficile à trier (taux de refus élevé).
- La conception aval de l'installation doit permettre, dans le cas d'une présence de plusieurs opérateurs assurant le contrôle qualité, d'offrir à ceux-ci une charge de travail certaine et régulière. Si la charge est inférieure aux standards habituels, la rentabilité sera moindre voire inexistante.
- Ces machines contribuent normalement à améliorer les conditions de travail des opérateurs situés en aval. En effet, le rôle de ceux-ci devient un contrôle qualité.

3. Performances

→ Par rapport à du tri manuel

- L'investissement dans ce type de machine doit faire l'objet d'une analyse économique entre une solution de tri manuel et automatique. L'amortissement, en incluant un coût d'entretien, est en général d'une durée compatible avec les critères habituels des industriels.
- Plusieurs machines peuvent être installées en série afin de permettre le tri des différents matériaux.

→ Entre machines proposées par différents fournisseurs

Les performances des différentes machines et donc fabricants sont difficilement comparables de par l'utilisation de technologies qui peuvent sembler proches et également de par l'évolution très rapide de celles-ci.

Les trois premiers paramètres importants sont :

- Pureté des produits triés.
- Efficacité (taux d'éjection) des produits ciblés.
- Adaptabilité à une modification du flux entrant et de la consigne de séparation des flux.

La comparaison portera ensuite sur les paramètres suivants (liste non exhaustive) :

- Débit horaire (kg/h).
- Volume maximum des produits traités (l).
- Poids maximum des produits traités (g).
- Nombre de catégories triables.
- Propreté nécessaire des produits entrants.
- Besoin en opérateurs au prétri et/ou au surtri.
- Nombre de références similaires.



Automate de tri des corps creux

- Qualité ergonomique de l'interface homme/machine.
- Qualité de l'analyse des cas difficiles tels que les multicouches.
- Fiabilité du couple reconnaissance/éjection (voir déplacement produit entre le moment de la reconnaissance et le soufflage).
- Choix de la technique de reconnaissance. Une reconnaissance infrarouge permettra une séparation par résine, tandis qu'une reconnaissance par un spectre visible permettra une séparation par couleur.

4 Variantes et accessoires

→ Tri d'autres matériaux

Ce type de machines est également capable de trier d'autres types de matériaux avec d'autres technologies de reconnaissance (voir fiche "Séparateur Journaux/magazines/cartonnettes" page B107 et fiche "Séparateur plats/creux" page B123).

→ Maintenance

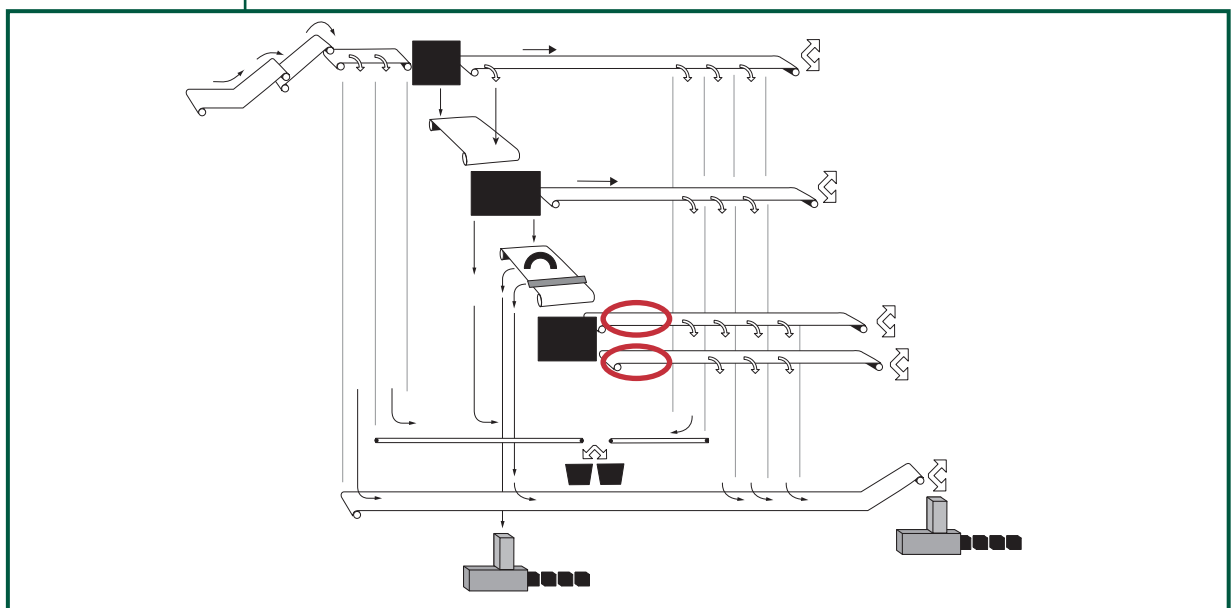
Les constructeurs de ces machines peuvent proposer :

- La maintenance informatique à distance.
- La maintenance sur site.

5. Situation dans le centre de tri

Les automates de tri sont installés sur les convoyeurs de tri après :

- Elimination des ferreux par séparateur magnétique de type Overband.
- Elimination des fines inférieures à 40/70 mm par passage au crible ou Trommel.
- Elimination des grosses fractions supérieures à 300 mm.



6. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Automatique
Entretien	- Réglage de pression (buses) et entretien des filtres - Contrôle commande et maintenance vidéo/informatique - Remplacement périodique des pièces d'usure - Formation en électronique pour le SAV

7. Références indicatives de fabricants

→ Tri planaire à buses
BINDER, PELLENC, RTT, TITECH.

8. Niveau de prix

La machine	Entre 90 et 160 k€ HT suivant la largeur du tapis
La machine installée	Entre 130 et 200 k€ HT



CABINE DE TRI

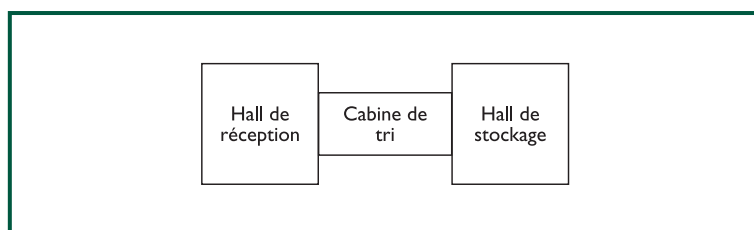
La cabine de tri assure aux opérateurs de tri une ambiance de travail confortable en les protégeant du bruit, de la poussière et des écarts de température extérieure.

B

I. Descriptif technique

→ Deux grands principes peuvent être retenus lors de la conception d'une cabine de tri :

- Le premier consiste à concevoir la cabine comme un volume au milieu de deux volumes que sont les stockages amont et aval. Le principe est celui d'une organisation en H.



Dans ce cas, elle est construite avec les mêmes technologies que celles utilisées pour un bâtiment.

- Le second consiste à construire un volume à l'intérieur d'un volume global comportant les autres unités fonctionnelles du centre de tri. Dans ce cas, la technologie utilisée est celle de la structure légère en panneaux préfabriqués.

→ Exigences communes aux deux cas de figure

- Equipements techniques, conformes aux préconisations, définis dans les paragraphes A.3 et A.4, soit plus précisément :
 - Ventilation : voir paragraphe A.3.1.4.
 - Ambiance thermique : voir paragraphe A.4.4.3.
 - Eclairage : voir paragraphe A.3.3.4. et A.4.4.3.
- Respect des normes de sécurité pour ce lieu recevant des travailleurs (porte munie de poignée anti-panique, éclairage de sécurité...).
- Recommandations en terme d'ergonomie (voir brochure INRS - ED 914).

→ Exigences spécifiques au deuxième cas de figure

- Panneaux pleins de "type sandwich" avec panneau extérieur en acier peint, matelas isolant en mousse et habillage intérieur en aggloméré mélaminé, en acier ou en aluminium. Panneaux vitrés posés sur allèges avec partie inférieure en panneau plein.

- Plafond de laine de verre avec isolation laine de roche surfacée côté cabine par un film PVC et partie supérieure tôle accessible pour le nettoyage avec une charge de 100 kg/m².
- Vitrage de 4 mm minimum (ou double vitrage).
- Plancher bois non ajouré ou panneaux de particules avec revêtement de sol adapté (anti-feu, antidérapant, résistance au poinçonnement, facilité d'entretien).
- Accès et passerelles en caillebotis métallique, galvanisés, antidérapants et étanches à la bille de 20 mm (préconisation CRAM).
- Les gardes corps des passerelles devront être démontables pour pouvoir descendre des éléments lourds (moteur électrique...) de la cabine avec un engin de manutention.

2. Avantages et contraintes

Equipements	Avantages	Contraintes
Cabine conçue comme un bâtiment	- Facilité accrue pour réaliser une bonne ergonomie pour les trieurs comme par exemple l'éclairage naturel à hauteur des yeux - Solidité, résistance au feu - Isolation acoustique plus facile à respecter	- Reconfiguration difficile
Cabine en panneaux préfabriqués	- Reconfiguration possible de l'installation de par sa modularité - Hauteur libre sous plafond - Coordination de l'ensemble de la prestation assurée par la même entreprise (fournisseur cabine)	- Eclairage en second jour à éviter - Cas de l'aluminium : portée en plafond moins importante

3. Performances

- Les performances de la cabine seront mesurées en terme de :
- Respect des exigences normatives (vue sur extérieur entre autres).
 - Respect des contraintes de confort thermique, acoustique et visuel pour les trieurs.
 - Amovibilité (possibilité de reconfigurer l'installation).
 - Stabilité mécanique.
 - Résistance au feu.
 - Hauteur libre sous plafond.
 - Facilité d'entretien et de nettoyage.
 - Conception minimisant le dépôt de poussière.
 - Portée, absence de poteaux centraux.
 - Possibilité de respecter une bonne ergonomie des postes de travail.

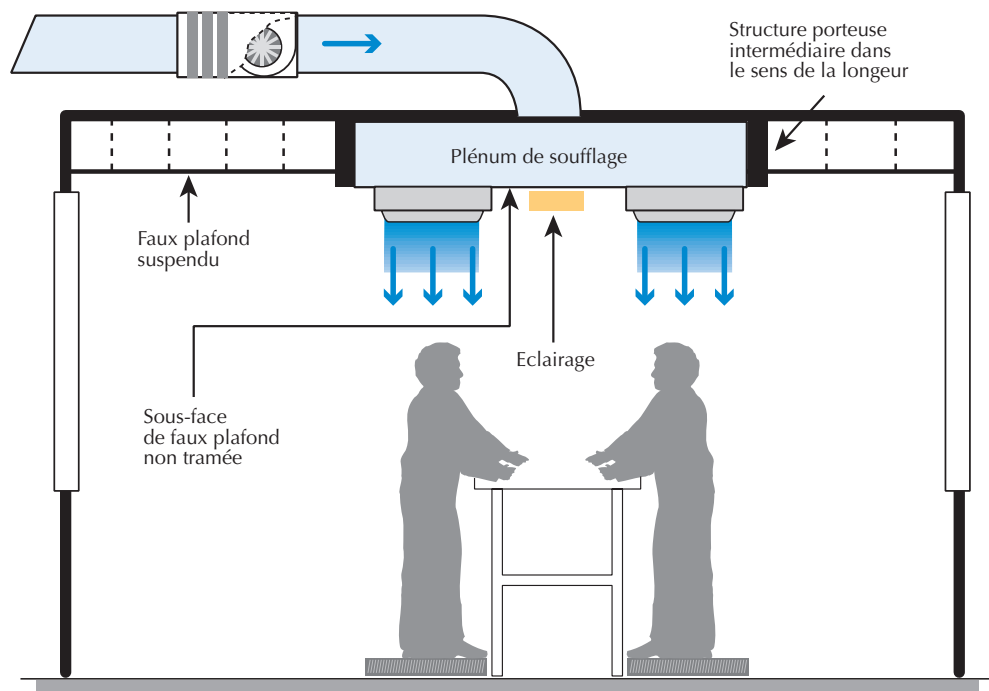


4. Variantes et accessoires

- Obturation par rideaux de lanières souples en entrée et sortie de cabine pour les convoyeurs.
- Garde-corps en périphérie de la toiture de la cabine avec accès par échelle à crinoline.
- Double vitrage améliorant l'isolation phonique.
- Plafond porteur (150 kg/m²) avec tôle de recouvrement pour accès à la maintenance des équipements.
- Vitrage affleurant évitant le dépôt de poussière sur les appuis de fenêtre.
- Si présence de faux plafond, réflexion à mener sur les différentes structures (plafond cabine, faux plafond) afin de respecter les exigences nécessaires d'alignement des équipements techniques (bouches de ventilation au droit du poste de travail, luminaires au droit du tapis de tri...)

B

Un exemple de composition de faux plafond

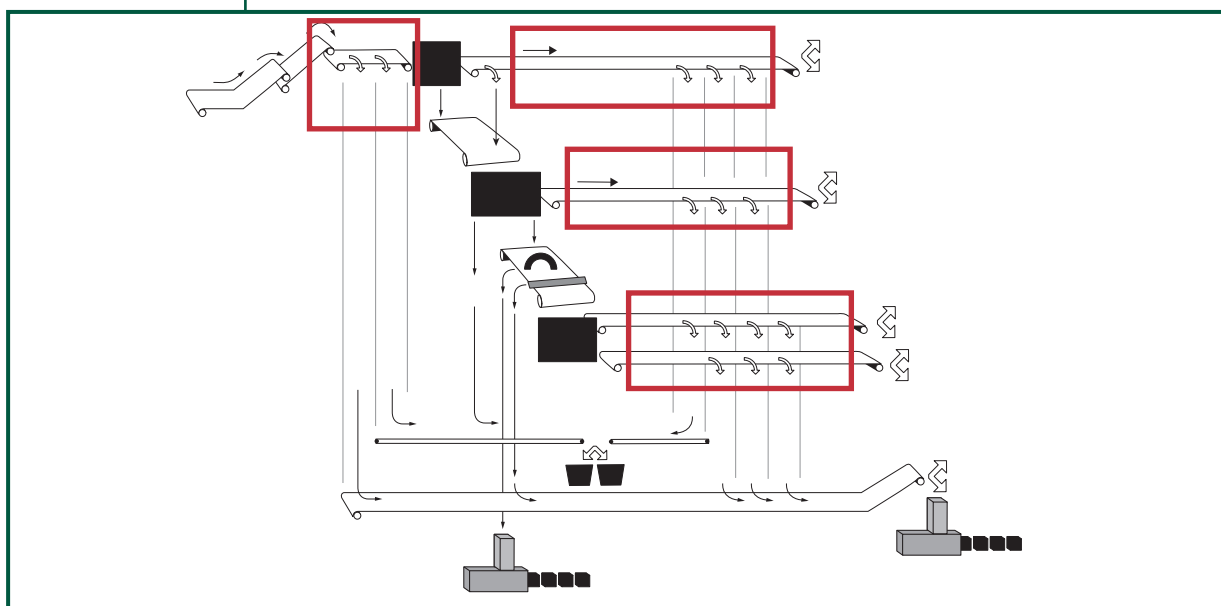


5. Situation dans le centre de tri

La ou les cabines se situent entre les zones de réception et de stockage.

Selon les configurations, il peut y avoir une cabine par type de tri, soit :

- Cabine de prétri (élimination des gros indésirables et gros cartons).
- Cabine de tri.
- Cabine de surtri (des plastiques, des ferreux et de plus en plus pour d'autres matériaux dans les centres de tri de grosse capacité).



6. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Une équipe d'opérateurs de tri
Entretien	- Entretien courant des lieux de travail (sols/murs/vitres) - Maintenance hydro-électrique pour chauffage et climatisation

7. Références indicatives de fabricants

→ Cas des cabines en panneaux préfabriqués
ORDITEC, SIC, STIC.

8. Niveau de prix

Cabine	ou 600 € HT/m² de panneaux 1200 € HT/m² de cabine
---------------	--

Ces ratios de prix représentent le surcoût de la cabine soit : les panneaux (murs et plafond), le chauffage, la ventilation, le rafraîchissement et l'éclairage hors coût du plancher.



Code fonction : utilités.

CONTRÔLE - COMMANDE

Distribuer l'alimentation électrique à tous les équipements de l'installation à partir d'une source de puissance.

Permettre le suivi et la commande des composants de l'installation en marche manuelle ou automatique selon une programmation préétablie.

Donner des informations à l'exploitant lui facilitant le suivi et/ou la gestion de l'exploitation.

I. Descriptif technique

I.1. Installation générale

Les installations électriques et de contrôle commande se composent de :

→ Niveau 1 : commande opérateurs

- Un ou plusieurs pupitres de commandes sont installés proches de la cabine. Ils permettent le contrôle de l'installation, soit :

- Indicateurs marche/arrêt de chaque appareil.
- Contrôle et mesure des équipements.
- Indicateurs de défauts.
- Contrôle dispositif d'arrêt d'urgence.
- Compteurs horaires.
- ...

- Des postes délocalisés pour le pilotage des équipements en mode d'essai et d'entretien (inversion de sens, fonctionnement pas à pas).

→ Niveau 2 : Gestion et distribution

- Une armoire étanche implantée à proximité de la ligne de tri principale consommatrice d'énergie.

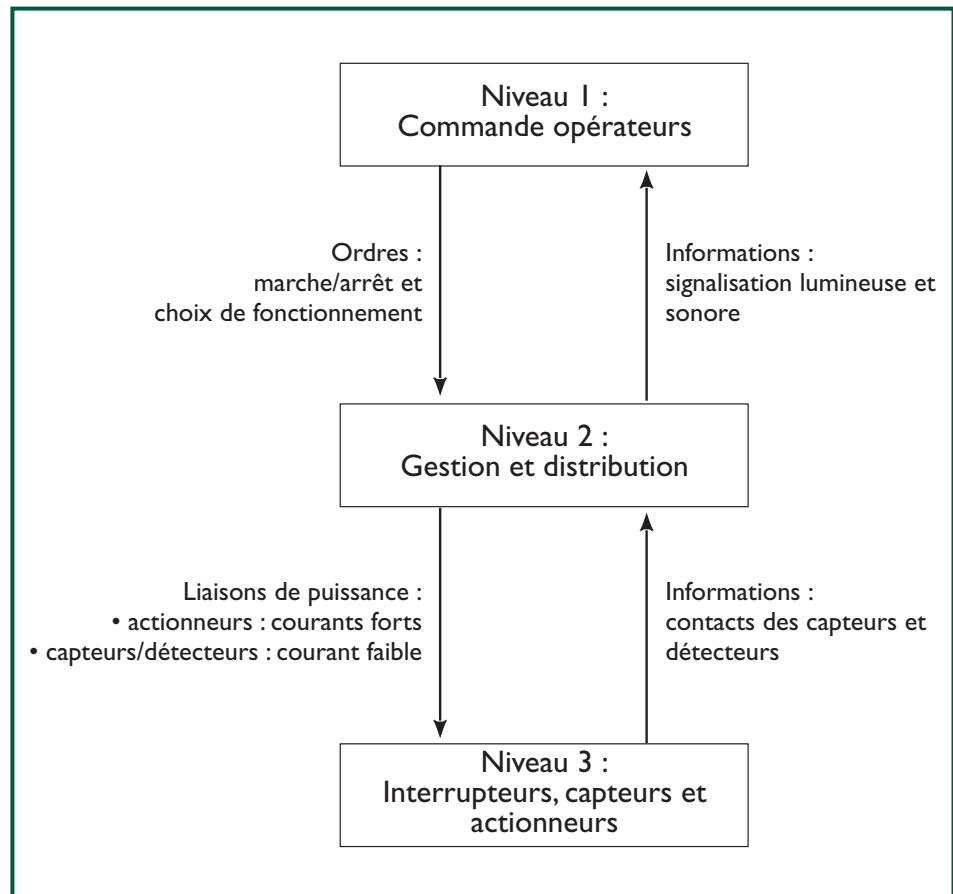
- Un automate programmable industriel assurant la gestion complète des marches automatiques et manuelles, le contrôle et l'analyse fonctionnelle de tous les organes composant l'installation.

- L'alimentation électrique et le câblage pour la puissance (alimentation des machines) et les courants faibles (asservissements, commandes...).



→ Niveau 3 : Interrupteurs, détecteurs et actionneurs

- Interrupteurs : principalement arrêt d'urgence à câble ou bouton-poussoir...
- Capteurs : fins de course, contrôleur de rotation, indicateur de pesée.
- Actionneurs :



I.2 Interface Homme - Machine

Différents niveaux de prestations peuvent être imaginés (niveau 1 : commandes opérateurs) :

- Armoire de commande avec interrupteurs, potentiomètres, voyants lumineux...
- Automate programmable.
- Ordinateur.



2. Avantages et contraintes

Dans ce paragraphe, il sera étudié uniquement la partie “commandes opérateurs” :

	Avantages	Contraintes
Armoire de commande simple	- Une formation basique à l'utilisation des commandes suffit pour permettre au chef d'équipe le pilotage de la ligne	- Informations insuffisantes pour une gestion optimisée - Ne convient que pour un centre type I
Automate programmable	- L'automate pilotant la ligne permet le paramétrage des vitesses et des temporisations - Possibilité de préréglages par type de collecte - Visualisation de l'état des composants sur un écran muni de touches tactiles pour la saisie des données - Possibilité d'éditer un historique des défauts - Localisation immédiate des défauts par affichage sur l'écran de l'automate - Possibilité de connexion à une imprimante	- Nécessite un technicien formé à l'utilisation (mais pas à la programmation) d'automate : une demi-journée de formation.
Informatique industrielle avec interface Homme/machine par PC	Permet la gestion de l'ensemble des paramètres assurant le pilotage de la ligne : - Préréglages des convoyeurs, des temporisations et des paramètres des machines de process (inclinaison des cribles par exemple) - Possibilité d'intégrer une G.P.A.O. (Gestion de Production Assistée par Ordinateur) et/ou une G.M.A.O. (Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur) Visualisation des états et des performances par écrans successifs simples de compréhension Possibilité de pilotage automatisé de machines spécifiques comme la presse à balles	- Nécessite un technicien formé à l'utilisation (mais pas à la programmation) d'automate : 2 à 3 journées de formation - Budget d'investissement supérieur se justifiant par l'optimisation possible des performances - Prévoir une liaison modem pour assurer la télémaintenance

3. Variantes et accessoires

3.1. G.P.A.O. : Gestion de Production Assistée par Ordinateur

Une gestion rigoureuse de l'activité nécessite un contrôle de l'activité. Celui-ci va être aidé et facilité par l'aide de l'informatique.

Pour ce faire, des pesées en continu à différents points du centre de tri sont nécessaires.

Positions des pesées	Techniques retenues	Analyses et avantages possibles
Au niveau du pont-basculé	- Pesons sur pont-basculé - Lecteur de badges avec reconnaissance du camion	- Gestion des tonnages entrants et sortants - Connaissance de la production annuelle (L'évolution des stocks ainsi que les erreurs inhérentes à l'évaluation de ceux-ci ne permet pas une analyse plus fine)
Au niveau de l'alimentation de la chaîne	- Deux grands principes existent pour assurer cette pesée : • Pesée au niveau du chargement (sur chargeur à pneus éventuellement) • Pesée en continu de la trémie d'alimentation avec intégration de l'évolution du poids au fil du temps	- Connaissance du tonnage absorbé par la chaîne par jour ou par heure - La pesée de la trémie permet de connaître en plus : • Le débit instantané de la chaîne • Une information sur le taux de remplissage de la trémie pour la personne en charge de son alimentation afin de mieux gérer son temps
Au niveau des produits issus de la ligne de tri	- Installation de pesons dans le cas de produits stockés en silos - Installation de pesons dans les goulottes ou les tapis d'alimentation pour les produits non stockés en silos	- Possibilité de caractériser un lot important (un camion par exemple) - Possibilité de mesurer les performances collective et individuelle des opérateurs - Connaissance des stocks intermédiaires pour déclenchement en temps utiles d'une campagne de conditionnement
Au niveau de la sortie des balles	- Installation de pesons sur un tapis tampon à la sortie de la presse	- Identification des balles avec marquage - Connaissance du stock par produit - Connaissance de la production par produits

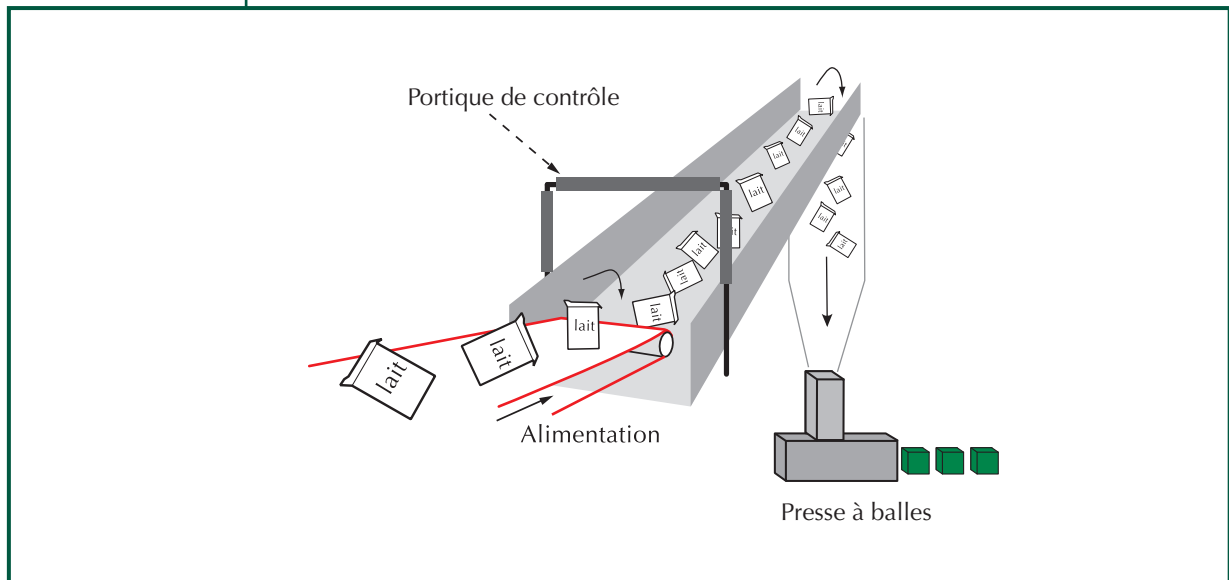


D'autres possibilités offertes par la G.P.A.O. :

- Historique de production, des arrêts, des défauts avec connaissance précise de la durée, de la localisation...
- Maintenance assistée par ordinateur émettant entre autres chaque jour une liste des tâches à effectuer.
- Téléassistance.

3.2. Sécurisation d'une zone dangereuse

Système constitué d'un ensemble émetteur/récepteur et d'un portique de détection installé de part et d'autre du tapis d'alimentation de la presse.



Le passage d'un émetteur/récepteur sous le portique entraîne automatiquement l'arrêt de la presse. Chaque personne susceptible d'évoluer dans la zone dangereuse doit obligatoirement porter sur elle cet émetteur/récepteur (cousu dans le vêtement de travail).

4. Situation dans le centre de tri

Les armoires de commande sont installées dans un local sécurisé spécifique. Le pupitre de commande est installé de préférence dans une cabine à proximité des cabines de tri et avec une vue sur le process.

5. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Un électromécanicien
Entretien	- Maintenance électromécanique des disjoncteurs, contacteurs, relais - Maintenance informatique des postes de contrôle commande - Formation indispensable en électromécanique et électronique (pour le SAV)

6. Références indicatives de fabricants

→ Automates, équipements

SIEMENS, TELEMECANIQUE.

→ G.P.A.O.

Réalisation à ce jour en France : ARVAL.

→ Sécurisation d'une zone

ELTRANS, SYRADE, U-TECH.

7. Niveau de prix

L'électricité (y compris le montage et le câblage) représente entre **8 et 15 %** du prix du process suivant le niveau de prestation et d'automatisme.



Code fonction : transporter, déplacer.

CONVOYEUR

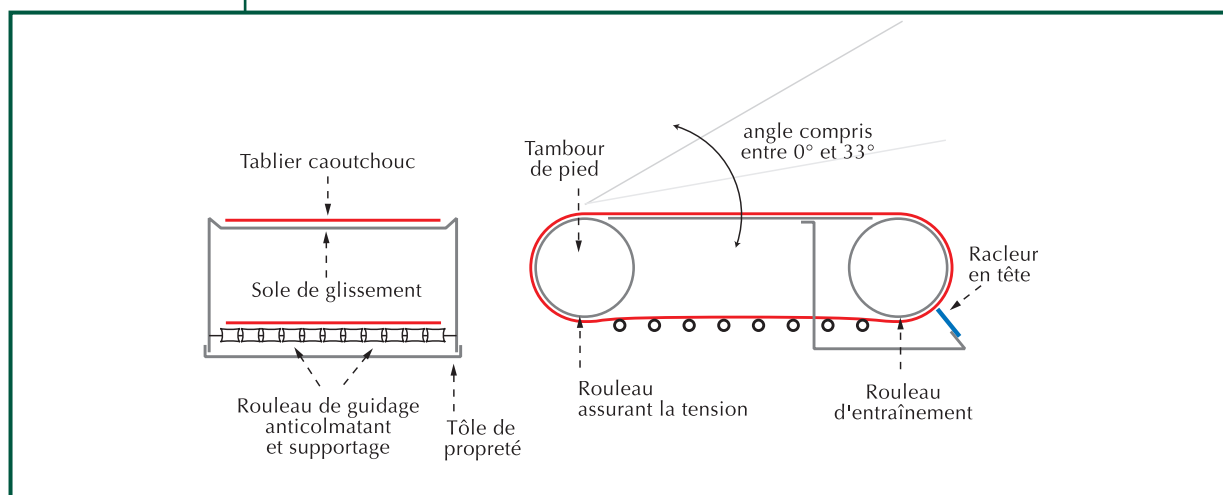
Acheminer les produits à traiter ou évacuer les matériaux après un traitement.

“Convoyeur” est le terme générique pour désigner les différents “tapis”.

I. Descriptif technique

→ Convoyeur à sole de glissement

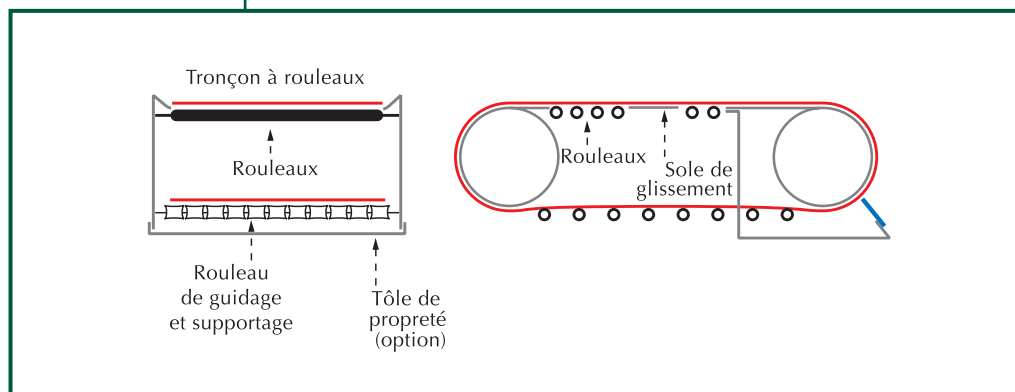
Châssis en tôles pliées



● Utilisation : à privilégier pour la table de tri. Peut être utilisé partout sauf pour l'alimentation en tête ou de la presse (problème de poids à transporter entre autres).

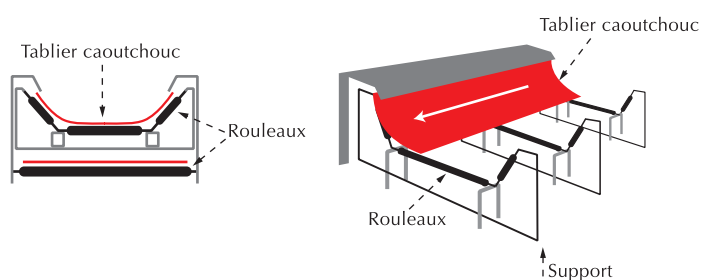
→ Convoyeur à sole de glissement et rouleaux

Le principe est le même que le précédent, si ce n'est le remplacement de certains tronçons par des tronçons à rouleaux.



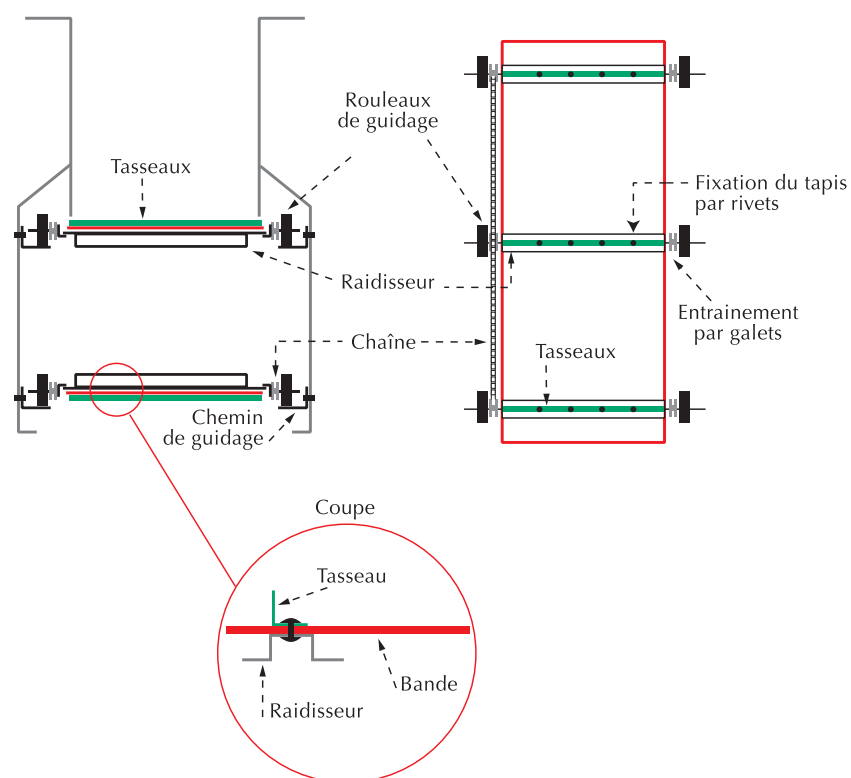
● Utilisation : pour les refus et les produits prétriés. A privilégier entre alimentation et première machine à épurer.

→ Convoyeur à auge et rouleaux



● Utilisation :
après le tri.
Pour les fines
par exemple.

→ Convoyeur à chaîne



● Utilisation : alimentation de la chaîne de tri ou de la presse.



2. Avantages et contraintes

Equipements	Avantages	Contraintes
Convoyeur à sole de glissement	- Le plus simple à fabriquer car modulaire - Le plus léger - Exemple en terme de sécurité car pas d'angle rentrant (sauf sur les tambours de tête et de queue) - Nécessite peu de maintenance - Utilisable pour produits légers	- Ne convient pas aux produits abrasifs (non recommandé pour le transport de refus surtout en cas de présence de fines de verre) - Coefficient de frottement important dû au contact tôle/trame du tapis (sous couche en trame textile dans ce cas de figure) sur la longueur du convoyeur - Limite en longueur (de l'ordre de 30 m) - Impossibilité de faire des mesures de poids en continu - N'accepte pas les coudes concaves
Convoyeur à sole de glissement et rouleaux	- Accepte des produits plus lourds et plus abrasifs que le convoyeur à sole de glissement - Accepte des longueurs supérieures - Possibilité de mise en place d'accessoires. Par exemple, une plaque montée sur silent block au niveau d'une chute de produits lourds	- Convoyeur linéaire. N'accepte pas les coudes concaves - Ne convient pas pour des produits très abrasifs
Convoyeur à auge et rouleaux	- Les produits sont auto centrés (ce qui peut toutefois être un inconvénient lorsque l'on souhaite un étalement sur le tapis) - Ne craint pas l'abrasion - Aucun problème de longueur car très faible frottement	- Plus coûteux - Utilisation d'une partie de la surface du tapis uniquement - N'accepte pas les coudes concaves, sauf si ceux-ci sont progressifs et suivent la courbe naturelle du tapis - Risque de coincement de déchets dans les nombreux rouleaux (surveillance et maintenance accrues)
Convoyeur à chaîne	- Accepte les fortes charges - Accepte les coudes	- Le plus coûteux - Vu le nombre de pièces, c'est aussi le plus lourd à entretenir - Ratio largeur utile/largeur totale défavorable par rapport aux deux premiers

De par la mécanisation accrue des centres de tri, les convoyeurs sont de plus en plus nombreux. Leur fiabilité doit augmenter pour garantir un taux d'utilisation identique à ce qu'il était il y a quelques années. Pour ce faire, une conception des convoyeurs de type industriel est conseillée.



3. Performances

Le débit des produits transportés dépend de la vitesse et de la largeur des tapis.
(Voir § A.I. pour vitesse des tapis de tri).

4. Variantes et accessoires

→ Bande :

- En caoutchouc (dans la très grande majorité des cas).

- L'assemblage est assuré soit par :

- Vulcanisation à chaud : pas d'apport de matière extérieure. Fusion des 2 parties à chaud. La bande garde la même caractéristique.
- Vulcanisation à froid : apport d'un matériau assurant la liaison (colle). Caractéristique différente au niveau de la liaison.
- Agrafage (mécanique) : très souvent interdit dans le cahier des charges du Maître d'ouvrage. A priori, à cause du risque de coupure au niveau de la table de tri.

- Type de revêtement :

- Bande lisse pour pente inférieure à 5° (selon le produit, de 5 à 15 %).
- Bande à chevrons = jusqu'à 20°.
- Bande à tasseaux = jusqu'à 33° (Plus les tasseaux sont hauts, plus la bande est difficile à nettoyer).
- Bande à godets = au-delà.

- Traitement de surface : en présence de matières organiques, il est impératif que les bandes reçoivent un traitement anti-gras. Ce traitement induit un surcoût et une fragilisation de la résistance à la rupture ; à utiliser donc avec parcimonie (uniquement sur les flux corps creux et sur l'alimentation générale de la chaîne).

- En PVC :

Utilisation : → Jamais utilisé dans les centres de tri sauf, parfois, pour les courants de Foucault.

Avantages : → Rayon de courbure faible possible.
→ Bonne résistance à la tension.

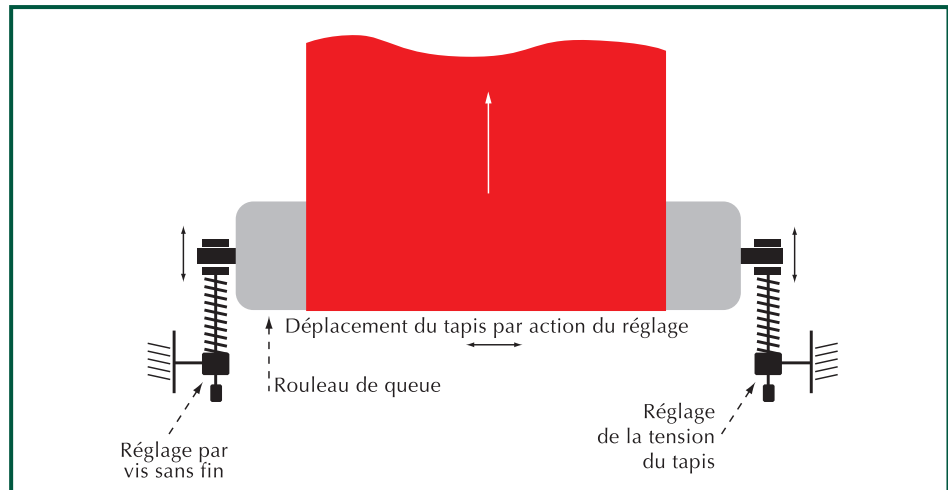
Inconvénients : → Faible résistance au poinçonnement.
→ Faible résistance à l'abrasion par absence de couche d'usure.



Convoyeur

→ Tension et alignement de la bande

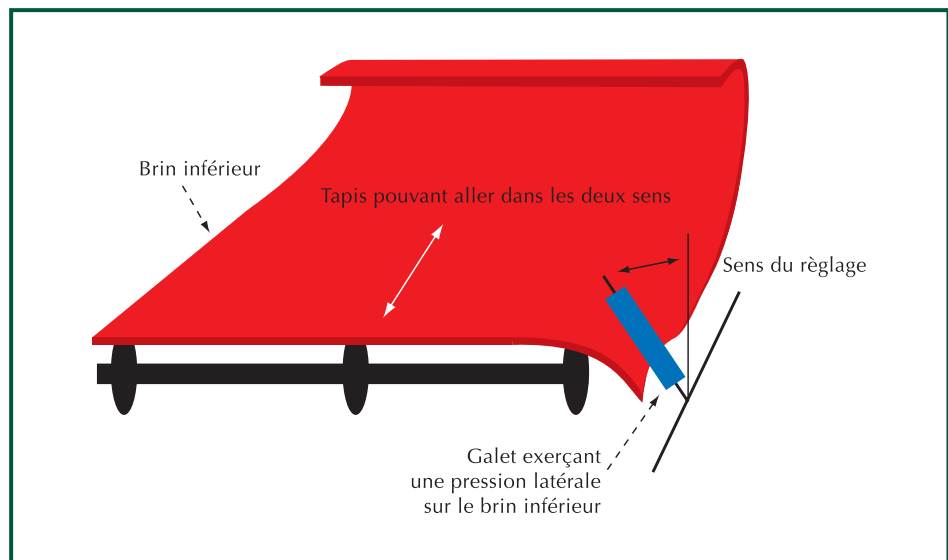
- Assurés par un système de vis sur le tambour bas.



- Dans le cas de pesée en continu, des tendeurs automatiques sont nécessaires.

→ Station de guidage

A prévoir dans le cas de convoyeur réversible. Si le réglage de la bande s'avère impossible à l'exploitation, il est possible d'en rajouter une ultérieurement.



- Un réglage d'alignement des bandes se fait à vide et se confirme en charge.

→ Vitesse des tapis

- Réglable par palier ou en continu par variateur de vitesse.
- Les différences de vitesses des tapis consécutifs permettent l'étalement des produits en couches plus régulières.

→ Hauteur des parois latérales

- Pour les tables de tri : - Une hauteur voisine de zéro apporte une ergonomie supérieure pour les trieurs, qui n'ont qu'à faire glisser le produit dans la trémie.
 - A contrario, cette technique peut entraîner des chutes importantes de produits dans les trémies et les cabines de tri.
 - Une hauteur trop importante fait diminuer – de manière importante – l'ergonomie du poste de tri.
 - L'INRS préconise dans sa brochure (ED 914) une hauteur de 20 mm.
 - (Voir également fiche "Table de tri").

- Pour les différents autres convoyeurs : de 150 à 1 000 mm pour un tapis d'alimentation en fonction de la qualité et du type de produits transportés.

→ Arrêt d'urgence

En fonction de la position du convoyeur, les systèmes d'arrêt d'urgence peuvent être des coups de poing, à chaînes ou à câbles, à distances régulières (une personne tombée sur le tapis peut arrêter son avancement).

Voir brochure INRS - ED 914 pour les exigences particulières.

→ Transport

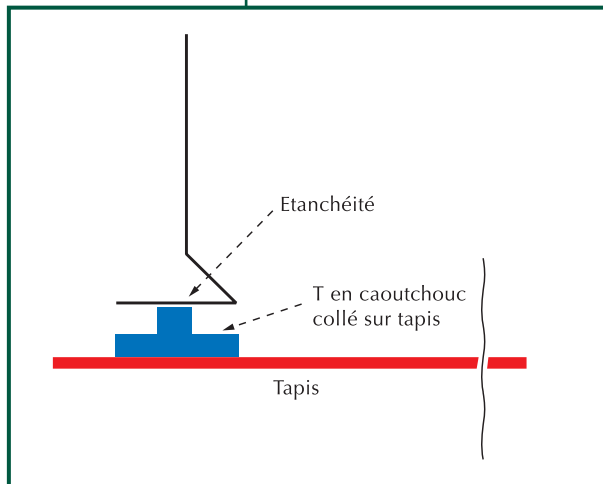
Dans la mesure du possible, et afin d'éviter la vulcanisation de la bande sur le chantier, l'assemblage de celle-ci sera réalisé en usine. Le convoyeur sera donc transporté avec la bande en place. Pour une longueur inférieure à 12 m (longueur de la remorque routière), le convoyeur sera transporté assemblé. Pour une longueur comprise entre 12 et 24 m, il sera transporté en deux éléments avec la bande à poste et sera donc assemblé sur le chantier.



Convoyeur

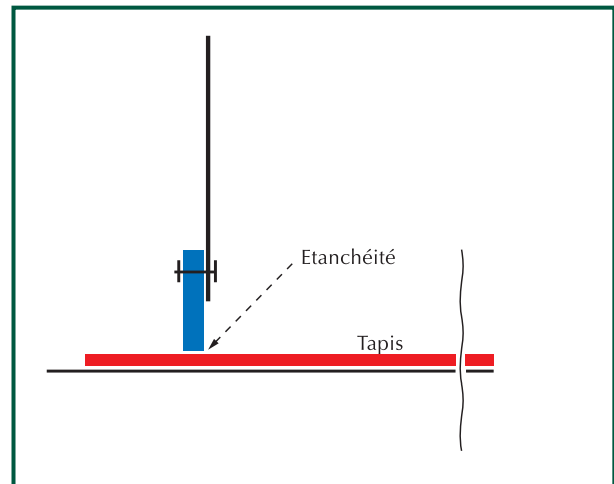
→ Etanchéité latérale

Quatre solutions sont possibles (les quatre schémas ci-dessous sont des coupes transversales) :



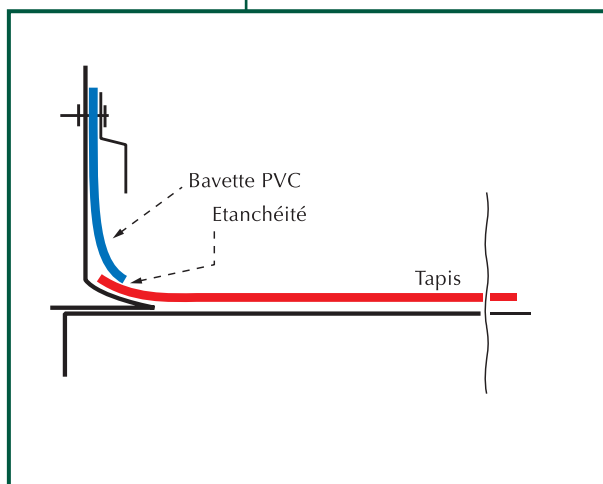
● “T” en caoutchouc :

- Avantages :
Auto nettoyant, pas d'usure,
pas de réglage.
- Inconvénients :
Incompatible avec les objets
coupants et tranchants.
Abandonnée a priori dans
ce métier.



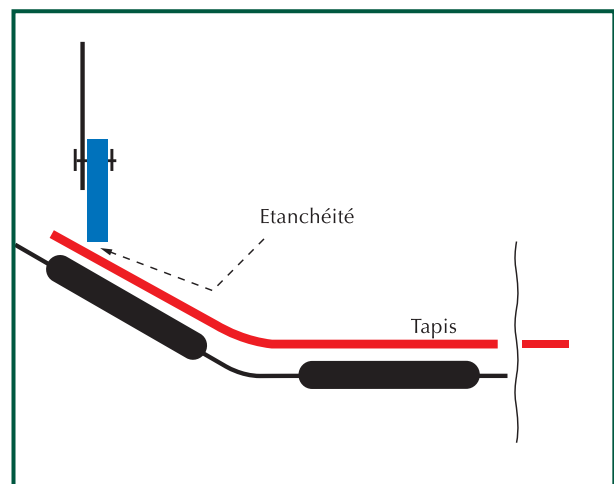
● Bavette extérieure en PVC sur tapis sole de glissement :

- Avantages :
Solidité, insensible aux
coincements.
- Inconvénients :
Nécessite des réglages - Usure -
Largeur utile inférieure à la
largeur du tapis.



● Bavette PVC intérieure :

- Avantages :
Préconisée en CS pour
convoyeur à sole de glissement
- largeur utile égale à la largeur
de la bande - très bonne
étanchéité - pas de réglage.
- Inconvénient :
Sensible à l'usure.

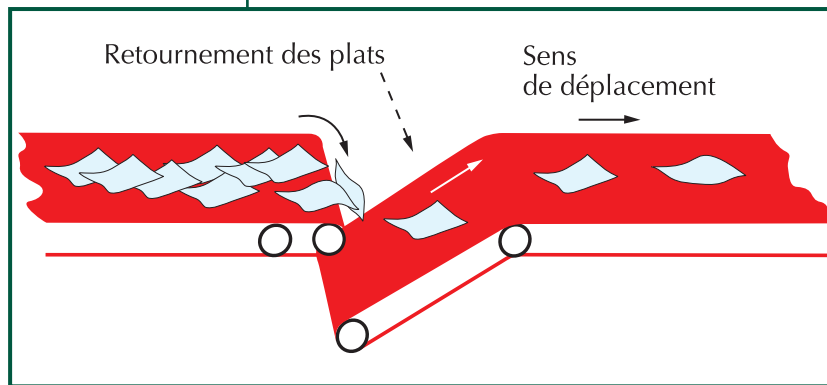


● Bavette extérieure en PVC sur tapis sole de glissement :

- Avantages :
Solidité, insensible aux
coincements.
- Inconvénients :
Nécessite des réglages - Usure -
Largeur utile inférieure à la
largeur du tapis.

→ Cas particulier : Retournement des produits

Lorsqu'un tapis de tri ne comporte que des produits plats, afin de trier les produits situés en dessous de la couche de matériau, il peut être nécessaire, si l'épaisseur est importante, de procéder à un brassage. Pour éviter tout risque relatif à la santé des trieurs, il est préférable de réaliser le retournement de façon mécanique en utilisant deux tapis comme dessiné ci-dessous.

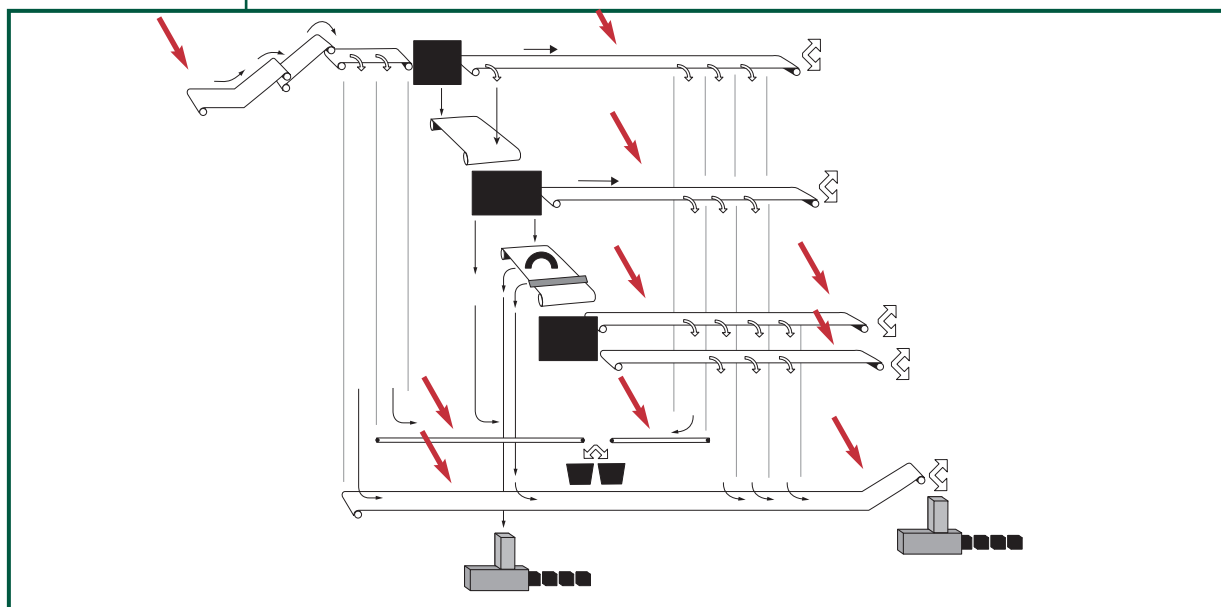


5. Options possibles

- Régulation de la vitesse par cellule contrôlant la hauteur de couche de produit (une des solutions des plus simples).
- Pieds réglables en hauteur (adaptation à chaque cas et modifications éventuelles simplifiées).
- Capotage du convoyeur pour éviter la pollution du produit ou de l'environnement (en extérieur principalement).
- Potence pour entretien du moteur réducteur (voir fiche équipement de maintenance).
- Passerelles sur la longueur pour entretien.
- Capotage de la partie mécanique sur les côtés d'un convoyeur à chaîne avec surpression d'air permanente pour éviter l'encrassement par la poussière.
- Contrôleur de rotation qui permet de signaler automatiquement un défaut dont une rupture de bande (utile sur les gros centres).
- Tôle de propreté, en sous face du convoyeur, jusqu'à 2,7 m de hauteur pour éviter les risques mécaniques (pincement au niveau des angles rentrants).
- Tôle de propreté sur la totalité, pour éviter les chutes de petites particules dans la phase de retour du convoyeur.



6. Situation dans le centre de tri



B

7. Entretien et maintenance

Equipement facilitant l'entretien	- Racleur de bande - Tôle de propreté
Conduite de l'équipement	- Automatique avec réglage possible des vitesses
Entretien	- Réglage d'alignement et des tensions de bande - Maintenance électrique des moto-réducteurs - Nettoyage du tapis et des goulottes

8. Références indicatives de fabricants

AKROS, ARVAL, B&W, BOLLEGRAAF, BURTON'STEEL, CERIP, HOFMANN, METSO, NEOS, PRESSOR, SERAM ENVIRONNEMENT, SOGEFA, VANNIER, VAUCHE.



9. Niveau de prix

Avant de vouloir donner une estimation financière de ce type d'équipement, il est important de comprendre comment se décompose le prix :

→ Une partie fixe :

Station de tête, station de queue, le raccordement électrique (de l'ordre de 500 € HT).

→ Une partie variable :

- La bande (variable principalement en fonction de la longueur et dans une moindre mesure de sa largeur et de sa qualité).
- La hauteur de paroi (variable en fonction de sa longueur et de sa hauteur).
- Le châssis de support (variable en fonction de la hauteur).
- La nécessité de tôles de propreté.
- La nécessité de passerelles d'accès.
- La nécessité de tôles de couverture.
- La nécessité d'une vulcanisation sur place (surcoût de 500 € HT).

Pour ces raisons, il est très difficile de donner une estimation fine pour tel ou tel type de convoyeur.

Toutefois, dans l'estimation globale de l'ensemble des convoyeurs d'un centre de tri, sans exigence particulière, on peut utiliser les ratios suivants.

Type de convoyeur	Prix € HT/m linéaire de tapis
Convoyeur à sole de glissement	1 500
Convoyeur à sole de glissement et rouleaux	2 000
Convoyeur à auge et rouleaux	1 800
Convoyeur à chaîne	3 000

Remarque :

Il existe des convoyeurs simples et de longueur importante à moins de 1 100 € HT par mètre linéaire, comme il existe des convoyeurs avec de nombreuses options et des suggestions importantes à 4 500 € HT par mètre linéaire.

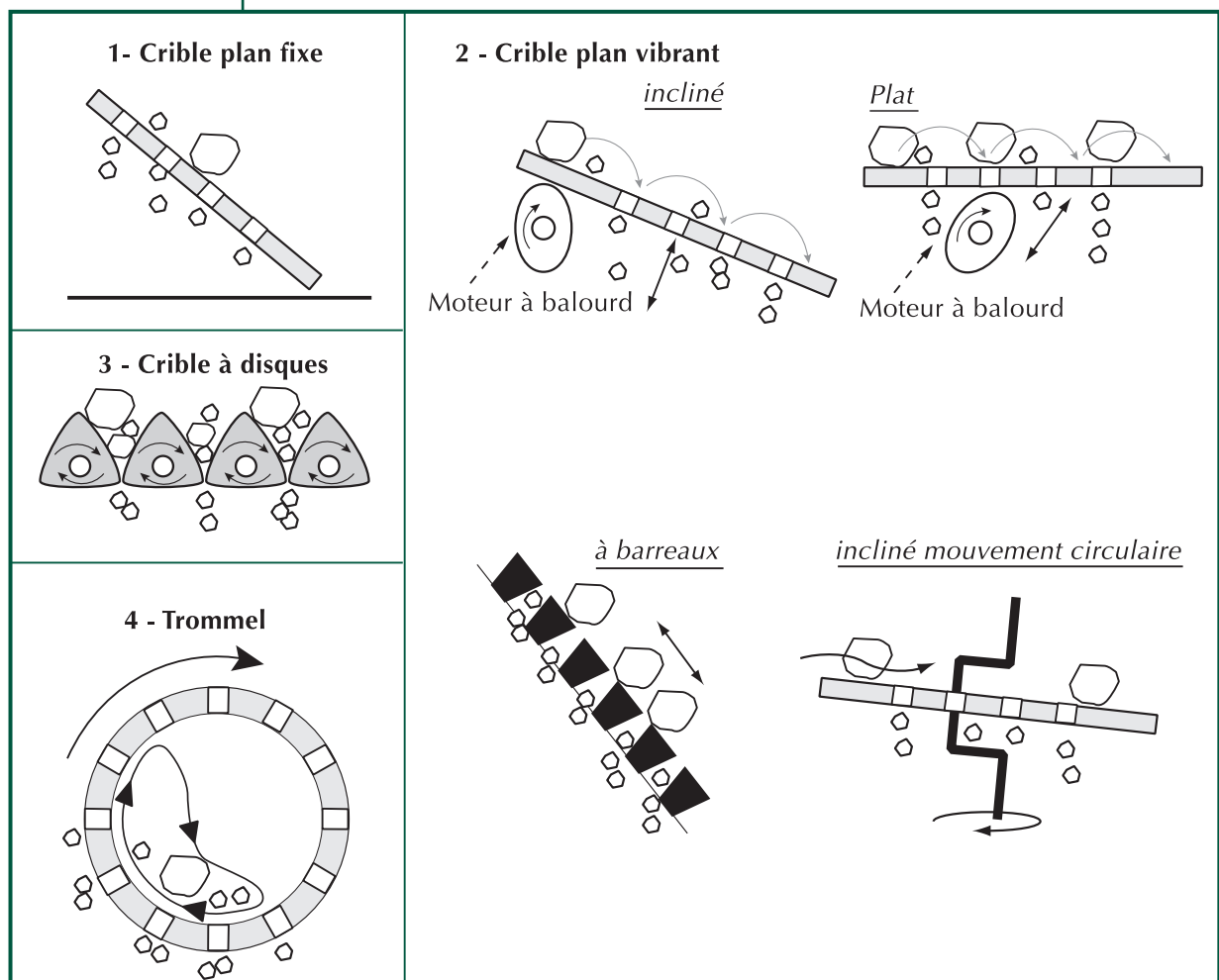


Code fonction : Epuration, préparation du tri.

CRIBLE

Préparer le tri en séparant les matériaux selon leur taille.
Il peut également contribuer à la régulation des flux.

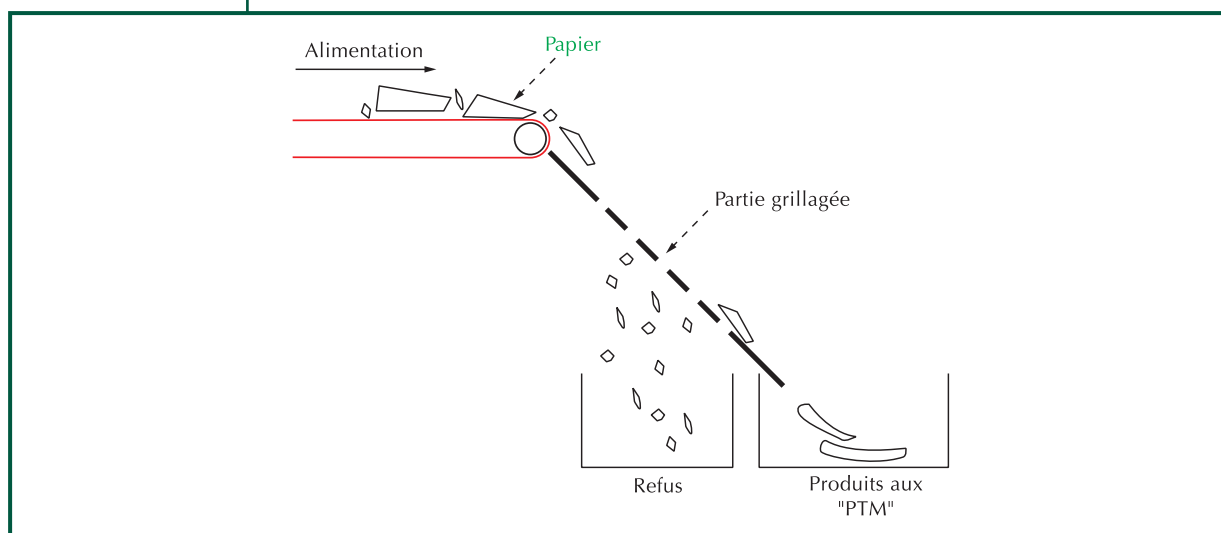
I. Les principes



B

2. Descriptif technique

2.1. Crible plan fixe



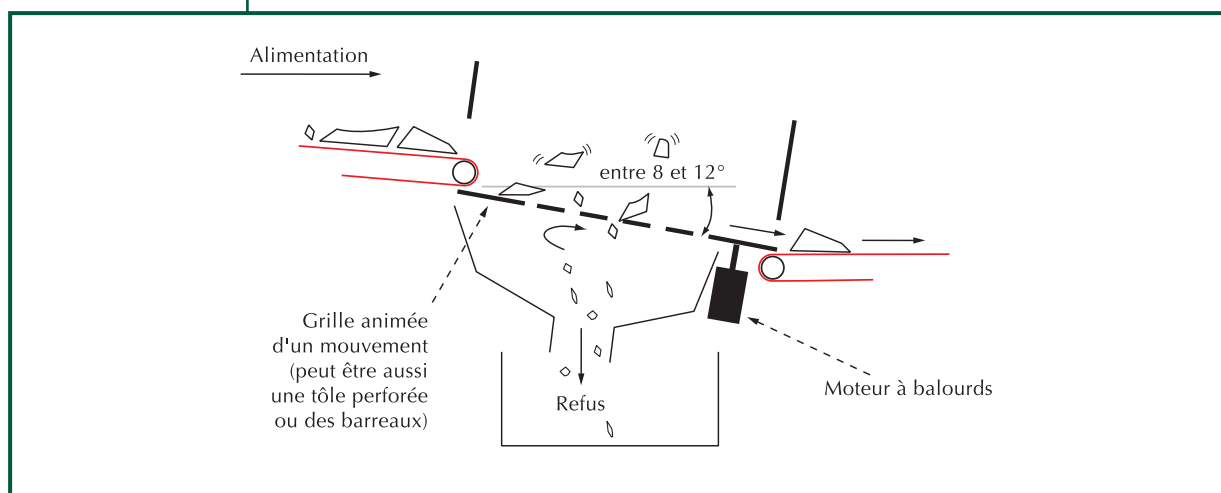
→ Fonctionnement :

Est constitué d'une plaque percée (ou un grillage) située à la place d'une tôle de fond d'un "toboggan" et servant à évacuer les produits.

→ Utilisation :

Dans certains cas, ce type de crible est utilisé dans l'affinage d'un tri négatif (par exemple les J/M en cas d'absence de crible en tête de la chaîne de tri ou de manque d'efficacité de celui-ci).

2.2. Crible plan vibrant



Crible

→ Fonctionnement :

- Les matériaux arrivent par un convoyeur d'alimentation dans un caisson métallique dont le fond est composé de tôles perforées, grilles, barreaux ou chaînes.
- Le système d'entraînement est composé d'un moteur à balourds ou d'un vibreur électromagnétique.
- La plupart du temps, le crible est installé incliné (de 8 à 12 °) mais peu aussi être horizontal. Le produit est mis en mouvement du fait des vibrations, les matériaux avancent dans le crible et :
 - Les particules les plus fines passent au travers des mailles, grilles, barreaux ou chaînes et tombent dans une benne ou sur un convoyeur de refus.
 - Les matériaux de taille plus importante restent en surface et sont évacués sur un convoyeur pour être triés ultérieurement.

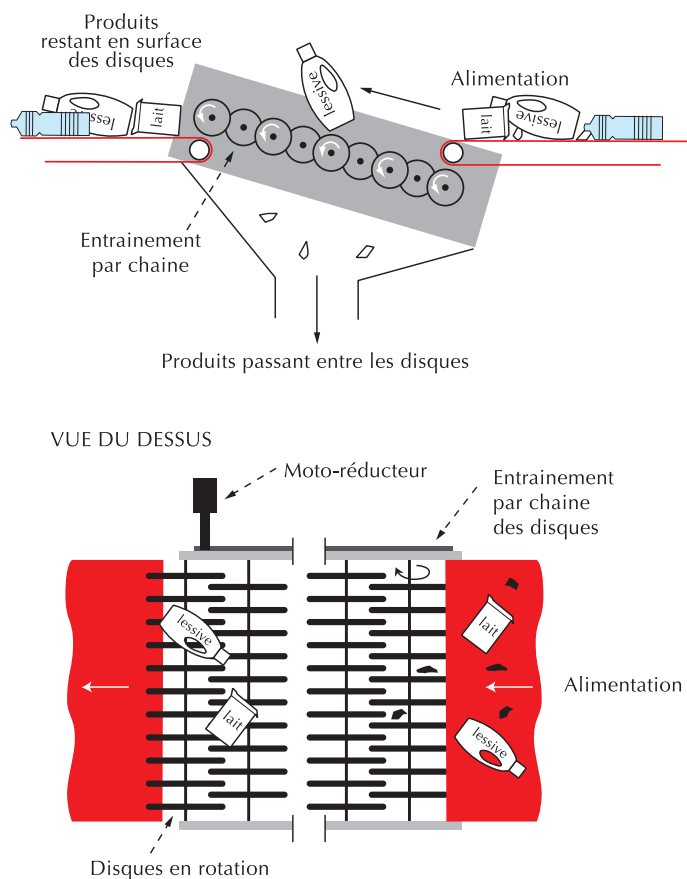
→ Utilisation :

Plusieurs étages de criblage successifs - et donc de tailles de produits - peuvent être prévus (crible en cascade) afin de séparer les matériaux en plus de deux fractions granulométriques et faciliter le retournement du produit.



2.3. Crible à disques

Les premiers cribles à disques installés sur le territoire français, pour traiter de la collecte sélective, fonctionnaient tel que décrit ci-après.



→ Fonctionnement :

- Les produits à trier arrivent dans un caisson métallique équipé d'arbres rotatifs garnis de disques métalliques ou caoutchoutés.
- Les matériaux les plus petits et les plus souples passent entre les disques et sont récupérés dans une benne ou sur un tapis.
- Les matériaux les plus gros et les plus rigides restent en surface des disques et sont transportés en extrémité du tamis.
- Un moto-réducteur à variateur de fréquence permet de régler la vitesse d'entraînement des disques en fonction de la nature du produit.
- Plusieurs niveaux de criblage en cascade avec des disques de tailles différentes et des espacements entre disques différents peuvent être installés.

→ Utilisation :

Ce type de crible a également une certaine efficacité pour d'autres utilisations telles que :

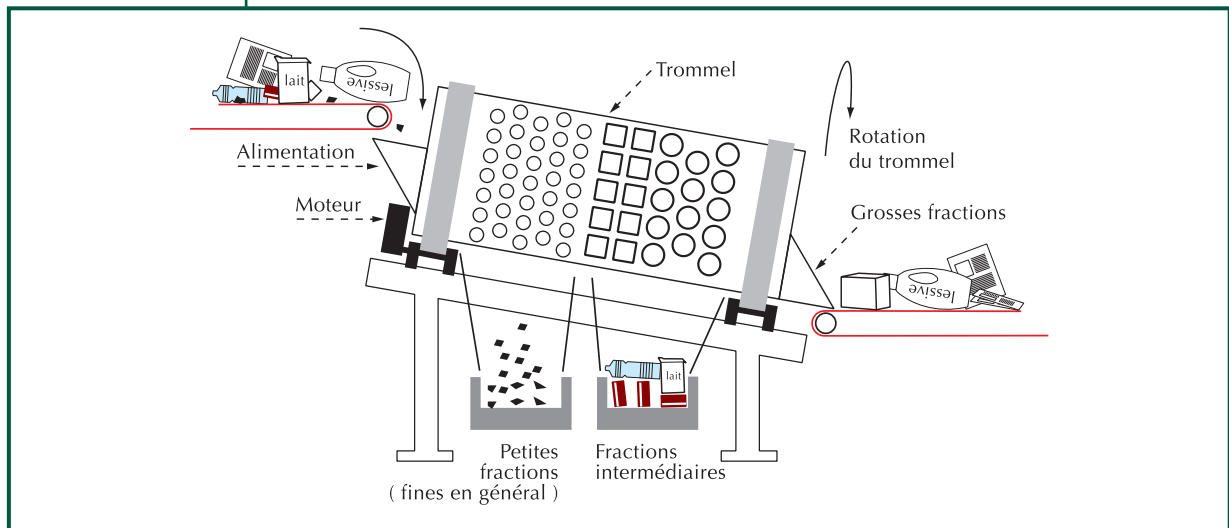
- Séparation des plats et des creux (voir page B123).



Crible

- Séparation des gros cartons (voir page B103).
- Séparation des journaux-magazines et des cartonnettes (voir page B107).

2.4. Trommel



→ Fonctionnement :

- Tambour rotatif incliné formé de tôles perforées.
- Les matériaux à cribler, introduits à l'extrémité haute du tambour sont brassés et convoyés du fait de la rotation et de l'inclinaison vers l'autre extrémité. Les particules de dimension inférieure à celles des perforations sont évacuées au fur et à mesure de leur avancement.
- L'évacuation des produits passants se fait par des trémies ou des convoyeurs situés sous chaque zone de criblage. Le trommel est donc le plus souvent installé en hauteur, sur un châssis fixe.
- Les diamètres de trommel varient de 0,6 à 2 m pour des longueurs de 2 à 15 m, une inclinaison de 4 à 6° et une vitesse de rotation de 9 à 13 tours minute (en général de dimensions suivantes dans les centres de tri étudiés : diamètre 2 m, longueur 7 à 8 m).

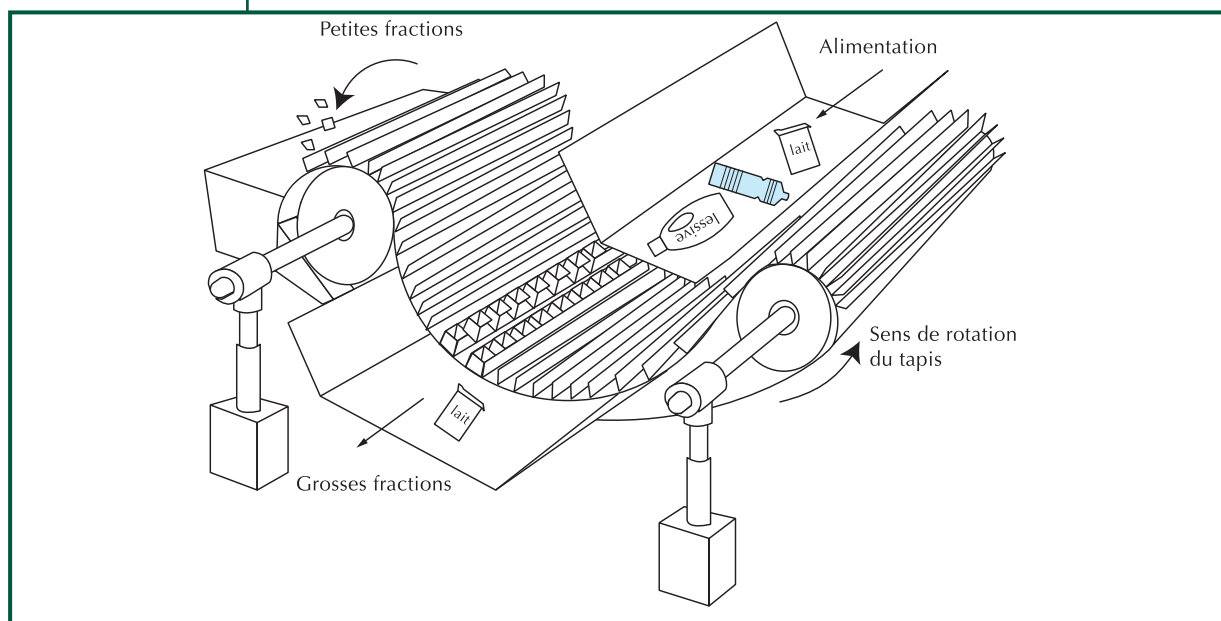
→ Utilisation :

- Pour un flux de matériaux donné, l'efficacité du trommel se règle par l'inclinaison du tube, la vitesse de rotation, la longueur criblante et la taille des perforations.
- Les mailles rondes sont le plus souvent disposées en quinconce sur des plaques vissées interchangeables.
- Les mailles carrées sont possibles pour les petites sections de criblage (< 70 mm). Elles ont une meilleure efficacité car une surface passante supérieure.
- Une attention toute particulière doit être portée sur la possibilité et la facilité de changer les mailles pour répondre à l'évolution des matériaux dans le temps.

→ Optimisation du fonctionnement du trommel

- Taux de remplissage maximum de 15 % de son volume intérieur.
- Longueur de chaque section de granulométrie inversement proportionnelle à la taille des mailles (plus la maille est petite, plus la section du trommel doit être longue).
- Temps de séjour d'un objet dans le trommel de 4 minutes en moyenne (réglage de vitesse).
- Taux de perméabilité (% de perforation par rapport à la tôle) de 50 à 65 % maximum.
- Vérification de l'encrassement des mailles une fois par jour minimum.

2.5. Crible à godets



→ Fonctionnement :

- Les matériaux sont acheminés par un convoyeur extracteur dans la partie centrale du trieur à godets. Cette sorte de gros tambour aplati monté sur socle formé d'un tapis de godets métalliques tourne en rotation autour d'un axe et est incliné dans le sens de la pente des déchets.
- Les produits les plus fins (en général 0-200 mm) tombent dans les godets et sont entraînés en rotation. Les godets tournent autour de l'axe et se vident en position haute sur un transporteur.
- Les produits les plus gros traversent la table sans être entraînés par les godets.
- Une barre de retenue en bois mobile et suspendue à des chaînes sert à repousser les éventuels gros produits montants, susceptibles de tomber avec les fines.
- C'est la taille des godets qui détermine la granulométrie de la fraction fine (en général 0-200 mm).
- L'entraînement est assuré par un moto-réducteur à couple conique commandé par un variateur de fréquence.



Crible

→ Utilisation :

- Ce type de crible (adapté surtout aux DIB et gravats) n'a jamais été utilisé dans les centres de tri pour déchets d'emballages ménagers en France. Sa capacité et son efficacité sont trop faibles par rapport aux autres équipements présentés.
- Il ne sera donc pas étudié dans la suite de cette fiche.

3. Avantages et contraintes

Equipements	Avantages	Contraintes
Crible plan vibrant	- Flexibilité (taille des mailles interchangeables) - Bonne régulation de la couche	- Moins d'effet d'étalement de la couche de produit - Moindre efficacité de criblage - Prétri en amont préconisé
Crible à disques	- Bon rendement pour les corps plats > 70 mm - Faible hauteur	- Effet d'enroulement autour des disques (films plastiques, bandes magnétiques). Nettoyage nécessaire 1 fois par poste - Encombrement au sol - Bruit - Prétri en amont préconisé
Trommel	- Silencieux - Compact - Dépoussiérage facilité - En grande partie autonettoyant sur petite maille - Prétri non obligatoire	- Coût élevé - Hauteur sous ferme d'au moins 10 m pour le montage ou installation à l'extérieur des bâtiments - Foisonnement des journaux



4. Performances

	Crible plat vibrant	Crible à disque	Trommel
Rendement par maille			
0 - 40 mm	93 %	90 %	93 %
0 - 70 mm	94 %	93 %	95 %
70 - 180 mm	-	95 %	95 %
Débit entrant	0,5 à 2 t/h	1 à 10 t/h	1 à 10 t/h
Inclinaison	10 à 12°	20 à 30°	4 à 6°
Critères de choix des produits entrants			
1 ^{er} choix	Emballages légers	Corps plats	Emballages légers Corps plats
2 ^e choix	Multimatériaux	Multimatériaux	Multimatériaux
3 ^e choix	Corps plats	Emballages légers	-

5. Variantes et accessoires

→ Cribles

- plate-forme, garde-corps et escaliers d'entretien pour la maintenance et l'entretien.
- Contrôleur de rotation.
- Disposition antivibratoire pour la structure métallique support.
- Trémie étanche pour l'évacuation des fines.
- Capotage et dépolluissage.
- Variateur de vitesse.
- Arrêt coup-de-poing à verrouillage arrêtant les matériels en amont.

→ Trommel

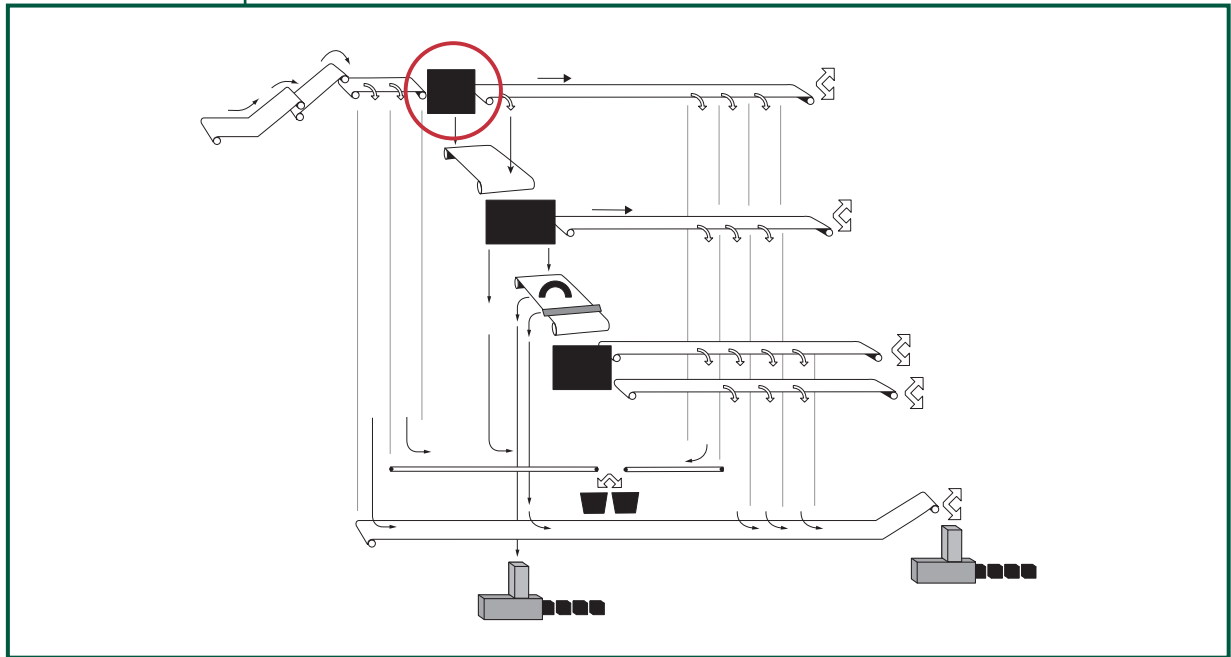
- Accès pour entretien et maintenance par pont-levis.
- Rotation pas à pas et variateur de vitesse pour l'entretien.
- Eclairage intérieur.
- Palettes hélicoïdales ou dispositif de relevage et de brassage des produits (option).
- Traitement des parois anti-abrasion.



Crible

6. Situation dans le centre de tri

En général en début de chaîne de tri, afin d'éliminer les fines et de séparer les matériaux en différents flux.



7. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Automatique
Entretien	Nettoyage, graissage, contrôle moteur remplacement des pièces d'usure

8. Références indicatives de fabricants

→ Crible plat

AEG, BEZNER, LOCKER, REMEX, SINEX.

→ Crible à disques

BHS, BOLLEGRAAF, BRT, CP, GROGER, MACHINEX, PAAL.

→ Trommel

BEZNER, BURTON'STEEL, HOFMAN, METSO, NEOS, SOGEFA, VAUCHE.

9. Niveau de prix

Crible vibrant	De 20 à 25 k€ HT pour 2 t/h
Crible à disques	De 100 à 130 k€ HT pour 10 t/h
Trommel	De 120 à 150 k€ HT pour 10 t/h



Code fonction : maintenance.

EQUIPEMENT DE MAINTENANCE

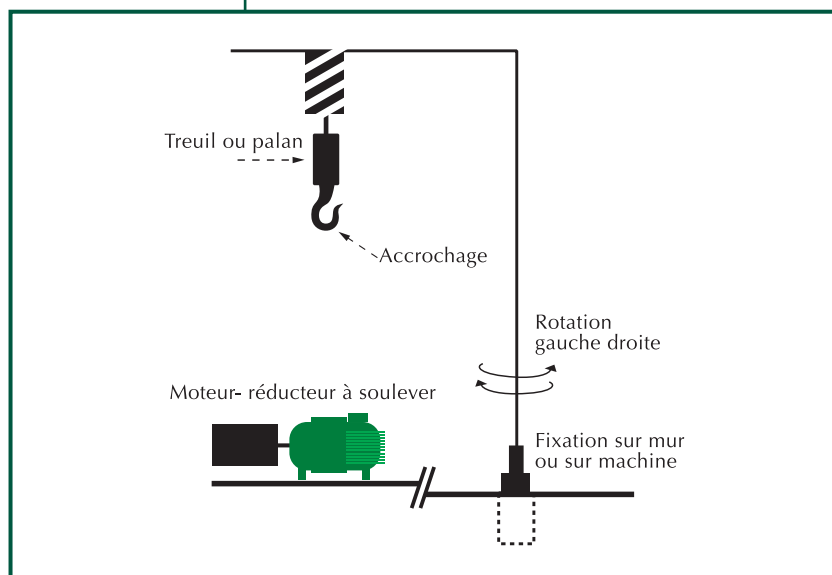
Soulever ou déplacer des appareils ou pièces d'équipements lourds pendant les opérations d'entretien et maintenance.

L'INRS, dans la brochure ED 914, recommande de prévoir des matériels de levage pour des composants à remplacer lorsque leur poids dépasse 25 kg.

B

I. Descriptif technique

I.1. Potence

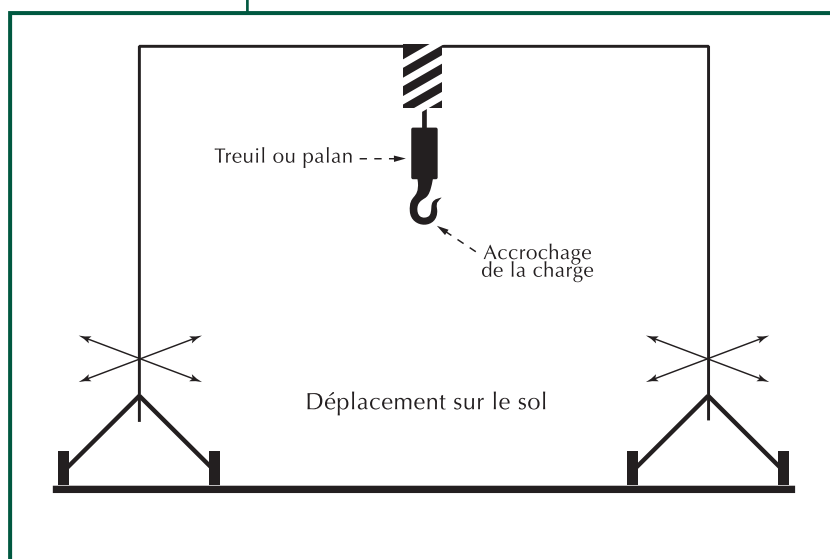


- Rotation totale (360 °) ou partielle, à flèche surélevée, peut permettre une hauteur de levage maximum par rapport à la hauteur disponible.
- Motorisation possible du palan avec chariot libre course et télécommande facilitant la manutention des charges.
- Fixation de la colonne sur mur ou sur fût.
- La potence peut aussi être amovible, avec fixation prévue dans les garde-corps de la passerelle (au niveau des motorisations et pièces à soulever).

→ Utilisation :

Est utilisée pour lever les moto-réducteurs.

I.2. | Portique



- Structure métallique (éventuellement en aluminium) avec rail permettant le déplacement latéral d'un objet à l'aide d'un treuil ou palan.
- Le portique peut être fixe, démontable ou mobile sur roulettes.

→ Utilisation :

Très rare car spécifique et peu souple en terme de matériel à lever.

I.3. | Palan - Treuil

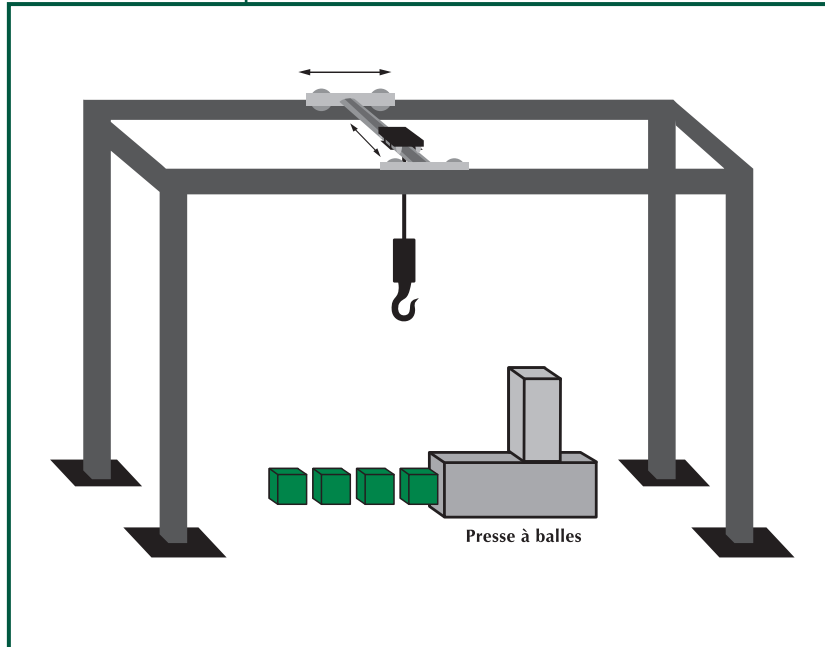
- Système de levage manuel (à chaîne ou câble) ou motorisé avec crochet ou pince, roulant sur chariot ou rail.
- Le palan peut être pneumatique (raccordé au réseau d'air comprimé) et utilisable en poste fixe ou mobile.

→ Utilisation :

Est en général manuel et souvent à poste fixe. S'adapte sur les potences.



I.4. Pont roulant



- Système de levage avec portique métallique glissant sur un rail.
- Il peut être suspendu, posé au sol, avec commande au sol ou à distance
- Une implantation sous charpente, telle que prévue très souvent dans le monde industriel, n'a jamais été prévue à ce jour sur la totalité d'un centre de tri pour cette seule fonction de maintenance.
- Une installation plus modeste, au droit d'un équipement nécessitant une maintenance régulière comme une presse est en revanche judicieuse.

B

I.5. Nacelle motorisée

- Système de levage d'un opérateur, lui permettant d'intervenir à niveau pour toutes les actions de maintenance et de nettoyage.
- Propulsion et mouvement par force électrique.

2. Avantages et contraintes

Equipements	Avantages	Contraintes
Potence	- Simple utilisation - A poste fixe à l'endroit de la charge à lever	- Nécessite un point d'ancrage
Portique	- Accepte des charges supérieures (pas nécessaire dans un centre de tri)	- Peu de souplesse d'utilisation dans le cas d'un centre de tri
Palan-Treuil	- Le seul équipement réellement adapté pour contrôle et nettoyage	- Choisir le modèle une fois le centre de tri construit - A acheter obligatoirement
Pont roulant "simplifié"	- Simple d'utilisation - Présence permanente	- Investissement plus lourd

3. Performances

Equipements	Force
Potence	Dimensionnée pour 200 kg en général, afin de permettre le levage des fûts d'huile
Portique	Peut lever plusieurs tonnes dans des utilisations autres que le centre de tri
Palan-Treuil	A adapter à la plus lourde charge à lever dans le centre (en général, 200 kg)
Pont roulant "simplifié"	Peut atteindre 1 tonne

4. Situation dans le centre de tri

Les équipements de maintenance doivent être installés en poste fixe à proximité des appareillages nécessitant des interventions de nettoyage, maintenance et dépannage (moteurs, moto-réducteurs) dans un souci de sécurité (chute d'objet, organes en mouvement, risques électriques).

Les supports de manutention doivent être contrôlés sur site et certifiés conformes avant la mise en service.

En fonction du type de centre, il sera déterminé un nombre de palans. Ceux-ci, d'un poids inférieur à 25 kg, pourront être déplacés pour chaque intervention. Ce principe sera difficilement applicable à une potence car son poids est en général supérieur à 25 kg. Il sera donc prévu une potence pour chaque moto-réducteur non accessible du sol.

NB : Il existe toutefois une potence transportable en aluminium de fabrication anglaise, dont le poids assemblé est voisin de 20 kg et qui permet le levage d'une charge de 500 kg. Dans ce cas, il est possible de n'en prévoir qu'une seule pour un centre de tri.

	Centre de tri de type 1	Centre de tri de type 2	Centre de tri de type 3	Centre de tri de type 4
Nombre de points d'utilisation potentielle	de 3 à 5	de 8 à 10	de 12 à 15	de 30 à 40



5. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	1 opérateur de maintenance
Entretien	Graissage, réglage des motorisations, remplacement de pièces d'usure

6. Références indicatives de fabricants

DEMAG, DONATTI, TIGER.

7. Niveau de prix

Potence Classique	De 450 à 600 € pour soulever 200 kg
Potence portable en aluminium	1 500 € pour soulever 500 kg
Portique	3 000 € HT
Palan - Treuil	De 150 à 230 € HT pour 1,5 t maxi
Pont roulant "simplifié"	De 5 à 10 k€ HT
Nacelle motorisée	De 15 à 30 k€ HT selon modèle

B

Code fonction : transporter, déplacer.

EQUIPEMENT DE MANUTENTION

Déplacer et soulever des charges lourdes en amont et en aval du tri.

Il est également très efficace pour la régulation des flux.

I. Descriptif technique

I.1. Chargeuse frontale



- Utilisée pour la manipulation de vrac (et de balles).
- Est munie à son extrémité d'une benne chargeuse avec ou sans grappin.
- Peut être utilisée à l'alimentation d'une chaîne de tri, à l'évacuation des refus, au chargement des journaux/magazines en bennes ou encore à pousser les produits en vue du conditionnement.

I.2. Chariot élévateur à mat



- Utilisé pour les manipulations horizontales et verticales de charges lourdes comme les balles.
- Est muni à son extrémité d'une pince (ou éventuellement d'une fourche).
- On l'utilise pour la manipulation des balles depuis la presse jusqu'au stockage puis pour le chargement des camions.
- Peut éventuellement être utilisé à pousser les produits en vue du conditionnement.

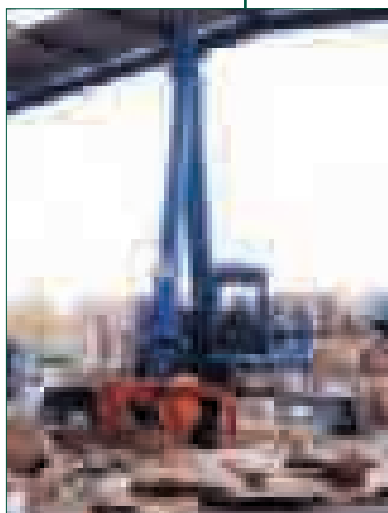
B

I.3. | Chariot élévateur à déport de charge (ou télescopique)



- Utilisé pour les manipulations horizontales et verticales de charges lourdes comme les balles.
- Est muni à son extrémité d'un tablier qui permet d'adapter différents accessoires (pince, fourche, godet, grappin, nacelle élévatrice de personne...)
- Il peut être utilisé pour l'ensemble des besoins d'un centre de tri. Il représente un compromis.
- Grâce à son homologation route il peut être utilisé pour déplacer des bennes, des remorques.

I.4. | Grue



- Utilisée pour les manipulations horizontales de charges volumineuses.
- Peut être fixe ou sur pneus.
- Est plus souvent utilisée pour le DIB que pour la collecte sélective d'emballages ménagers.
- Est en général munie en son extrémité d'un grappin.
- Alimentation électrique de l'ensemble possible.

I.5. | Pont roulant

- Portique se déplaçant sur des chemins de roulement et muni d'un treuil et d'un grappin.
- Permet les manipulations horizontale et verticale de volumes importants.
- De même principe que ceux des Unités d'Incinération des Ordures Ménagères.
- Il peut être utilisé pour l'alimentation de la chaîne de tri dans le cas d'une trémie aérienne.
- Si le bâtiment est conçu en conséquence, il peut également être utilisé pour la manipulation des balles.



2. Avantages et contraintes

Equipements	Avantages	Contraintes
Chargeuse frontale	- Souplesse d'utilisation - Changement possible de la benne par une pince pour préhension des balles	- Pollutions sonore et olfactive dues au moteur thermique - Risque de collision avec opérateurs et/ou machines et bâtiment
Chariot élévateur à mat	- Possibilité d'utiliser une propulsion électrique	- Pollutions sonore et olfactive dans le cas de moteur thermique - Risque de collision avec opérateurs et/ou machines et bâtiment
Chariot élévateur à déport de charge	- Polyvalence - Déport de charge - Adapté aux plus petits sites	- Pollutions sonore et olfactive dans le cas de moteur thermique - Risque de collision avec opérateurs et/ou machines et bâtiment - Changement d'accessoires pour changement d'utilisation
Grue (en utilisation en stockage amont)	- Pas de circulation d'engins dans le hall de réception. Meilleure sécurité si fixe - Meilleure vue de l'opérateur lorsqu'il est situé en cabine en altitude - Pas de pollution grâce à l'utilisation de l'électricité	- Coût d'investissement plus élevé que les solutions avec engins sur roues - Difficile pour l'opérateur d'avoir une autre activité - Ne permet pas forcément d'économiser l'achat de l'engin roulant
Pont roulant (en utilisation en stockage amont)	- Pas de circulation d'engin dans le hall de réception. Meilleure sécurité - Meilleure vue de l'opérateur lorsqu'il est situé en cabine en altitude	- Contrainte de génie civil et d'organisation interne à prévoir dès la conception - Difficile pour l'opérateur d'avoir une autre activité - Ne permet pas forcément d'économiser l'achat de l'engin roulant

3. Performances

→ Chargeuse frontale

Dans le cas d'un site commun avec une autre unité de traitement des déchets, elle peut être utilisée pour le chargement du verre, la manipulation des déchets verts ou des ferrailles dans une UIOM.



→ Grue

- Portée comprise entre 12 et 20 m.
- Support possible :
 - Sur fût fixe.
 - Sur châssis auto-stabilisé.
 - Sur chariot sur rail.
 - Sur portique sur rail.

4. Variantes et accessoires

4.1. Propulsion (pour matériel roulant)

Plusieurs modes de propulsion existent : moteur thermique au fioul ou au gaz, moteur électrique.

● Fioul :

Les moteurs au fioul sont adaptés aux utilisations importantes et aux puissances élevées.

Les nouvelles normes Euro 3 obligent une limitation des émissions sonore et olfactive. Les nouveaux moteurs sont équipés de filtre à particules performant.

● Gaz :

Dans ce cas, le moteur est un moteur essence converti pour une utilisation au gaz en bouteille.

L'utilisation de moteurs au gaz est limitée par la contenance des bouteilles embarquées. Pour un moteur de 50 CV (petit chargeur) une bouteille permet une utilisation pendant 6 h environ.

● Electrique :

Est limité par la capacité des batteries. Existe pour les chariots élévateurs. La capacité d'une batterie est de 7 heures avec une utilisation souple. Possibilité d'avoir une deuxième batterie pour un deuxième poste. Chargement des batteries possible la nuit.

4.2. Ventilation cabine

Les cabines ne sont pas systématiquement comprises en équipement de base. Possibilité d'opter pour différentes options :

- Cabine avec chauffage et filtration simple
- Climatisation avec filtration simple
- Climatisation avec surpression efficace et filtration de l'air entrant dans le cas d'un travail dans un milieu pollué

4.3. Eléments de sécurité (pour matériel roulant)

- Contrôle de la stabilité dans le cas de charge haute.
- Contrôle des surcharges.
- Avertisseur sonore en marche arrière.
- Ceinture de sécurité avec obligation de s'attacher.



4.4. Accessoires

- Pesée embarquée permettant de connaître le poids déposé dans la chaîne de tri (facilitée si caisson d'alimentation en élévation). Pesée par mesure de la pression d'huile au moment du chargement

5. Situation dans le centre de tri

Cette analyse ne représente qu'une première approche donnée à titre indicatif, une étude détaillée du site est indispensable pour un choix définitif.

	Equipements préconisés	Autres choix
Centre de tri de type 1	Chariot élévateur à déport de charges avec changement d'accessoires	Chargeuse frontale ou chariot élévateur à déport de charge pour alimentation de la chaîne + Chariot élévateur à mat pour transport des balles
Centre de tri de type 2	Chargeuse frontale ou chariot élévateur à déport de charge pour alimentation de la chaîne + Chariot élévateur à mat pour transport des balles	Pont roulant circulant sur ensemble du bâtiment (stock amont et aval, manipulation des balles)
Centre de tri de type 3	Pont roulant pour stock amont + Chariot élévateur à mat pour transport des balles (il est considéré dans ce cas que l'ensemble des produits soit stocké en dynamique et ne nécessite par conséquent aucune manipulation pour le conditionnement)	Chargeuse frontale pour alimentation de la chaîne ou chariot élévateur à déport de charge + Chariot élévateur à mat pour transport des balles
Centre de tri de type 4	Pont roulant pour stock amont + Chariot élévateur à mat pour transport des balles + Un appareil polyvalent en appui (chariot élévateur à déport de charge)	Chargeuse frontale pour alimentation de la chaîne + Chariot élévateur à mat pour transport des balles + Un appareil polyvalent en appui (chariot élévateur à déport de charge)



6. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Manuel Le cariste doit être titulaire du "permis de cariste"
Entretien	- Graissage, contrôle des filtres et niveaux, réglage motorisation, maintenance hydraulique... - Contrôle réglementaire tous les 6 mois par organisme agréé (coût voisin de 300 € HT par contrôle) comprenant entre autres le contrôle de l'abaque de charge

- Possibilité d'opter pour un entretien assuré par le concessionnaire garantissant le remplacement de la machine en cas de panne

7. Références indicatives de fabricants

→ Chargeuse frontale

HYUNDAI, KARL SCHAEFF, MANITOU, KOMATSU.

→ Chariot élévateur à mat

FENWICK, MANITOU, TOYOTA.

→ Chariot élévateur télescopique

CATERPILLAR, MANITOU, JCB.

→ Grue

MC LEVAGE, SERAM.

→ Pont roulant

MC LEVAGE.

8. Niveau de prix

→ Plusieurs modes de financement existent

- L'achat ferme.
- L'achat avec contrat d'entretien.
- Le contrat de location avec entretien (full service).

Les avantages de ce type de contrat sont nombreux. L'exploitant a la garantie de toujours posséder un équipement en parfait état, le loueur ayant intérêt à remplacer le matériel tant que celui-ci est en bon état et a en conséquence une valeur vénale intéressante. De par son obligation de pallier une panne par le remplacement de la machine, le concessionnaire a intérêt à assurer un entretien préventif régulier et sérieux.



B. LES SPECIFICATIONS DETAILLEES DES EQUIPEMENTS

Equipement de manutention

A l'occasion de chaque achat, l'exploitant a intérêt à vérifier le coût de cette solution par rapport à un achat classique.

→ Coût pour une solution achat ferme

Equipement	Centre de tri de type 1 (k€ HT)	Centre de tri de type 2 (k€ HT)	Centre de tri de type 3 (k€ HT)	Centre de tri de type 4 (k€ HT)
Chargeuse frontale	-	-	70	100
Chariot élévateur à mats	30	30	33	35
Chariot élévateur télescopique	40	50	70	70
Grue	-	-	170	200
Pont roulant				
• Seul	-	-	30	50
• Y compris incidence génie civil	-	-	60 à 80	80 à 120

B

Code fonction : contrôler.

EQUIPEMENT DE PESAGE

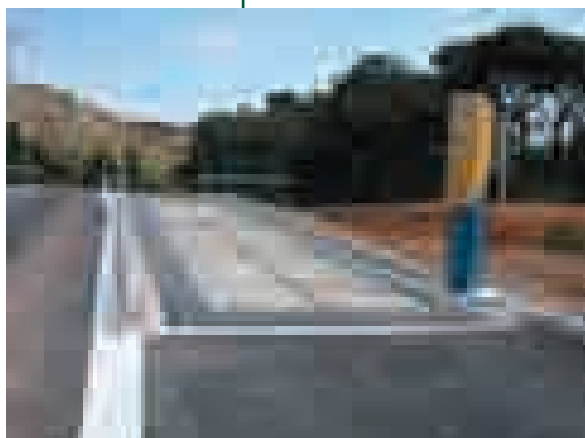
Mesurer et quantifier le flux de matériaux entrant ou sortant du centre de tri ou au cours des différentes opérations du processus de tri.

Il est également très efficace pour la régulation des flux.

I. Descriptif technique

I.1. Pont-bascule

- Charpente reposant sur capteurs et recouverte d'une dalle de béton coulée ou de panneaux amovibles. Les capteurs sont reliés par câbles à un système d'indicateur numérique lui-même couplé à un terminal informatique avec logiciel de gestion de pesage et imprimante pour l'édition des bons de pesée et récapitulatifs.
- La borne de pesage installée à proximité du pont-bascule voir même à hauteur chauffeur avec lecteur de badge, clavier alphanumérique, imprimante et interphone permet une utilisation par le conducteur du véhicule en toute autonomie avec supervision à distance.
- Les ponts-bascules existent en version encastrée (fosse) ou hors sol avec rampes d'accès (conseillé si l'espace du site le permet).



Pont-bascule en fosse.



Pont-bascule hors sol.

I.2. Plate-forme de pesage

- Dans les plates-formes de pesage électronique avec logiciel de gestion de pesée spécifique aux centres de tri. Des bornes à lecteur de badges ou codes barres permettent d'enregistrer de manière autonome les pesées et faire une gestion automatisée du pesage.

- Les plates-formes peuvent s'encastrer dans le sol ou se poser sur le sol.



Plate-forme encastrée.



Plate-forme sur sol.

I.3. Pesée dans le process

Deux grandes solutions existent pour peser les produits à l'intérieur du process :

- Mise en place de capteurs de pesage (de flexion, de traction ou de compression) permettant de mesurer le poids d'éléments découplés de la structure.
- Mise en place de capteurs de pesage sous les tapis convoyeurs (mesure de débit) ou totalisateurs (le bon fonctionnement dépend fortement des caractéristiques du produit).

I.4. Pesée à la manutention

- Pesée embarquée du godet du chargeur.
- Mesure de la pression de l'huile au moment de la levée de la benne. (D'autres techniques existent mais ne sont pas utilisées dans ce type d'activité).

I.5. Pesée pour caractérisation

Utilisation de balance :



2. Avantages et contraintes

Equipements	Avantages	Contraintes
Pont-bascule	- Gestion des flux et des accès - Pesage des entrées et sorties de matière sur le centre - Indispensable à la gestion des chargements	- En version encastrée, nécessite des travaux de gros œuvre - Hors sol : facilité d'entretien
Plate-forme de pesage	- Pesée plus fine - Adapté pour peser les équipements de manutention dans le centre de tri	- Limite de capacité - Fragilité selon implantation
Pesée dans le process	- Bonne connaissance de la production - Bonne fiabilité des données	- Investissement supplémentaire mais se justifiant d'autant plus que la capacité du centre de tri est importante
Pesée à la manutention	- Investissement réduit	- Impossibilité de chargement par poussée - Précision moins fine - Parfois fragile selon les conditions d'utilisation
Pesée pour caractérisation	- Répond parfaitement à la problématique des centres de tri à clients multiples	- Nécessite une bonne organisation de la réception des produits pour effectuer des prélèvements en amont

3. Performances

→ Capacité et dimensions

- Pont-bascule :
50 tonnes.
Dimensions recommandées : 18 m x 3 tout type de véhicules.
- Plate-forme :
De 300 kg à 6 tonnes.
- Pesée dans process :
Selon type de process (pesage sur convoyeur ou trémies d'alimentation).
- Pesée à la manutention :
Consulter les fournisseurs de matériels de manutention.
(Voir fiche "Equipement de manutention").
- Pesée pour caractérisation :
Possibilité d'effectuer les caractérisations telles que définies dans la norme expérimentale XP X30 - 437 (voir page C10).

→ Précision de l'équipement

- Pont-basculé :
20 kg pour 50 tonnes, soit 0,04 %.
- Plate-forme :
De 500 g à 1 kg pour 1 à 6 tonnes, soit 0,05 %.
- Pesée dans process :
Selon volume et taille des récepteurs.
- Pesée à la manutention :
+ ou - 2 à 3 % pour les systèmes décrits. Perte de précision en fonction de la température de l'huile (été vs hiver).
- Pesée pour caractérisation :
50 g à 100 g selon taille du récepteur.

4. Variantes et accessoires

- Pont-basculé :
Bornes de pesage automatique, contrôle d'accès avec feux et/ou barrières, logiciels de gestion évolutifs...
- Plate-forme :
Imprimante, micro-ordinateurs avec logiciel de gestion...
- Pesée dans process :
Gestion de débit horaire, appel produit...
- Pesée à la manutention :
Enregistrement, liaison radio...
- Pesée pour caractérisation :
Une balance par matériau avec traitement de l'information directement par système informatique...

5. Situation dans le centre de tri

- Pont-basculé :
A l'extérieur, sur le passage des camions de collecte et d'expédition, mais ne doit pas gêner les opérations de chargement et déchargement.
- Plate-forme de pesage :
A l'intérieur du centre de tri, à proximité des zones de stockage et conditionnement (attention aux charges accidentelles qui seraient dues à un passage d'engins entraînant une détérioration rapide).
- Pesée dans process :
Aux différents stockages intermédiaires de produits comme la trémie amont, les goulottes de jetée, le stockage dynamique des produits, un tapis d'alimentation pouvant avoir un fonctionnement discontinu, le tapis de réception des balles après presse...



Equipement de pesage

- Pesée à la manutention :
Sur les équipements de manutention roulants.
- Pesée pour caractérisation :
Dans le hall de caractérisation à proximité du stockage amont, aux postes de tri.

6. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Automatique
Entretien périodique	- Entretien nettoyage régulier - Contrôle des capteurs, maintenance informatique et électronique (télémaintenance possible avec modem), vérifications par organismes agréés dans le cadre des usages réglementés

7. Références indicatives de fabricants

MASTER K, PRECIA, SOEHNE.

8. Niveau de prix

Pont-bascule	Entre 20 et 25 k€ HT pour équipement seul en fonction de l'instrumentation Entre 35 et 40 k€ HT y compris génie civil
Plate-forme de pesage	De 2 à 10 k€ HT selon capacité et charge admissible
Pesée dans process	De 3 à 10 k€ HT selon environnement et capacité nominale
Pesée à la manutention	De 2,5 à 3 k€ HT
Pesée pour caractérisation	Très variable selon performance et capacité de gestion



Code fonction : épuration, préparation du tri.

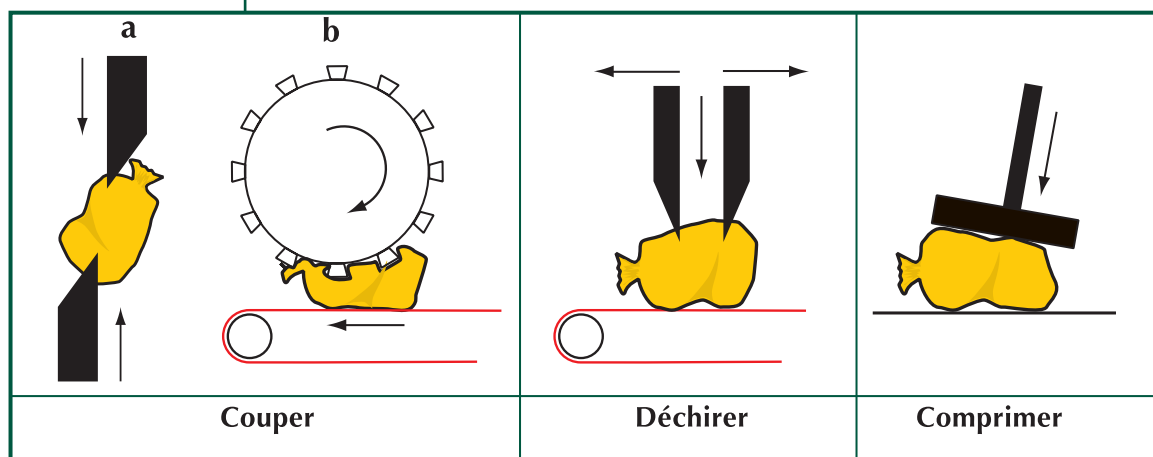
OUVRE-SACS

Ouvrir les sacs de collecte sélective afin de vider leur contenu sans détruire le contenant.

Il est également très efficace pour la régulation des flux.

I. Les principes

Il existe trois techniques mécaniques pour ouvrir les sacs :

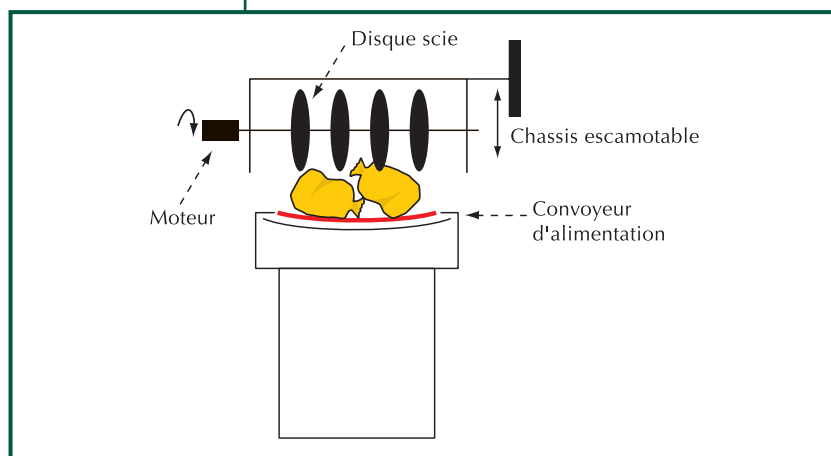


Une autre solution par thermofusion existe également, qui consiste à faire fondre le sac.

2. Descriptif technique

2.1. Fonctionnement sur le principe "couper"

→ ouvre-sacs à couteaux à ouverture simple



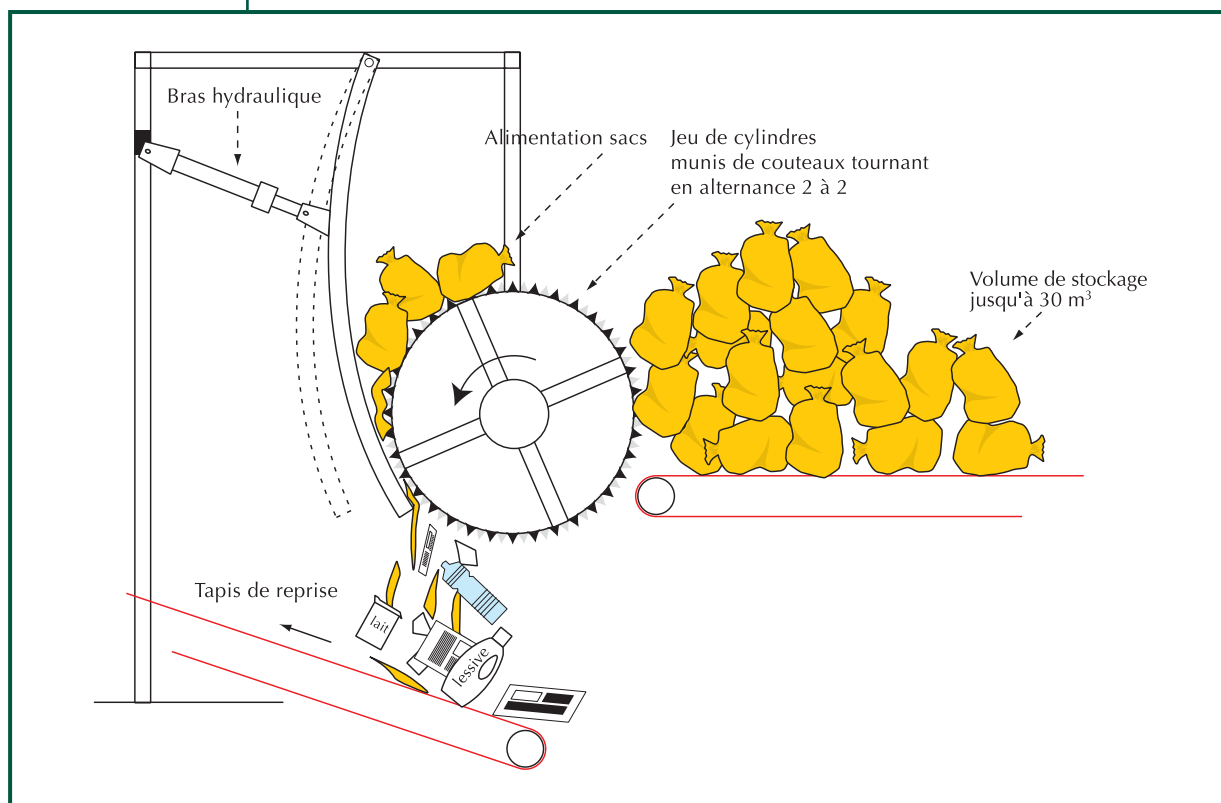
- Comparable au principe d'une scie à disque : une série de couteaux circulaires en parallèle découpe la surface supérieure des sacs.
- Préalablement, le flux est réglé à l'aide d'un système de cellule photoélectrique de façon à présenter les sacs en mono couches sous les couteaux.
- La hauteur des couteaux est ajustable.

→ Ouverture et séparation sac + contenant

Pas d'expérience concluante à ce jour.

2.2. Fonctionnement sur le principe "déchirer"

→ Principe utilisé par la marque "BRT"

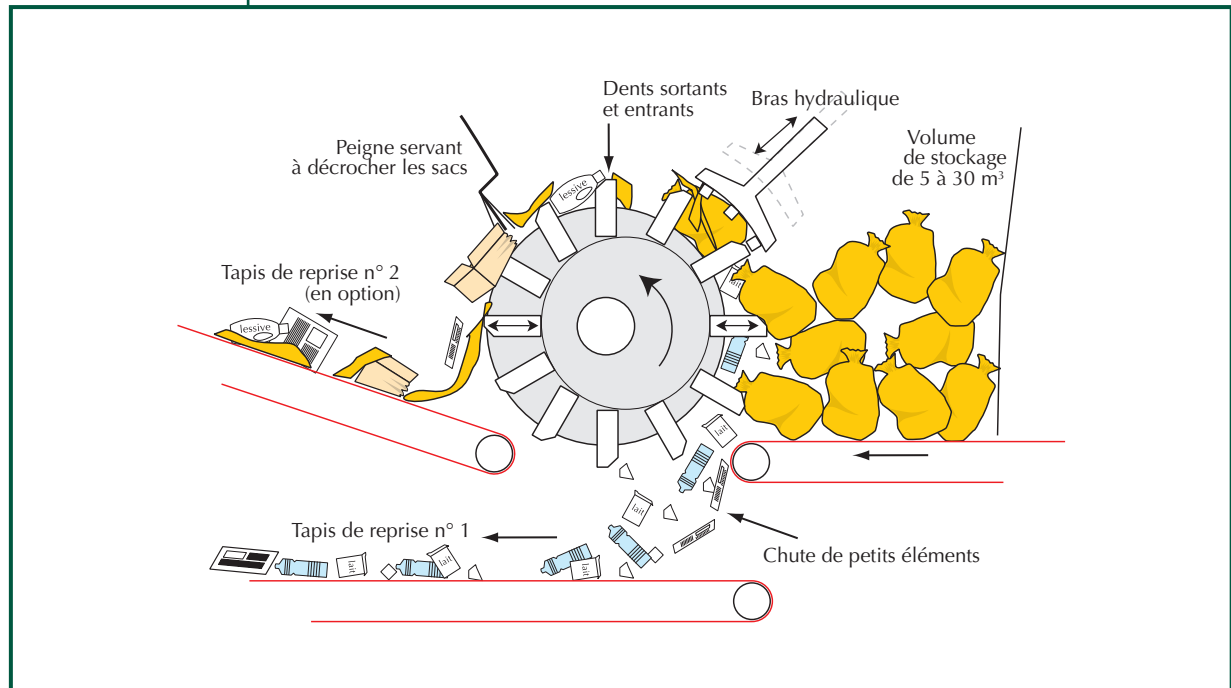


- Constitué de plusieurs anneaux coaxiaux. Sur ces anneaux sont positionnés les couteaux de déchirage.
- Cycle de travail : un anneau sur deux tourne de 180° ; sur le cycle suivant, l'autre série d'anneaux tourne, les couteaux déchirent ainsi les sacs.
- En cas de résistance importante sur les anneaux au moment de la rotation, le bras hydraulique s'ouvre et laisse passer les produits, dont l'objet indésirable.

Ouvre-sacs

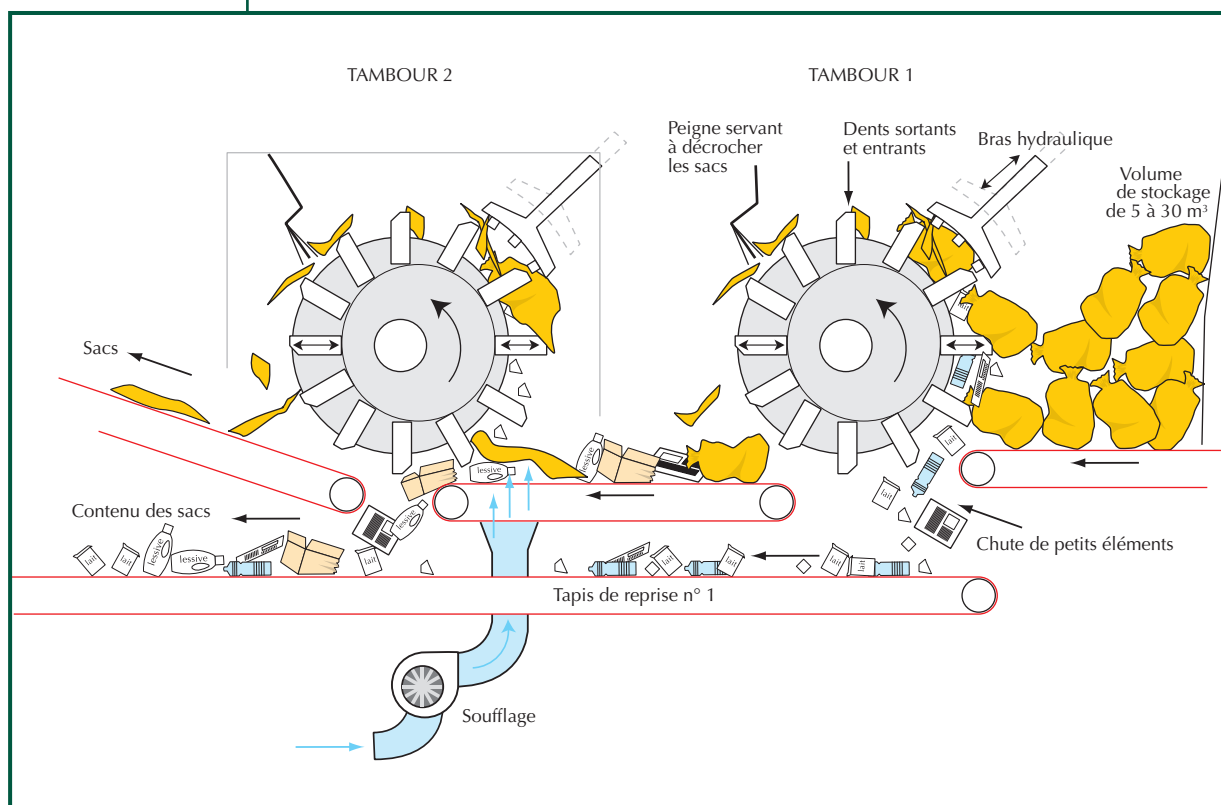
→ Principe utilisé par la marque “MATTHIESSEN”

● Modèle avec un tambour



- Le tambour est équipé de dents qui sortent et se rétractent sous l'action d'une came située à l'intérieur de celui-ci.
- Les sacs sont entraînés en rotation par les dents.
- Les sacs sont ensuite accrochés par les dents situées sur le bras hydraulique.
- Les sacs sont alors ouverts et vidés, les produits de petites dimensions tombent de ce côté du cylindre, tandis que les sacs et produits de grosses dimensions sont entraînés de l'autre côté.
- Les dents se rétractent et laissent tomber les sacs avec l'aide du peigne.
- Les produits sont récupérés sur un ou deux tapis. Dans ce deuxième cas de figure, la séparation est plutôt granulométrique, les sacs se retrouvant dans la fraction des gros éléments.
- Un contrôle de rotation du tambour permet d'arrêter la machine suite à trois tentatives de rotation bloquées par la présence d'un produit non désirable.

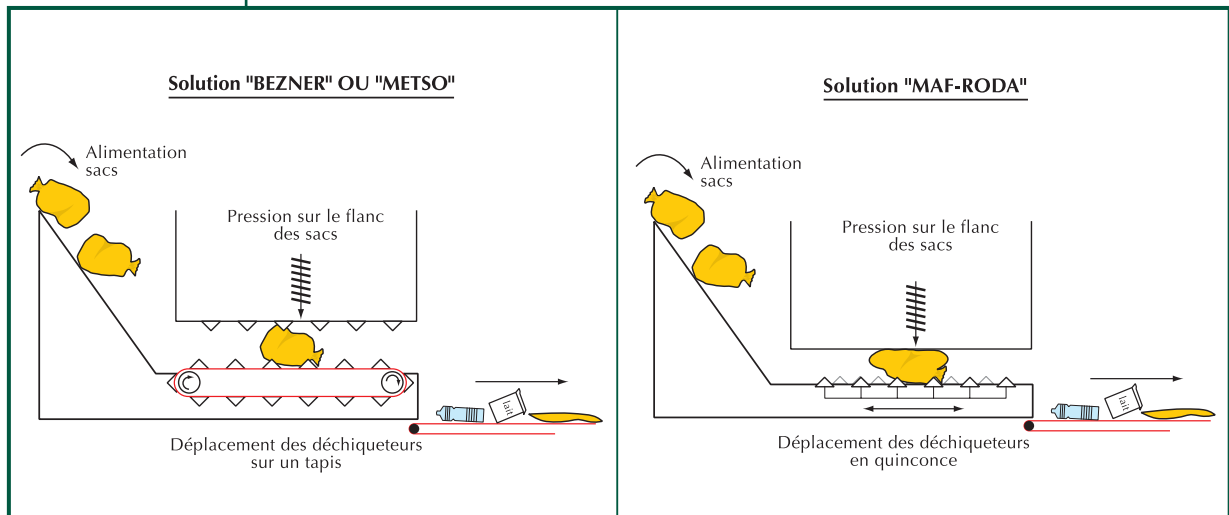
● Modèle avec deux tambours



- La première partie est identique au modèle à un seul tambour.
- La fraction des produits qui fait le tour du premier tambour (sacs vidés, sacs non ouverts, produits de grosse taille) se retrouve sur le tapis d'alimentation du deuxième tambour.
- Le deuxième tambour, identique au premier, est également équipé de dents qui sortent et se rétractent sous l'action d'une came située à l'intérieur de celui-ci.
- Juste en amont de ce deuxième tambour, une buse de soufflage à jet vertical ascendant, projette les films plastiques (principalement les sacs vides) contre le tambour.
- Les sacs non ouverts par le premier tambour sont entraînés en rotation par les dents.
- Ces sacs sont ensuite accrochés par les dents situées sur le bras hydraulique.
- Ils sont alors ouverts et vidés, les produits contenus à l'intérieur tombent de ce côté du cylindre, tandis que les sacs sont entraînés de l'autre côté.
- Les dents se rétractent et laissent tomber les sacs (ouverts par ce deuxième tambour ou prématurément ouverts à l'occasion du passage au niveau du premier tambour) et ce avec l'aide du peigne.
- Les produits sont récupérés sur deux tapis. Le premier tapis placé sous la totalité de l'ouvre-sacs récupère les produits contenus dans les sacs. Le deuxième tapis, situé en aval de la machine, récupère les sacs ainsi que les grands films plastiques.
- Un contrôle de rotation sur chaque tambour permet d'arrêter la machine suite à trois tentatives de rotation bloquées par la présence d'un produit non désirable.

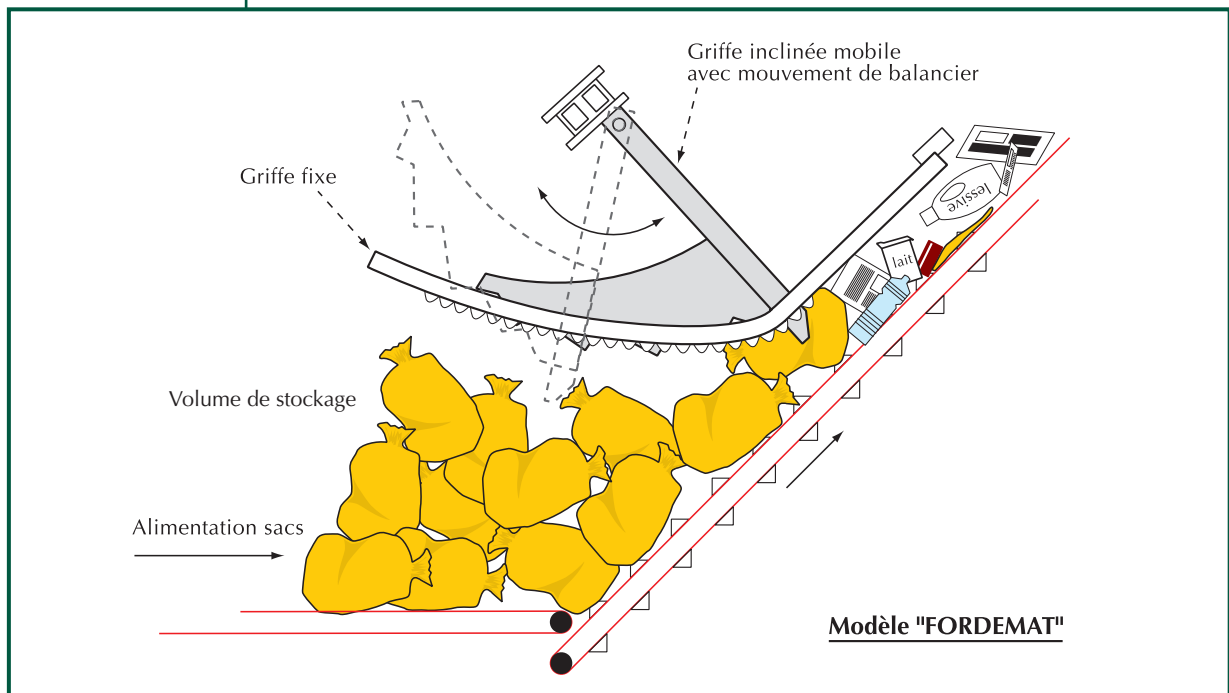
Ouvre-sacs

→ Principe utilisé par les marques "BEZNER" et "METSO" ou "MAF-RODA"



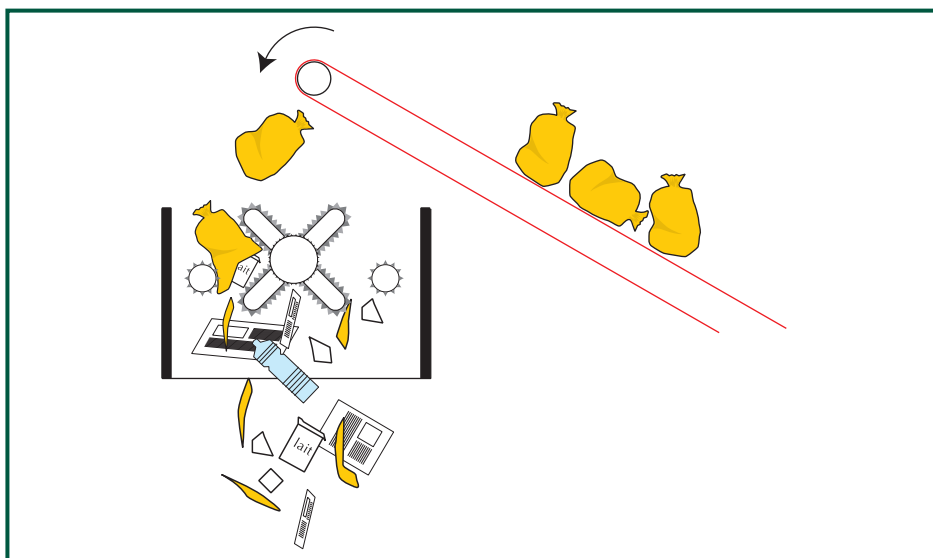
- La différence de déplacement des différents déchiqueteurs entraîne l'ouverture des sacs.
- La régulation du débit d'entrée est assurée par cellule photoélectrique.
- Prévoir la récupération des fines sous l'ouvre-sacs.

→ Principe utilisé par la marque "GASSNER"



- La différence de déplacement entre le mouvement de balancier effectué par la griffe mobile et les déchiqueteurs fixes déchire les sacs.

→ Principe type “broyeur”



- Le fond de la trémie est constitué de plusieurs rotors (2 ou 3 suivant les fabricants).
- L'extracteur fait tomber les sacs sur cet ensemble de rotors.
- Les sacs sont accrochés par un rotor et déchirés par le (ou les) autres.
- Les sacs sont alors ouverts et vidés, l'ensemble tombe sous l'ouvre-sacs.
- Des systèmes de surcharge et d'antiblocage peuvent exister suivant les fabricants.

2.3. Ouvre-sacs à thermofusion

- Des éléments chauffants suspendus au-dessus du convoyeur déchirent le plastique par contact.

2.4. Ouvre-sacs intégré

- L'ouvre-sacs est intégré au trommel par mise en place de couteaux à l'intérieur de celui-ci.

2.5. Vis sans fin

- Une vis sans fin située en fond de la trémie d'alimentation entraîne les sacs tout en les comprimant permettant leur ouverture.

3. Avantages et contraintes

→ Communs à l'ensemble des modèles

Acceptent mal la présence de gros cartons. Une analyse comparative sera effectuée et une garantie de performance sera demandée au fournisseur. La limite de tolérance est très variable en fonction du modèle.



B. LES SPECIFICATIONS DETAILLEES DES EQUIPEMENTS

Ouvre-sacs

→ Analyse par modèle

Equipements	Avantages	Contraintes
Ouvre-sacs à couteaux, à ouverture simple	- S'installe, a posteriori, sur le convoyeur d'alimentation - Parmi les moins chers - Se retire facilement pour laisser passer un flux sans sac	- Efficacité satisfaisante si les couteaux restent aiguisés. - Nécessité de nettoyage des couteaux toutes les 4 heures (environ 15 minutes d'intervention) - Trommel en aval pour vider les sacs
Ouvre-sacs de type "BRT"	- Tolérant aux indésirables sauf éventuellement au fil qui aurait tendance à s'enrouler autour du tambour - Bonne fiabilité - Bon débit - Bonne efficacité d'ouverture des sacs	- Nécessite de la place sur le côté pour s'escamoter - Entretien important (hydraulique) - Encombrement important
Ouvre-sacs de type "Matthiesen"	- Tolérant aux indésirables sauf au fil qui aurait tendance à d'enrouler autour du tambour - Sépare les sacs du reste du flux (modèles à 2 tambours) - Bonne fiabilité - Bon débit - Bonne efficacité d'ouverture des sacs	- Nécessite un nettoyage des tambours régulier (toutes les 4 heures environ) - Entretien nécessaire - Encombrement important - Pas d'expérience en France à ce jour sur de la collecte sélective
Ouvre-sacs de type "Bezner" et "Metso" ou "Maf-Roda"	- Bonne fiabilité	- Difficile à escamoter - Gestion des indésirables difficile (intervention manuelle pour l'enlèvement) - Mauvaise régulation du débit
Ouvre-sacs de type "Gassner"	- Résistant aux indésirables - Bonne efficacité d'ouverture des sacs	- Nécessite une intervention manuelle pour ôter les objets indésirables qui se bloquent - Encombrement important
Ouvre-sacs de type "broyeur"	- Bonne fiabilité	- Est proposé souvent fixe
Ouvre-sacs à thermofusion		- Pas utilisé pour les sacs de collecte sélective car risque trop élevé d'incendie
Ouvre-sacs intégré à un trommel	- Très économique	- Très peu efficace pour des sacs de de collecte sélective, car le faible poids de ceux-ci ne permet pas une pression suffisante sur les sacs pour provoquer le déchirement
Vis sans fin	- Investissement modéré	- Peu d'expériences, surtout anciennes - Débit limité

B



4. Performances

→ Hypothèses de calcul

	Volume moyen des sacs l	Masse volumique kg/m ³	Poids unitaire d'un sac kg
Emballages légers	40	40	1,6
Recyclables hors verre	40	80	3,2

→ Capacité des ouvre-sacs

(Les informations ci-après sont celles communiquées par les constructeurs).

Type d'ouvre-sacs	Nb de sacs ouverts sacs/h	Poids traité	
		Cas emballages légers t/h	Cas recyclables hors verre t/h
Ouvre-sacs à couteaux et ouverture simple	1 000 à 1 500	1,6 à 2,4	3,2 à 4,8
Ouvre-sacs type "BRT"	3 500	5,6	11,2
Ouvre-sacs type "Matthiessen"	3 500	5,6	11,2
Ouvre-sacs type "Bezner" ou "Maf-Roda"	2 000 à 2 500	3,2 à 4	6,4 à 8
Ouvre-sacs type "Gassner"	3 500	5,6	11,2
Ouvre-sacs type "broyeur"	3 500	5,6	11,2



B. LES SPECIFICATIONS DETAILLEES DES EQUIPEMENTS

Ouvre-sacs

→ Analyse comparative qualitative

Dans ce tableau, il est analysé uniquement les ouvre-sacs que l'on rencontre régulièrement dans les centres de tri de collecte sélective.

Ouvre-sacs	Efficacité d'ouverture des sacs	Capacité à réguler le flux	Capacité ou facilité de s'escamoter	Réaction vis-à-vis des gros cartons	Réaction vis-à-vis des gros indésirables	Capacité à vider les sacs	Entretien nettoyage	Capacité à séparer les sacs
à couteaux	2	1	5	1	1	1	2	-
"BRT"	5	4	4	3	4	4	4	-
"Matthiessen" à 1 tambour	5	4	2	3	3	4	3	4
"Matthiessen" à 2 tamb.	5	4	2	3	3	4	3	-
"Bezner" et "Metso" ou "Mafroda"	3	2	5	2	2	2	3	-
"Gassner"	5	4	1	2	3	4	3	-
"broyeur"	5	4	4	2	3	3	4	-

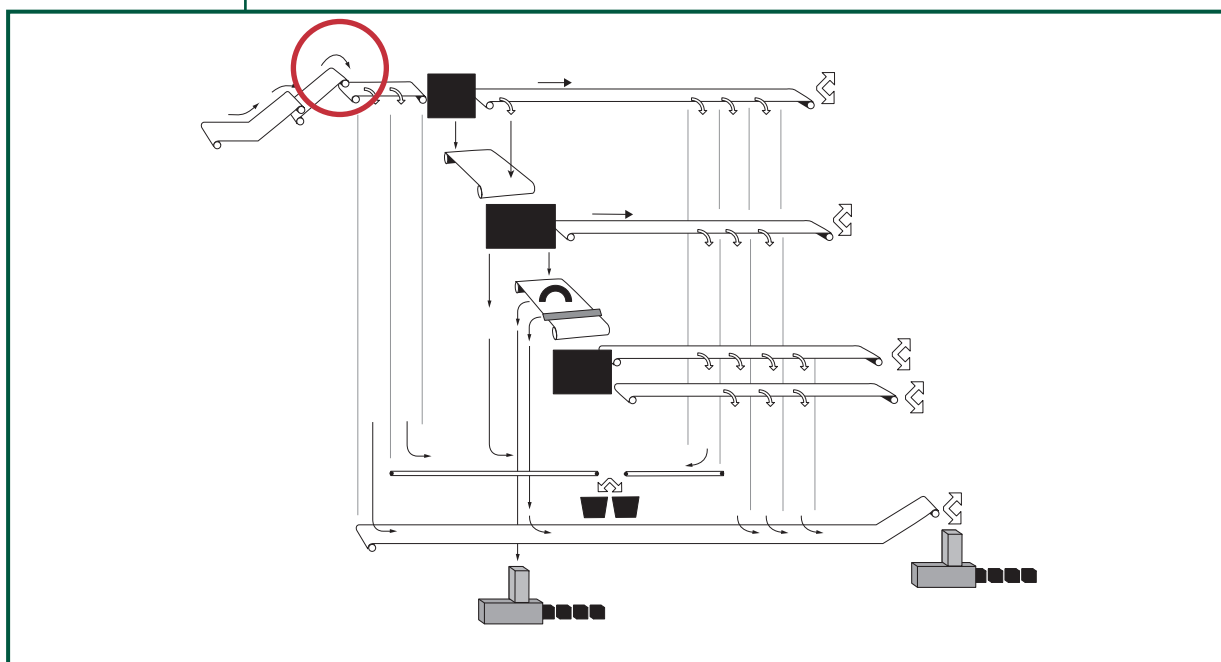
Légende :

1 : très mauvais 2 : mauvais 3 : moyen 4 : bon 5 : excellent

B

5. Situation dans le centre de tri

L'ouvre-sacs est installé en tête d'une chaîne de tri après l'alimentateur ou sur celui-ci.



A RETENIR

L'installation idéale de l'ouvre-sacs est entre deux cabines de prétri.

La première permet de retirer les gros éléments (indésirables et cartons) ainsi que les sacs OM. La deuxième permet de retirer les sacs vides et premiers indésirables.

→ Il est mis en place avant la cabine de prétri si un premier tri est effectué au préalable.

→ Dans le cas contraire, il serait préférable de l'installer après la cabine de prétri qui enlèvera principalement les sacs opaques (principalement OM) pour éviter la dispersion des OM dans la suite de la chaîne.

6. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Automatique ou semi-automatique
Entretien	Graissage, réglage des motorisations



7. Références indicatives de fabricants

→ A couteaux

NEOS.

→ Fonctionnement de type "déchirer"

- BRT, MATTHIESSEN.

- BEZNER, METSO, MAF-RODA.

- GASSNER.

→ Type "Broyeur"

KIC, JOVISA, MAC PRESSE, VAUCHE.

8. Niveau de prix

Type d'ouvre-sacs	Coût de la fonction complète installée k€ HT
A couteaux à ouverture simple	80
Ouvre-sacs type "BRT"	De 140 à 150 (dont 110 de machine)
Ouvre-sacs type "Matthiessen" à 1 tambour à 2 tambours	De 120 à 130 De 230 à 250
Ouvre-sacs type "Bezner" et "Metso" ou "Maf-Roda"	De 90 à 100
Ouvre-sacs type "Gassner"	De 140 à 150
Ouvre-sacs type "broyeur"	De 140 à 150

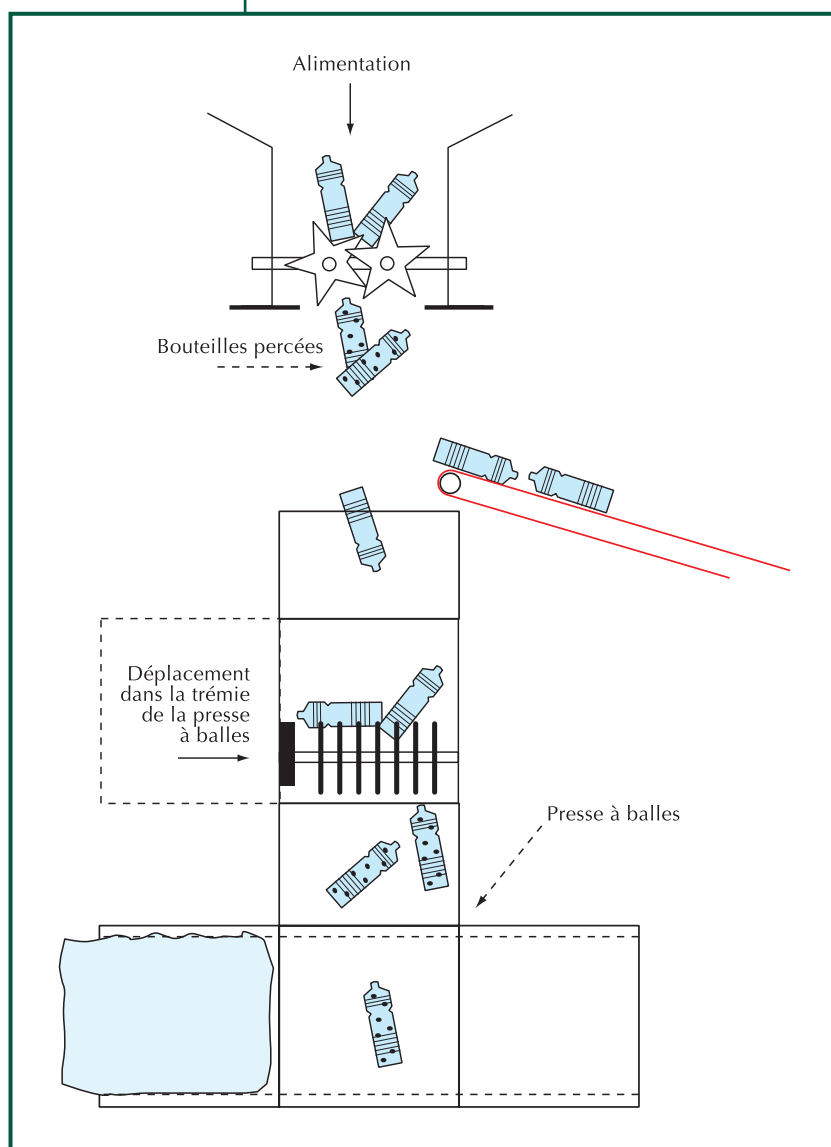
Code fonction : conditionner.

PERFORATEUR DE BOUTEILLES

Perforer les bouteilles plastiques afin de faciliter l'évacuation de l'air contenu à l'intérieur au moment de la mise en balle.

- Cela permet une meilleure tenue des balles PET et PEhd et limite les risques d'éclatement des balles à la manutention.
- Cela permet également d'augmenter la densité des balles plastique afin d'optimiser les transports.

I. Descriptif technique



- L'ossature est composée d'un châssis autoporteur mécano-soudé permettant de monter le perforateur à différents niveaux de la structure.
- L'alimentation se fait par une trémie d'entrée.
- Deux tambours en rotation munis d'étoiles ou de pointes d'acier perforent les bouteilles. Les tambours sont montés sur palier et possèdent un écartement réglable maintenu par ressort (sécurité en cas de passage de produits indésirables).

2. Avantages et contraintes

Afin de répondre strictement aux standards de matériaux, l'utilisation d'un perforateur n'est pas indispensable même pour la PET. Toutefois, le percement efficace des bouteilles en augmentant la densité des balles de bouteilles offre des avantages suivants :

- Potentiellement un meilleur remplissage des camions à destination des repreneurs. Au regard de l'intéressement potentiel proposé par Valorplast à l'optimisation des transports, le surinvestissement peut se rentabiliser. Le calcul d'amortissement doit être effectué avant décision d'achat.
- Diminution des risques d'éclatement des balles par rupture des liens. Sécurité accrue pour les visiteurs de centres de tri et pour les caristes.

Equipements	Avantages	Contraintes
Au niveau de la presse : perforateur à étoiles ou à pointes	- Perforation efficace - Robuste et fiable	- Investissement plus important - A bien positionner dans le CDT pour répondre aux nouvelles PTM plastiques
Au niveau de la goulotte : perforateur à pointes	- Economique - Possible d'en prévoir 2 pour répondre aux exigences des nouvelles PTM plastiques	- Petite perforation rendant moins efficace l'évacuation de l'air au moment de la mise en balle

3. Performances

Equipements	Cadence de percement bouteilles/heure
Perforateur au niveau presse	de 40 000 à 100 000
Perforateur au niveau goulotte	6 000

4. Situation dans le centre de tri

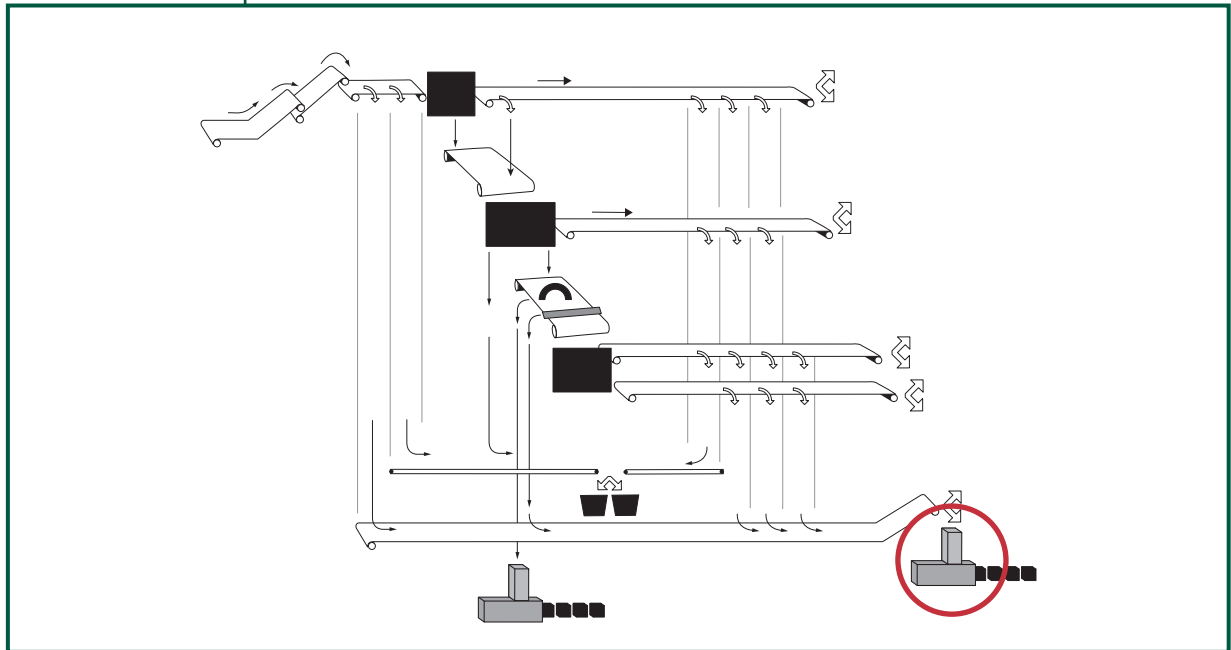
Le perforateur est situé :

- Soit avant la presse à balles. Dans ce cas, il sera escamotable automatiquement et sera mis en place uniquement pour le conditionnement des plastiques concernés. Cette technique plus coûteuse a l'avantage de se prémunir de toutes évolutions futures au niveau du conditionnement.
- Soit plus en amont dans le process, comme par exemple après une table de tri, un convoyeur ou encore sous une goulotte de tri. Cette solution plus économique a l'inconvénient de bien moins répondre aux potentielles évolutions futures au niveau du conditionnement.

Cette solution n'est plus préconisée aujourd'hui.



Perforateur de bouteilles



B

5. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Automatique ou semi-automatique
Entretien	- Graissage, réglage des paliers et des réducteurs - Remplacement des pointes aciers et réglettes

6. Références indicatives de fabricants

ACSM, BOLLEGRAAF, BRETAGNE HYDRAULIQUE, BRT, COMDEC, METSO, PRECIA, PRESSOR.

7. Niveau de prix

Perforateur à pointes en goulotte	3 k€ HT la machine, entre 4 et 5 k€ HT installée	
Perforateur installé sur alimentation de la presse	Centre de tri de type 1	8 k€ HT la machine, de 15 à 17 k€ HT installée
	Centre de tri de type 2	9 k€ HT la machine, de 17 à 19 k€ HT installée
	Centre de tri de type 3	12 k€ HT la machine, de 21 à 23 k€ HT installée
	Centre de tri de type 4	15 k€ HT la machine, de 25 à 30 k€ HT installée



Code fonction : conditionner.

PRESSE A BALLES

Comprimer et mettre en balles les produits recyclables selon les PTM d'Eco-Emballages.

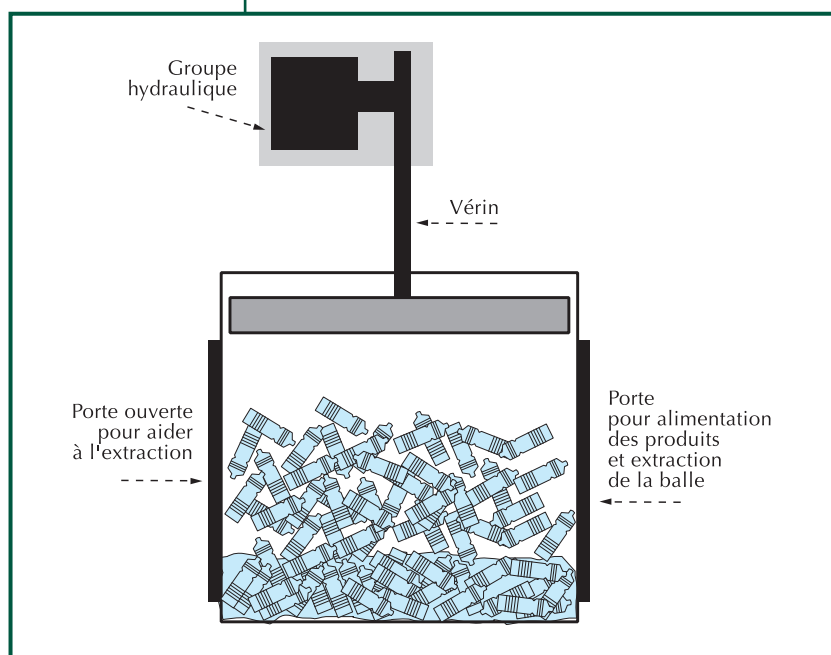
Permet l'optimisation des coûts de transport.

I. Descriptif technique

Il existe plusieurs technologies de presse à balles selon le type de la poussée de compression exercée par les vérins :

- Presse à balles verticale : les vérins sont debout, et exercent une pression verticale sur les matériaux.
- Presse à balles horizontale : les vérins sont couchés et exercent une pression horizontale sur les matériaux.

I.1. Presse à balles verticale

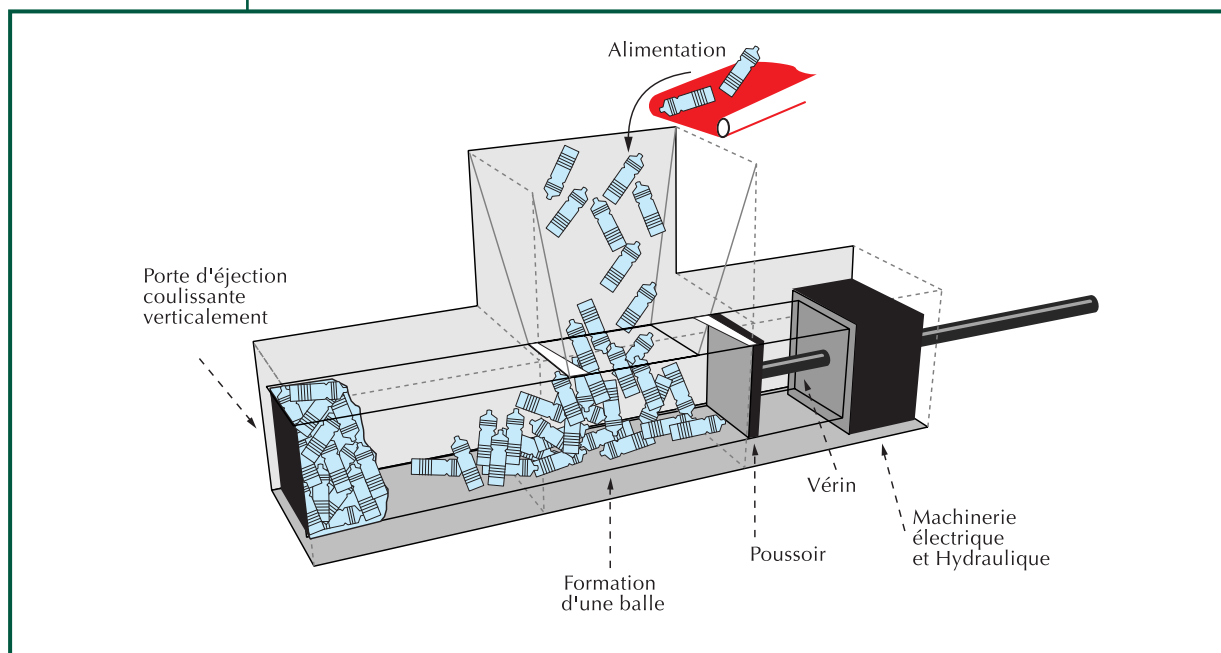


- Le fonctionnement de ce type de machine ne peut être que manuel.
- L'avantage est la faible emprise au sol (inférieure à 1 m^2).
- Ce matériel est très adapté pour des supérettes, afin de réduire le volume des cartons sans contrainte de PTM ultérieurement.
- Ne convient pas pour des centres de tri d'emballages ménagers.

B

I.2. Presse à balles horizontale

→ Presse à porte

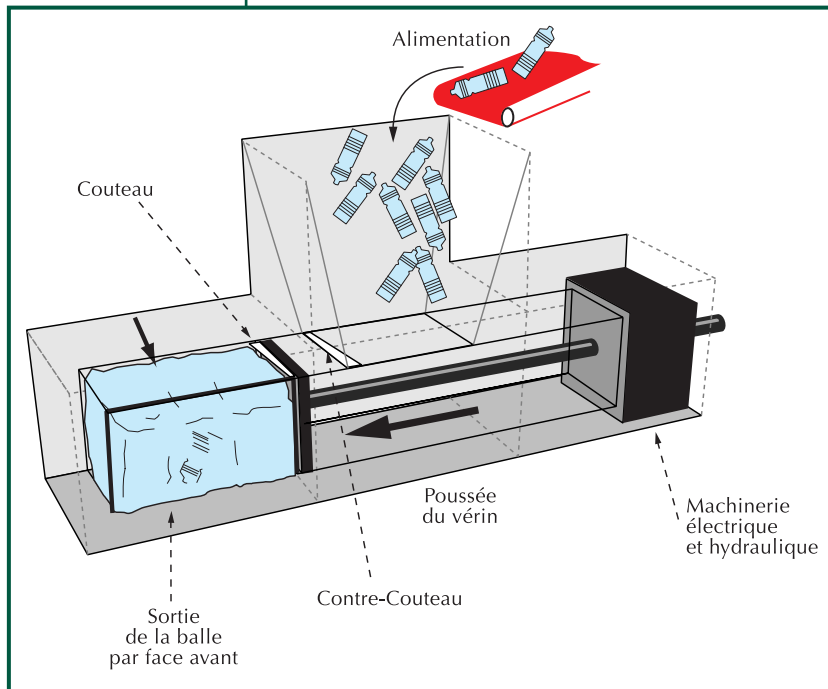


- Les produits sont déversés dans la goulotte de la presse.
- Les produits sont poussés et comprimés dans une chambre fermée par une porte.
- La porte actionnée par un vérin hydraulique permet l'éjection des balles dans le sens de la poussée du vérin.
- Le ligaturage se fait manuellement.



Presse à balles

→ Presse à coffre

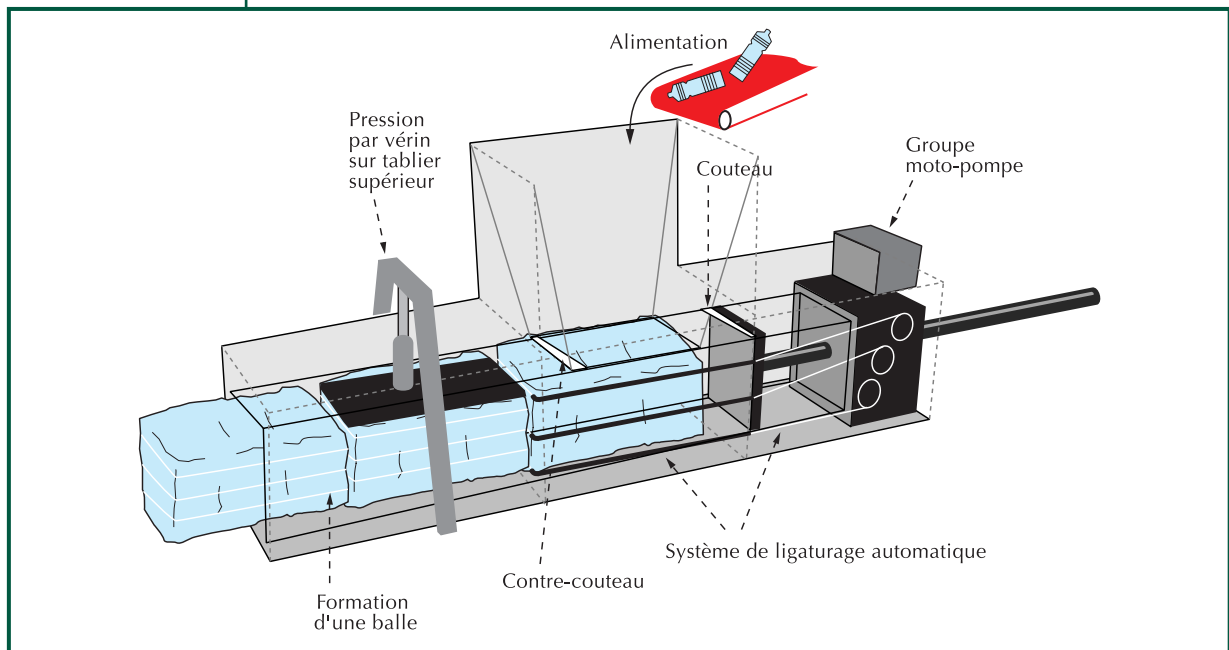


- Même principe de fonctionnement que la presse à porte, mais avec une cinématique plus complexe assurant une sortie de la balle perpendiculairement à la poussée du vérin.

- Possibilité d'automatisation du fonctionnement ainsi que du ligaturage.

B

→ Presse à canal avec piston équipé de couteaux

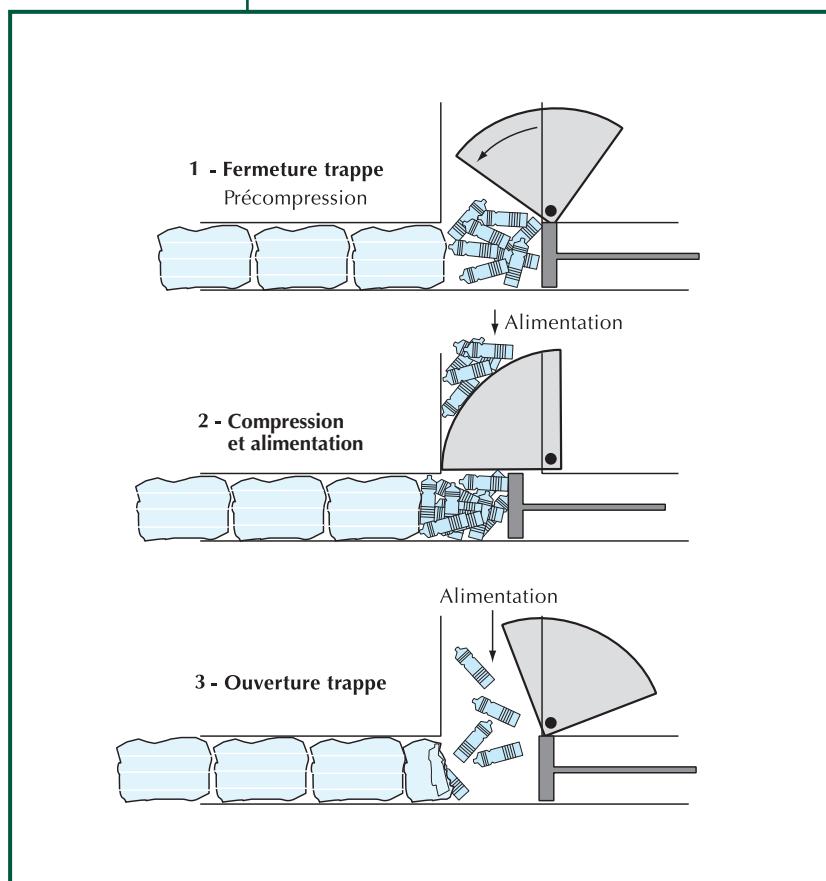


- Les produits sont déversés dans la goulotte de la presse.

- Une cellule photo électrique détecte la présence des produits dans la goulotte et commande la mise en service du poussoir de compression, qui exécute un aller-retour.

- Les produits sont poussés et comprimés dans le canal de la presse et maintenus par les tabliers du canal, articulés et commandés par un vérin hydraulique. Le cycle se reproduit autant de fois que nécessaire jusqu'à obtention de la taille de balle programmée.
- Les produits situés en partie dans le volume de la chambre et en partie dans le volume de la trémie, sont coupés par l'action des couteaux montés sur le piston et des contre couteaux montés sur le châssis.
- La balle est cerclée de fil d'acier à l'aide d'un passe fils et un torsadeur, relié à des dévidoirs de fils de fer fixés sur les parois ou à l'avant et à l'arrière de la presse. Le nombre et le type de ligatures sont variables suivant le modèle de la presse.
- La longueur de la balle est variable et peut être réglée automatiquement ou manuellement.
- La contre-pression est assurée par les balles situées dans le canal.

→ Presse à canal à précompression



- Phase n°1 : la trappe se ferme et réduit le volume de produit au volume déplacé par le piston.
- Phase n°2 : le vérin hydraulique déplace le piston et comprime les matériaux dans la chambre. Simultanément, l'alimentation de la presse est assurée jusqu'à un niveau contrôlé par une cellule photoélectrique.
- Phase n°3 : le piston revient en position repos, simultanément, la trappe s'ouvre, l'alimentation de la presse peut de nouveau être assurée.

2. Avantages et contraintes

Equipements	Avantages	Contraintes
Presse à balle verticale	- Faible encombrement - Parfaitement adapté pour une supérette	- Fonctionnement uniquement manuel - Faible puissance - Ne convient pas pour un centre de tri d'emballages ménagers
Presse à porte	- Grande plage de puissance sur le marché	- Fonctionnement uniquement manuel - Contrainte d'exploitation dispendieuse en personnel
Presse à coffre	- Possibilité d'automatisation - Possibilité de forte puissance - Très utilisée pour les OM	- Longueur de balles uniforme - Cinématique compliquée entraînant une maintenance importante - Deux fois plus chère qu'une presse à canal à performances équivalentes - Peu d'intérêt dans le cas de la CS
Presse à canal avec piston équipé de couteaux	- Longueur de balles variable à la demande - Niveau d'automatisation à la demande	- Maintenance sécurisée nécessaire - Effort important au moment de la poussée du piston pour sectionner les produits
Presse à canal à précompression	- Longueur de balles variable à la demande - Niveau d'automatisation à la demande - Niveau sonore contenu du fait d'une poussée continue - Pression hydraulique plus faible à performance équivalente à une presse à couteaux (économie d'énergie)	- Coût supérieur à une presse à couteaux à performance équivalente - Maintenance sérieuse nécessaire

3. Performances

Les bons critères de choix pour retenir une presse sont :

- La pression spécifique maximale exprimée en général en kg/cm^2 , qui détermine la densité des balles produites.
- Le débit hydraulique exprimé en litre/minute. Cette dimension étant rarement précisée, on peut se reporter à deux autres caractéristiques pour déterminer le nombre de balles fabriquées à l'heure :
 - Le nombre d'allers/retours du piston à la minute en charge.
 - Le volume engendré en charge.

● Attention, la grandeur habituellement mise en avant est un chiffre en tonnes (50, 70, 110 tonnes) et représente une "poussée". Cette caractéristique n'est pas suffisante car, en fonction de la section de la balle, la pression sur le produit, et donc la densité des balles, est variable. De plus, en fonction du débit hydraulique, le temps de fabrication d'une balle est également variable.

● Capacité du ligaturage à résister à la pression interne des balles.

● La densité moyenne est calculée sur la base des proportions d'une collecte entièrement en PàP.

● Le nombre d'heures de fonctionnement est obtenu de la façon suivante :

- Sur un poste de 7 h., en moyenne, la presse fonctionne 5 h.

- Sur ces 5 heures de fonctionnement, il est raisonnable de considérer que pendant 70 % du temps, elle conditionne effectivement du produit.

Le reste du temps est à considérer comme du temps perdu au changement de matériau, du temps de réglage et également une marge de sécurité.

On obtient donc 1 500 h. de conditionnement effectif par an pour un tri sur 3 000 heures.

● Choix en fonction du type de centre de tri.

- Les sections minimales préconisées sont de 700 x 700. Pour minimiser la manipulation il est intéressant de fabriquer des balles plus grosses.

- Par contre, le choix entre une hauteur de 800 et 750 est fonction du type de transport ultérieur.

Il est choisi 750 si les balles sont transportées par conteneurs. La hauteur de ces derniers ne permet pas de mettre trois niveaux de balles de 800 mm, mais accepte 3 niveaux de balles de 750 mm. La remarque est également valable pour certains transports routiers.

- De façon générale, il est toujours intéressant de charger les camions des transporteurs au plus prêt de la charge utile maximale. Certains repreneurs, dont Valorplast proposent un intéressement au centre de tri qui optimise la charge de chaque chargement. Pour aboutir à ce résultat, le meilleur compromis doit être cherché entre densité et taille des balles par rapport aux dimensions des camions utilisés.

4. Variantes et accessoires

● La presse est un équipement dangereux. La mise en place d'équipement de sécurité est indispensable et est préconisée dans la brochure INRS - ED 914. Il existe différentes solutions à ce jour :

- Privilégier l'alimentation automatique du tapis menant à la presse.

- Interdire l'accès direct au tapis d'alimentation de la presse.

- Câble de sécurité au-dessus du tapis d'alimentation de la presse permettant à un homme tombé sur le tapis de couper l'alimentation de la machine.

- Détecteur magnétique (du type des contrôles antivols dans les supermarchés) avec récepteur sur chaque personne située dans le centre, coupant l'alimentation de la presse en cas de présence sur le tapis d'alimentation (voir fiche Contrôle-Commande).

- Dispositif à transfert de clef mis en place sur le circuit de puissance et sur toutes les portes d'accès dans le caisson de compactage.

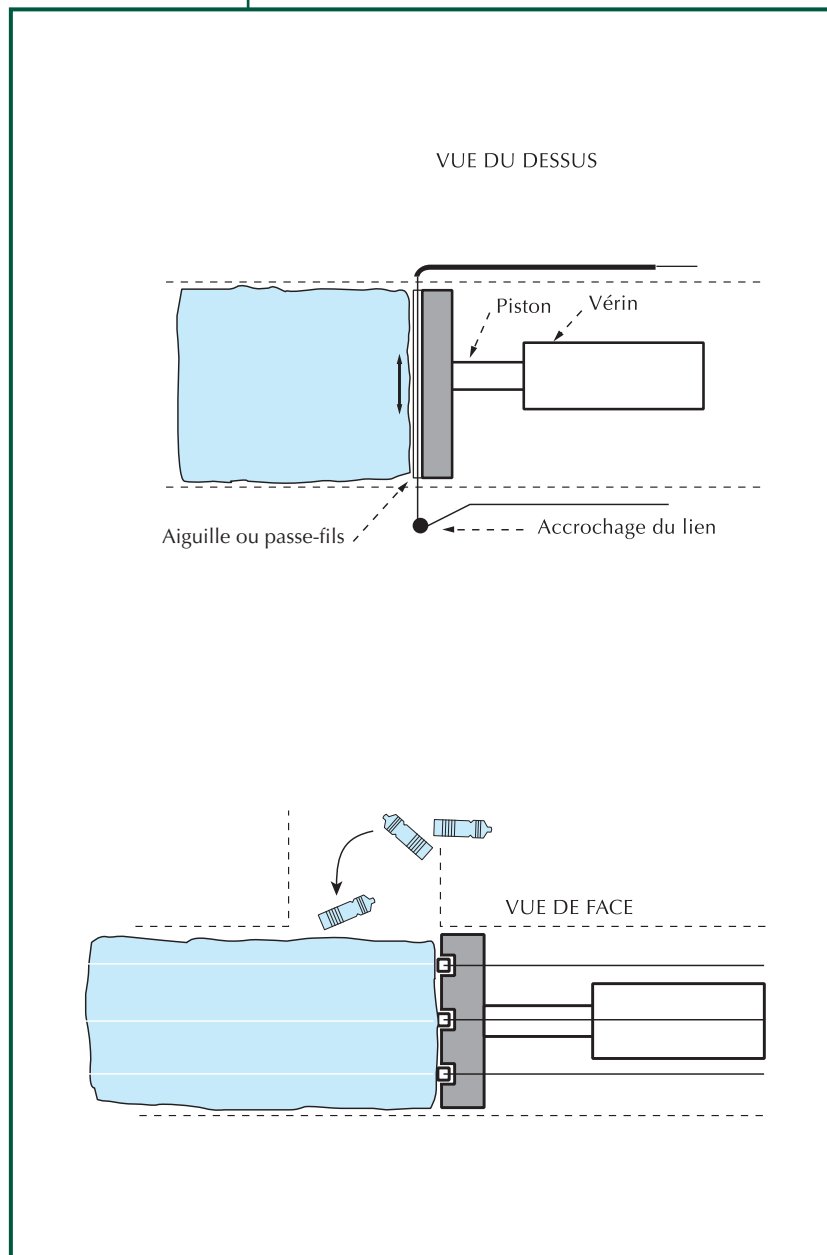
- Accès aisé en partie haute de la presse et protection grillagée pour interdire l'accès à la trémie de compactage.

- Système de débouillage automatique évitant les interventions humaines nécessaires en cas de blocage (parfois intégré par défaut par le constructeur).



Presse à balles

- Contrôle de fonctionnement par automate : dans une presse à canal, pour un même matériau à conditionner, les pressions du vérin et du pentographe doivent être adaptées en fonction du ou des matériaux se situant dans le canal. Seul un automate est donc capable de gérer parfaitement cette contrainte. Le surcoût de cet équipement est de l'ordre de 6 k€ HT à l'achat, et revient à environ 15 k€ HT lorsqu'il faut l'ajouter par la suite.
- Rampe de sortie de balles.
- By-pass permettant d'évacuer les matériaux vers une benne en cas d'arrêt de la presse.

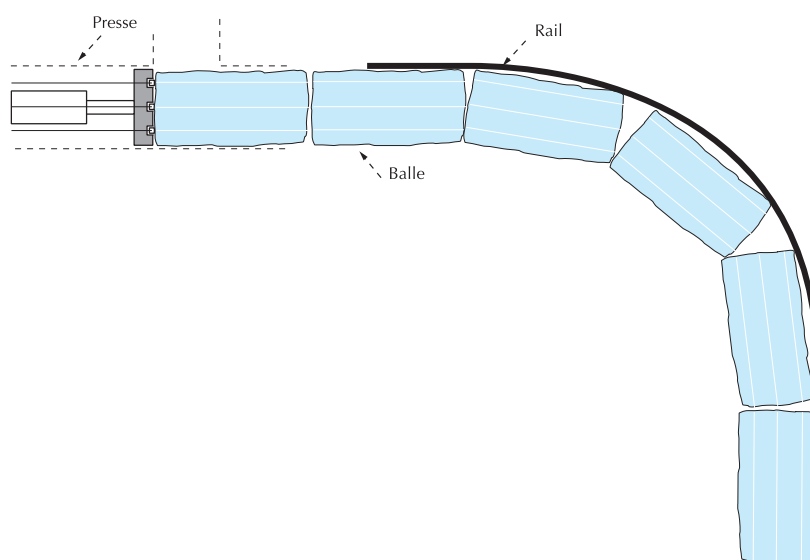


Principe de ligaturage

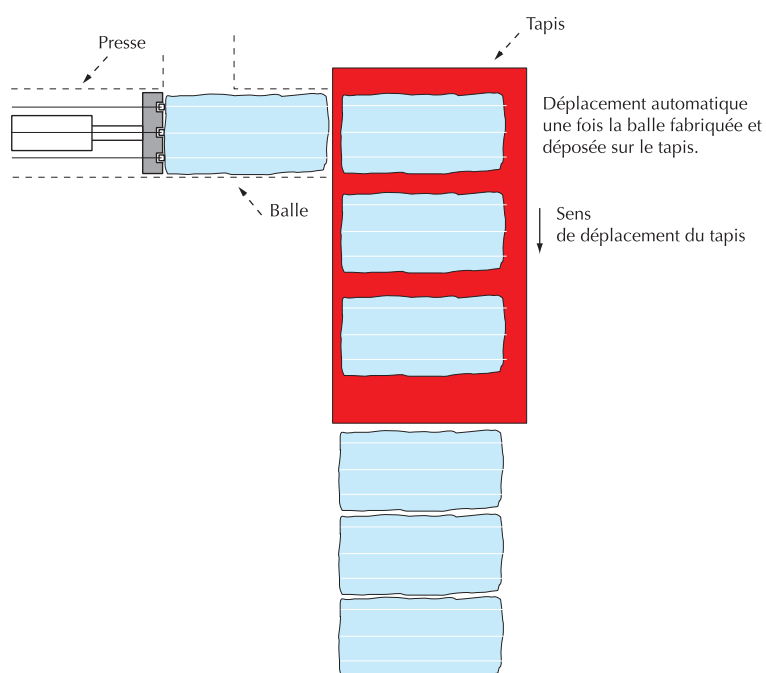
- Le ligaturage est obligatoirement vertical lorsque la largeur de la balle est importante par rapport à la hauteur et qu'il y a un risque de déformation de la balle. Le rapport maximum pour un ligaturage horizontal est 1 000 x 750.
- Le ligaturage horizontal évite tout risque de bourrage des rainures du piston par des petits éléments. Dans le cas du ligaturage vertical, ce risque devra être appréhendé par le fabricant (avoir justification de sa part).
- Récupération facile des jus de compactage par le bac de rétention sous le canal.
- Prévoir un siphon de sol à proximité de la presse afin de faciliter un nettoyage à l'eau du sol. Possibilité de vanne pour analyse avant rejet.
- Accès piéton contrôlé au tapis d'alimentation de la presse.
- Si le centre de tri est équipé d'une Gestion de la Production Assistée par Ordinateur, il peut être envisagé une production automatique des étiquettes des balles en fonction des produits compactés. Une pesée de chaque balle peut également être envisagée.

- Si la sortie des balles doit être perpendiculaire à l'axe du canal de la presse mise en place :

- Un rail guidant les balles sur un quart de tour.
(Dans ce cas, la longueur des balles ne peut pas excéder 1 200 mm).



- Une mise en place d'un petit tapis évacuant la balle fabriquée dans un axe perpendiculaire à l'axe de sortie.



Nota :A notre connaissance, ce système qui existe sur un seul centre, a été arrêté car ne donnait pas satisfaction.



Presse à balles

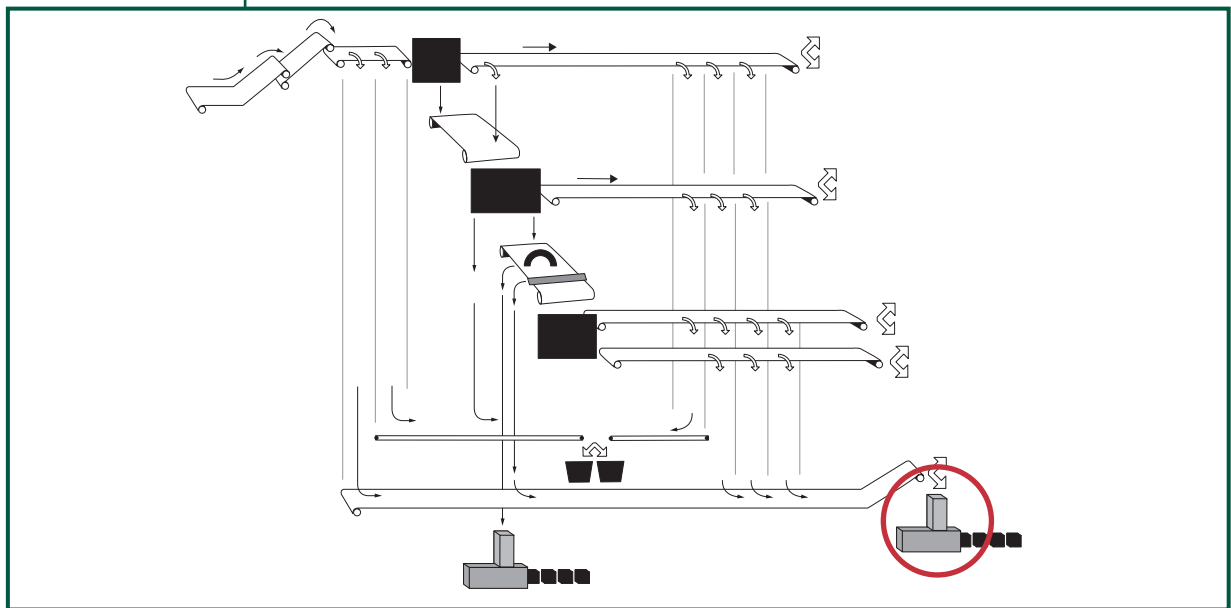
5. Situation dans le centre de tri

La presse à balles a sa place dans la zone de stockage et conditionnement, à l'extrémité de la chaîne de tri.

L'alimentation de la presse peut se faire :

- Par le dessus, au moyen d'une trémie alimentée par un convoyeur.
- Dans le cas d'une presse polyvalente, les différents produits sont stockés dans des alvéoles devant lesquelles circule un convoyeur. Au fur et à mesure des besoins, les produits sont poussés par un chargeur ou déstockés automatiquement sur le convoyeur d'alimentation de la presse.

B



6. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Selon le type de presse, équipement manuel, semi-automatique ou automatique
Entretien	Graissage, nettoyage des filtres, maintenance hydraulique, soufflage

La presse est une des machines réellement industrielles du centre de tri. Il est important de faire prendre conscience au futur exploitant que cette machine nécessitera un entretien régulier, afin de ne pas tomber en panne. Une panne devient vite bloquante pour le centre de tri, qui se retrouve alors avec des volumes difficiles à stocker.



7. Références indicatives de fabricants

Les fabricants de presses d'une autre technologie que celle "à canal", ne sont pas référencés ci-dessous, car leur matériel n'est pas réellement opérationnel dans les centres de tri.

→ Presse à canal à précompression

BOA, BOLLEGRAAF, EMAX.

→ Presse à canal avec piston équipé de couteaux

COMDEC-PAAL, COPEX, EMAX, FAES, HOFMANN, JOVISA, MAC PRESSE, SACRIA.

8. Niveau de prix

	Conditionnement des J/M avec ou sans	Presse seule k€ HT	Presse installée avec tapis d'alimentation k€ HT
Centre de tri de type 1	Sans Avec	80 à 100 120 à 150	130 à 150 170 à 200
Centre de tri de type 2	Sans Avec	120 à 150 140 à 200	170 à 200 190 à 250
Centre de tri de type 3	Sans Avec	140 à 200 180 à 250	190 à 250 250 à 300
Centre de tri de type 4 à une seule presse	Sans Avec	180 à 250 250 à 280	250 à 300 350 à 380
Centre de tri de type 4 à 2 presses	Sans Avec	280 à 400 360 à 500	380 à 500 500 à 650



Code fonction : conditionner.

PRESSE A PAQUETER

Compacter les boîtes métalliques recyclables et les conditionner en paquets.

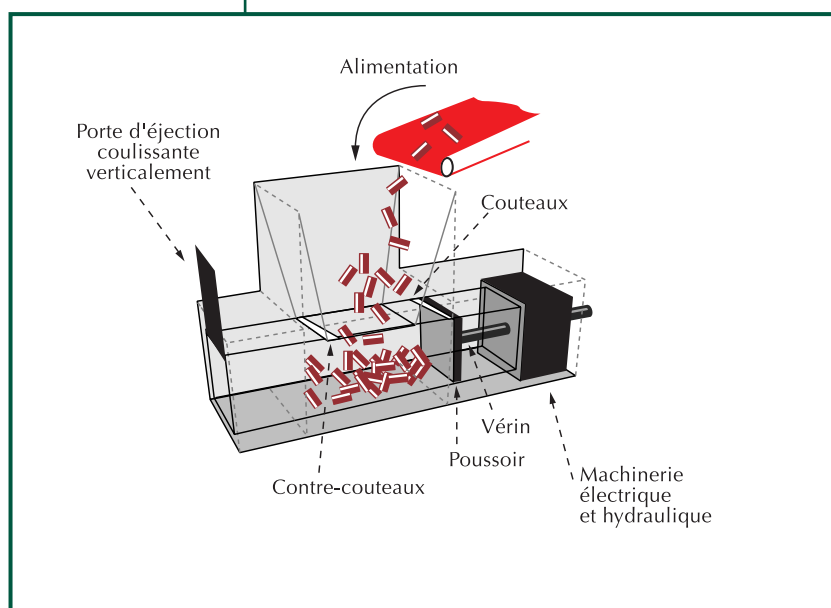
I. Descriptif technique

Il existe deux technologies de presses à paquets :

- La presse à porte
- La presse à canal

Ces matériels ont été développés pour répondre au marché créé par la collecte sélective des emballages ménagers.

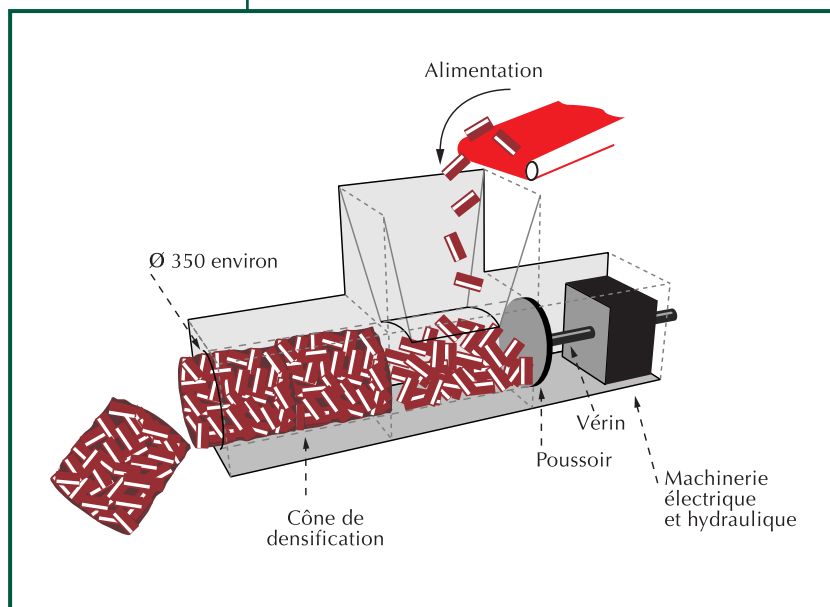
I.1. La presse à porte



- Les éléments métalliques à compacter sont alimentés manuellement ou par convoyeur dans une trémie installée au-dessus du coffre de chargement.
- Les produits tombent au fur et à mesure dans le coffre.
- Une cellule photoélectrique déclenche la mise en service du ou des vérins de compression qui densifient les matériaux par poussées aller-retour successives (1 à 3 compressions).

- Un couteau sur le poussoir et un contre-couteau cisailant en dents de scie sur le couvercle à guillotine du coffre de chargement permettent une coupe nette du produit.
- Une porte d'éjection, qui coulisse verticalement par vérin hydraulique, s'ouvre et se ferme automatiquement en fin de cycle lors de l'éjection du paquet.
- Un pupitre de commande permet la marche fractionnée manuelle ou la marche automatique, la fin du cycle déclenchant le cycle suivant.
- Le métal ayant peu d'élasticité, les pièces sont très imbriquées par la compaction et le ligaturage du paquet n'est pas nécessaire.

I.2. | La presse à canal



- Le chargement des déchets métalliques est assuré par une bande transporteuse les faisant tomber dans une trémie. Un chargement par godet de tracto-pelle est également possible.
- Dans ce type de presse, le canal a une section circulaire. La contre-pression est assurée par la forme conique du canal.

● Deux cellules photoélectriques surveillent le remplissage de la trémie. Quand elle est remplie jusqu'au niveau haut, les deux cellules enclenchent le groupe hydraulique : le cycle de compactage et de densification commence. Un pressostat surveille l'avancée du vérin et se déclenche lorsque la pression préréglée est atteinte. Le vérin de compactage revient à sa position de départ. En reculant, le vérin de compactage libère l'ouverture de la trémie, les boîtes métalliques tombent dans la chambre de compactage et le cycle de densification recommence.

● Le diamètre extérieur du boudin est de l'ordre de 350 mm. Chaque cycle de compactage augmente la longueur du boudin de 5 à 6 cm. L'enchevêtrement des boîtes métalliques entre elles assure la cohésion du boudin. Celui-ci se tronçonne sous l'effet de la gravité en éléments de 20 à 30 cm de long.

2. Avantages et contraintes

- Le conditionnement par paquets est aujourd'hui obligatoire (voir A.1.6.4.).
- L'investissement d'une presse à paquets dans un centre de tri est indispensable car il permet d'économiser de nombreuses manipulations et de nombreux transports de matériaux très peu denses vers un prestataire extérieur qui assurerait la mise aux PTM.
- Une attention particulière doit être apportée sur le principe utilisé pour la préhension des paquets à la sortie de la presse ainsi qu'à leur transport jusqu'au stockage avant évacuation par le repreneur.



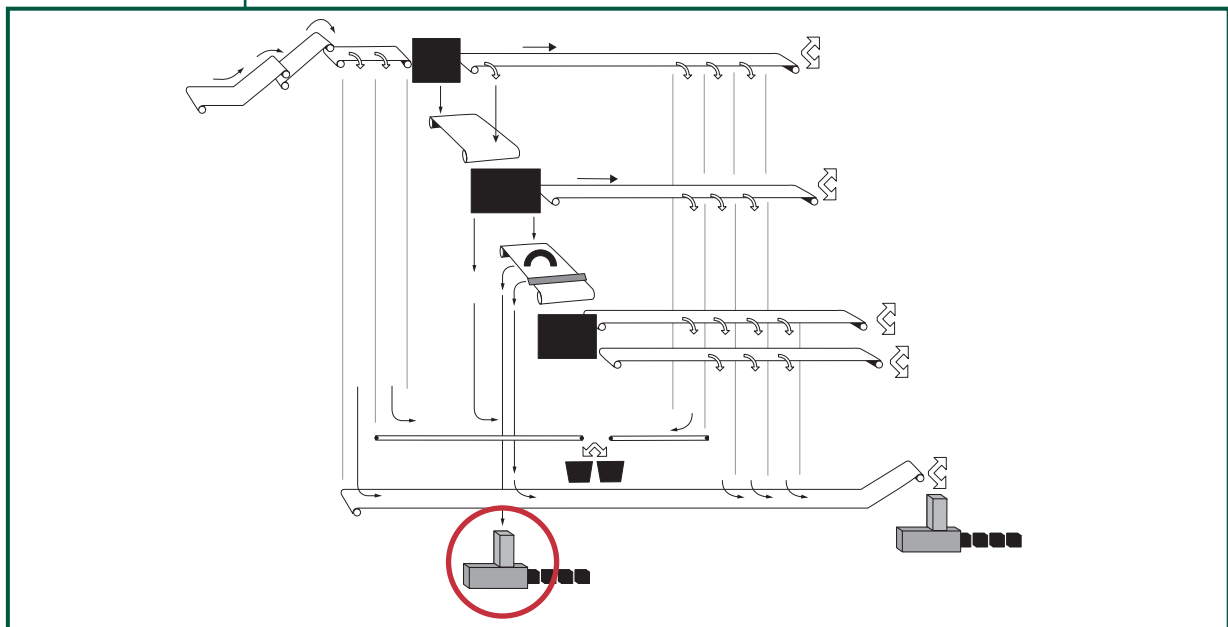
3. Performances

Puissance électrique	7,5 kW
Débit	De 200 à 500 kg/h avec densité > 1,2
Dimension des paquets	300 × 300 ou 400 × 300 (presse à porte) ø 350 (presse à canal) par 200 à 300 de long
Force des vérins	De 50 à 70 tonnes
Pression spécifique	De 60 à 70 kg/cm ²
Durée d'un cycle de compression	De 2 à 4 minutes

A RETENIR

Un point important au moment du choix d'un matériel consiste à s'assurer que les parties pouvant subir une forte usure sont interchangeables facilement. Sans cela, les travaux de rénovation s'avèrent très coûteux.

4. Situation dans le centre de tri



5. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Manuel ou automatique
Entretien	Graissage, contrôle des filtres et niveaux, réglage motorisation, maintenance hydraulique, essais et réglages, remplacement des pièces d'usure (couteaux)

6. Références indicatives de fabricants

→ Presse à porte

AKROS, BRETAGNE HYDRAULIQUE, COMDEC, COPEX, LINDEMANN, LOLLINI, PRESSOR.

→ Presse à canal

BENKER.

7. Niveau de prix

Prix machine	De 30 à 45 k€ HT
Prix installé avec accessoires (sans les différents tapis éventuels)	De 40 à 60 k€ HT



Code fonction : épuration, préparation du tri.

REGULATEUR DE COUCHE

Etaler et égaliser la couche de produits avant l'alimentation du tapis de tri.

I. Principe

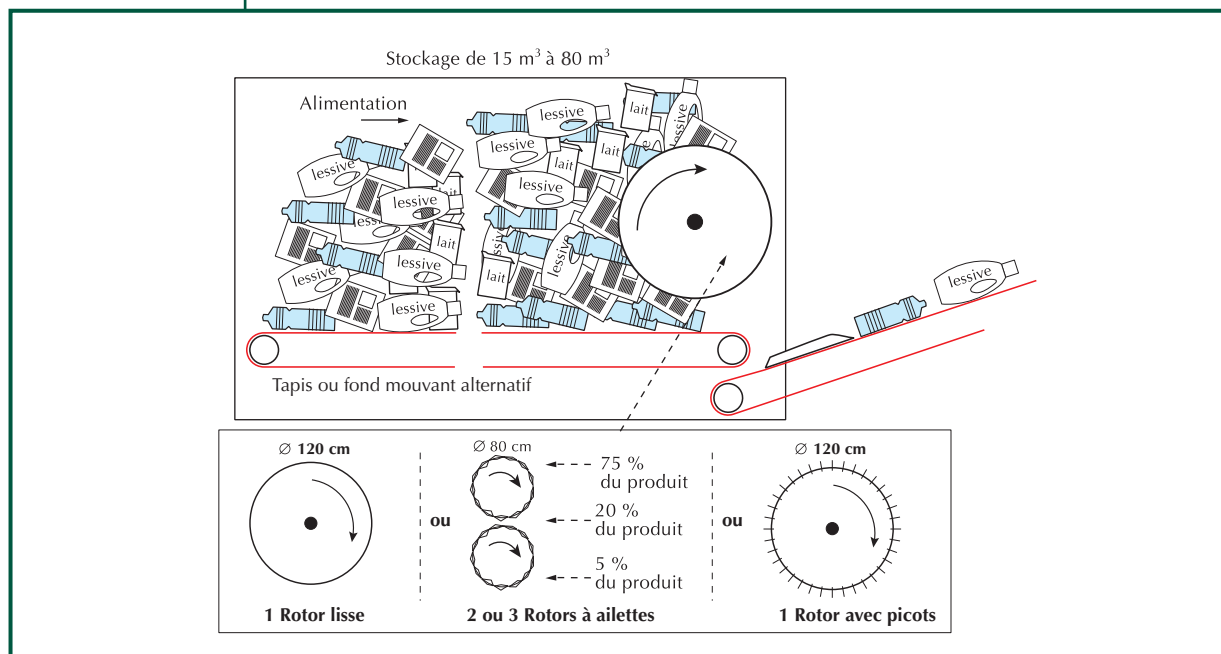
Il est possible de distinguer trois principes pour réguler une couche :

- Utiliser une machine spécifique.
- Profiter de la capacité à réguler une couche d'une machine dont la fonction première est autre. (Deux tapis à vitesse variable, table vibrante).
- Utiliser un dispositif de mesure de hauteur de couche pour agir par exemple sur la vitesse d'un tapis.

L'utilisation de plusieurs de ces techniques permettra d'obtenir un résultat d'autant plus performant.

2. Descriptif technique

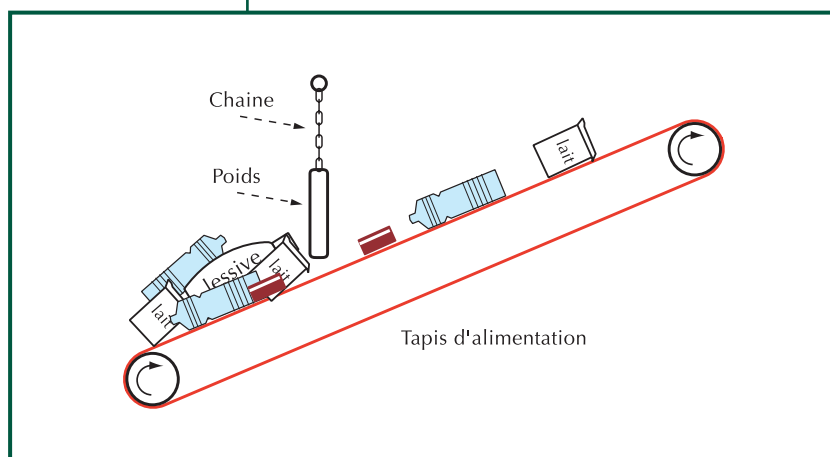
→ Rotors écrêteurs



Nota : Ce type de matériel peut, en étant adapté, être utilisé dans un process pour ouvrir et étaler des balles de papier ou de bouteilles PET.

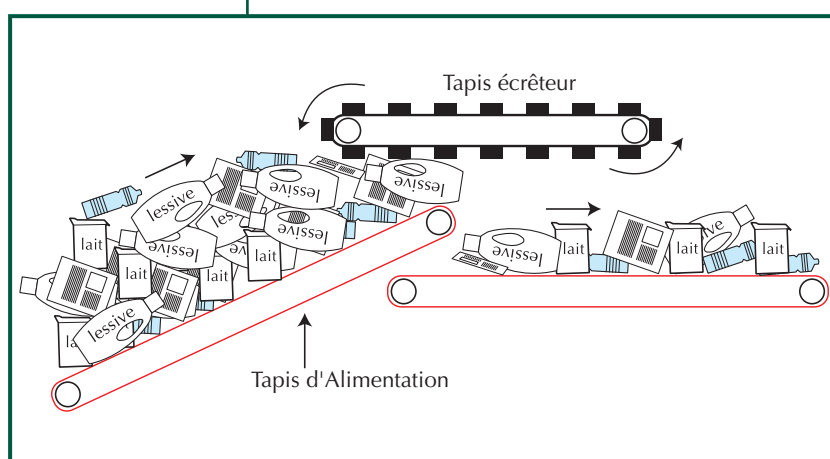
- Composé d'un à trois rotors suivant les fabricants.
- Chaque rotor forme un cylindre lisse ou équipé d'ailettes ou picots.
- Ce dispositif est associé à un stock tampon pouvant atteindre 80 m³. Le tapis de fond est une trémie à vitesse variable ou un fond mouvant alternatif suivant les fabricants.

→ Ecrêteur de couche



- Composé d'une barre fixée sur le châssis du convoyeur d'alimentation.
- Une barre métallique horizontale ou une série de masselottes est suspendue à la barre par l'intermédiaire de chaînes.
- Lorsqu'un volume important de produits arrive sur cet écrêteur, le poids de la barre repousse ces produits vers le bas du convoyeur.

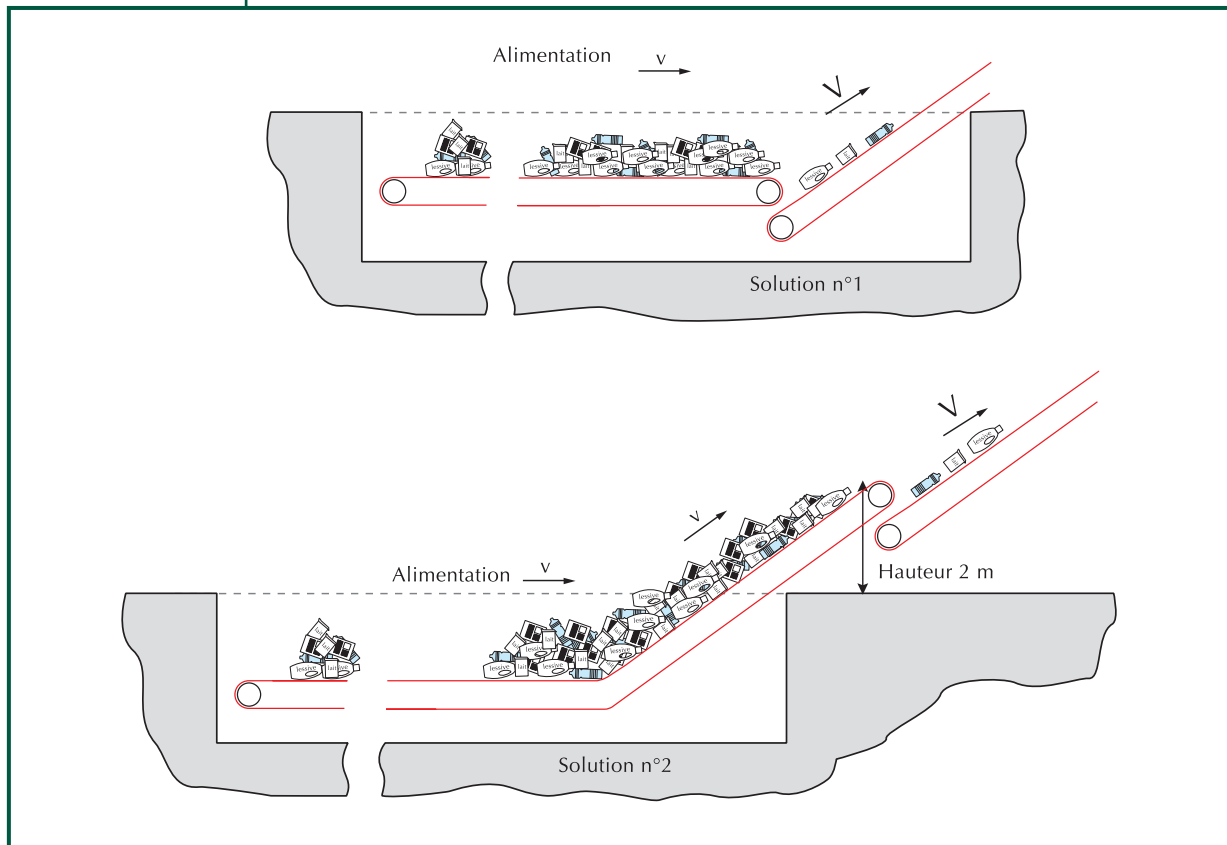
→ Tapis écrêteur de couche



- Composé d'un tapis installé au droit de la chute située en haut du tapis d'alimentation.
- Le volume important de produits est écrêté par le tapis avançant dans le même sens que le tapis d'alimentation.
- Tapis ayant une vitesse supérieure au tapis d'alimentation et équipé de tasseaux.

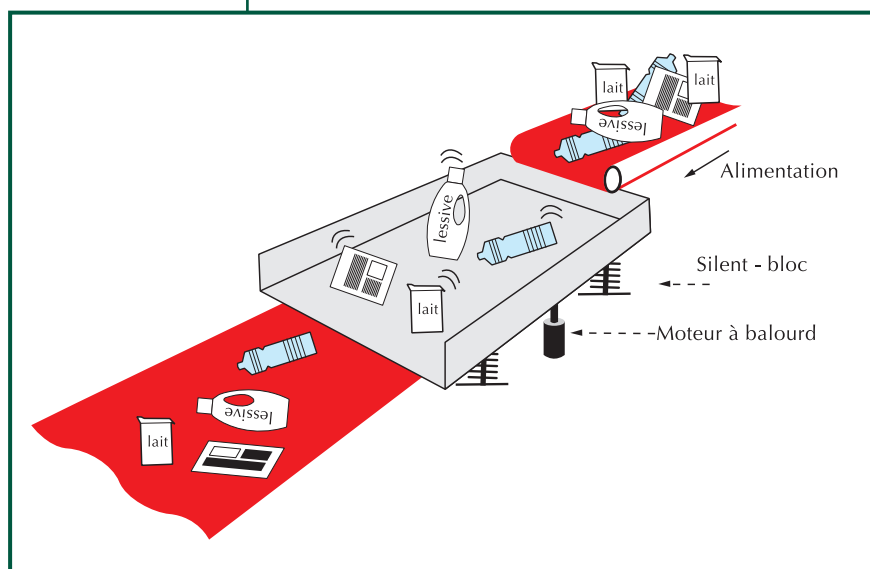
Régulateur de couche

→ Deux tapis à vitesse variable
(Voir fiche alimentateur à la rubrique convoyeur extracteur)



- Le premier tapis peut avoir deux formes différentes :
 - Soit être complètement horizontal.
 - Soit avoir, en extrémité, une partie qui relève le produit sur une hauteur de 2 mètres environ.
- (Pour mémoire, il peut être également du type : "FMA : Fond Mouvant Alternatif" voir fiche "alimentateur")

→ Table vibrante

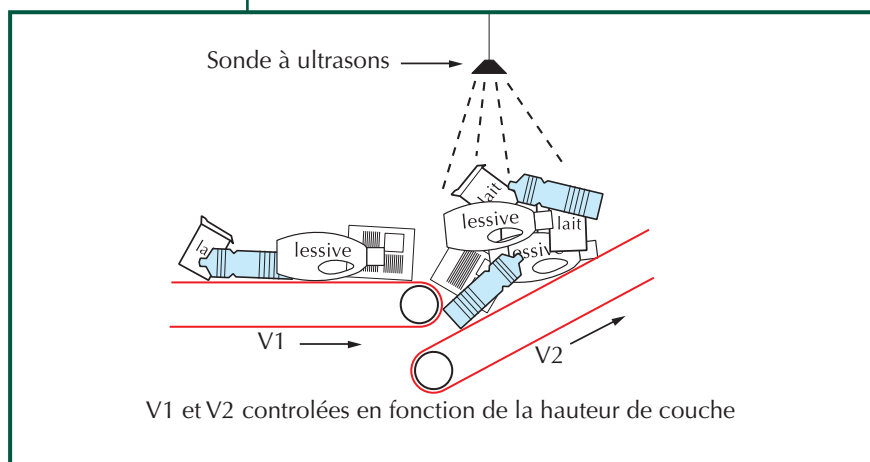


La table vibrante permet de réceptionner les matériaux en provenance du convoyeur extracteur ou d'un crible et de les distribuer régulièrement pour approvisionner la table de tri en évitant les bourrages. Le transport des produits est obtenu par un mouvement vibratoire mécanique.

La table est composée de deux parties :

- Un cadre porteur en tubes profilés rigide et tôle mécano-soudée sur lequel est monté le moteur.
- Une table de transport vibrante couverte d'un revêtement caoutchouc afin de minimiser les bruits.
- Le cadre et la table sont reliés par un système de suspension (ressorts). La transmission du mouvement est donnée par un système de bielle à manivelle.
- Les produits avancent sur la table qui étale et décompacte les matériaux.

→ Régulateur de couche par sonde à ultrason



Afin d'augmenter la capacité de stockage en tête de la chaîne de tri, il est possible de créer un volume tampon dans le convoyeur d'alimentation compris entre le tapis en fosse et la première machine. Un contrôle de la hauteur par sonde à ultrason installée au-dessus de ce convoyeur est envisageable.

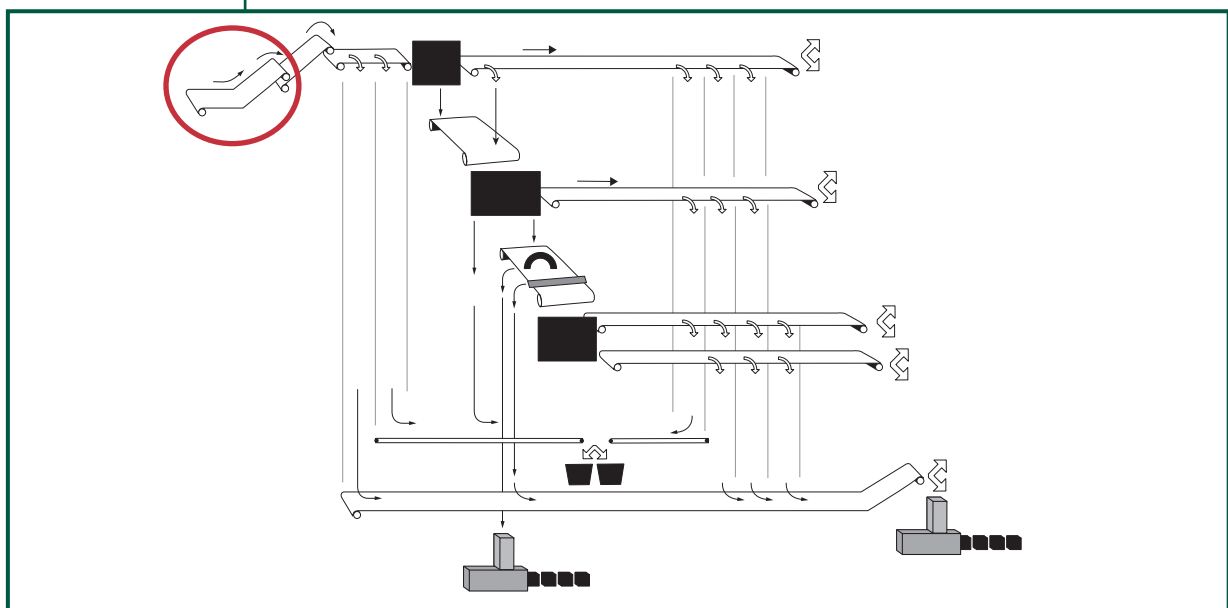


3. Avantages et contraintes

Equipements	Avantages	Contraintes
Rotors écreteurs	- Très bonne régularité de la fraction - Stockage tampon important	- Besoin de sécurité importante
Ecreteur de couche	- Convient pour produits légers - Economique	- Faible efficacité pour plats ou collecte multimatériaux
Tapis écreteur de couche	- Economique - Bonne efficacité	- Peu de réalisation en France à ce jour
Deux tapis à vitesse variable	- Bonne performance dans le cas de la solution n°2	- Solution n°1 peu efficace sur des flux comportant des produits plats
Table vibrante	- Economique - Utilisable pour un flux de corps creux	- Débit limité - Ne peut être installé en tête du centre de tri
Régulateur de couche par sonde à ultrasons	- Simple et économique - Bonne efficacité - Possibilité d'association avec un système type rotor ou à 2 tapis à vitesse variable	- Est adaptable sur des centres de tri de taille conséquente

B

4. Situation dans le centre de tri



5. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Automatique
Entretien	Graissage, paliers et roulements, remplacement des pièces d'usure (ressorts, lames, courroies)

6. Références indicatives de fabricants

→ Rotor écrêteur :

ARVAL, BEZNER, BOLLEGRAAF, BRT, GROGER, PRESSOR, VAUCHE.

7. Niveau de prix

Rotors écrêteurs	90 k€ HT avec une capacité de 30 m ³
Ecrêteur de couche	Entre 1 à 3 k€ HT en fonction de la complexité du dispositif
Tapis écrêteur de couche	5 k€ HT
Deux tapis à vitesse variable	Voir fiche alimentateurs et convoyeurs
Table vibrante	15 k€ HT
Régulateur de couche par sonde à ultrasons	Surcoût entre 1,5 et 3 k€ HT selon complexité



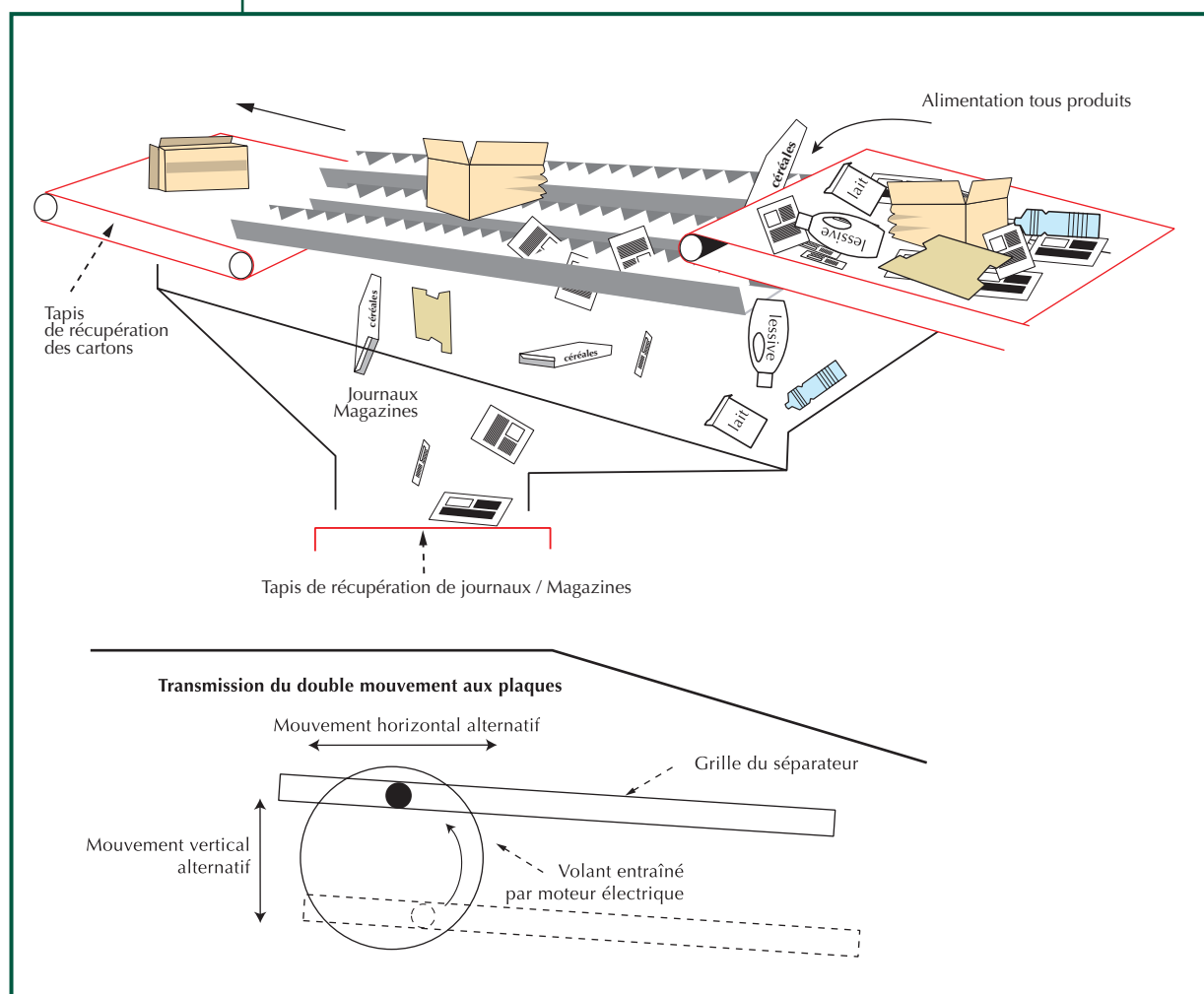
Code fonction : épuration, préparation du tri.

SEPARATEUR GROS CARTONS

Séparer les gros cartons en utilisant leur taille différente par rapport au reste des matériaux.

I. Descriptif technique

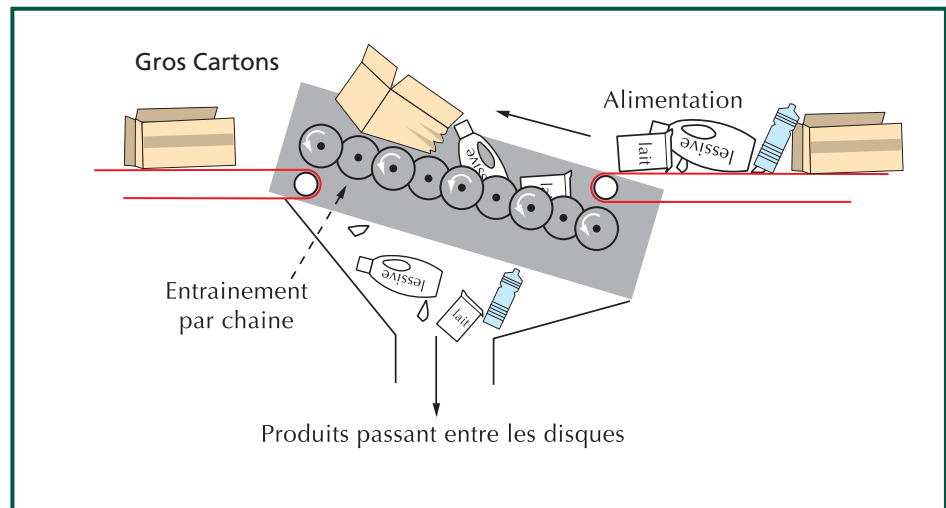
→ Séparateur balistique



- Des palettes légèrement inclinées, structurées comme un gros tamis à maille de préférence réglable, sont agitées par un double mouvement alternatif, vertical et horizontal.
- Les produits de taille supérieure aux mailles du tamis restent en surface et se retrouvent en partie haute du séparateur. Il s'agit en grande majorité de cartons bruns.

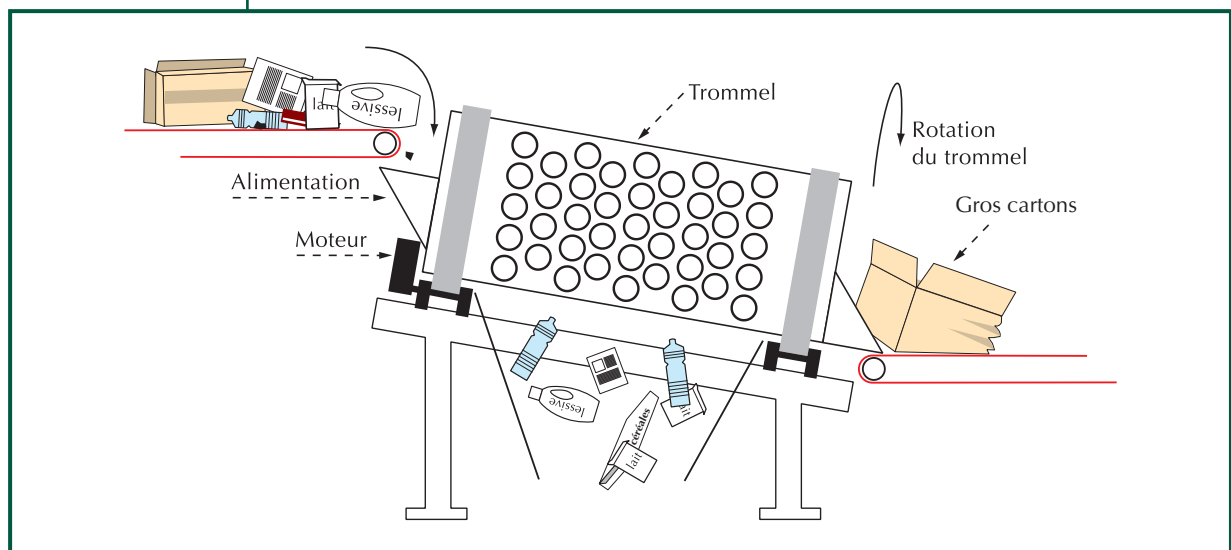
- Les produits de taille inférieure aux mailles du tamis passent à travers celles-ci. Il s'agit de tous les autres produits.

→ Crible à disques (ou à étoiles)



- Les produits plus rigides et de taille supérieure à la distance entre deux rangées de disques restent en surface et s'avancent en partie haute du crible. Il s'agit en majorité des cartons bruns.
- Les produits de taille inférieure à la distance entre deux rangées de disques passent à travers celles-ci. Il s'agit de tous les autres produits.

→ Trommel



- Les produits de taille supérieure à la maille du trommel restent en surface et se retrouvent en bout du cylindre. Il s'agit en majorité des cartons bruns.
- Les produits de taille inférieure à la maille des trous passent à travers ceux-ci. Il s'agit de tous les autres produits.

Séparateur gros cartons

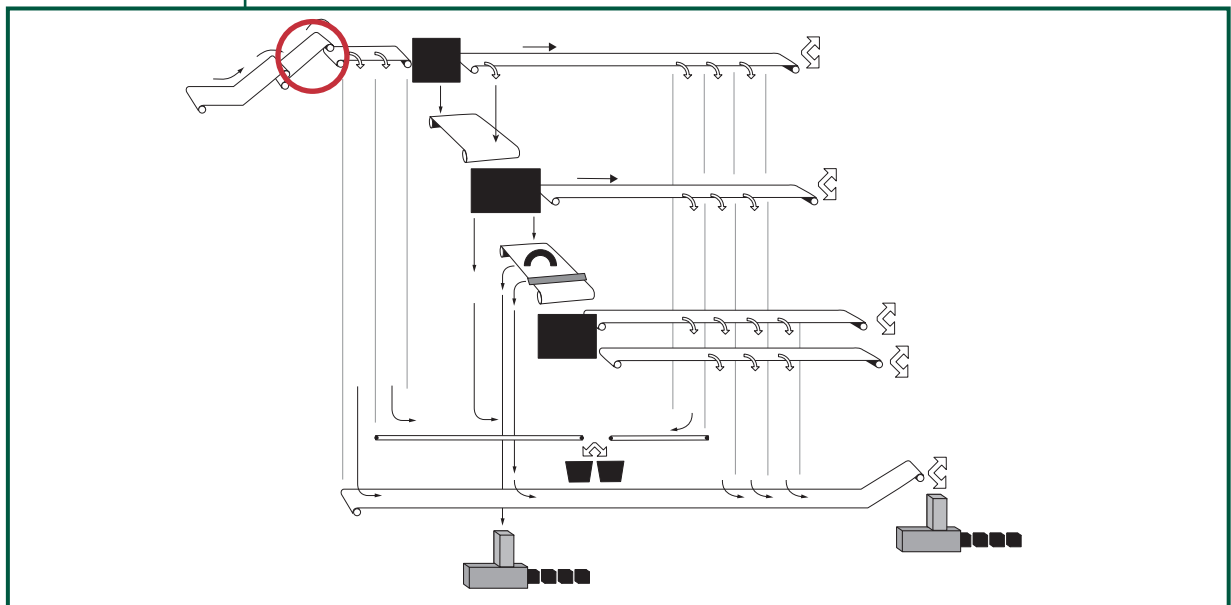
2. Avantages et contraintes

- Ces équipements sont difficilement compatibles avec une collecte en sacs :
1^{er} cas : les sacs ne sont, ni ouverts, ni vidés au préalable, leur dimension est donc similaire à celle des cartons, ils vont se retrouver dans la même fraction que ceux-ci.
2^e cas : les sacs sont ouverts au préalable, et dans ce cas de figure les ouvre-sacs, positionnés en amont de cet équipement, fonctionnent mal de par la présence de gros cartons.
- Ces séparateurs peuvent être installés en cascade avec d'autres cribles, ces derniers séparant d'autres produits.
- Sert de régulateur de couche pour la partie aval du process.

3. Performances

- Ces équipements sont compatibles avec des flux allant jusqu'à 15 t/h en collecte multimatériel (voire plus).
- Leur efficacité en terme de séparation d'un flux carton est bonne.

4. Situation dans le centre de tri



5. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Automatique
Entretien périodique	Entretien nettoyage régulier, graissage, réglage motorisation, remplacement pièce d'usure

6. Références indicatives de fabricants

→ Crible balistique

GROGER, STADLER

→ Crible à disques (ou à étoiles)

BOLLEGRAAF, BRT, CP, KIC, MACHINEX

→ Trommel

BEZNER, BURTON'STEEL, HOFMANN, METSO, NEOS, SOGEFA, VAUCHE.

7. Niveau de prix

Séparateur balistique	De 100 à 120 k€ HT la machine seule De 130 à 150 k€ HT la machine installée
Crible à disques	De 80 à 90 k€ HT la machine seule De 115 à 150 k€ HT la machine installée
Trommel	De 120 à 150 k€ HT la machine seule De 150 à 200 k€ HT la machine installée



Code fonction : épuration, préparation du tri.

SEPARATEUR JOURNAUX- MAGAZINES/CARTONNETTES

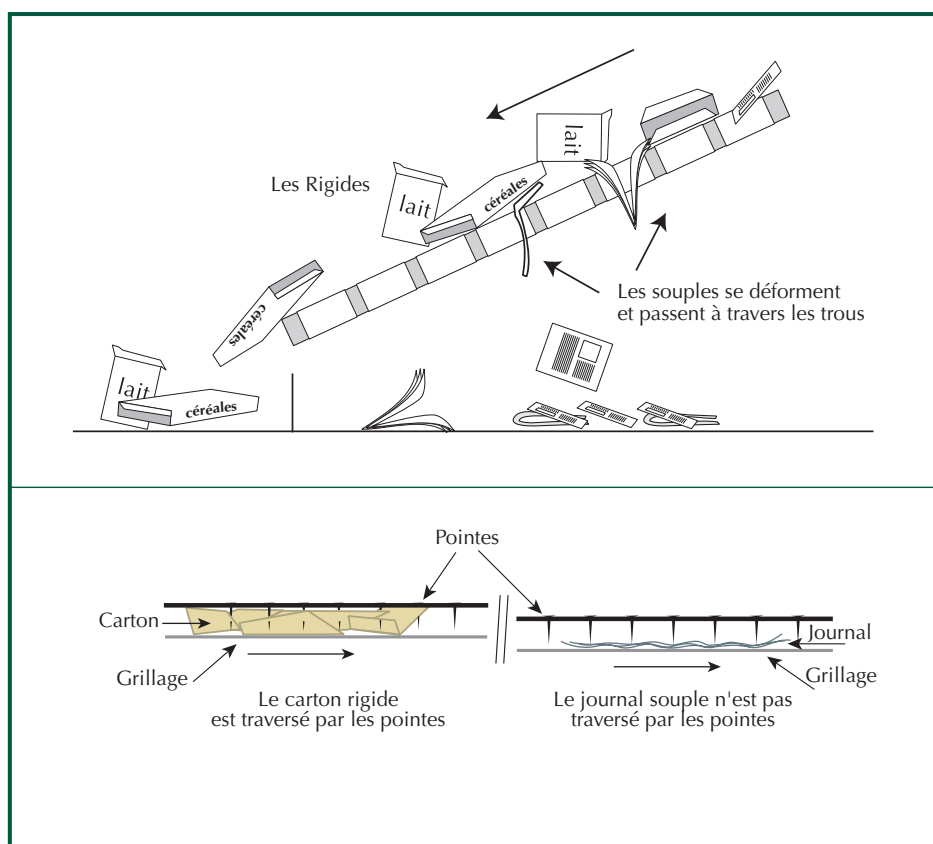
Séparer les matériaux en utilisant les différentes propriétés physiques des matériaux.

Epurer le flux journaux-magazines après une séparation mécanique.

I. Les principes

Les machines actuellement sur le marché fonctionnement suivant deux principes :

→ Séparation par la rigidité

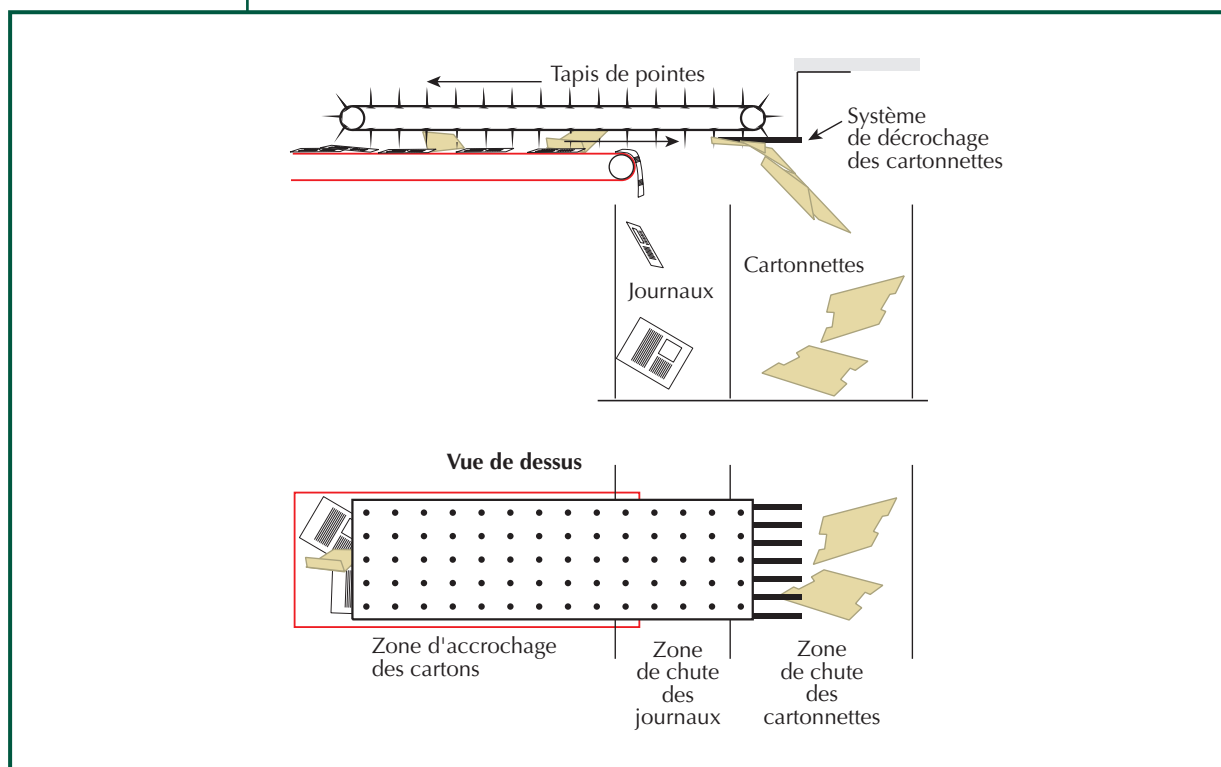


→ Séparation après reconnaissance optique

2. Descriptif technique

2.1. Séparation par la rigidité

→ Séparateur à pointes

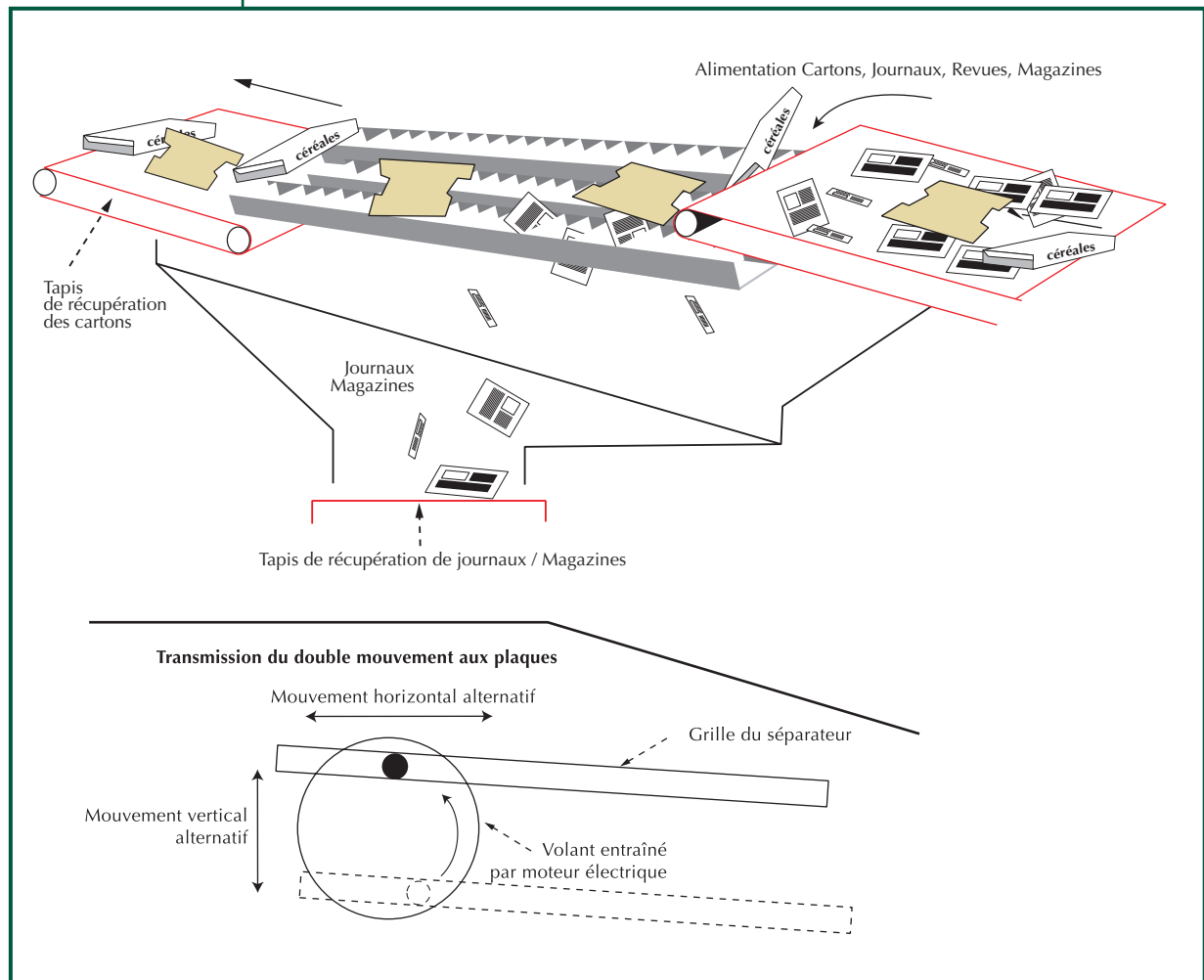


- Les matériaux sont amenés sous forme d'une couche la plus fine possible pour éviter les superpositions.
- Les pointes alignées sur des bandes transpercent les journaux et les cartons.
- Les journaux, de part leur faible rigidité ne sont pas maintenus par les pointes et tombent directement à la fin du convoyeur.
- Les cartons sont maintenus par les pointes grâce à leur rigidité supérieure. Ils sont amenés plus loin et un système de décrochage les détache au-dessus d'une alvéole spécifique.



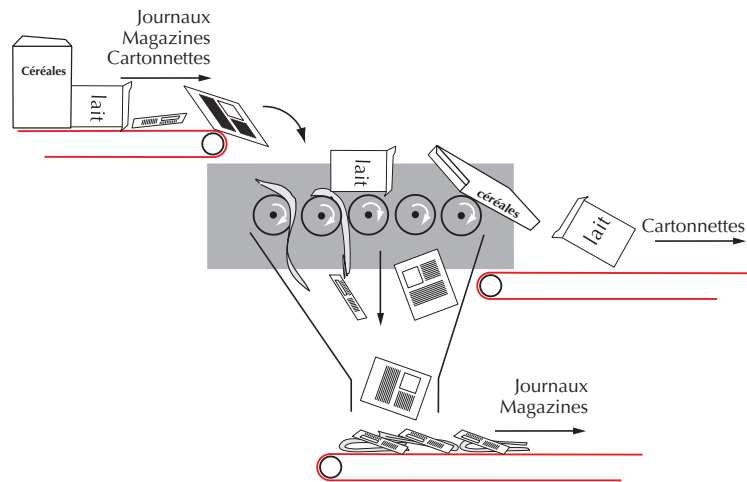
Séparateur journaux-magazines/cartonnettes

→ Séparateur balistique



- Des palettes légèrement inclinées, structurées comme un gros tamis à maille de préférence réglable, sont agitées par un double mouvement alternatif, vertical et horizontal.
- Les produits de taille inférieure aux mailles du tamis passent à travers celles-ci. Si une première séparation granulométrique a été réalisée, ils sont alors en quantité faible.
- Les produits souples et de taille supérieure aux mailles du tamis traversent ces mailles sous l'effet des secousses. Il s'agit des journaux/magazines.
- Les produits plus rigides et de taille supérieure aux mailles du tamis restent en surface et se retrouvent en partie haute du séparateur. Il s'agit des cartonnettes.

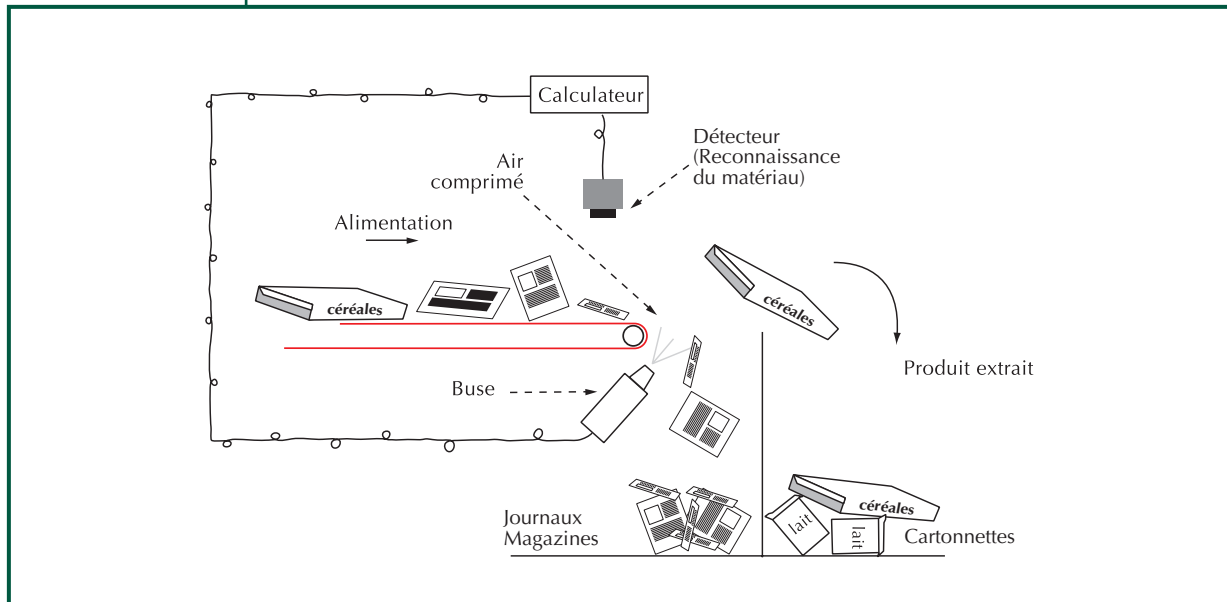
→ Crible à disques (rouleaux)



- Les produits de taille inférieure à la distance entre deux rangées de disques passent à travers celles-ci. Si une première séparation granulométrique a été réalisée, ils sont alors en quantité faible.
- Les produits souples et de taille supérieure à la distance entre deux rangées de disques traversent par enroulement. Il s'agit des journaux/magazines.
- Les produits plus rigides et de taille supérieure à la distance entre deux rangées de disques restent en surface et s'avancent en partie haute du crible. Il s'agit des cartonnettes.



2.2. Séparation par reconnaissance optique



- Les matériaux sont amenés sous forme d'une couche la plus fine possible pour éviter les superpositions.
- Les produits passent sous un détecteur pour une reconnaissance du matériau.
- Une rangée de buses éjecte les cartonnettes dans une alvéole spécifique.
- Les journaux tombent directement à la fin du convoyeur.

3. Avantages et contraintes

Equipements	Avantages	Contraintes
Séparateur à pointes	- Bonne efficacité de séparation quelle que soit la taille des produits	- Nécessite un étalement des produits et donc de la place - Peu d'implantation en France actuellement
Séparateur balistique	- Peut être associé à d'autres séparateurs en étage d'où gain de place - Bonne qualité de la fraction journaux/magazines	- Les cartons de petite taille resteront dans la fraction constituée des journaux
Crible à disques	- Bonne qualité de la fraction journaux/magazines	- Les cartons de petite taille resteront dans la fraction constituée des journaux
Séparateur à reconnaissance optique	- Marge de progrès attendu	- Nécessite un étalement des produits et donc de la place - Peu d'implantations en France actuellement

4. Performances

Equipements	Qualité des journaux	Qualité des cartons	Entretien nettoyage	Encombrement	Tonnage potentiel
Séparateur à pointes	4	4	4	3	5
Séparateur balistique	4	3	4	4	5
Crible à disques	4	3	3	3	5
Séparateur à reconnaissance optique	4	3	4	3	4

Légende :

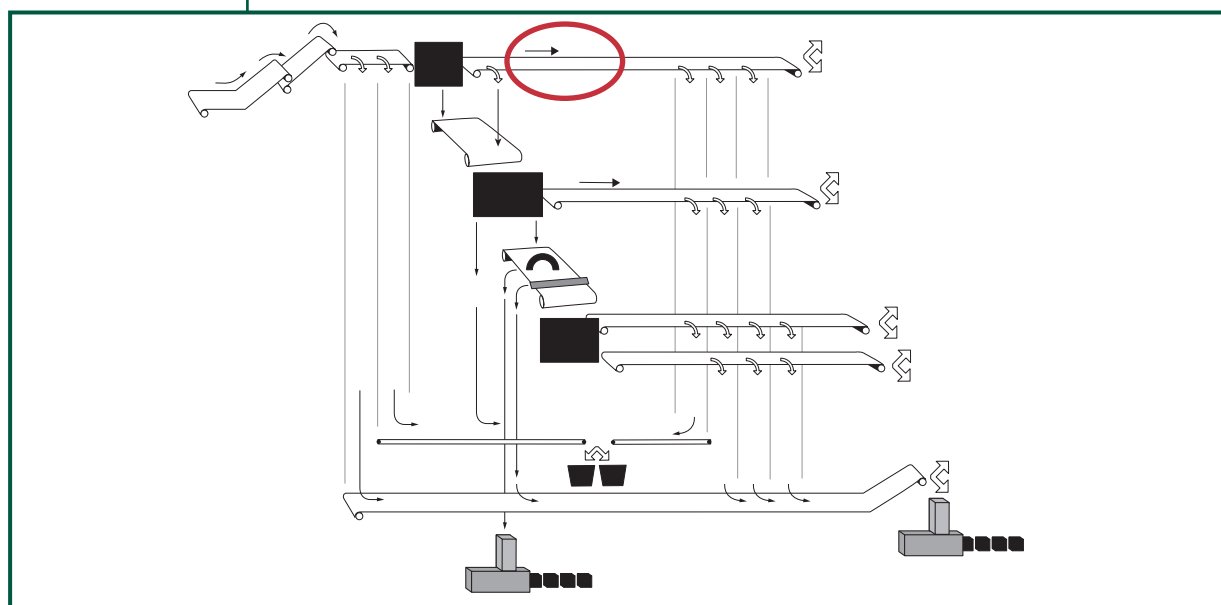
1 : très mauvais 2 : mauvais 3 : moyen 4 : bon 5 : excellent

5. Situation dans le centre de tri

Les séparateurs journaux-magazines/cartonnettes peuvent s'installer soit :

- Sur la ligne journaux-magazines pour épurer le flux.
- Sur la ligne "gros de magasin".

A ce jour, il n'y a pas encore d'expérience de ce type en France.



6. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Automatique
Entretien périodique	Entretien nettoyage régulier, graissage, réglage motorisation, remplacement pièce d'usure

B

7. Références indicatives de fabricants

- Séparateur à pointes
BOLLEGRAAF
- Crible balistique
GROGER, STADLER
- Crible à disques
KIC
- Automate de tri
BINDER, PELLENC, RTT, TITECH

8. Niveau de prix

Séparateur à pointes	De 80 à 90 k€ HT la machine seule De 115 à 150 k€ HT la machine installée
Séparateur balistique	De 100 à 120 k€ HT la machine seule De 130 à 150 k€ HT la machine installée
Crible à disques	75 k€ HT pour une machine de 4 t/h 140 k€ HT pour une machine de 20 t/h
Automate de tri	De 110 à 160 k€ HT la machine seule De 130 à 180 k€ HT la machine installée



Code fonction : tri.

SEPARATEUR MAGNETIQUE

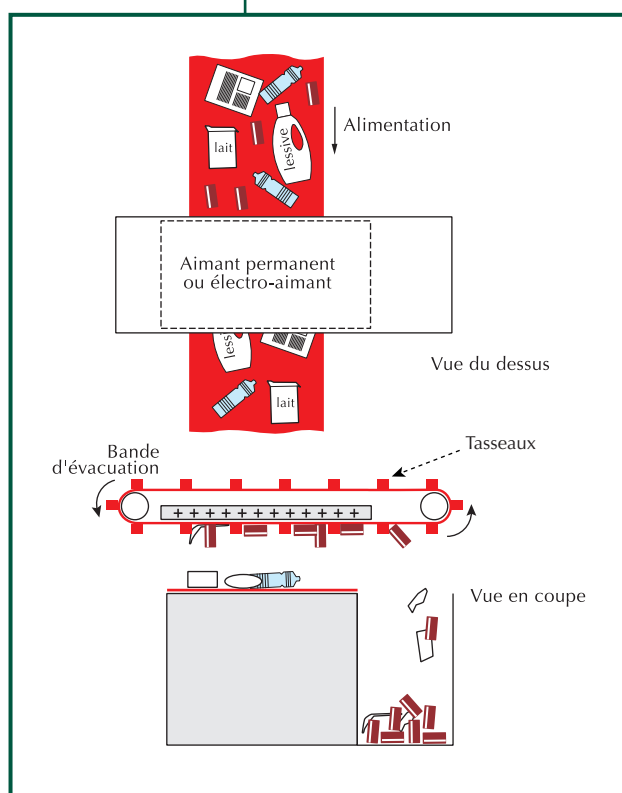
Extraire les objets et particules ferromagnétiques d'un flux de matériaux circulant sur une bande transporteuse.

I. Caractéristiques techniques

Il existe deux technologies pour créer un champ magnétique :

- Les séparateurs à aimants permanents : ils sont constitués d'aimants permanents en ferrite, qui génèrent un champ magnétique permanent. Aucun courant électrique n'est nécessaire pour créer le champ.
- Les séparateurs électromagnétiques : ils sont constitués d'une bobine qui, parcourue par un courant électrique, génère un champ magnétique en présence uniquement de ce courant.

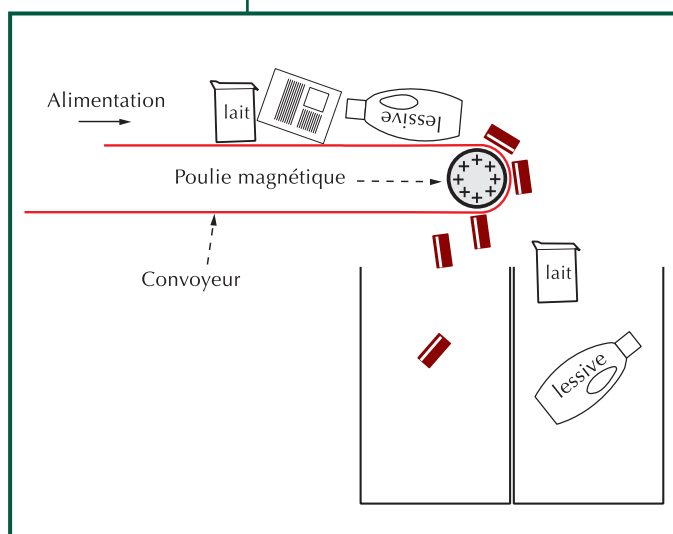
I.1. Overband



- Le système magnétique est fixe et suspendu à un châssis indépendant autour duquel tourne une bande d'évacuation entraînée par un moto-réducteur.
 - Le châssis est placé au-dessus d'un convoyeur.
 - Sous l'effet de l'attraction magnétique, les particules ferreuses situées sur le convoyeur, sont entraînées vers le haut jusqu'à se coller à la bande.
 - Du fait du mouvement de la bande équipée de tasseaux, les particules ferreuses sont entraînées hors de la ligne de transport du mélange.
 - Les tasseaux permettent de sortir les particules hors du champ magnétique, l'attraction cessant, elles tombent alors, soit dans une trémie, soit sur un autre convoyeur à bande.
 - Cas de l'aimant permanent :
Distance entre l'aimant et la bande transporteuse : 400 mm maximum.
- Puissance électrique nécessaire : de 1 à 1,5 kW pour le moteur d'entraînement de la bande d'évacuation.

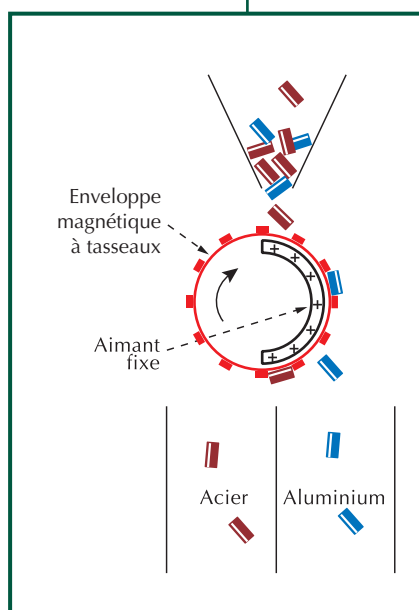
- Cas de l'électroaimant :
Distance entre l'aimant et la bande transporteuse : 600 mm maximum.
Puissance électrique nécessaire : 1 à 3 kW pour le moteur d'entraînement de la bande d'évacuation et 7,0 kW pour l'aimant.
Est utilisé en général dans les centres de tri réservés au DIB.

I.2. Poulie magnétique



- La poulie magnétique se présente sous forme d'un cylindre monté sur un axe. Son corps contient les aimants permanents (la technologie des électroaimants n'existe pas dans ce cas).
- La poulie est utilisée comme poulie de tête d'un convoyeur.
- A l'extrémité du convoyeur, les particules ferreuses sont retenues par la poulie et entraînées en dessous du convoyeur.
- Dès que la bande quitte la poulie, les particules échappent au champ magnétique et tombent par gravité.

I.3. Tambour magnétique



- Le tambour magnétique est constitué d'une enveloppe magnétique équipée de tasseaux tournant autour de son axe.
- L'intérieur de celui-ci est composé sur une demi-circonférence d'aimants permanents fixes.
- Les produits à trier tombent sur l'arête haute du tambour. Les corps magnétiques sont collés à l'enveloppe et ne seront lâchés qu'en partie basse, de façon diamétralement opposée, correspondant au début de la demi-circonférence non magnétique. Les corps non magnétiques suivent leur trajectoire normale due à la seule gravité.

→ Utilisation :

Dans les centres de faible capacité, le tambour magnétique peut être installé dans une trémie de jetée. Les trieurs ayant extrait indifféremment l'acier et l'aluminium, ceux-ci seront séparés en deux fractions.

2. Avantages et contraintes

Equipements	Avantages	Contraintes
Overband à aimant permanent	- Coût d'investissement plus faible par rapport à un électroaimant - Faible consommation électrique - Peut-être installé à différents endroits du centre de tri	- Limite de passage en hauteur à 400 mm (attention aux nouveaux flaconnages - bidons d'eau de 3 L ou 5 L) - Surtri souvent nécessaire en aval pour respecter les PTM
Overband à électroaimant	- Forte capacité du champ magnétique - Durabilité - Peut-être installé à différents endroits du CdT	- Encombrement - Investissement plus important qu'avec des aimants permanents - Consommation électrique importante - Surtri souvent nécessaire en aval pour respecter les PTM
Poulie magnétique à aimant permanent	- Investissement réduit par rapport à un overband - Peut-être utilisé sur la fraction des fines (inférieure à 60 mm)	- Contraintes importantes de tri en amont - Aucune chance de libérer du produit coincé entre la bande et l'élément acier
Tambour magnétique à aimant permanent	- Faible investissement - Convient pour un surtri	- Contraintes importantes de tri en amont - Pas de flexibilité au niveau du lieu de tri pour les corps métalliques - Réglage difficile pour assurer un bon fonctionnement.
Tambour magnétique à électroaimant		- Utilisé dans les UIOM

3. Performances

→ Dimension des éléments séparés

● Dimension minimale des produits extraits :

Dans la pratique, les éléments fins (inférieurs à 50-60 mm) sont évacués en amont. Le séparateur devra donc être capable d'extraire des éléments de dimension supérieure à 50/60 mm.

● Dimension maximale des produits extraits :

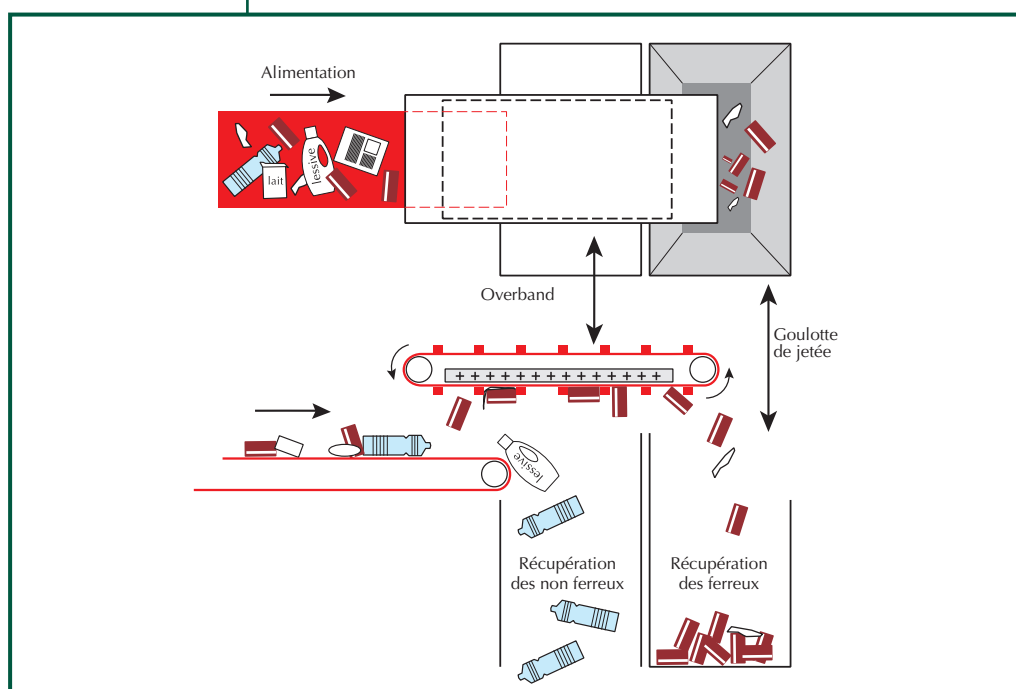
Un prétri étant nécessaire pour enlever du flux les monstres et encombrants, les éléments restant au niveau du séparateur sont, dans la pratique, de poids limités. De ce fait, la puissance d'extraction nécessaire est toujours suffisante dans la gamme de produits du marché (à condition que la distance entre le tapis et l'overband ne soit pas supérieure à la préconisation de 350 à 400 mm).

→ Largeur de préhension

La partie magnétique doit couvrir la largeur du convoyeur sur lequel le séparateur est installé.

→ Optimisation de positionnement

Une prise à la jetée permettra une meilleure qualité de l'acier extrait.

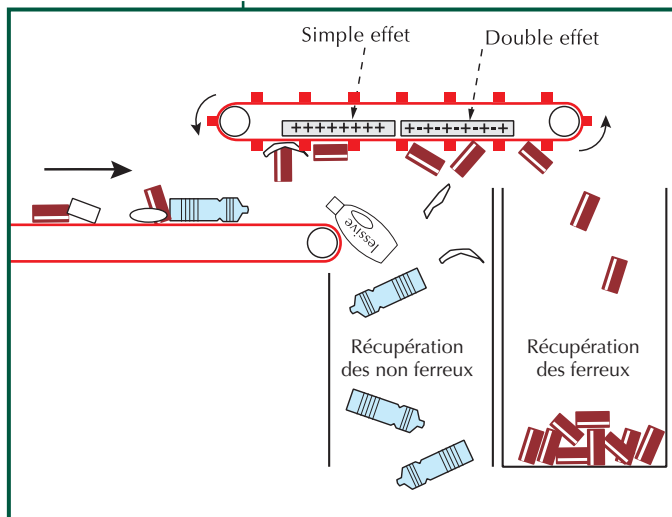


4. Variantes et accessoires

- Châssis support équipé d'un système de réglage en hauteur de l'overband.
- Tôlerie amagnétique à proximité et plus particulièrement sur les éléments de jetée.
- Traitement acoustique par mise en place de partie caoutchoutée dans la trémie de jetée.
- Contrôleur de rotation de bande.
- Contrôleur de température ou sondes thermiques pour les électroaimants uniquement.
- Possibilité de système magnétique multipolaire pour les overband.



Séparateur magnétique

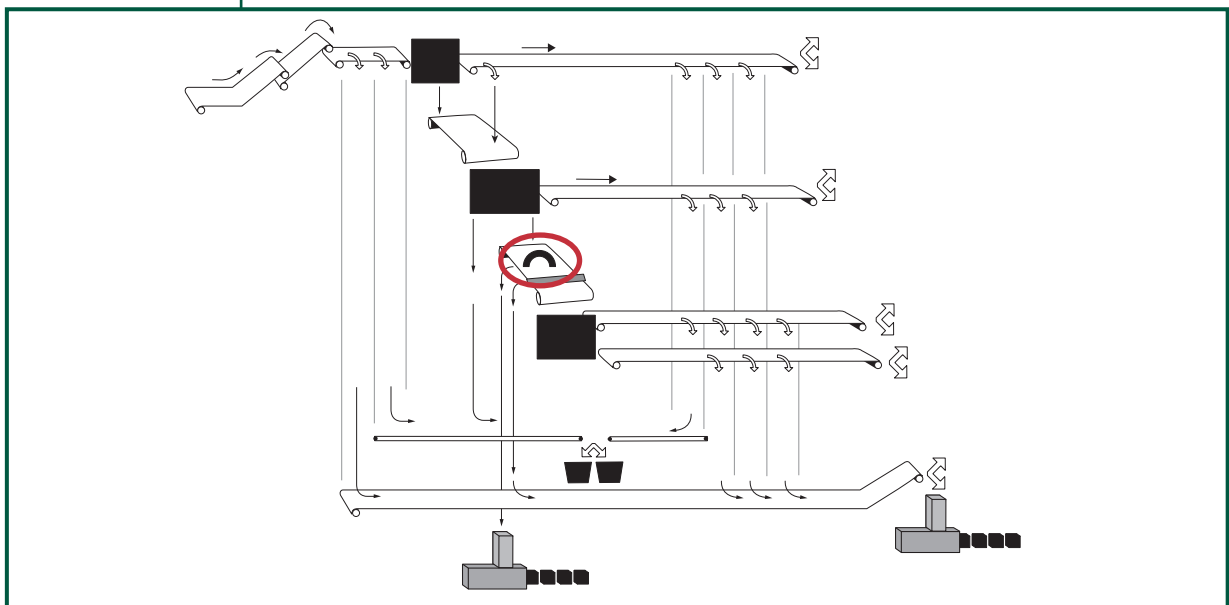


La plaque magnétique est décomposée en deux parties, une première à simple champ et une deuxième à double champ. Dans cette deuxième partie, la double polarité crée un lâcher et une reprise du produit au fur et à mesure de son déplacement le long de l'overband, permettant de libérer les indésirables coincés entre l'overband et le produit extrait. (Expérience concluante avec une technologie de type électroaimant mais non encore éprouvée à ce jour sur le terrain pour un aimant permanent).

B

5. Situation dans le centre de tri

- Les séparateurs magnétiques sont situés, après un prétri, sur le convoyeur des creux. Si la fraction transportée est propre, ils peuvent être positionnés en tête du convoyeur.
- Il est possible de mettre en place un séparateur magnétique sur le tapis final de centralisation des refus afin de récupérer les petites particules métalliques.



6. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Automatique
Entretien	Graissage des paliers, centrage et remplacement de la bande, vidange des moto-réducteurs, réglage de la hauteur de suspension

7. Références indicatives de fabricants

ANDRIN, CALAMIT, LENOIR "Magnetic Systems", SGM (GANTRY).

8. Niveau de prix

Equipement	Largeur du tapis mm	Equipement seul k€ HT	Fonction complète k€ HT
Overband à aimant permanent	800 200	8 9	12 14
Overband à électroaimant	800 200	15 18	20 25
Overband double effet à aimant permanent	800 200	15 18	20 23
Overband double effet à électroaimant	800 200	23 27	30 34
Poulie magnétique à aimant permanent	800 200	3 4	5 6
Tambour magnétique à aimant permanent	Installé dans une trémie	3	5



Code fonction : trier.

SEPARATEUR DE METAUX NON FERREUX

Détecter la présence d'objets en métaux non-ferreux dans une fraction et assurer son enlèvement ou seulement signaler sa présence.

B

Un guide pratique sur **les outils de tri des emballages aluminium** a été édité en mai 2001 en partenariat avec l'ADEME. Très complet, nous conseillons au lecteur de s'y reporter pour obtenir des informations.



Code fonction : épuration, préparation du tri.

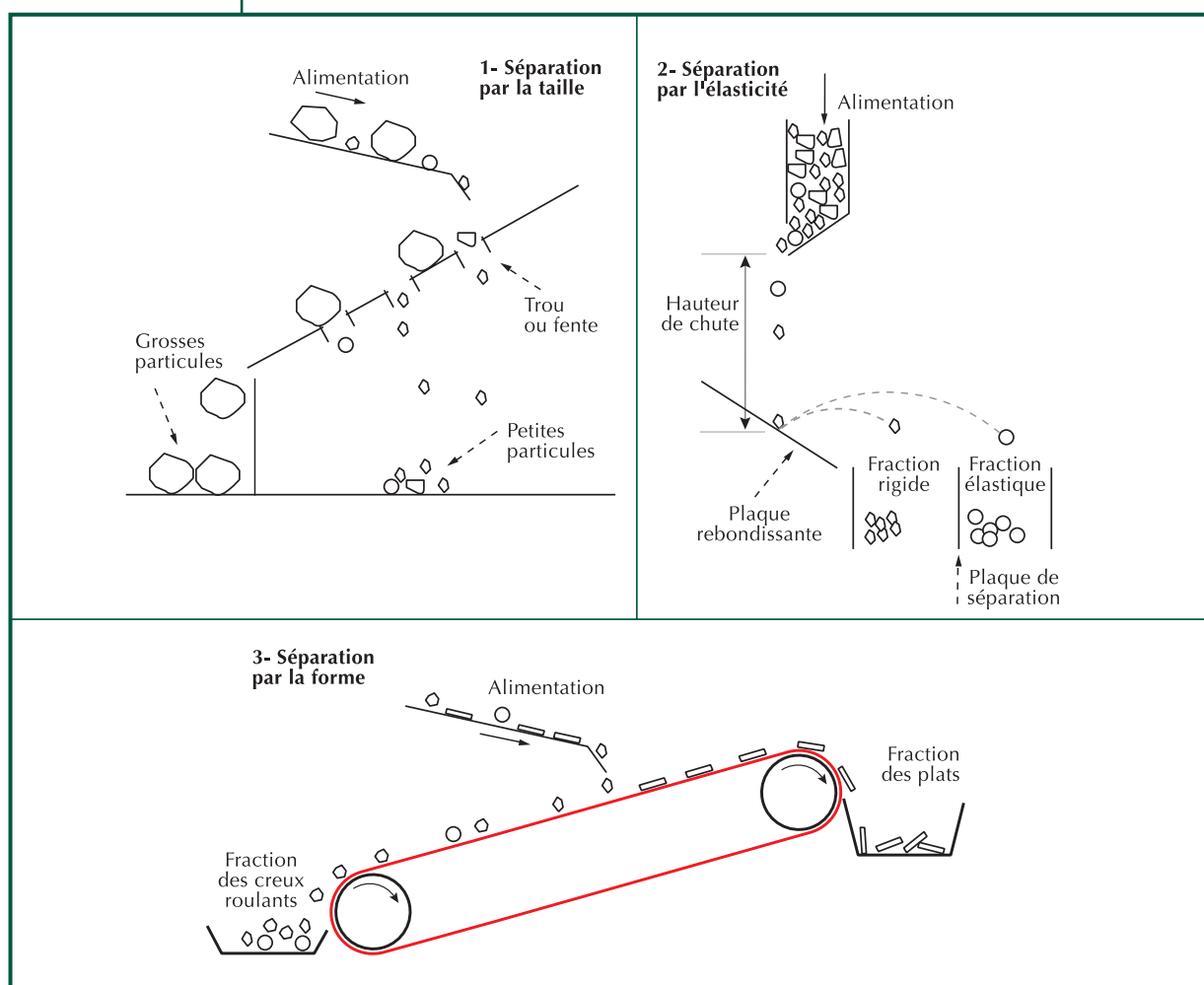
SEPARATEUR PLATS/CREUX

Séparer les matériaux en utilisant leurs propriétés physiques (densité, taille, forme, portance dans l'air, capacité à rouler, coefficient de frottement...) ou chimiques.

B

I. Les principes

→ Utilisant les propriétés physiques des produits



→ Utilisant les propriétés chimiques
(Voir page B131).

2. Descriptif technique

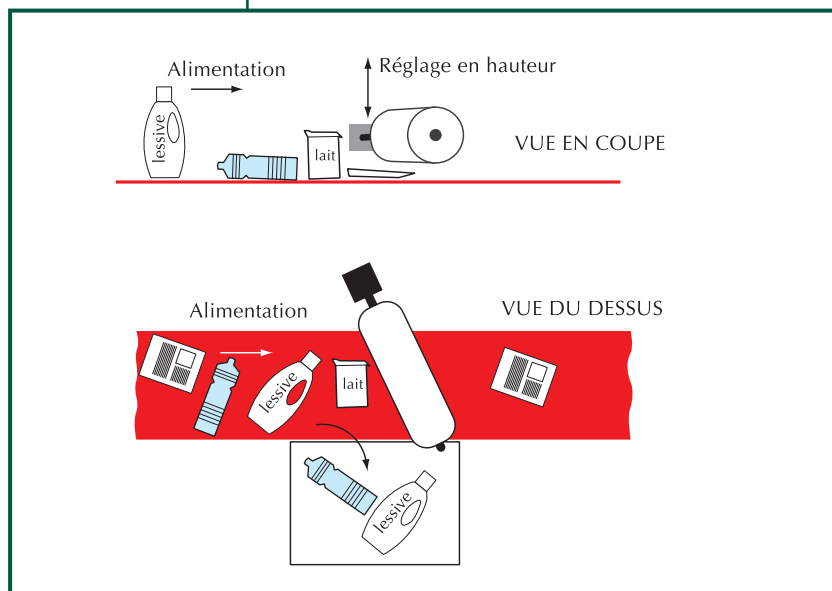
2.1. Séparation par la taille

→ Le principe de séparation est celui décrit dans la fiche technique “crible”.

En effet, du fait que les produits plats sont en majorité de grande taille et les produits creux de taille moyenne, les cribles ont été très souvent utilisés pour assurer une séparation plats/creux. Le résultat obtenu est toutefois bien moins convainquant qu’avec un équipement spécifique.

Se rapprocher de la fiche “crible” pour les descriptifs techniques.

→ Séparateur à brosse



- Permet d’effectuer un surtri des corps creux présents dans la fraction moyenne issue du trommel et de les amener à l’alimentation de la ligne des corps creux.

- Une brosse montée sur un axe motorisé est installée sur un convoyeur.

- Les corps plats passent sous la brosse et restent en bout du convoyeur.

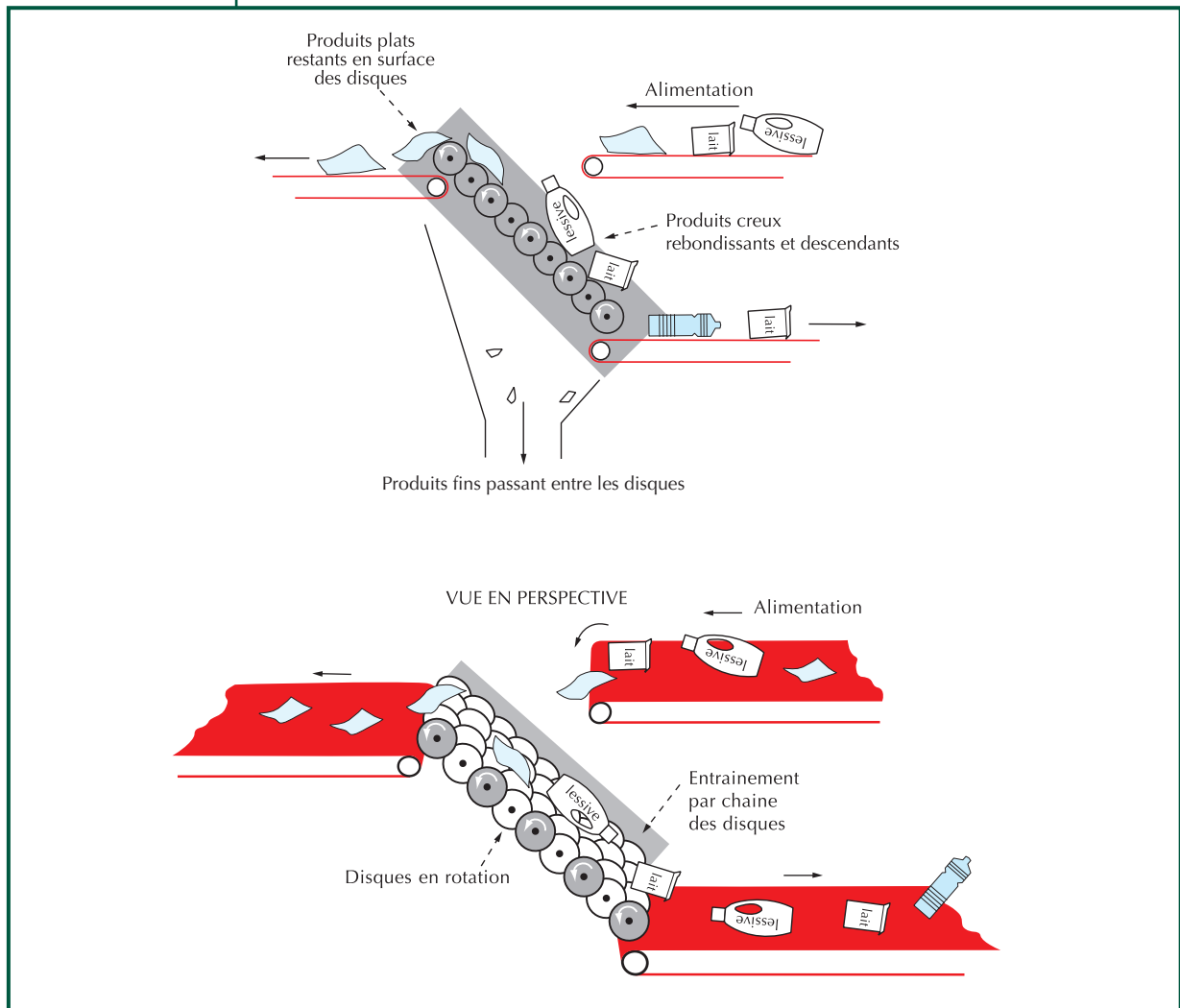
- Les corps creux sont déviés par la brosse et conduits sur un autre convoyeur.

- La distance entre la bande et la brosse, ainsi que la hauteur de cette dernière sont réglables.

Séparateur plats/creux

2.2. Séparation par l'élasticité (et la forme)

→ Crible à disques (ou à étoiles)



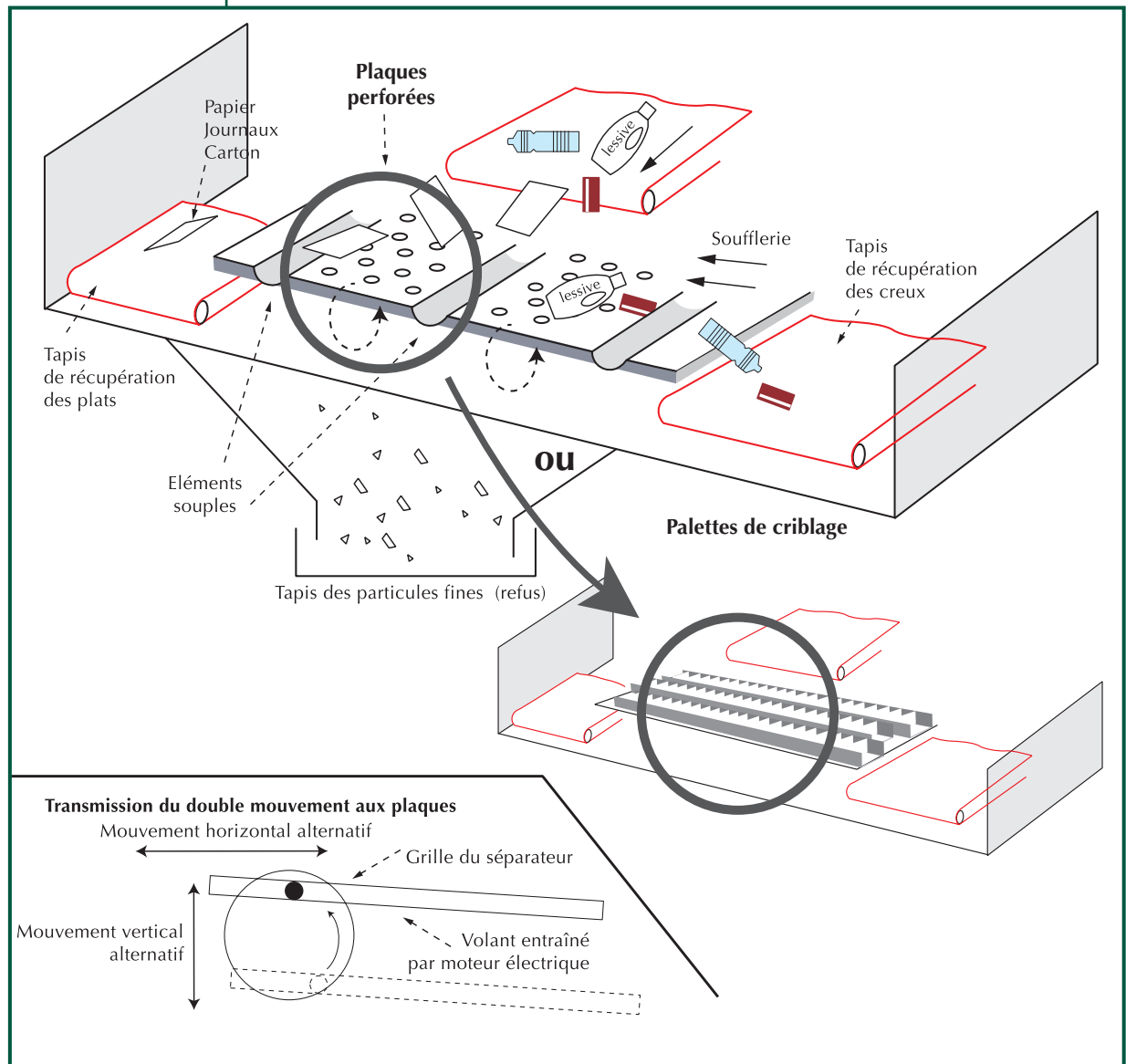
- Dans ce cas de figure, le crible à disques est installé avec un angle plus important que dans un montage tel que défini dans la fiche "crible".
- Dans cette configuration, il utilise deux principes de séparation :
 - par la différence d'élasticité des matériaux pour générer des rebonds entraînant les produits creux en bas du crible alors que les produits plats restent appliqués aux disques et sont entraînés en partie haute.
 - par différence de taille des matériaux. Les produits de petites tailles passent entre les disques.

- Réglages possibles suivant les fournisseurs :
 - Inclinaison.
 - Distance entre disques.
 - Entre axe.
- Possibilité d'installer deux cribles un au-dessus de l'autre ou un après l'autre pour une séparation multiple.
- Précaution pour un meilleur fonctionnement :
 - Tapis d'alimentation le plus large possible pour un meilleur remplissage du crible.
 - Tapis d'alimentation réglable en hauteur et inclinaison pour déplacer le point d'alimentation en fonction de l'inclinaison du crible.
- Pour information : en fonction du type de fraction entrant sur ce type de crible, et en fonction de la séparation souhaitée, l'écartement entre axes, l'écartement entre disques et l'inclinaison sont différents.
Les informations détaillées sont dans les fiches spécifiques :
 - Séparateur journaux-magazines/cartonnettes.
 - Séparateur gros cartons.



Séparateur plats/creux

→ Séparateur balistique

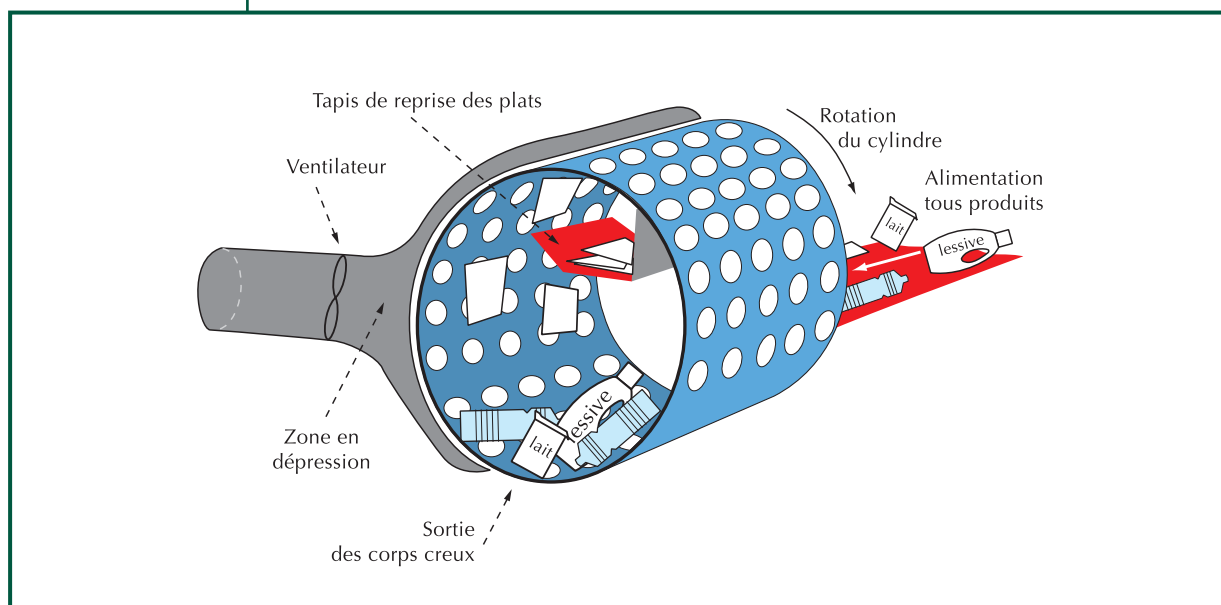


- Il utilise l'élasticité des matériaux pour générer des rebonds dont les courbes balistiques différentes permettent de séparer les matériaux.
- Des palettes inclinées, équipées d'un tamis à la maille souhaitée, sont agitées par un double mouvement alternatif, vertical et horizontal.
- La vitesse de rotation des palettes est contrôlée.
- Les produits creux rebondissent et sont évacués en partie basse du dispositif.
- Les produits plats restent collés et sont évacués en partie haute.
- L'effet balistique est parfois complété d'un effet de ventilation (courant de bas en haut).

- Réglage possible suivant les fournisseurs.
 - Inclinaison.
 - Ecartement éléments de criblage.
- En fonction du type de fraction entrant sur ce type de séparateur et en fonction de la séparation souhaitée, des machines avec des caractéristiques différentes de vitesse, distance entre palettes etc., peuvent être choisies. (Voir fiche “Séparateur journaux-magazines/cartonnettes” et “Séparateur gros cartons”).

2.3. Séparation par la forme

→ Trommel aéraulique



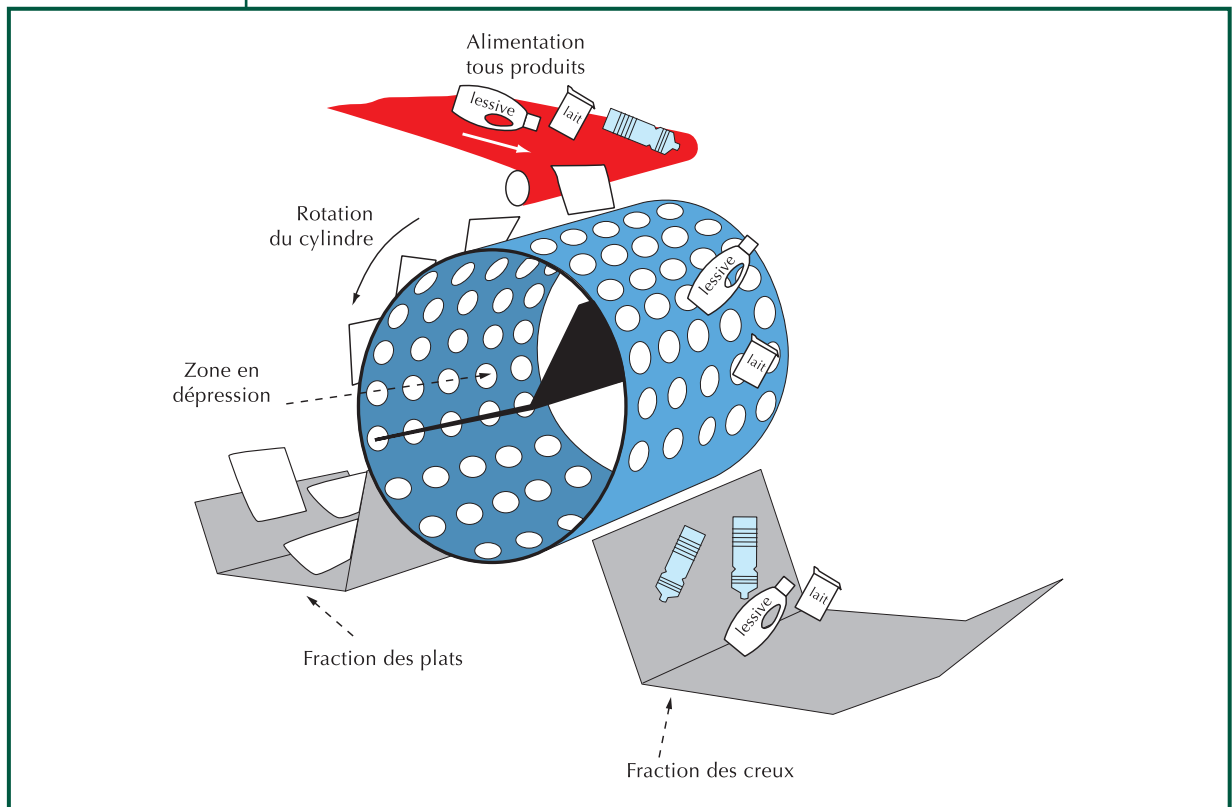
- Tambour rotatif entièrement capoté monté sur un châssis et une charpente autonome.
 - La première partie du tambour agit comme un crible rotatif classique pour extraire la fraction fine (< 60 ou 70 mm) et foisonner le flux.
 - La deuxième partie sépare par dépression :
Les corps plats plaqués sur la jupe par effet de la dépression retombent, sous l'effet de la gravité une fois la zone de dépression passée, sur un convoyeur d'extraction situé en partie haute du tambour.
- Les corps creux restants circulent à l'intérieur du tambour, en raison de son inclinaison (à 4°), et sont évacués à l'extrémité du trommel vers un second transporteur.



Séparateur plats/creux

→ Séparateur morphologique (MAF-RODA)

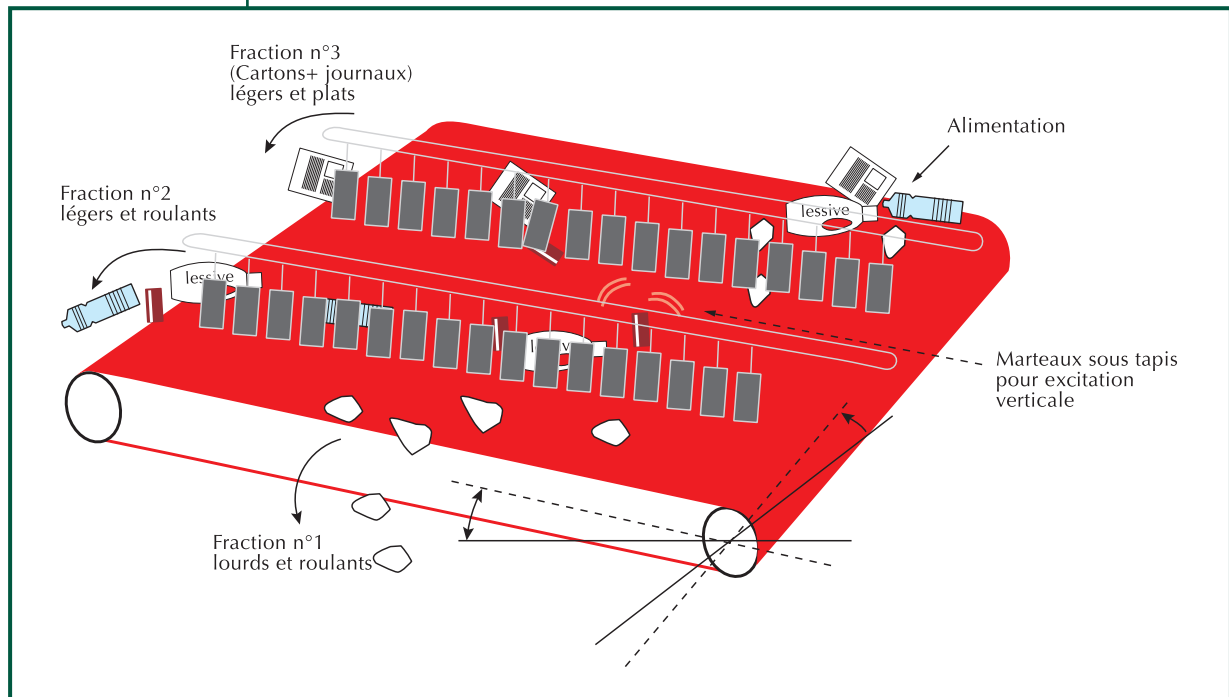
Cette machine pourrait être considérée comme un trommel aéraulique fonctionnant à l'envers, la dépression étant à l'intérieur du cylindre et non pas à l'extérieur.



Les produits tombent en partie haute d'un tambour rotatif. Un tiers de la circonférence de celui-ci est en dépression et entraîne les produits plats qui restent plaqués sur le tambour, d'un côté. Les produits creux suivent leur chute naturelle.

2.4. Séparation par la forme, le poids et l'élasticité

→ Table inclinée (Bezner)

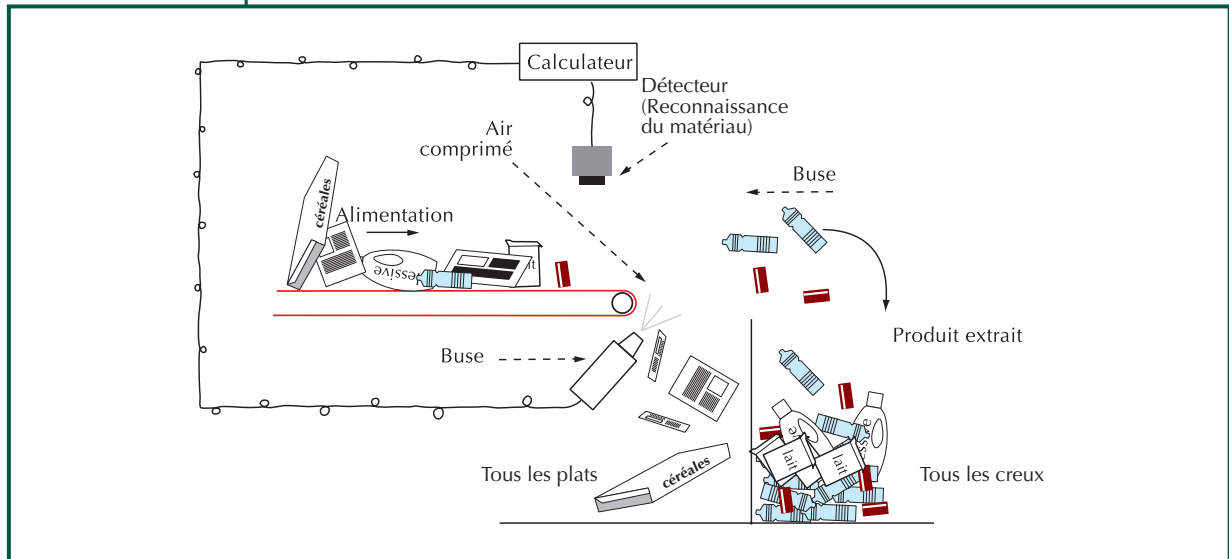


- Les matériaux à séparer, provenant d'un convoyeur, tombent en partie haute d'une table inclinée avec bande transporteuse.
- La table est inclinée d'un angle de 20° dans le sens transversal et d'un angle de 7° dans le sens de transport des matériaux et animée d'un mouvement vibratoire (tambours placés sous le tapis).
- Les matériaux sont étalés sur la bande transporteuse puis acheminés le long des rideaux de chaînes en mouvement (se déplaçant à la même vitesse de translation que la bande). A chaque maillon de la chaîne est accrochée une chaînette au bout de laquelle est fixé un tube plastique.
- Les matériaux lourds roulants traversent les rideaux et roulent au point bas de la machine (fraction n°1). Cette fraction est constituée en majorité de refus.
- Les matériaux roulants mais légers traversent le premier rideau et sont bloqués au niveau de la deuxième rangée de chaînes (fraction n°2). Cette fraction est normalement constituée en majorité de produits creux.
- Les matériaux plats sont transportés le long du premier rideau sans le traverser (fraction n°3) Cette fraction est normalement constituée en majorité de produits plats.

Séparateur plats/creux

2.5. Séparation par reconnaissance optique

La technologie utilisée est celle du tri planaire à buses.



Les produits :

- Sont transportés sur un tapis à vitesse rapide (entre 2 et 3 m/s).
- Passent après sous un détecteur pour reconnaissance du matériau.
- Et sont éjectés en deux flux par une rampe de buses actionnées par électrovannes.

3. Avantages et contraintes

Dans ce tableau, se trouvent les équipements qui peuvent faire office de séparateur plats/creux et dont le descriptif se trouve dans la fiche "crible".

Equipements	Avantages	Contraintes
Séparateur à brosses	- Economique	- Faible débit - Uniquement pour faire un flux
Crible à disques (ou à étoiles)	- Intéressant pour différents types de fractions - Peuvent se mettre en cascade - Encombrement maîtrisé - Peut être installé sous un trommel - Peut être composé de plusieurs étages et assurer une séparation de 4 voire 5 produits	- Besoin de place - Réglage précis nécessaire - Nettoyage fréquent (1 fois par poste en fonction de la fraction) nécessaire pour enlever les enroulements autour des axes.
Séparateur balistique	- Très bonne efficacité de séparation plats/creux - Pas de contact des matériaux avec les pièces en rotation - Peut être à plusieurs étages et assurer une séparation de 4 voire 5 produits - Peut être installé sous un trommel	- Encombrement important - Pièces en mouvement pouvant être lourdes d'où contraintes mécaniques pouvant être fortes
Trommel aéraulique	- Assure le dépoussiérage	- Coûteux - Consommateur d'énergie - Encombrement important
Séparateur morphologique	- Faible encombrement	- Une seule implantation en Italie - Consommateur d'énergie
Table inclinée	- Sépare théoriquement 3 fractions	- Besoin de place - Bruyant
Séparateur par reconnaissance optique	- Peu d'éléments mécaniques à entretenir - Encombrement maîtrisé - Efficacité sur produits aplatis (tetra, bouteilles)	- Nécessité des produits en mono couche pour une bonne efficacité

Remarque importante : Le trommel a été, à une période, utilisé pour assurer une séparation plats/creux, travail pour lequel il n'est pas adapté. Son efficacité est reconnue pour créer un flux de particules fines ainsi qu'un flux comportant essentiellement des journaux-magazines.



Séparateur plats/creux

4. Performances

Les performances indiquées dans le tableau ci-dessous correspondent aux performances potentielles des différents équipements. En fonction des modèles présentés par les différents constructeurs, les performances peuvent être réévaluées à la baisse ou à la hausse.

	Débit	Performance Séparation fines	Séparation plats et creux	Entretien nettoyage	Risque de foisonnement (I)	Prix	Propreté
Crible à disques	4	4 à 5	4	1	3	3	3
Séparateur balistique	4	3 à 5	5	3	4	3	5
Trommel aéraulique	3	5	3	1	1	1	5
Table inclinée	3	-	3	3	4	2	2
Séparateur par reconnaissance optique	3	-	4	5	5	3	5

Légende : 1 : très mauvais 2 : mauvais 3 : moyen 4 : bon 5 : excellent

(I) Risque de foisonnement : risque d'ouverture des journaux avec augmentation du volume à trier.

Au regard des performances indiquées en terme de séparation des plats et des creux, les trommels simples ou aérauliques ainsi que les tables inclinées ne sont plus installés sur les nouveaux centres pour effectuer cette fonction.

Point de vigilance : En fonction des équipements, les corps plats qui ont été aplatis lors de la collecte (bouteilles) se comportent soit comme des plats, soit comme des creux.

Une attention toute particulière devra être apportée au pourcentage de performance de séparation communiqué par les constructeurs, certains ne prenant pas en compte au dénominateur ces bouteilles aplatis. ("Ce ne sont pas des creux, ils ne sont pas à prendre en compte dans la mesure de la performance".)

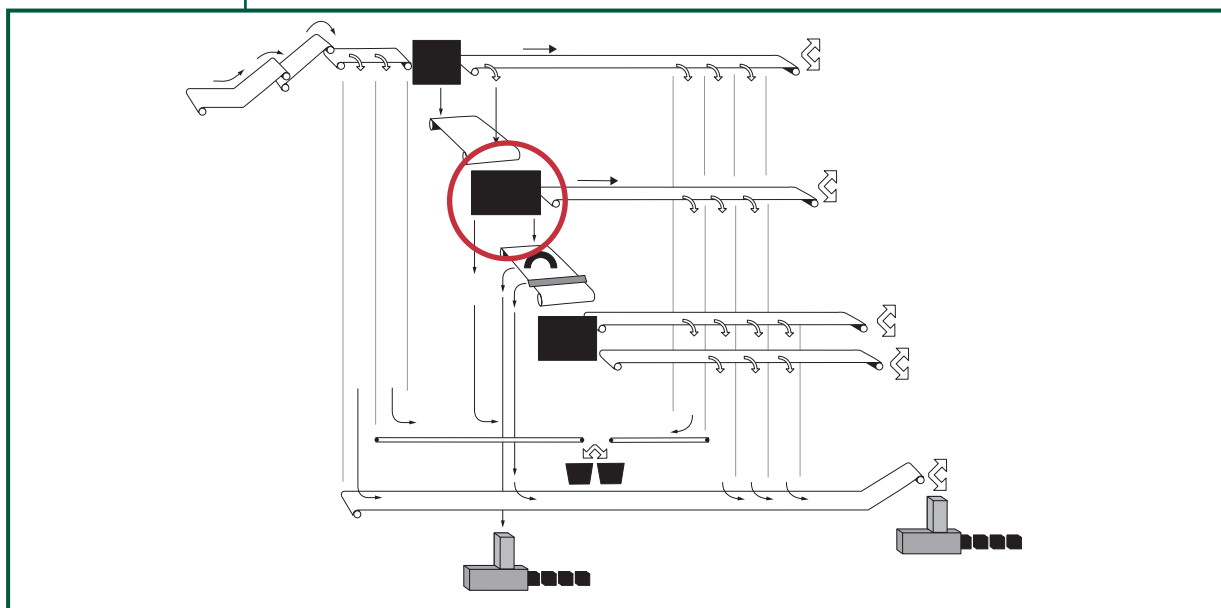
A notre sens, le seul pourcentage crédible de rendement est le suivant :

$$\text{Performance machine/an} = \frac{\text{Nombre des creux dans la fraction des creux à la sortie de la machine}}{\text{Nombre de creux à l'entrée de la machine qui doivent au final se retrouver dans les creux}}$$

Un rendement identique peut être établi avec la fraction des plats.

5. Situation dans le centre de tri

La plupart des séparateurs plats de creux s'installent en entrée de ligne, tout de suite après l'alimentation.



6. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Automatique
Entretien	Graissage, réglage motorisation, graissage moteur, remplacement des pièces d'usure

7. Références indicatives de fabricants

→ Séparateur à brosse

METSO

→ Crible à disques (ou à étoiles)

BOLLEGRAAF (LUBO), CP, KIC : Modèle BHS, MACHINEX.

→ Séparateur balistique

BRINI, INNOVATION TECHNIK : Modèle Basep, GROGER : Modèle Ballector, HOFMANN, NEOS, STADLER.



Séparateur plats/creux

- Trommel aéraulique
MAF-RODA, NEOS.
- Table inclinée
BEZNER.
- Séparation par reconnaissance optique
PELLENC.

B

8. Niveau de prix

Crible à disques	115 à 150 k€ HT installé en fonction de la séparation demandée
Séparateur balistique	80 à 180 k€ HT la machine 120 à 250 k€ HT installée (écart de prix important en fonction du fournisseur)
Trommel aéraulique	180 à 230 k€ HT la machine
Table inclinée	120 à 140 k€ HT la machine
Séparation par reconnaissance optique	90 à 150 k€ HT la machine 110 à 180 k€ HT installée



Code fonction : épuration, préparation du tri.

SÉPARATEUR SACS PLASTIQUES

Séparer les sacs plastiques du reste des matériaux.

I. Les principes

Les machines ou équipements actuellement sur le marché fonctionnent suivant trois principes :

→ Séparation par la rigidité.

Utilisation d'un séparateur balistique (voir fiche "Séparateur plats/creux" page B123)

→ Séparation par système aéraulique.

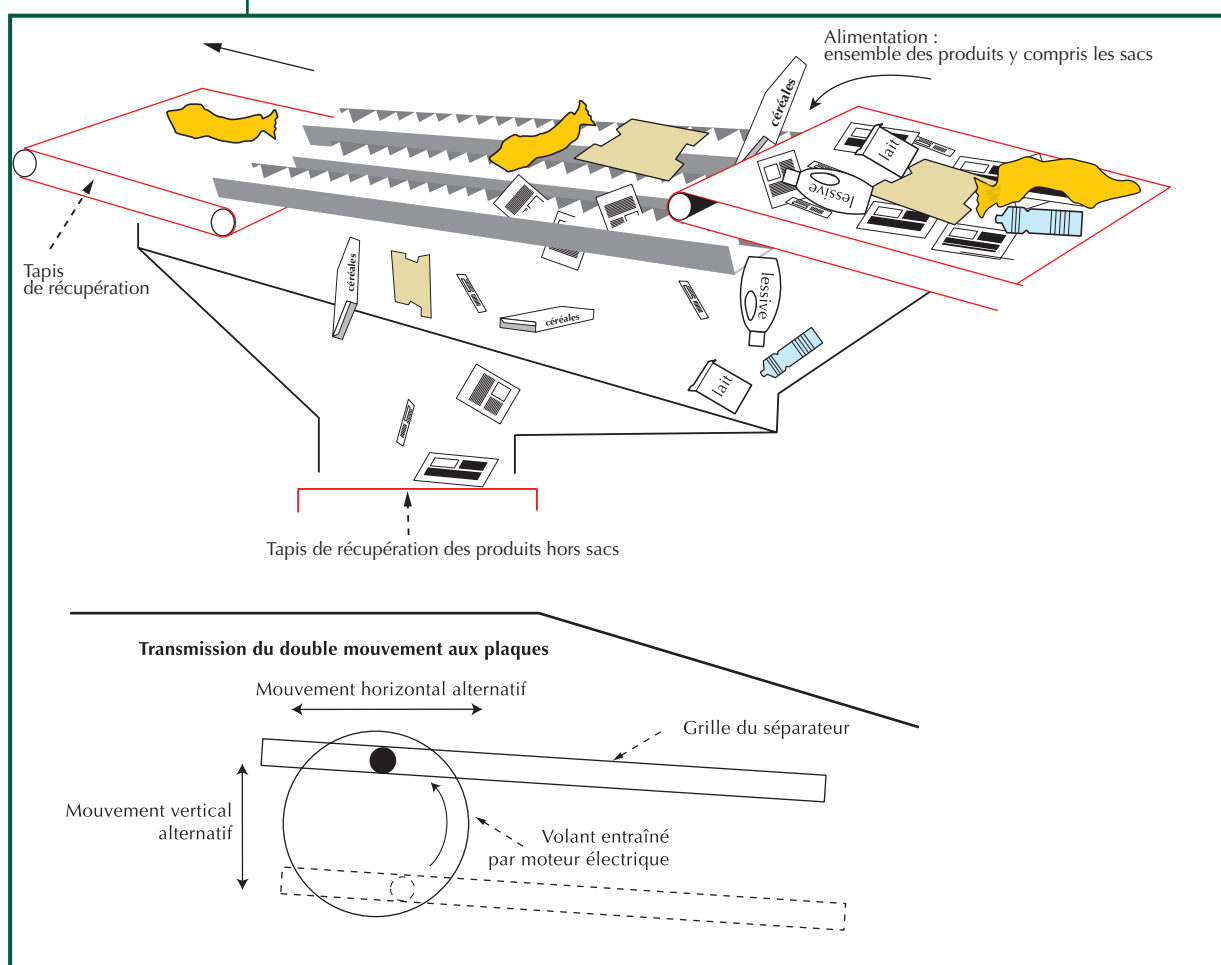
→ Séparation par combinaison d'un système aéraulique et d'une préhension mécanique.



2. Descriptif technique

2.1. Séparation par la rigidité

→ Séparateur balistique

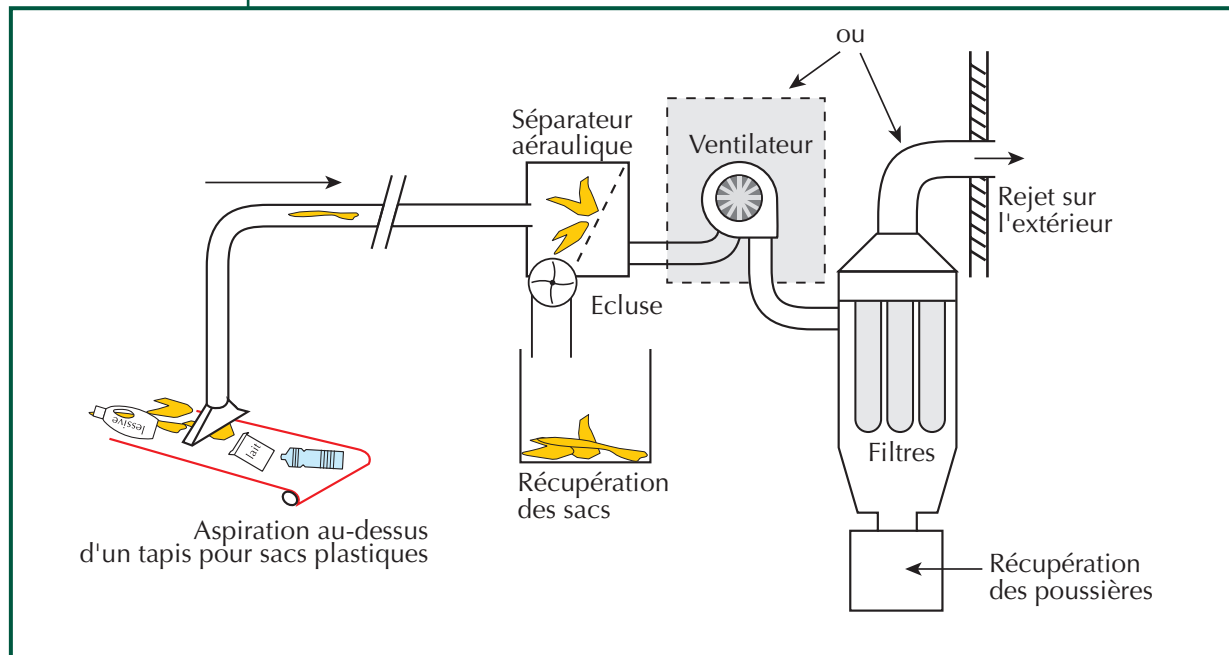


- Des palettes inclinées à un minimum de 17 degrés, structurées comme un gros tamis à maille de préférence réglable, sont agitées par un double mouvement alternatif, vertical et horizontal.
- Les produits de taille inférieure aux mailles du tamis passent à travers celles-ci.
- Les sacs, de taille supérieure aux mailles du tamis, restent en surface et se retrouvent en partie haute du séparateur. Cet effet est assuré par l'inclinaison plus importante que dans les autres types de séparation.
- Tous les autres produits se retrouvent en partie basse du séparateur.

Séparateur sacs plastiques

2.2 Séparation aéraulique

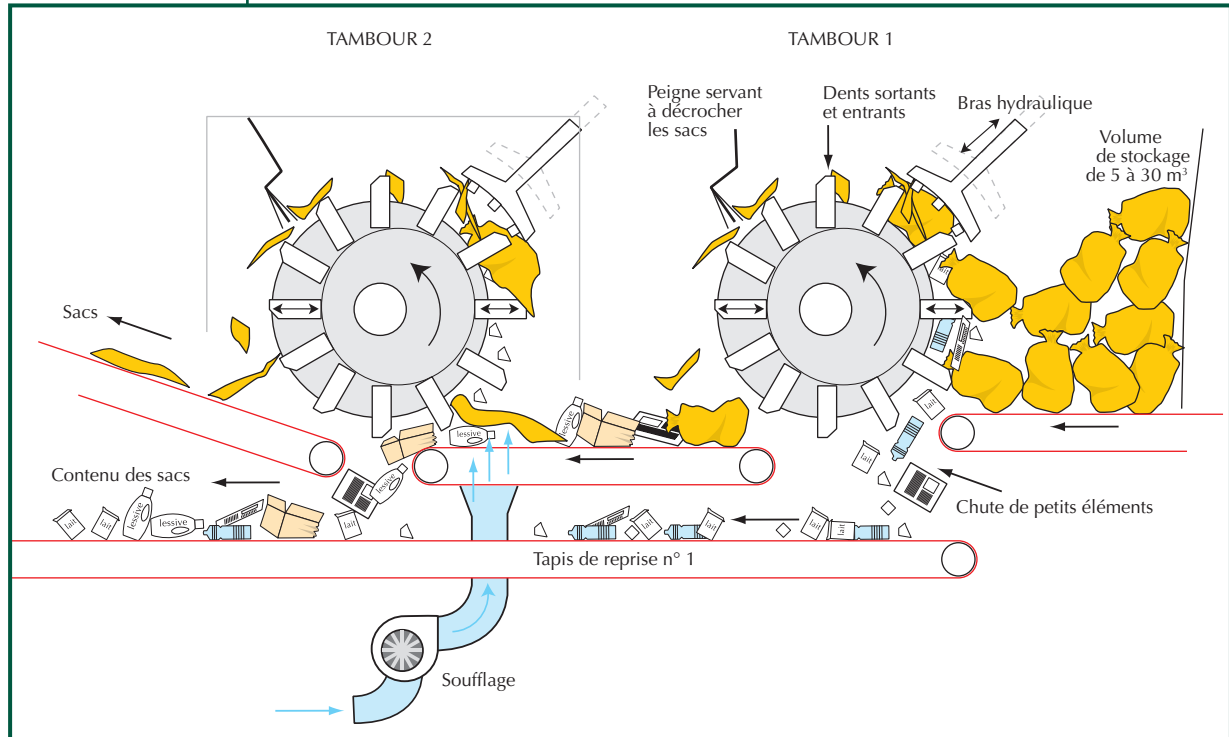
→ Principe du transport aéraulique



- Une prise d'aspiration est installée à une quinzaine de centimètres du tapis d'alimentation générale pour une aspiration automatique. Le tapis aura une vitesse importante pour garantir un bon étalement des produits sur le tapis.
- Les matériaux sont canalisés dans une tuyauterie métallique.
- Un séparateur aéraulique est installé au-dessus de la trémie de stockage. Le séparateur est composé de :
 - Un caisson de détente équipé d'une grille inclinée.
 - Un volet de réglage à l'entrée.
 - Une écluse rotative disposée à la base du séparateur.
 - Un fût de récupération.
- L'air chargé de poussières passe au travers de la grille et est évacué vers le dépoussiéreur. Les matières tombent au bas de la grille et sont évacuées par l'écluse.
- Le dépoussiéreur filtre l'air chargé de poussière par voie sèche au travers de filtres à poche.
- L'ensemble tuyauterie et séparateur est mis en dépression par un ventilateur centrifuge soit en aval du dépoussiéreur, soit entre le séparateur aéraulique et le dépoussiéreur.
- L'air filtré peut être évacué sur l'extérieur ou recyclé. Dans ce dernier cas, des économies d'énergie sont réalisées mais ce dispositif est assujéti à un contrôle permanent de la qualité de l'air rejeté.

2.3 Séparation par combinaison d'un système aéraulique et d'une préhension mécanique.

→ Principe de l'ouvre-sacs de marque « Matthiessen »



- L'équipement est équipé de deux tambours : le premier sert principalement à ouvrir et à vider les sacs, le second à parfaire l'ouverture et surtout à séparer les sacs du flux des produits.
- Les tambours sont équipés de dents qui sortent et se rétractent sous l'action d'une came située à l'intérieur de ceux-ci.
- Transportés contre le premier tambour, les sacs sont entraînés en rotation par les dents.
- Les sacs sont alors ouverts et vidés, les produits de petites dimensions tombent de ce côté du cylindre, tandis que les sacs et les produits de grosses dimensions sont entraînés de l'autre côté (entre les deux tambours).
- Les dents se rétractent et laissent tomber les sacs avec l'aide du peigne.
- Hormis ceux de petites dimensions déjà tombés, les produits (sacs vidés, sacs non ouverts, produits de grosse taille) sont récupérés par un tapis intermédiaire qui va les transporter jusqu'au deuxième tambour.
- Juste en amont de ce deuxième tambour, une buse de soufflage à jet vertical ascendant, projette les films plastiques (principalement les sacs vides) contre le tambour.
- Les sacs non ouverts par le premier tambour sont entraînés en rotation par les dents.
- Ces sacs sont ensuite accrochés par les dents situées sur le bras hydraulique.
- Ils sont alors ouverts et vidés, les produits contenus à l'intérieur tombent de ce côté du cylindre, tandis que les sacs sont entraînés de l'autre côté.

Séparateur sacs plastiques

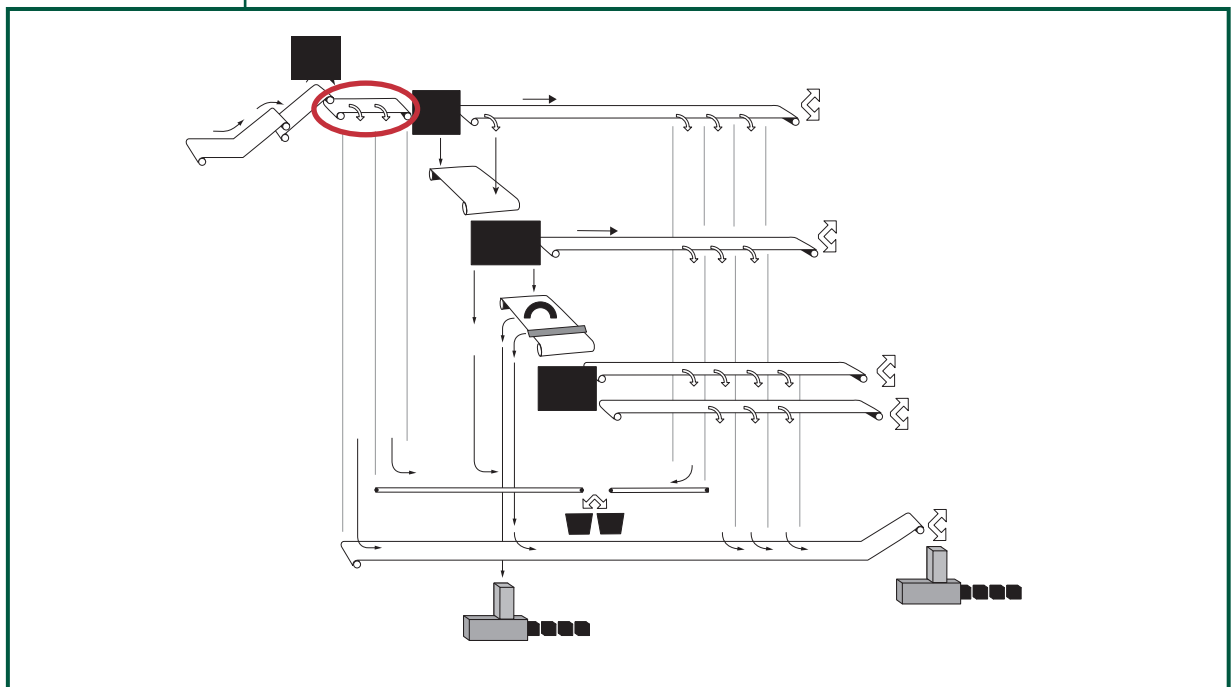
- Les dents se rétractent et laissent tomber les sacs (ouverts par ce deuxième tambour ou prématurément ouverts à l'occasion du passage au niveau du premier tambour) et ce, avec l'aide du peigne.
- L'ensemble des produits est recueilli sur deux tapis. Le premier tapis placé sous la totalité de l'ouvre-sacs récupère les produits contenus dans les sacs. Le deuxième tapis, situé en aval de la machine, récupère les sacs ainsi que les grands films plastiques.

B

3. Avantages et contraintes

A ce jour, ces équipements sont peu utilisés en France pour la collecte sélective. Avant tout choix de matériel, une analyse technico-économique est indispensable en incluant la totalité des équipements compris dans la fonction séparation des sacs plastiques.

4. Situation dans le centre de tri



5. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Automatique
Entretien périodique	Entretien nettoyage régulier, graissage, réglage motorisation, remplacement pièce d'usure

6. Références indicatives de fabricants

- Séparateur balistique
GROGER.
- Séparation aéraulique
DELTA NEU, DONALDSON, DISA CATTINAIR, STIVENT.
- Ouvre-sacs
MATTHIESSEN.

7. Niveau de prix

Séparateur balistique	De 90 à 120 k€ HT la machine seule De 120 à 160 k€ HT la machine installée
Séparateur aéraulique	A étudier en fonction du site
Ouvre-sacs	200 k€ HT la machine seule Surcoût de 100 k€ HT par rapport à une machine sans équipement pour la séparation des sacs



Code fonction : stockage.

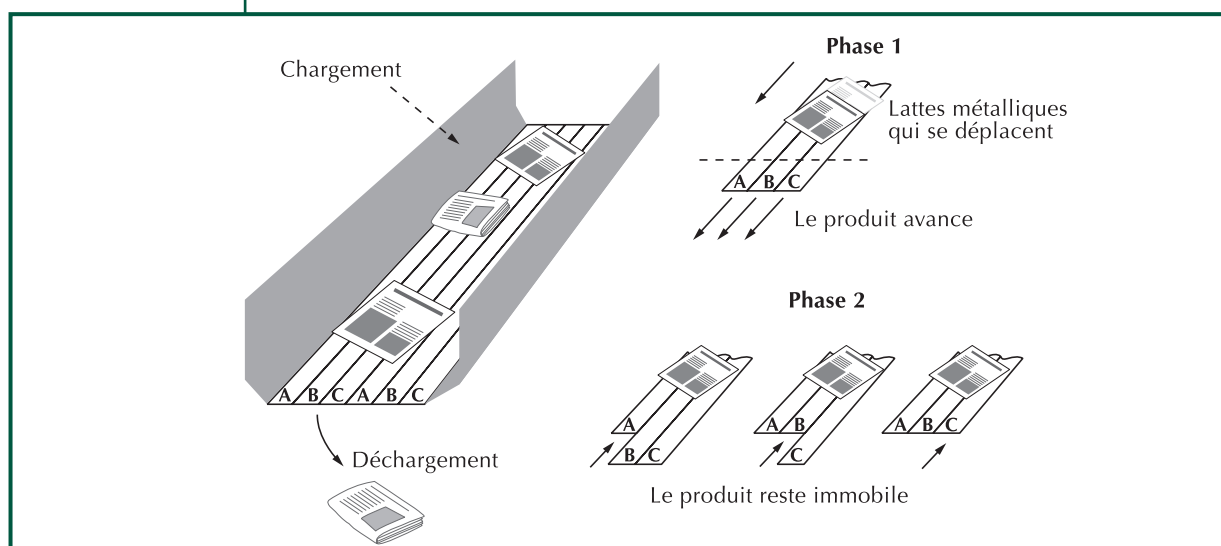
STOCKAGE DYNAMIQUE

Stocker et déstocker en continu les matériaux triés (premier entré – premier sorti) (F.I.F.O.).

Concerne les produits triés et en attente de conditionnement.

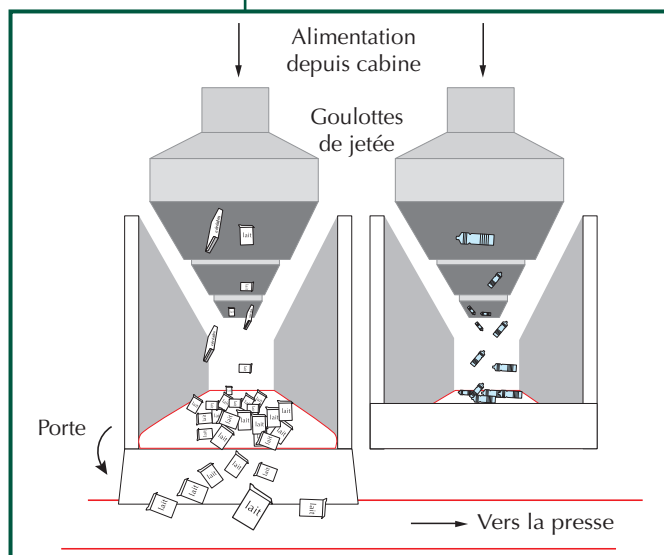
I. Descriptif technique

I.1. Fond mouvant alternatif (F.M.A.) de déstockage



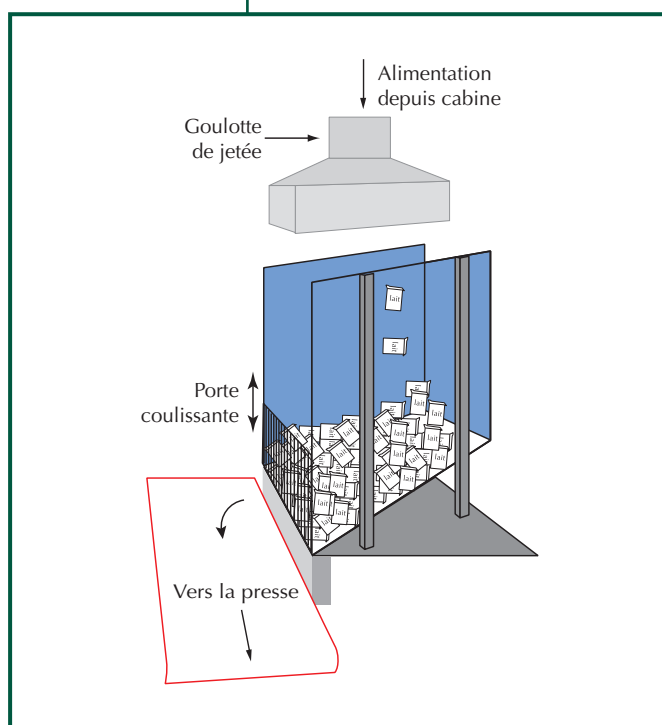
- En zone de stockage, le FMA permet d'alimenter en continu une presse ou une benne de semi-remorque pour la livraison en vrac.
- Les matériaux sont stockés dans une trémie métallique de 3 à 4 m de haut sur 10 à 12 m de long, représentant un volume d'environ 60 à 90 m³ unitaires.

I.2. Alvéole avec convoyeur à bande



- Les matériaux sont stockés dans une trémie métallique dont le fond est un convoyeur à bande transporteuse à tablier de caoutchouc (voir fiche convoyeur).
- Les produits partent sur la bande et sont évacués de l'alvéole au fur et à mesure de leur réception si le convoyeur fonctionne en continu, ou à la demande s'il fonctionne en marche alternée.
- Fermeture aux extrémités par portes pour éviter le mélange des produits et augmenter le volume de stockage.

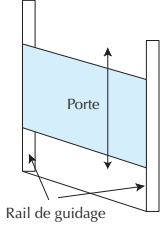
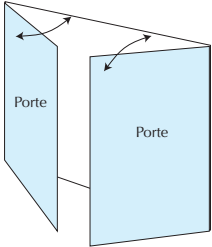
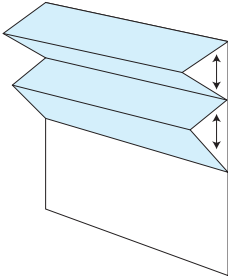
I.3. | Alvéole à porte automatique

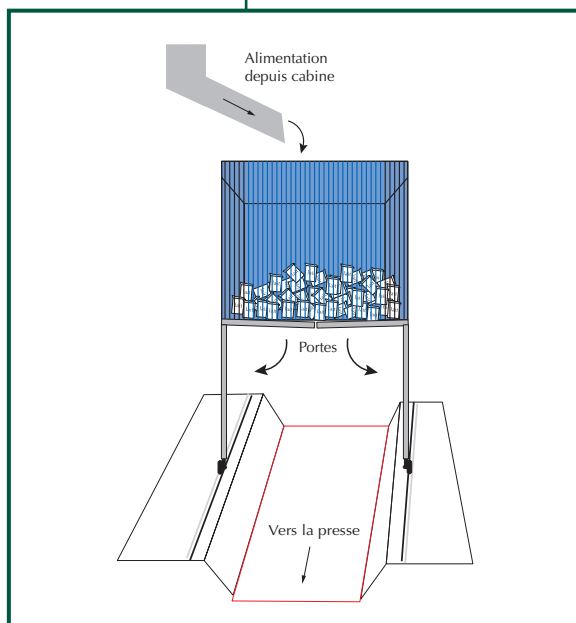


→ A vidage par gravité

- Les alvéoles où sont jetés les produits sont fermées par des parois en général grillagées en latéral pour permettre de visualiser les niveaux de produits.
- Le “plancher” de l’alvéole est constitué d’une tôle lisse inclinée afin de favoriser l’écoulement du produit
- Différents modèles de portes peuvent équiper ce type d’alvéole, toutes peuvent être munies de boîtiers à télécommande pour l’ouverture automatique.
- Ce système permet une plus grande sécurité de l’opérateur qui n’a, dans ce cas, pas de risque d’être entraîné par le produit à l’ouverture des portes.
- Des efforts importants s’exercent sur la porte par l’effet du poids des produits. Cet élément ne doit pas être sous-estimé au moment de la conception.



	Descriptif	Application
Porte à guillotine 	- Ouverture/fermeture par guillotine	- Vidage complet obligatoire
Porte à deux vantaux 	- Ouverture des deux vantaux vers l'intérieur	- Vidage complet obligatoire - La circulation du produit vers la presse subit une gêne - Non automatisé en général
Porte à genouillère 	- La porte est articulée en son milieu et s'ouvre en deux temps - La moitié supérieure de la porte se soulève en oblique - La moitié inférieure de la porte s'ouvre sans déplacement avec un mouvement vertical, au droit de l'alimentateur	- Excellente étanchéité - Pas de difficultés de fermeture car le déplacement vertical produit un effet de guillotine - Peut permettre de refermer une alvéole seulement partiellement vidée - Peut assurer la régulation de couche

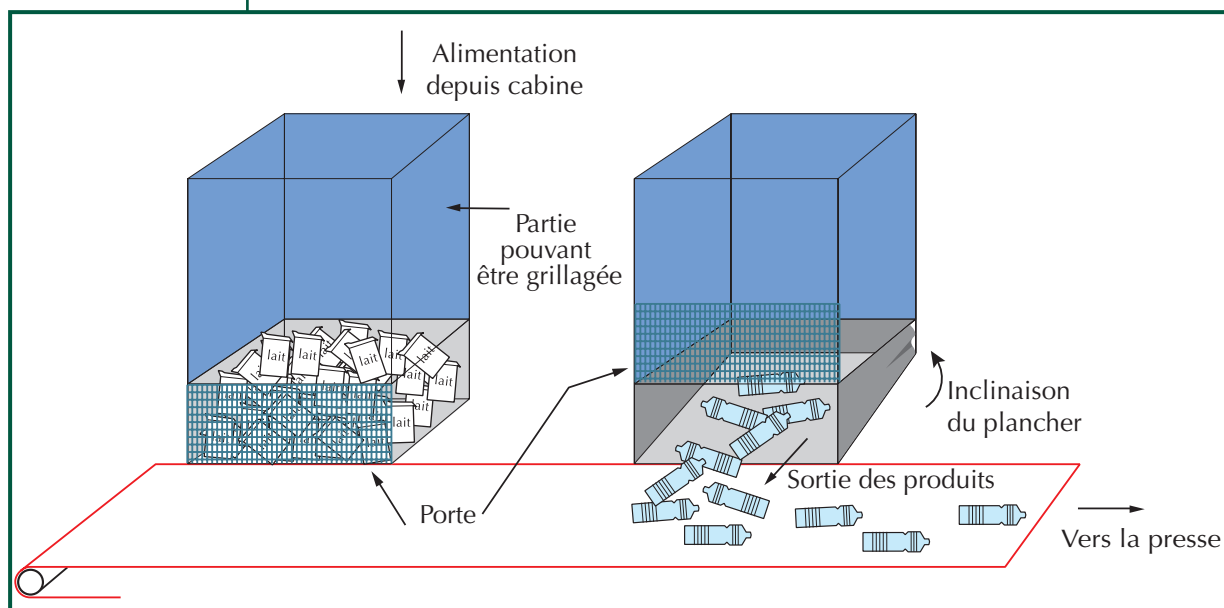


● Une variante.

Des accessoires de stockage peuvent faciliter la flexibilité dans le cas de petits volumes (panier mobile à roulettes, silo à bouteilles plastiques...).

→ A fond inclinable

- Les alvéoles où sont jetés les produits sont fermées en partie par des parois grillagées et pour le reste par une bâche souple.
- Le plancher de l'alvéole est constitué d'une tôle lisse inclinable par l'intermédiaire d'un vérin.
- Ouverture automatique des portes à distance par action d'un opérateur sur un boîtier de télécommande.



2. Avantages et contraintes

→ Les avantages principaux de ces solutions sont :

- Diminution de la circulation d'engins entraînant automatiquement une baisse de la pollution sonore et olfactive.
- Gain de place.
- Diminution des risques d'accident par contact homme/engins et par retournement des engins en poussant les produits lourds (J/M).
- Gain de productivité.
- Aspect plus industriel du métier.
- La régulation de la quantité de produits déposée sur le tapis d'alimentation de la presse est, si le problème a bien été appréhendé à la conception, plus aisée et permet de mieux gérer la production d'un nombre entier de balles.

→ Attention particulière :

La conception du tapis d'alimentation de la presse et de tous ses habillages doit garantir un entraînement automatique de tous les produits. Lorsque celui-ci est mal conçu, une intervention manuelle est nécessaire pour pousser la fin des produits, anéantissant le gain en sécurité de ce type d'équipement.



B. LES SPECIFICATIONS DETAILLEES DES EQUIPEMENTS

Stockage dynamique

→ Par équipement

Equipements	Avantages	Contraintes
Fond mouvant alternatif	- Supporte une lourde charge - Possibilité de vidage en partie - Un FMA correspond à un camion de journaux/magazines - Après vidage d'un FMA, les JM ont une densité offrant un bon remplissage du camion - Possibilité de réversibilité et de vitesse variable	- Coût élevé - Obligation d'utiliser un convoyeur à chaîne et non à sole de glissement pour l'alimentation de la presse (les efforts transversaux et la pression par la chute des produits sont incompatibles avec la technologie à sole de glissement) - Complexité technique
Alvéole avec convoyeur à bande	- Très adapté pour produits creux - Possibilité de pesée	- Difficile de ne pas envoyer la masse globale en cas de JM - Alvéole aveugle (contrôle du remplissage difficile) - Nécessité de laisser un mètre environ entre chaque alvéole pour l'entretien - Est limité en charge à stocker et surtout à déplacer
Alvéole à fermeture automatique à vidage par gravité	- Pas ou peu de maintenance - Capacité importante - Idéale pour produits creux	- Fonctionne en tout ou rien - Ne convient pas aux produits plats
Alvéole à fermeture automatique à fond inclinable	- Peu de maintenance - Capacité supérieure à une solution à vidage par gravité à encombrement équivalent - Pression sur porte plus faible que solution à vidage par gravité - Plus grande facilité de vidage - Idéale pour produits creux	- Ne convient pas aux produits plats - Nécessité de maintenance

B

3. Performances

→ Fond mouvant alternatif

Vitesse du plancher de 2 à 3 m/minutes : vidage en 5 minutes environ.

→ Alvéole avec convoyeur à bande

Temps de vidage limité par capacité de la presse.

→ Alvéole à porte automatique à vidage par gravité

Capacité de stockage de 2 à 3 balles maxi de plastiques.

→ Alvéole à porte automatique à fond inclinable

Capacité de stockage de 4 à 5 balles maxi de plastiques.

4. Variantes et accessoires

→ Fond mouvant alternatif

- Le process de déstockage peut être contrôlé par télécommande reliée à l'automate programmable. Lorsque la position de l'armoire et donc des commandes ne permet pas d'avoir une vue sur l'ensemble des équipements de conditionnement, la télécommande offre à l'opérateur un meilleur contrôle visuel de l'opération.
- Position possible en altitude avec déchargement direct sur le camion affrété par le repreneur qui se positionnera sous la trémie.
- Les lames sont en acier ou en aluminium. En fonction de l'utilisation et du poids des produits stockés, une analyse de durabilité devra être faite.
- En fonction des fabricants, deux solutions mécaniques existent :
 - soit chaque lame est équipée de son propre vérin,
 - soit les lames sont reliées entre elles pour former trois ensembles alimentés alternativement par un seul vérin.

Une analyse de la fiabilité de la souplesse d'utilisation et des risques de blocage doit être effectuée avant un choix.

A RETENIR

Dans le cas d'un stockage en alvéole avec convoyeur à bande, pour traiter un plus grand volume (en JRM notamment) l'implantation suivante est conseillée :

- Deux alvéoles identiques sont placées côte à côte.
- Un volet by-pass en bout du convoyeur d'alimentation permet de répartir les produits sur l'une ou l'autre des alvéoles.

→ Alvéole avec convoyeur à bande

- Télécommande possible.
- Parois en contreplaqué renforcées par cornières métalliques.

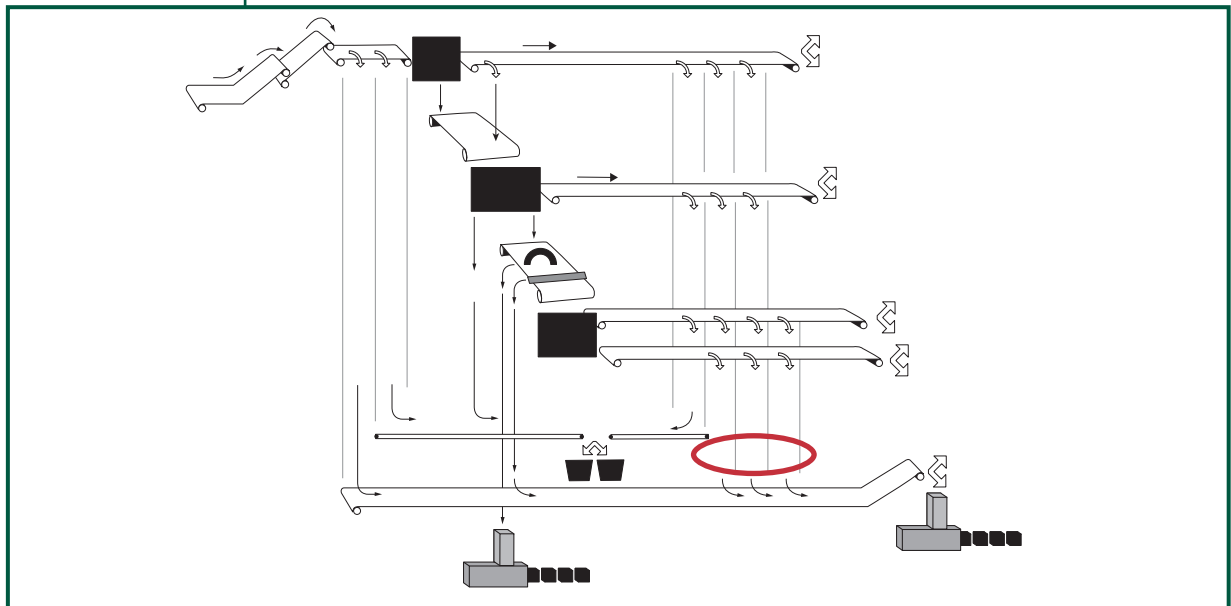
→ Alvéole à porte automatique à vidage par gravité

Télécommande d'ouverture de porte possible.



5. Situation dans le centre de tri

Tous les équipements de stockage dynamique se trouvent en zone de conditionnement, avant l'alimentation de la presse.



6. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Automatique ou manuel
Entretien	Graissage, réglage motorisation, entretien des filtres, maintenance hydraulique

7. Références indicatives de fabricants

→ Fond mouvant alternatif

BRT, CARGO FLOOR, IRIS, KEITH, LEGRAS, MELUN HYDRAULIQUE, SPIRO.

→ Alvéole avec convoyeur à bande

ARVAL, BEZNER, BURTON'STEEL, CERIP, HOFMANN, METSO, NEOS, PRESSOR, SERAM ENVIRONNEMENT, SOGEFA, VANNIER, VAUCHE.

→ Alvéole à porte automatique à vidage par gravité

ARVAL, BEZNER, BURTON'STEEL, CERIP, HOFMANN, METSO, NEOS, PRESSOR, SERAM ENVIRONNEMENT, VANNIER, VAUCHE.

→ Alvéole à porte automatique à fond inclinable

METSO, VAUCHE.

8. Niveau de prix

Type d'équipement		Prix de la fonction complète k€ HT
Fond mouvant alternatif		100 à 150 fonction complète y compris parois et la porte (PM : équipement seul : 5 k€ HT/ml en 2,4 m de large)
Alvéole avec convoyeur à bande	Coût unitaire Surcoût par rapport à alvéole simple	15 12
Alvéole à porte automatique à vidage par gravité	Porte à guillotine Porte à deux vantaux Porte à genouillère	3,5 3 5
Alvéole à porte automatique à vidage par gravité		10 à 15



Code fonction : transporter, déplacer.

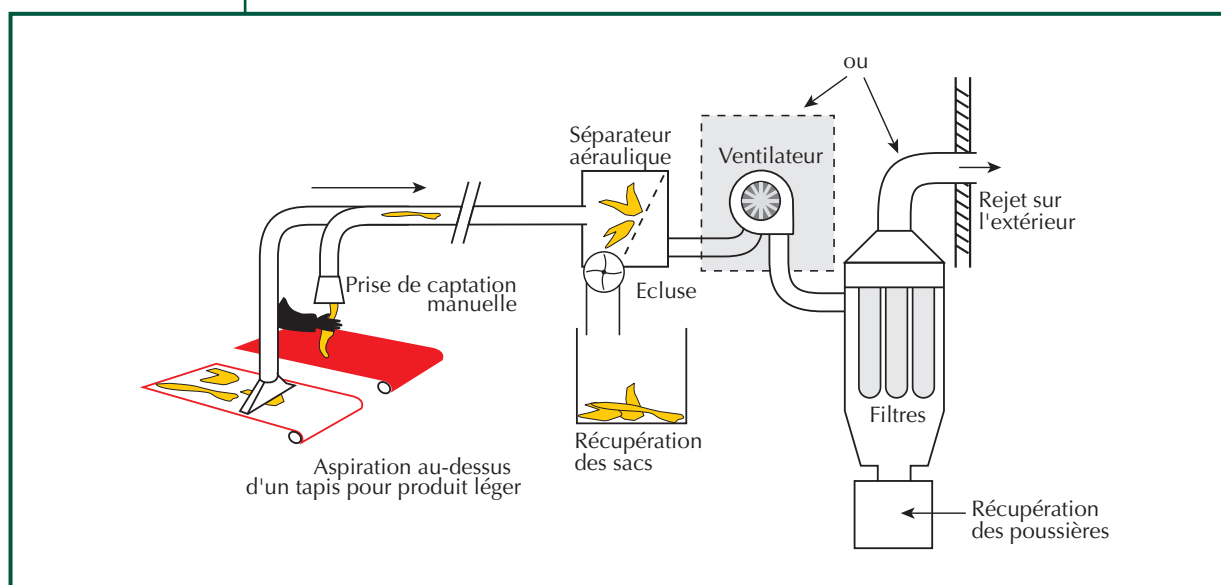
SYSTEMES AERAULIQUES

L'air peut-être utilisé pour différentes utilisations :

- Trier et transporter par soufflerie des matériaux légers.
- Nettoyer par le vide.
- Capturer la poussière au niveau des zones de production.

I. Descriptif technique

I.1. Transport pneumatique

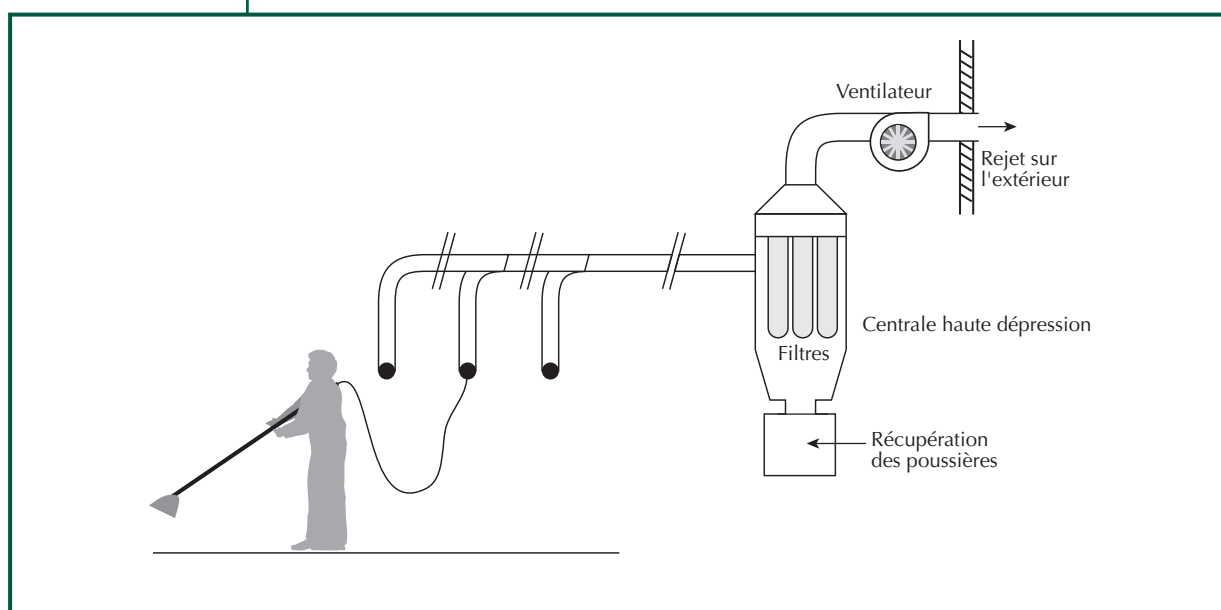


Ce dispositif est adapté pour les produits légers (films plastiques, bouteilles plastiques, boîtes aluminium...).

- Une prise de captation est installée à chaque poste de tri dans la cabine ou une prise d'aspiration est installée à une quinzaine de centimètres du tapis pour une aspiration automatique.
- Les matériaux sont canalisés dans une tuyauterie métallique.
- Un séparateur aéraulique est installé au-dessus de la trémie de stockage. Le séparateur est composé de :
 - Un caisson de détente équipé d'une grille inclinée.
 - Un volet de réglage à l'entrée.
 - Une écluse rotative disposée à la base du séparateur.
 - Un fût de récupération.

- L'air chargé de poussières passe au travers de la grille et est évacué vers le dépoussiéreur. Les matières tombent au bas de la grille et sont évacuées par l'écluse.
- Le dépoussiéreur filtre l'air chargé de poussières par voie sèche au travers de filtres à poche.
- L'ensemble tuyauterie et séparateur est mis en dépression par un ventilateur centrifuge soit en aval du dépoussiéreur, soit entre le séparateur aéraulique et le dépoussiéreur.
- L'air filtré peut être évacué sur l'extérieur ou recyclé. Dans ce dernier cas, des économies d'énergie sont réalisées mais ce dispositif est assujéti à un contrôle permanent de la qualité de l'air rejeté.

I.2. Nettoyage centralisé par le vide

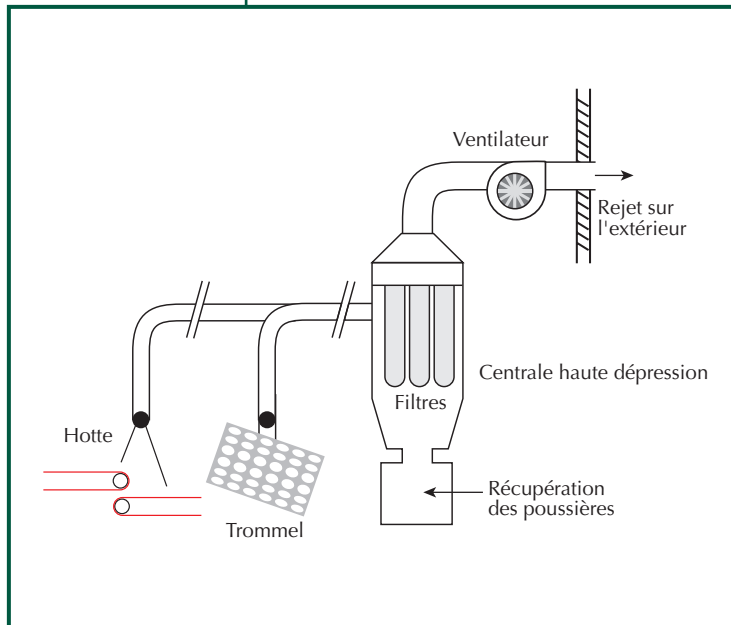


Une installation de nettoyage par le vide est constituée de :

- Une gamme d'accessoires permettant un nettoyage quel que soit l'environnement.
- Un réseau de tuyauterie modulable qui puisse s'adapter aux besoins.
- Un dépoussiéreur à décolmatage automatique.
- Un dispositif de récupération des poussières.
- Une centrale haute dépression située en zone propre (soit en aval du dépoussiéreur) créant la dépression nécessaire aux bouches.



I.3. Dépoussiérage



Une installation de dépoussiérage est constituée :

- De hottes de captage installées au droit des lieux de production de poussières (différentes machines avec mouvement des matériaux, chute de produits entre deux tapis).
- Un réseau de tuyauterie modulable qui puisse s'adapter aux évolutions de besoins.
- Un dépoussiéreur à décolmatage automatique.
- Un dispositif de récupération des poussières.
- Un ventilateur situé en zone propre créant la dépression nécessaire au niveau des hottes.

2. Avantages et contraintes

Equipements	Avantages	Contraintes
Transport pneumatique	- Transport entre deux points difficiles d'accès - Peu de limite en longueur de transport - Rapidité - Sécurité	- Consommation électrique - Investissement
Nettoyage centralisé par le vide	- Facilité de nettoyage - Limite les risques d'incendie d'explosion - Limite les risques de maladie du travail	- Investissement à prévoir - Maintenance des équipements
Dépoussiérage	- Limite le nettoyage - Limite les risques d'incendie d'explosion - Limiter les risques de maladie du travail	- Investissement à prévoir - Maintenance des équipements

3. Performances

3.1. Transport aéraulique

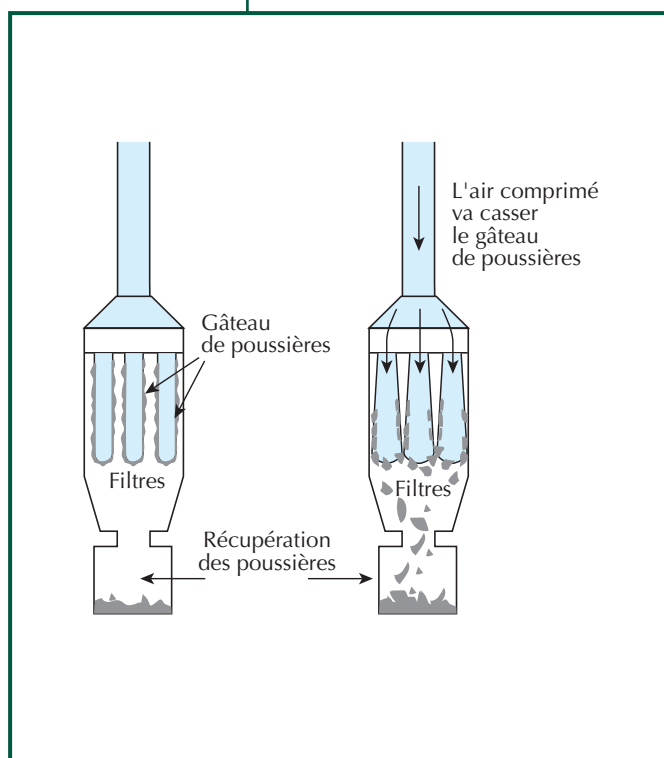
- Pas de contrainte de distance maximale à l'intérieur d'un centre de tri.
- La taille des produits doit être homogène car l'installation doit être dimensionnée pour les produits à transporter les plus contraignants.
- Types de produits : emballages plastiques et aluminium, propres et secs avec humidité maxi de 5 %.

3.2. Nettoyage centralisé par le vide

- Positionner impérativement une prise d'aspiration tous les 12 m environ.
- Dimensionner la centrale d'aspiration en fonction du nombre de bouches en simultané et de la longueur du réseau.

3.3. Dépoussiérage

- La surface de passage entre la hotte et l'équipement à dépoussiérer devra être la plus faible possible afin d'assurer une bonne efficacité de l'installation.
- Le décolmatage des filtres se fait soit par air comprimé soit par secouage. Cette deuxième solution ne sera pas préconisée car elle nécessite un arrêt toutes les heures.



- Par ordre de prix croissant, les éléments filtrants sont soit à tissu feutre (poche ou manche), soit à cartouche non tissée ou encore rigide. Dans ce type d'application, la technique par tissu feutre sera utilisée. En effet, les filtres à cartouche présentent des entraxes faibles et donc des risques de formation de voûte dans le cas de présence de grosses poussières.
- Notions de dimensionnement :
 - Débit d'aspiration au niveau d'une jetée : 1 000 m³/h.
 - Vitesse de filtration : de 120 à 150 m/h (= débit en m³/h divisée par la surface filtrante en m²).
 - Vitesse de l'air entre la hotte et l'équipement à traiter : 1 m/s.
 - Vitesse de l'air dans les canalisations : entre 18 et 20 m/s ce qui va éviter l'encrassement.
- Le bon fonctionnement de l'ensemble des bouches sera assuré par un bon équilibrage du réseau.

4. Variantes et accessoires

4.1. Prise en compte des atmosphères explosives

- En fonction du classement ATEX, défini par le document unique établi par le chef d'établissement, les équipements devront être conçus en fonction de ce classement.
- Une attention particulière sera prise en ce qui concerne le stockage des poussières et en particulier celles contenant des fines de papier.

4.2. Transport aéraulique

Le transport aéraulique des plastiques peut être utilisé pour l'alimentation en continu d'une presse à balles.

4.3. Dépoussiérage

- Le stockage et le transport des fines doivent être étanches pour éviter les envols. Si le stockage est assuré par sacs plastiques, ceux-ci doivent être antistatiques.
- Le choix de filtres à poches ou à manches sera fait en fonction principalement de l'efficacité du décolmatage et de la contrainte d'événements d'explosion éventuels.

5. Situation dans le centre de tri

→ Transport aéraulique

Est utilisé au sein du process pour relier deux points difficiles d'accès, ou entre un ou des postes de tri en cabine et un point du process.

→ Nettoyage centralisé par le vide

Les bouches sont situées dans la zone process et la cabine de tri principalement.

→ Dépoussiérage

Les points de captage seront situés dans le process au lieu de brassage ou de chute des produits.

Un ensemble filtrant placé à l'extérieur limitera les exigences techniques. Toutefois les assemblages devront être soignés pour éviter la stagnation de l'eau et donc la corrosion. Le risque de condensation devra, dans ce cas, être appréhendé.



6. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Automatique
Entretien	Nettoyage des grilles du séparateur; graissage, entretien des filtres et manches à décolmatage, réglage motorisation, maintenance hydraulique

7. Références indicatives de fabricants

DELTA NEU, DONALDSON, DISA CATTINAI, NIHOT, STIVENT.

8. Niveau de prix

→ Transport aéraulique

Le prix étant très variable suivant la distance parcourue et la taille maximale des objets à transporter, des ratios sont difficilement appréhendables.

→ Nettoyage centralisé par le vide

Centrale d'aspiration avec filtre complète installée	Entre 13 et 18 k€ HT
Réseau installé	Entre 3 et 5 k€ HT/bouche

→ Dépoussiérage

Installation complète	Entre 5 et 7 k€ HT/m³/h installé
------------------------------	---



Code fonction : tri.

TABLE DE TRI

Présenter les matériaux à trier devant les opérateurs, sur un tapis.

Le tri manuel (ou surtri) est une étape importante et incontournable du processus de tri. Il consiste à identifier et retirer un matériau du tapis de tri. La stratégie en matière de processus de tri est définie en fonction de la quantité et de la nature des produits entrants.

Il faut choisir le mode de tri pour chaque flux de matériaux.

Pour obtenir des préconisations de dimensionnement afin d'offrir la meilleure ergonomie possible aux trieurs, il est nécessaire de suivre les recommandations de l'INRS dans la brochure ED 914.

I. Les méthodes de tri manuel

On peut définir différentes méthodes de tri manuel, suivant notamment :

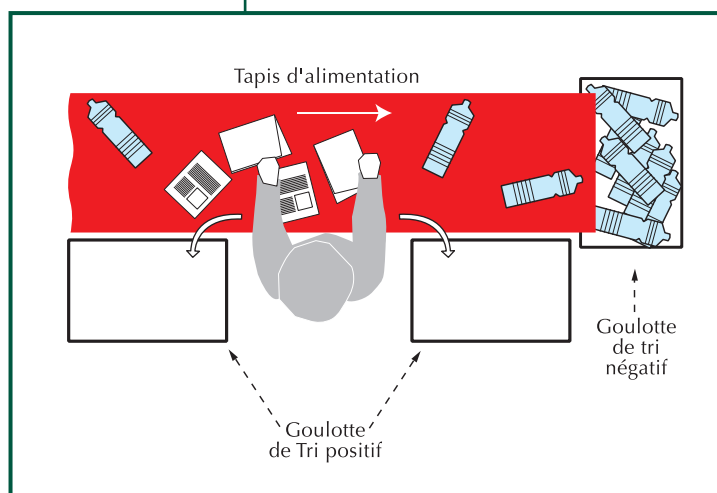
- Le devenir du matériau retiré du tapis (tri négatif, tri positif).
- La position du trieur par rapport au tapis (tri frontal, tri latéral).
- Le déplacement ou non du tapis au moment du geste de tri (tri sur tapis défilant, tri séquentiel).

I.1. Tri positif - Tri négatif

Les bons résultats obtenus par le tri négatif dans certaines conditions, conduisent à privilégier cette méthode. En effet, le matériau le moins cher à trier est a priori celui qui nécessite le moins de gestes de la part des opérateurs.

→ Le tri négatif

Le tri négatif est une méthode de tri dans laquelle ce sont les impuretés qui sont retirées, le produit souhaité restant sur la table de tri.



Ce procédé suppose que le matériau qui reste sur le tapis de tri soit suffisamment pur et en quantité suffisante pour satisfaire aux conditions de reprise fixées par les prescriptions techniques minimales (PTM). Si la qualité de ce flux ne peut pas être assurée de manière relativement constante, il faut prévoir la possibilité de passer facilement au tri positif (centre de tri conçu avec une flexibilité permettant cette inversion rapidement).

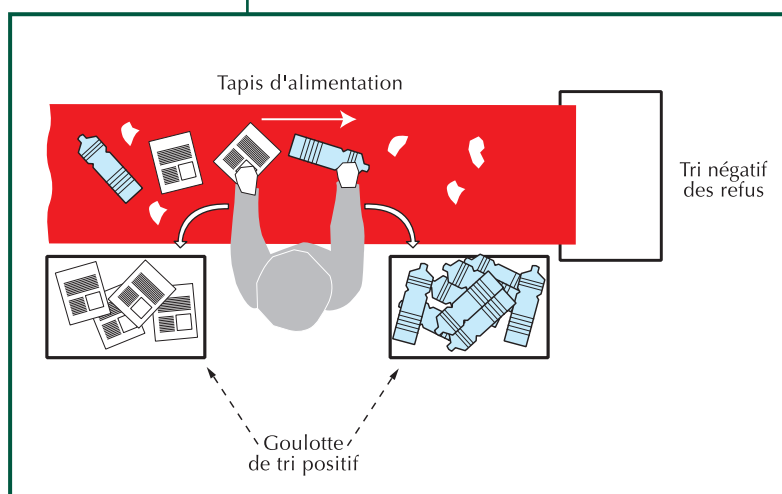
Pour optimiser ce tri, il faut donc que le flux soit propre, concentré dans un seul matériau, ce dernier étant bien étalé sur le tapis de tri pour une meilleure visibilité des impuretés. Ces exigences de qualité requièrent, au préalable, un tri positif des autres produits présents dans le flux initial.

Cette méthode relativement simple sur un flux entrant de journaux/magazines nécessite une préparation importante des produits sur un flux entrant comportant plusieurs sortes de produits à trier.

Ce procédé oblige systématiquement à une élimination des fines en tête du tapis de tri, afin de minimiser le nombre d'objets enlevés.

→ Le tri positif

Le tri positif consiste à prélever le matériau souhaité passant devant le poste de tri, ou entrant dans l'équipement de tri. Le trieur est chargé de prélever au maximum deux ou trois matériaux sachant que chaque matériau est retiré par 2 trieurs au minimum.



Ce procédé est le plus couramment utilisé, car il peut s'appliquer à tout type de flux.

Pour une meilleure efficacité, il est préférable de retirer du flux, le plus tôt possible, les produits qui en masqueraient d'autres. Les objets volumineux et facilement repérables (par exemple les cartons) sont à prélever en premier.

I.2. Tri latéral à jeté latéral ou frontal

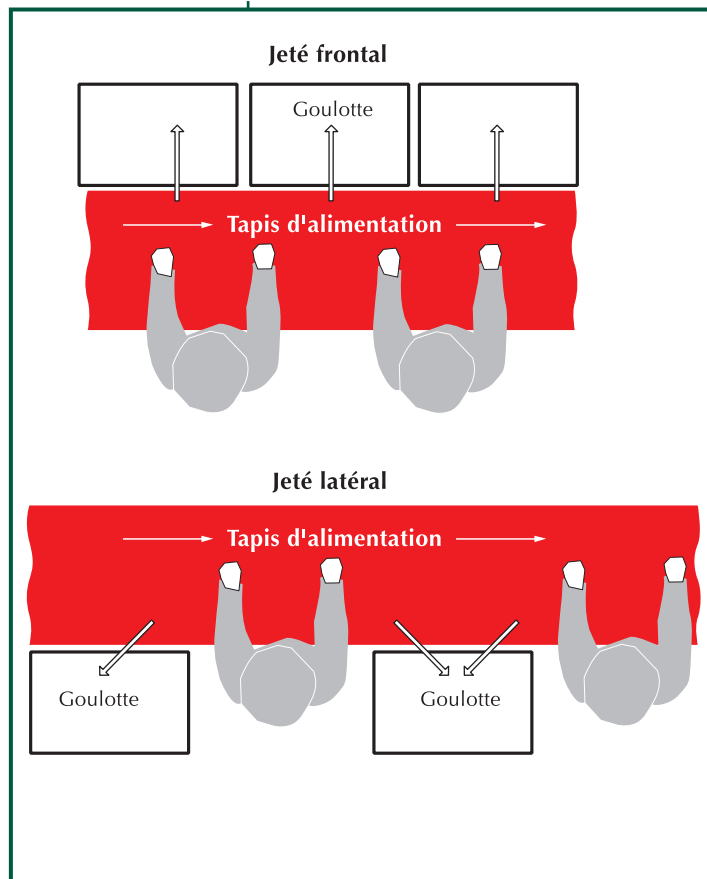
→ Principe

Les opérateurs, placés debout le long d'un tapis défilant saisissent sur la table le ou les produits retenus et les jettent dans des goulottes à côté (jeté latéral) ou devant eux (jeté frontal).

L'INRS précise, dans la brochure ED 914, que le jeté latéral est recommandé pour tous les types de produits et que le jeté frontal n'est acceptable que pour les corps creux.



Table de tri

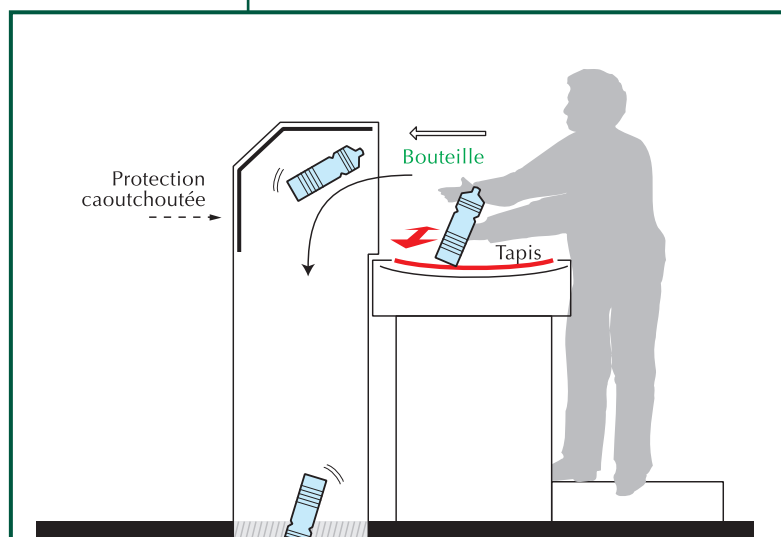


- Le tri peut être effectué d'un seul côté du tapis (largeur totale préconisée 600 mm entre le rebord du convoyeur et le point de jeté) ou des deux côtés (largeur préconisée < 1000 mm) avec les opérateurs face à face, ou décalés en quinconce.
- La table de tri est située à 1,105 m du sol afin de permettre aux grands (au sens de la norme) d'être positionnés confortablement.
- La table de tri linéaire est formée, en général, d'un assemblage de convoyeurs de type à sole de glissement ou sole de glissement et rouleaux, si la longueur est supérieure à 30 m.
- Rappel :
Ne pas oublier que le nombre de gestes par trieur est limité par le nombre d'objets à prendre devant lui. La conception de l'installation devra donc permettre, autant que cela est possible, que chaque trieur ait à sa disposition un nombre d'objets à trier équivalent au nombre de gestes qu'il est susceptible de faire (tri de plusieurs produits par le même opérateur).

→ Equipements périphériques

● Goulottes de tri :

- Latérales à bord arrondi de préférence.
- Et/ou frontales (les goulottes sont alors munies de casquettes ou rehausses afin de canaliser les envois de produits et dans certains cas de protections caoutchoutées pour limiter le bruit dû aux projections d'objets).

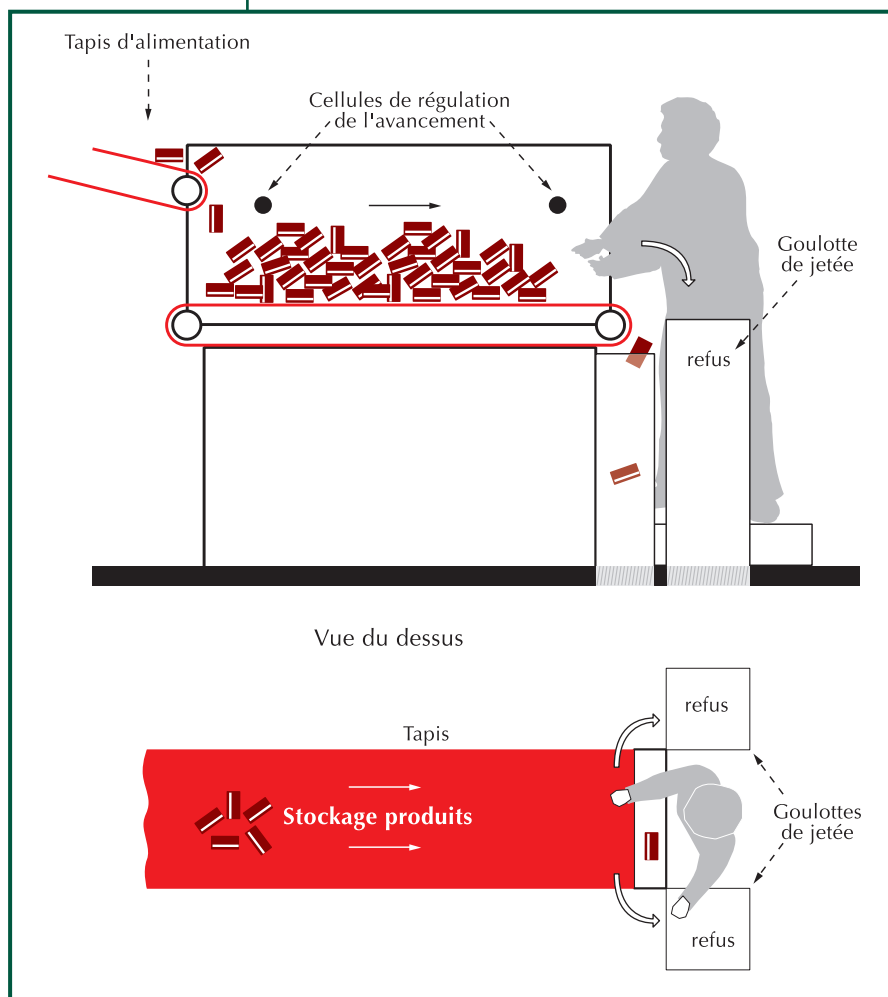


Une attention toute particulière doit être portée au revêtement des goulottes (inox, galvanisé ou peinture anticorrosion – voir avantages et prix).

I.3. Tri frontal

→ Principe

Un opérateur est placé en bout d'une bande défilante, face aux matériaux qu'il contrôle et enlève les produits indésirables qui sont jetés dans des goulottes ou des bacs latéraux.



- De son poste, l'opérateur doit pouvoir avoir accès aux commandes de réglage de vitesse au pied.
- Le tapis est équipé de protections anti-défilement des angles rentrant.
- Ce type de tri convient surtout aux postes de surtri (ferreux ou autres).
- La vitesse de défilement est réglable par variateur de fréquence.
- La largeur du tapis est en général de 600 ou 800 mm.

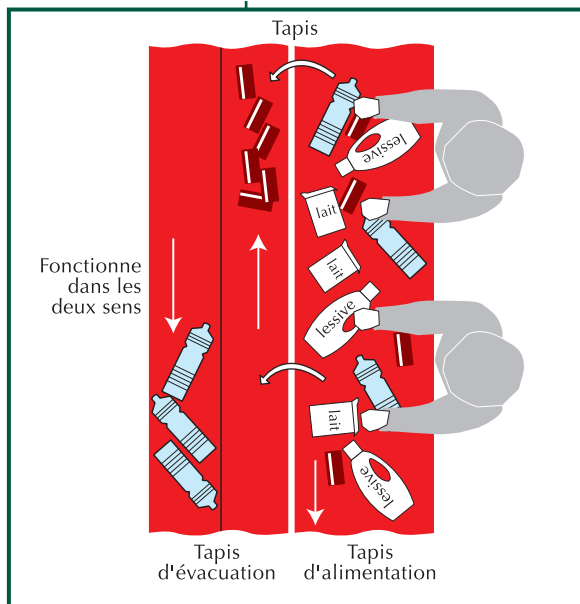
I.4. Tri séquentiel

→ Principe

Le tapis de tri défile devant les opérateurs puis s'arrête en séquence de façon à ce que les trieurs opèrent en même temps sur la fraction de tapis située devant eux. Les produits sont jetés dans des goulottes frontales fixes ou rotatives et éventuellement des goulottes latérales (en fonction du fabricant).



Table de tri



- Sur certains équipements de tri séquentiel, les goulottes sont reliées à des tapis à double sens permettant aux opérateurs de trier alternativement l'un ou l'autre produits (cette solution engendre des temps morts).
- Le temps de séquence et la vitesse du tapis sont réglables par contrôle commande avec possibilité de prévoir des automatismes pré-réglés en fonction du type et la nature de la collecte.

B

I.4. Tri rotatif

→ Principe

Un plateau rotatif est alimenté par un convoyeur.

- Les opérateurs peuvent être placés soit au centre du plateau rotatif, soit en périphérie, et ce, en fonction du fabricant.
- L'équipement de tri peut être centré au-dessus du tapis de presse à balle afin de déplacer le moins possible les produits triés.
- Deux sens de rotation ou deux types d'évacuations en bout de chaîne sont possibles :
 - Tri positif avec vidange des refus de tri.
 - Tri négatif avec vidange d'une fraction valorisable.
- Selon la capacité du gisement, la centrale de tri rotative est prévue pour un diamètre allant de 4 à 8 m et une longueur développée de bande de 12 à 24 m.



(DR)

2. Avantages et contraintes

Equipements	Avantages	Contraintes
Tri linéaire (jeté frontal ou latéral)	- Flexibilité, le nombre de postes de tri peut être adapté aux besoins - Bon étalement des produits (attention au réglage de vitesse) - Débit élevé	- Fatigue visuelle des trieurs
Tri frontal	- Bonne visibilité des matériaux arrivant de face - Convient particulièrement aux postes de surtri en fonctionnement séquentiel - Bonne ergonomie de travail par absence de rotation du corps	- Un seul opérateur par tapis
Tri séquentiel	- Fatigue visuelle moindre des opérateurs - Flexibilité (les trieurs peuvent trier jusqu'à six produits) - Passage de 1 trieur à 6 trieurs très rapide (quelques secondes)	- Performance de la ligne adaptée à l'opérateur le moins rapide - N'est valable que pour les corps creux - La prédominance accrue du PET dans la répartition rend le tri séquentiel moins performant aujourd'hui - Les technologies utilisées sont souvent bruyantes (pneumatique) - Absence de nouvelle installation de ce type depuis plusieurs années (en France)
Tri rotatif	- Approche compacte qui peut convenir à une installation de type manuelle - Limitation du nombre de postes de tri - Travail d'un seul côté du tapis - Souplesse importante d'utilisation	- Les Maîtres d'Ouvrage investissent rarement dans une cabine, d'où de mauvaises conditions de travail - Manipulation des produits souvent importante - A ce jour, rarement associée à une préparation sérieuse des produits à trier



Table de tri

3. Performances

Type de tri	Nombre de gestes/h/opérateur
Tri linéaire	I 400 à I 600
Tri frontal	I 400 à I 600
Tri séquentiel	I 500 à I 800 en moyenne
Tri rotatif	I 400 à I 600

(Voir fiche “Cabine de tri” pour conditions de travail préconisées).

On se rend donc compte que les performances sont très comparables suivant les différentes techniques de tri. La performance n’est donc pas un critère de choix. Le choix de la technique utilisée devra donc porter sur l’implantation dans le centre de tri, le type de produit à trier, l’ergonomie souhaitée...

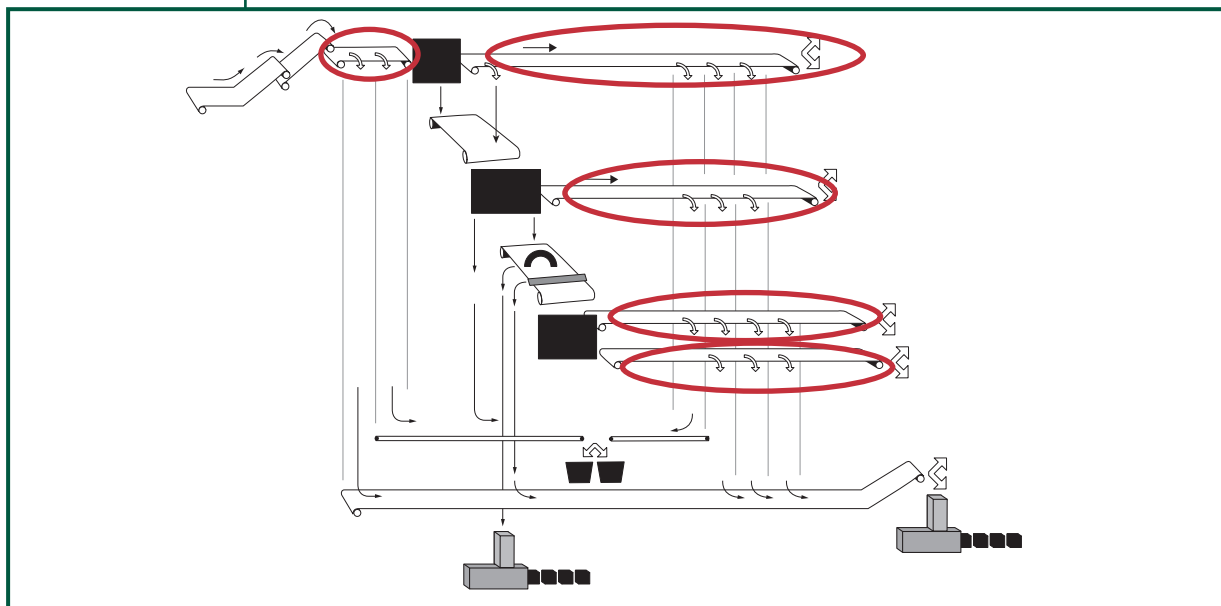
4. Variantes et accessoires

- Goulottes équipées de volets (indispensable pour garantir un bon contrôle de la ventilation, climatisation de la cabine).
- Système de pesage automatisé dans la jetée de goulotte (pour le contrôle de la production en continu).
- Sièges appui-fesse pour un plus grand confort des trieurs (Voir § A.3.3.1.).
- Couleur de bande plus reposante pour les tables à défilement (Voir § A.3.3.3.).
- Sur le côté de la table, une protection pliée en inox, de quelques mm d’épaisseur, protège les opérateurs du défilement de la bande.
- Pour limiter l’effet de paroi froide et améliorer le confort d’appui des opérateurs, il est conseillé de garnir les parois latérales de revêtement bois.
- La vitesse de défilement est réglable par variateur de fréquence, soit depuis le 1^{er} opérateur, soit depuis un boîtier de commande placé au milieu de la table en cabine de tri.
- Retournement des produits plats aux 2 tapis (voir fiche “Convoyeur”).
- Dispositif de mise à niveau de l’opérateur réglable de 0 à 265 mm et d’une surface suffisante (1 m de profondeur) pour éviter la chute de celui-ci à chaque mouvement en arrière (voir INRS - ED 914).
- Une solution intéressante : les goulottes peuvent servir au supportage de la table de tri, évitant de ce fait tout piétement, source de dépôt important de poussière dans la cabine de tri.



5. Situation dans le centre de tri

La table de tri manuel reste actuellement au cœur du process de tri. Afin d'être efficace, elle doit toujours être précédée d'une préparation adaptée des produits.



A RETENIR

Le coût du tri manuel est fixe en fonction du nombre de gestes des opérateurs.
Le rendement du tri dépend donc du nombre de gestes/heure et du volume prélevé.
La configuration optimale d'une table de tri devra favoriser le plus grand nombre de gestes dans les meilleures conditions d'ergonomie possibles pour les opérateurs.

6. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Le nombre d'opérateurs est fonction du type de tri et de la longueur de la table
Entretien	Graissage, nettoyage du tapis et du poste de travail, centrage de bande, réglage motorisation Maintenance électromécanique des entraînements de bande et motorisation



Table de tri

7. Références indicatives de fabricants

→ Tri linéaire/tri frontal

ARVAL, BEZNER, BOLLEGRAAF, BURTON'STEEL, CERIP, HOFMANN, METSO, NEOS, PRESSOR, SERAM ENVIRONNEMENT, SOGEFA, VANNIER, VAUCHE.

→ Tri séquentiel

NEOS, METSO.

→ Tri rotatif

AKROS, TECHNIREC.

8. Niveau de prix

Equipement	Niveau de prix
Table de tri linéaire avec goulottes	Environ 2300 € HT par mètre linéaire
Fonction complète de surtri d'un matériau (hors cabine) avec une table	La fonction complète est estimée entre 15 et 18 k€ HT avec 4 m de préstockage
Fonction complète de tri séquentiel y compris ensemble des goulottes et tapis d'évacuation des produits (hors cabine)	La fonction complète est estimée à 230 k€ HT avec possibilité de 8 trieurs
Centrale de tri rotative	Package de 90 à 180 k€ HT selon volume

→ Choix du matériau

Le traitement à la peinture ou par galvanisation est au même prix (écart de l'ordre de 5 € HT par kilo de tôle). Le choix entre les deux matériaux doit être fait sur des critères d'esthétisme et de pérennité pour les parties sujettes aux chocs.

L'utilisation de l'inox offre une facilité d'entretien et une durabilité très supérieure au niveau du frottement des trieurs et des jetés. Le surcoût pour une table de tri équipée de ses goulottes est de l'ordre de 3 k€ HT.

Il serait toutefois bon (au minimum) que la rive du convoyeur soit en inox, afin d'éviter les usures.

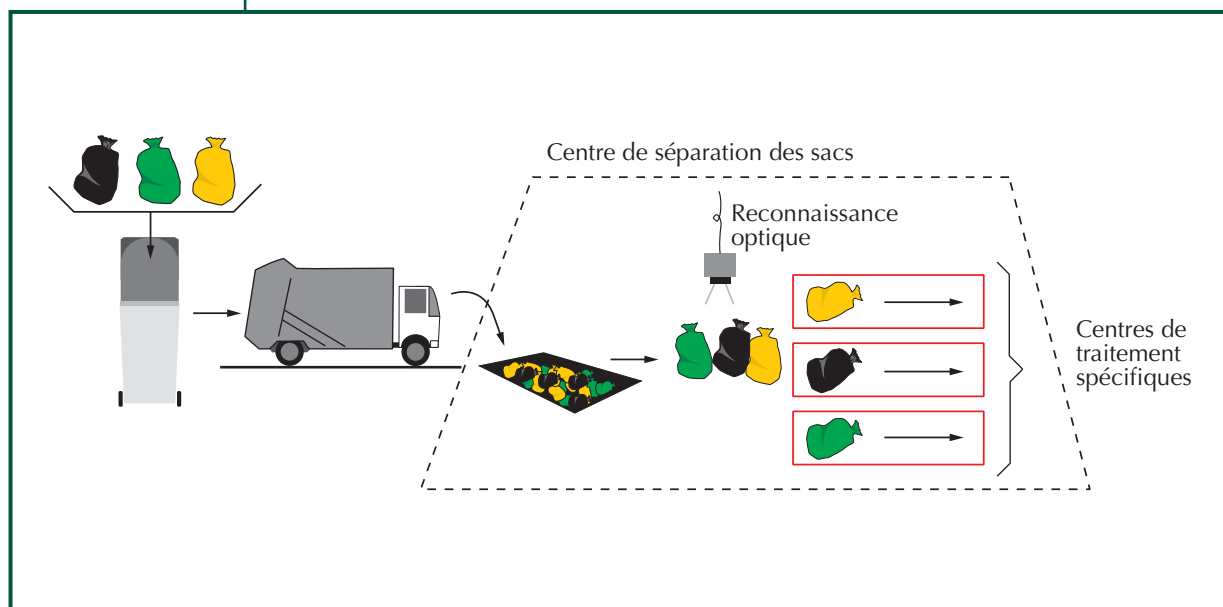


Code fonction : amont du tri.

SEPARATION DES SACS PAR COULEUR

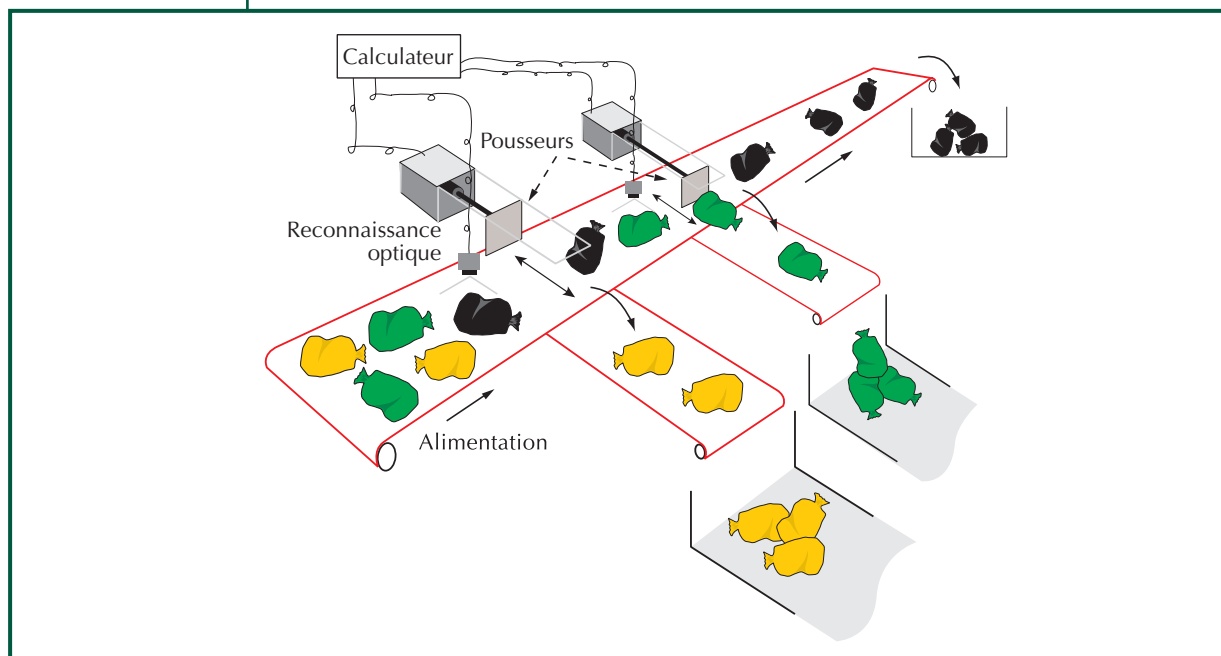
Cette fiche est atypique par rapport aux autres décrites. En effet, ce principe ne s'intègre pas forcément dans un centre de tri, mais peut s'installer en amont de n'importe quelle unité de traitement.

I. Le principe



- Les habitants disposent de sacs de couleur différente, chaque couleur étant affectée à un flux différent.
- Les habitants disposent ou non d'un conteneur dans lequel sont déposés les différents sacs en mélange.
- La collecte est assurée par une benne à ordures ménagères classique ; les sacs sont collectés en mélange.
- Les sacs sont séparés à l'entrée de l'usine de séparation en fonction de leur couleur pour être dirigés directement vers l'unité de traitement adaptée.

2. Descriptif technique



- Les sacs à l'entrée de l'usine sont déposés dans une fosse de grosse contenance équipée d'un système de vidage régulier.
- Les sacs passent sur un jeu successif de tapis à vitesse de plus en plus élevée, permettant d'aligner les sacs avant l'entrée dans la machine de séparation.
- A l'entrée de la machine, une reconnaissance optique est effectuée.
- En fonction de la couleur du sac, un poussoir retirera ou pas les sacs du flux.

3. Avantages et contraintes

- Des économies importantes de collecte sont réalisées grâce à un passage unique de la benne pour ramasser l'ensemble des flux au porte à porte. Il convient de réaliser une étude technico-économique de l'ensemble collecte-séparation avant de faire le choix de ce système.
- Les sacs doivent être suffisamment résistants pour ne pas éclater au moment de la collecte. Les sacs contenant la collecte sélective doivent également pouvoir être déchirés par un ouvre-sacs.
- Il est demandé aux habitants de fermer les sacs par un simple nœud, ce qui permet à l'air de s'échapper au moment de la collecte sans risquer l'éclatement du sac.
- Les sacs doivent être de même qualité pour une bonne reconnaissance par les machines.
- La dimension des sacs peut varier de 15 à 120 litres.
- Pas d'installation opérationnelle en France à ce jour. Des expériences existent toutefois en Europe, principalement en Scandinavie.
- Des projets à l'étude en France.



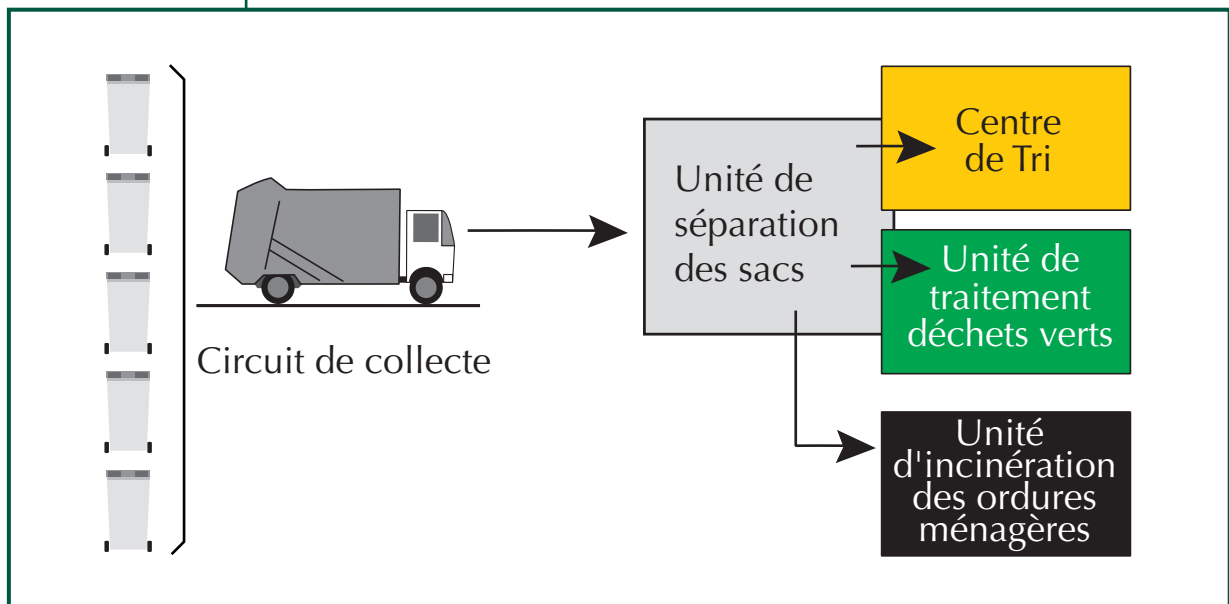
4. Performances

- Une ligne peut traiter jusqu'à 15 m³/h soit environ 5 t/h d'ordures ménagères y compris la fraction recyclable, ce qui correspond à un bassin de population voisin de 25 000 habitants en considérant un fonctionnement de la ligne sur deux postes.
- Il est possible d'implanter jusqu'à 6 lignes en parallèle avec une alimentation unique.
- Le taux de pureté des sacs triés peut atteindre 97 % (données constructeur).

5. Variantes et accessoires

- Un ouvre-sacs spécifique doit être installé en sortie de ligne sur le flux collecte sélective.
- Il est possible de rajouter une machine sur la fraction triée en négatif pour améliorer la pureté du tri.
- Un comptage informatique des sacs par fraction est possible.

6. Situation dans le schéma du traitement des déchets ménagers



Comme il est précisé en préambule de la fiche, cet équipement ne fait pas partie intégrante du centre de tri.

Il est situé en amont de celui-ci et à ce titre constitue plus un outil de transfert vers les diverses filières de traitement des OM.

C'est pourquoi la position la plus judicieuse d'une ligne de tri des sacs par couleur est attenante de l'unité de traitement du flux (ou mieux des flux) majoritairement présent dans le gisement. Ce principe permettra d'éviter les ruptures de charges et les transports toujours coûteux.

7. Exploitation et maintenance

Conduite de l'équipement	Automatique
Entretien périodique	Graissage, réglage motorisation, graissage moteur, remplacement des pièces d'usure

8. Références indicatives de fabricants

OPTIBAG.

9. Niveau de prix

Ligne de tri traitant 15 m ³ /h	800 k€ HT
Un ensemble de 3 lignes traitant 45 m ³ /h	2000 k€ HT



L'exploitation



Sommaire

C

	page
I CONTRÔLER L'EXPLOITATION ET LA GESTION DE PRODUCTION	C5
I.1. Les contraintes réglementaires spécifiques à l'exploitation d'un centre de tri	C5
I.2. Quelques contraintes réglementaires générales	C7
I.3. Le contrôle qualité	C8
I.3.1. Contrôle qualité des entrants	
I.3.2. Contrôle de la productivité du tri	
I.3.3. Les critères de reprise des sortants : les Prescriptions Techniques Minimales	
I.4. Les procédures d'échantillonnage en amont	C10
I.5. Analyse des refus	C11
I.6. Notion de freinte	C11
I.7. Gestion de production	C13
I.7.1. Dépense de fonctionnement d'un centre de tri	
I.7.2. La montée en puissance d'une installation	
I.8. G.P.A.O. : Gestion de Production Assistée par Ordinateur	C17
I.9. Les modes de gestion de l'exploitation	C18
I.10. Type de contrat d'exploitation ou de prestation de service	C19
I.10.1. Marché à la tonne entrante	
I.10.2. Marché à la tonne sortante en fonction ou pas du type de matériau	
I.10.3. Marché à la tonne entrante ou sortante imposant un taux de refus maximum	
I.10.4. Marché à la tonne entrante ou sortante avec une partie fixe et une partie variable	
I.10.5. Marché à la tonne sortante avec un intéressement à la performance par matériaux	
I.10.6. Marché à la tonne sortante avec un intéressement à l'efficacité du tri	
I.10.7. Marché à l'habitant	
I.10.8. Marché avec prise en charge financière des refus par le client	
I.10.9. Prestations diverses	
I.10.10. Conclusion	



C

Suite Sommaire

2	GESTION DES RESSOURCES HUMAINES ET FORMATION	C27
	2.1. Identifier les besoins en fonction du public concerné	C27
	2.1.1. Différentes fonctions et tâches	
	2.2. Organiser la formation	C32
	2.2.1. La formation en période de mise en service industrielle	
	2.2.2. La formation continue	
	2.2.3. Le cas particulier du personnel de tri	
3	ASSURER LA MAINTENANCE	C35
	3.1. Prévenir (dès la conception) plutôt que guérir	C35
	3.2. Les prescriptions d'entretien et maintenance	C37
	3.2.1. Entretien journalier : nettoyage	
	3.2.2. Entretien hebdomadaire : contrôle et petit réglage	
	3.2.3. Visites trimestrielles : contrôle et remplacement des pièces d'usure	
	3.3. Les services de maintenance proposés aux exploitants de centres de tri	C39
	3.3.1. Assistance à la maintenance	
	3.3.2. Les contrats de maintenance	
	3.4. Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur	C40
4	METTRE EN PLACE LA CERTIFICATION ISO 14 001	C41
	4.1. Déroulement de la démarche	C42
	4.2. Les bénéfices d'une certification ISO 14001	C43
	4.3. Les clefs de la réussite	C43
	4.4. Les difficultés rencontrées	C44
	4.5. Les délais	C44
	4.6. Les coûts	C45



I CONTRÔLER L'EXPLOITATION ET LA GESTION DE PRODUCTION

Ce paragraphe regroupe les différents thèmes relatifs aux contrôles et procédures à mettre en œuvre dans l'exploitation d'un centre de tri, afin de gérer au mieux la production tout en respectant les aspects réglementaires ainsi que les clauses contractuelles.

C

I.1. Les contraintes réglementaires spécifiques à l'exploitation d'un centre de tri

Les contraintes réglementaires liées à l'exploitation d'un centre de tri sont spécifiques à l'autorisation d'exploiter, mais sont pour l'essentiel résumées dans la circulaire du Ministère de l'Environnement du 5 janvier 1995.

Les contraintes réglementaires liées à l'exploitation d'un centre de tri sont imposées par l'autorisation d'exploitation des installations classées. Elles sont spécifiques à l'autorisation d'exploiter, mais sont pour l'essentiel résumées dans la circulaire du Ministère de l'Environnement du 5 janvier 1995.

Ces contraintes se traduisent pour l'exploitant par les mesures suivantes.

→ Au titre administratif

- Tenir à jour un dossier comportant :
 - Les documents relatifs au dossier de demande d'autorisation.
 - Les plans à jour de l'installation et des équipements.
 - Les résultats des contrôles lors des visites réglementaires.
 - Les registres d'entrée et de sortie des déchets.
- Déclarer tous les accidents survenus sur le site à l'inspection des installations classées.
- Déclarer tout changement d'exploitant ou cessation d'activité.
- Respecter les prescriptions relatives à l'information du public.
- Donner une formation à l'ensemble du personnel sur la nature des déchets triés sur le site.
- Maintenir le site clos en l'absence de personnel, les visites étant encadrées.

→ Au titre du contrôle en amont

- Avant réception d'un déchet, un accord commercial doit préalablement définir le type de déchets livrés.
- Les déchets réceptionnés doivent faire l'objet d'un contrôle visuel systématique pour s'assurer de la conformité avec le bordereau de réception.
- A la réception sur site, les déchets sont triés dès leur arrivée en limitant au maximum le temps de stockage.
- Une procédure d'urgence doit être établie, et faire l'objet d'une consigne d'exploitation écrite, en cas d'identification de déchets non admissibles au sein de l'installation.





- Cette consigne doit prévoir l'information du producteur de déchets, le retour immédiat du déchet vers ledit producteur et l'information de l'inspection des installations classées.

→ Au titre de la reprise des matériaux

- Les déchets non recyclables résultant du tri doivent être éliminés dans des installations autorisées à recevoir ce type de déchets. L'exploitant doit être en mesure d'en justifier l'élimination. Les documents doivent être conservés 5 ans.
- A l'issue du tri, les produits recyclables doivent être traités dans des installations autorisées ou déclarées à cet effet, ce que l'exploitant doit être en mesure de justifier.

→ Au titre de la traçabilité des déchets

Chaque entrée et sortie de déchets est consignée sur un registre, permettant la traçabilité et le contrôle des déchets transitant sur le site.

Ce registre doit consigner :

- La date.
- Le nom du fournisseur du déchet ou de l'entreprise de valorisation ou d'élimination.
- La nature et la quantité du chargement (mesure sur pont-basculé agréé et contrôlé au titre de la réglementation métrologique).
- L'identité du transporteur.

→ Sur les conditions de transport

Lorsque des bennes ouvertes sont utilisées pour le transport des déchets ou produits, elles doivent, avant départ de l'établissement, être couvertes d'une bâche ou d'un filet afin de limiter au maximum les envois.

→ Sur les obligations d'entretien

- Les locaux, équipements et voies de circulation doivent être tenus propres et dépoussiérés afin de limiter les risques liés aux émissions de poussière et les envois de produit.
- Le site est tenu en état de dératisation permanente.
- Les matériels et équipements à risque ou de prévention/sécurité doivent être régulièrement entretenus et contrôlés selon les normes en vigueur (voir site Internet de l'AFNOR : www.afnor.fr). Cela concerne les matériels et engins de manutention, les matériels et équipements électriques, les équipements de lutte contre l'incendie, les matériels et engins mobiles.



I.2. Quelques contraintes réglementaires générales

Ce paragraphe ne se veut pas exhaustif sur les obligations légales d'un exploitant, mais veut simplement attirer l'attention sur quelques contraintes particulières.

→ Le document unique : Evaluation des risques professionnels

Le code du travail donne une obligation générale à l'employeur qui doit le conduire à prendre toutes les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé des travailleurs.

Le code du travail (articles L. 230-2 et R. 230-1) donne une obligation générale à l'employeur qui doit le conduire à prendre toutes les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé des travailleurs. Pour cela, il doit entre autres évaluer les risques et les transcrire dans un document unique.

Le document unique doit comporter deux étapes :

- L'identification des dangers : le danger est la propriété ou capacité intrinsèque d'un équipement, d'une substance, d'une méthode de travail, de causer un dommage à la santé des travailleurs.
- L'analyse des risques : c'est le résultat de l'étude des conditions d'exposition des travailleurs à ces dangers.

Ce document doit être mis à jour au moins une fois par an ainsi qu'à chaque décision d'aménagement important modifiant les conditions de travail.

Le document unique présente l'évaluation des risques identifiés dans l'entreprise elle-même. Pour les risques liés à l'intervention d'une entreprise extérieure les documents suivants doivent être établis (liste non exhaustive) :

- Le plan de prévention qui analyse les risques d'interférences entre les activités de l'entreprise intervenante et de l'entreprise utilisatrice.
- Le protocole de sécurité établi pour les opérations de chargement et de déchargement effectuées par des entreprises extérieures.

Pour en savoir plus sur ce sujet, il est intéressant de visiter le site Internet de l'INRS (www.inrs.fr).

→ La directive européenne ATEX (1999/92/CE)

Voir paragraphe A.3.1.2. page A71 pour des informations complémentaires.

En ce qui concerne l'exploitation directement, cette directive implique au chef d'établissement :

- D'évaluer les risques d'explosion d'une ATEX dans son établissement.
- De classer en zones les emplacements dangereux.
- De prendre des mesures techniques et organisationnelles de protection contre les explosions (éviter les zones ATEX, le cas échéant éviter l'inflammation, former le personnel, signaler les emplacements à risque...).
- De sélectionner les nouveaux appareils et les systèmes de protection utilisés dans les zones dangereuses selon la directive.
- De coordonner les différents intervenants sur son site afin de diminuer les risques.
- De rédiger un document relatif à la protection contre les explosions mise en place sur son site.

POUR EN SAVOIR PLUS SUR CE SUJET

Il est intéressant de visiter les sites Internet de l'INERIS (Institut National de l'Environnement industriel et des RISques) (www.ineris.fr) et de l'INRS (www.inrs.fr)

La collecte sélective et le tri des déchets ménagers entrent dans une phase d'industrialisation.

I.3. Le contrôle qualité

Les métiers du recyclage ont évolué : après une phase d'apprentissage, la collecte sélective et le tri des déchets ménagers entrent dans une phase d'industrialisation, avec les exigences techniques et économiques propres à tous les secteurs industriels.

Comme toute activité industrielle, la collecte et le tri des déchets ménagers doivent satisfaire aux attentes de leurs clients en gérant des fournisseurs et des prestataires. C'est pourquoi les exploitants intègrent de plus en plus une démarche qualité, éventuellement en vue d'une certification.

I.3.1. Contrôle qualité des entrants

Ce contrôle de la qualité des produits entrants est indispensable.

Ce contrôle est indispensable, car c'est à ce seul moment qu'il est possible de faire un lien entre le collecteur des produits et la qualité des déchets livrés. Avant le déchargement les déchets sont invisibles, après le déchargement ils sont mélangés.

● En premier lieu, il convient de connaître, pour chaque circuit, la quantité collectée par habitant et de vérifier que l'utilisation des bennes de collecte est optimale. Pour cela, l'exploitant effectue une double pesée de l'ensemble des camions de collecte.

La pratique habituelle concernant les OM consiste à n'effectuer qu'une seule pesée en entrée. Ensuite, le poids des matériaux livrés est évalué par différence avec une valeur tare du camion enregistrée dans un badge. Cette pratique apporte des résultats fiables dans le cas des OM car la variation éventuelle du poids à vide du camion d'un jour à l'autre (niveau des réservoirs différents, nombre différent de personnes...) est faible en proportion au poids transporté. De plus, si la tare est bien déterminée (valeur moyenne), les différences se compensent sur le long terme.

En revanche, dans le cas de la collecte sélective, la problématique est différente :

- Le poids transporté est faible par rapport au poids du camion.
- L'effet de compensation des erreurs de calcul sur le long terme n'est pas intéressant, car des analyses peuvent être effectuées à partir des mesures individuelles de chaque camion.
- L'exploitation des résultats entraîne une incidence financière plus importante (recettes Eco-Emballages) que dans le cas des OM, lorsque le centre de tri est multicollectivités.

Pour ces différentes raisons, il est préconisé d'effectuer une double pesée pour déterminer le poids livré par chaque camion au centre de tri, dans le cas contraire les résultats des calculs de tonnages livrés risqueraient d'être entachés d'une erreur trop importante.

Eco-Emballages a défini une méthodologie pour réaliser cette mesure. Celle-ci est décrite dans un outil mis à la disposition des gestionnaires de centres de tri (public ou privé).

Il s'agit de la fiche m 14 "Mesure du poids des matériaux contenus dans une benne" disponible dans le kit de pilotage "Piloter son programme de collecte sélective".

● En deuxième lieu, il convient de vérifier que la qualité des produits entrants est conforme aux préconisations.



C. L'EXPLOITATION

Contrôler l'exploitation et la gestion de production

Les objectifs recherchés sont :

- Accepter ou refuser une livraison.
- Identifier les erreurs de tri des habitants.
- Identifier les problèmes dégradant les matériaux lors de la collecte.
- Evaluer la composition des apports pour adapter la configuration de tri.

Pour effectuer cette évaluation, l'exploitant pourra s'aider de la fiche m11

“Evaluation visuelle de la qualité au vidage d'une benne” du kit de pilotage.

POINT DE VIGILANCE

La responsabilité de la communication auprès des habitants est, de manière générale, de la responsabilité de l'entité assurant la collecte. Les contrôles qualité des entrants au centre de tri vont permettre à l'exploitant de faire remonter les dysfonctionnements éventuels en vue d'une action correctrice auprès des usagers.

On pourra également procéder à l'analyse plus approfondie de la composition d'une livraison. Celle-ci permettra de confirmer une évaluation visuelle par une mesure et d'illustrer par des exemples précis les consignes de tri communiquées aux habitants.

Pour effectuer cette évaluation, l'exploitant pourra s'aider de la fiche m13

“Evaluation par échantillonnage de la composition d'une livraison au centre de tri” du kit de pilotage.

I.3.2. Contrôle de la productivité du tri

Ce contrôle doit permettre de connaître la performance d'une séquence de tri et d'identifier les problèmes limitant l'efficacité du tri.

Les mesures nécessaires sont effectuées par l'exploitant.

La méthode retenue pour effectuer ces contrôles doit être impérativement conservée, afin d'être capable d'observer l'évolution de la productivité.

Eco-Emballages a défini une méthodologie pour réaliser cette mesure.

Celle-ci est décrite dans un outil mis à la disposition des gestionnaires de centres de tri (public ou privé).

Il s'agit de la fiche m15 “Mesure de la productivité de tri” disponible dans le kit de pilotage “Piloter son programme de collecte sélective”.

→ Incidence possible sur la conception du centre

Dès la conception, il est possible d'intégrer des trémies spécifiques pour effectuer des prélèvements de contrôle.

Dès la conception, il est possible d'intégrer des trémies spécifiques pour effectuer des prélèvements de contrôle. Les analyses sont d'autant plus précises qu'elles portent sur une partie du process voire sur une machine. Aujourd'hui, de nombreux exploitants regrettent leur absence et sont, de fait, dans l'impossibilité de mesurer la qualité des différentes fractions à l'intérieur du process.

Une solution plus automatique consiste à prévoir des systèmes de pesées tout au long du process ce qui permettra des analyses de performances régulières (voir fiche technique “contrôle commande”).

I.3.3. Les critères de reprise des sortants : les Prescriptions Techniques Minimales

Les Prescriptions Techniques Minimales ou les cahiers des charges des repreneurs pour les papiers et autres matériaux correspondent aux critères de qualité à respecter par le centre de tri.



Des normes ont été établies afin de définir la procédure pour effectuer des caractérisations des produits en sortie de centre de tri :

- Norme expérimentale XP X30-414 Septembre 2003 Ordures ménagères - Caractérisation d'un lot issu de la collecte sélective des déchets ménagers et assimilés en verre d'emballages.
- Norme expérimentale XP X30-432 Décembre 2001 Déchets - Aciers issus du tri de déchets ménagers et assimilés - Méthodes pour l'appréciation de la densité apparente et de la cohésion des aciers conditionnés en paquets et pour l'appréciation de la teneur en métal magnétique des aciers en vrac avant conditionnement.
- Norme expérimentale XP X30-433 Septembre 2000 Déchets - Méthode de caractérisation d'une balle de corps creux en plastique, issue du tri de déchets ménagers et assimilés.
- Norme expérimentale XP X30-434 Août 2004 Déchets ménagers et assimilés - Analyse de la composition d'une balle d'emballages en papiers et cartons en sortie de centres de tri.
- Norme expérimentale XP X30-457 Avril 2003 Ordures ménagères - Caractérisation des objets majoritairement en aluminium issus du tri de déchets ménagers et assimilés.
- Norme expérimentale XP X30-468 : Déchets ménagers - Méthodes de caractérisation - Journaux, revues et magazines

Un exemple intéressant mis en place dans un centre de tri de Bretagne : De façon régulière, une prise d'échantillon est effectuée sur les produits triés en alvéole. Le résultat est systématiquement affiché en cabine de tri pour information des trieurs. Trois cas de figures peuvent se présenter en fonction du résultat :

- *Si le résultat est mauvais, une deuxième analyse est aussitôt effectuée.*
- *Si le résultat est bon mais proche de la limite acceptée par le repreneur, une deuxième analyse est effectuée à une échéance plus proche que celle normalement programmée.*
- *Si le résultat est largement bon, l'analyse suivante est effectuée au rythme prédéfini.*

Cette démarche permet une bonne implication du personnel de tri.

I.4. Les procédures d'échantillonnage en amont

Un centre de tri doit être capable de répartir les tonnages triés entre ses collectivités clientes, dans le cas d'un centre multicollectivités.

Un centre de tri doit être capable de répartir les tonnages triés entre ses collectivités clientes, dans le cas d'un centre multicollectivités.

Il doit être également capable de communiquer, à ces mêmes collectivités clientes, des informations sur la composition des bennes livrées, en vue d'un retour d'informations auprès des habitants ou encore afin de confirmer une évaluation visuelle.

Pour cela deux solutions se présentent :

- Le centre de tri dispose d'une gestion individualisée des produits entrants par lot (stockage, tri). Ce mode de gestion impose beaucoup de contraintes et n'est en pratique pas applicable pour la gestion de lots trop petits et/ou trop nombreux.
- Le centre de tri dispose d'un stockage amont non différencié, il doit alors être mis en place une procédure d'échantillonnage.



C. L'EXPLOITATION

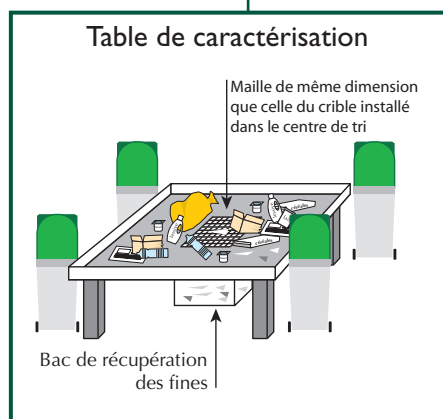
Contrôler l'exploitation et la gestion de production

Il est important de noter que la précision du résultat est fonction du nombre de prélèvements effectués dans la période objet de l'échantillonnage.

Depuis 2000, Eco-Emballages a défini une méthodologie pour réaliser ces échantillonnages et remonter, aux collectivités clientes, leurs résultats individuels de collecte.

Celle-ci est décrite dans un outil mis à la disposition des gestionnaires de centres de tri (public ou privé).

Il s'agit de la fiche m12 "Evaluation par échantillonnage de la composition de la collecte sélective" disponible dans le kit de pilotage "Piloter son programme de collecte sélective". Il y est également défini une nomenclature de catégories de déchets.



Cette étude a aidé à la rédaction de la norme expérimentale XP X30-437, établie par un groupe de travail composé de représentants de la Fnade, de l'association des Maires de France, de collectivités locales, de l'ADEME, des sociétés agréées, etc. Après une période d'enquête en 2004, et après une phase de test, cette norme devrait permettre de déterminer les tonnages de matériaux à soutenir ainsi que leur répartition entre collectivités au sein du même centre de tri. Associée à un logiciel de gestion des productions dans les centres de tri, dénommé « e-tem », qu'Eco-Emballages développe en partenariat avec la Fnade, la répartition des tonnages produits dans un centre de tri pourra être effectuée selon des règles semblables pour tous les sites d'exploitation.

I.5. Analyse des refus

Le centre de tri doit connaître, d'une part la composition des refus de tri pour évaluer la part de refus due aux habitants, et d'autre part la perte de matériaux due au centre de tri.

Le centre de tri doit connaître, d'une part la composition des refus de tri pour évaluer la part de refus due aux habitants, et d'autre part la perte de matériaux due au centre de tri.

Il est à noter que cette démarche ne repose pas sur une analyse de l'ensemble des refus, mais sur une prise d'échantillonnage de ces derniers afin de rendre la procédure économiquement raisonnable tout en garantissant des résultats statistiquement fiables.

Eco-Emballages a défini une méthodologie pour réaliser cette évaluation. Celle-ci est décrite dans un outil mis à la disposition des gestionnaires de centres de tri (public ou privé).

Il s'agit de la fiche m16 "Evaluation par échantillonnage de la composition des refus de tri" disponible dans le kit de pilotage "Piloter son programme de collecte sélective".

I.6. Notion de freinte

→ Définition

- Perte de matière subie par des marchandises pendant le transport.
- Dans un centre de tri, elle est due :
 - Pour l'essentiel à l'humidité et aux poussières dont les sorties ne sont pas comptabilisables.



- Aux erreurs de pesée (erreurs humaines).
- A l'incertitude sur les pesées résultant de la précision des instruments de mesure.

→ La détermination pratique

La freinte d'un centre de tri est évaluée en effectuant la différence de ce qui rentre et de ce qui sort du centre sur une durée donnée, corrigée de l'effet de stock (différence de stock entre début et fin de période).

La mesure de cette valeur est entachée d'une erreur due principalement aux éléments suivants qu'il y aura lieu de surveiller au plus près :

Mesures à effectuer	Motifs de l'incertitude sur la mesure
Tonnage des entrants	- Tolérance du pont-bascule - Simple pesée le cas échéant
Tonnage des sortants	- Tolérance du pont-bascule - Simple pesée le cas échéant
Tonnage en stock amont	- Si le stock amont est régulièrement vidé, l'incertitude sera faible - Dans le cas contraire, l'évaluation du stock sera effectuée en prenant une estimation du volume et en le multipliant par une estimation de la masse volumique.
Tonnage en stock aval	- Sera estimé en comptant les balles et en multipliant par le poids moyen de celles-ci. Cette valeur aura été estimée par rapport aux enlèvements de la période considérée.
Entrées et/ou sorties non pesées	- Bien faire attention à ce que tout ce qui a été mesuré en entrée le soit également en sortie, et inversement, soit à titre d'exemple les fils de fer qui sont pesés en sortie avec les balles mais pas forcément en entrée, la poussière extraite dans les filtres pas forcément pesée en sortie...

A notre connaissance, il n'existe pas à ce jour d'étude spécifique qui permettrait de déterminer des valeurs limites à prendre en compte. Toutefois, dans le cas d'un flux d'entrants constitué d'un mélange de journaux/magazines et d'emballages légers, il est couramment admis que la freinte doit rester inférieure à 5 %. Il est également usuellement reconnu qu'un flux comportant uniquement des bouteilles plastiques peut avoir une valeur de freinte beaucoup plus élevée, pouvant atteindre 20 % si la présence de liquide est importante.

→ Mise en garde importante

Dans le cas de centre de tri multicollectivités, la répartition des tonnages produits est établie à partir des résultats de caractérisation des entrants. Ce mode de calcul met en évidence, et ce quasi systématiquement, une différence entre les tonnages produits et ceux attendus par la collectivité.

Cette différence s'explique par la conjugaison de plusieurs facteurs :

- La représentation statistique des caractérisations : directement proportionnelle au nombre de caractérisations effectuées (possibilité d'une incertitude de 10 %, voire beaucoup plus pour les matériaux en petite quantité).



C. L'EXPLOITATION

Contrôler l'exploitation et la gestion de production

A RETENIR

La différence entre le résultat des caractérisations et les tonnages produits par la collectivité s'explique par une conjugaison de facteurs plus larges que la seule freinte.

- L'efficacité du tri : La caractérisation des produits entrants fait abstraction de l'efficacité des procédés de tri et surtout des différences d'efficacité selon les matériaux. Il est usuellement reconnu que le bon équilibre entre l'efficacité du tri et le coût de celui-ci laisse s'échapper des produits valorisables dans les refus à hauteur de quelques pour cent.
- La freinte : considérée comme identique quel que soit le matériau, ce qui est, a priori, infirmé par les constats de terrain.

C

I.7. Gestion de production

I.7.1. Dépense de fonctionnement d'un centre de tri

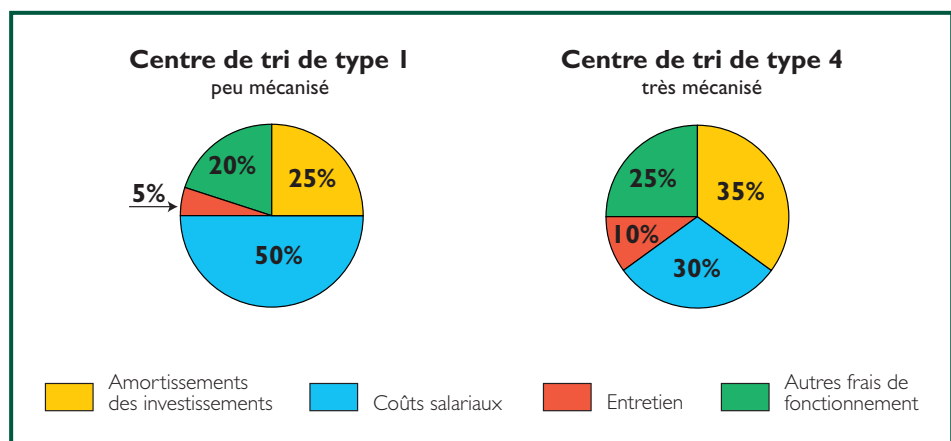
→ Répartition par grands postes

Le coût de fonctionnement d'un centre de tri se décompose en grands postes :

- Amortissement des investissements réalisés.
- Coûts salariaux.
- Entretien du process et du bâtiment.
- Autres frais de fonctionnement.

En fonction du niveau de mécanisation du centre de tri, la répartition entre ces différents postes est variable.

Le graphique ci-après présente les cas extrêmes d'un centre peu mécanisé (type 1) et d'un centre très mécanisé (type 4).

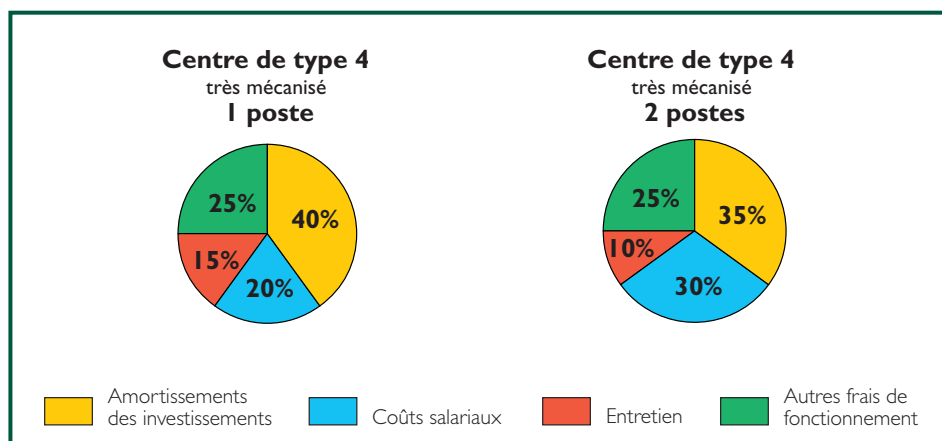


Nota : ces répartitions sont valables pour des centres fonctionnant sur deux postes.

La répartition est variable également en fonction du taux d'utilisation de l'équipement.

Plus la taille du centre de tri est importante et plus le personnel est qualifié pour assurer la conduite de l'outil.

Le graphique ci-après présente le cas du centre très mécanisé (type 4) fonctionnant en 1 poste (7 h par jour, 5 jours par semaine) ou en 2 postes (14 h par jour, 5 jours par semaine).



→ Amortissements des investissements réalisés

Il est d'usage d'amortir les équipements sur les périodes suivantes :

- Bâtiments et voiries : 20 ans.
- Process de tri : 7 à 10 ans.
- Conditionnement : 7 à 10 ans.
- Matériel roulant : 7 ans.

Le choix d'un amortissement sur une période plus longue doit être compensé par un budget « gros entretien renouvellement » plus important.

→ Coûts salariaux

Ils comprennent le personnel de tri, de maintenance et d'entretien ainsi que le personnel administratif et d'encadrement. Plus la taille du centre de tri est importante et plus le personnel est qualifié pour assurer la conduite de l'outil.

→ Entretien

Il y a lieu de distinguer deux postes que sont l'entretien courant et les grosses réparations et renouvellement du matériel :

● Le premier concerne principalement le graissage et le remplacement de petite pièce et représente :

- Process :

Il est sensiblement proportionnel au temps de fonctionnement du centre de tri et peut être estimé annuellement à environ 1 % de l'investissement process par tranche de 1 500 h de fonctionnement.

- Bâtiment :

Représente annuellement de l'ordre de 0,5 % de l'investissement bâtiment.

C. L'EXPLOITATION

Contrôler l'exploitation et la gestion de production

- Le second concerne le gros entretien nécessaire au maintien à niveau de l'outil et dont les pourcentages représentent :
 - 5 % par an de l'investissement de la chaîne de tri pour celle-ci.
 - 8 % par an de l'investissement de la ligne de conditionnement pour celle-ci.
 - 10 % par an de l'investissement des engins pour ceux-ci.
 - 3 % par an de l'investissement bâtiment pour celui-ci.

→ Autres frais de fonctionnement

Il est intégré dans ce poste les éléments suivants :

- Les frais administratifs et de gestion représentent entre 10 et 20 % du chiffre d'affaire du centre de tri.
- Les abonnements nécessaires à l'exploitation (eau, électricité, télécommunications).
- Les assurances représentent dans la pratique de l'ordre de 0,5 % par an de l'investissement (bâtiment + process).
- Les contrôles techniques, analyses et visites réglementaires de sécurité.
- Les consommables utilisés (électricité, eau, carburant pour engins...).
- Les autres consommables accessoires (vêtements de travail, produits d'entretien...).

→ Améliorer la disponibilité du matériel

Le coefficient d'efficience permet d'apprécier la disponibilité des équipements. C'est le rapport entre le temps réel de fonctionnement du tri et le temps durant lequel on en demande le fonctionnement :

$$\text{Coefficient d'efficience} = \frac{\text{Temps de fonctionnement}}{\text{Temps de fonctionnement} + \text{temps d'arrêt pour cause de panne}}$$

(Ce coefficient n'inclut pas les arrêts dus aux pauses ainsi qu'au changement de poste).

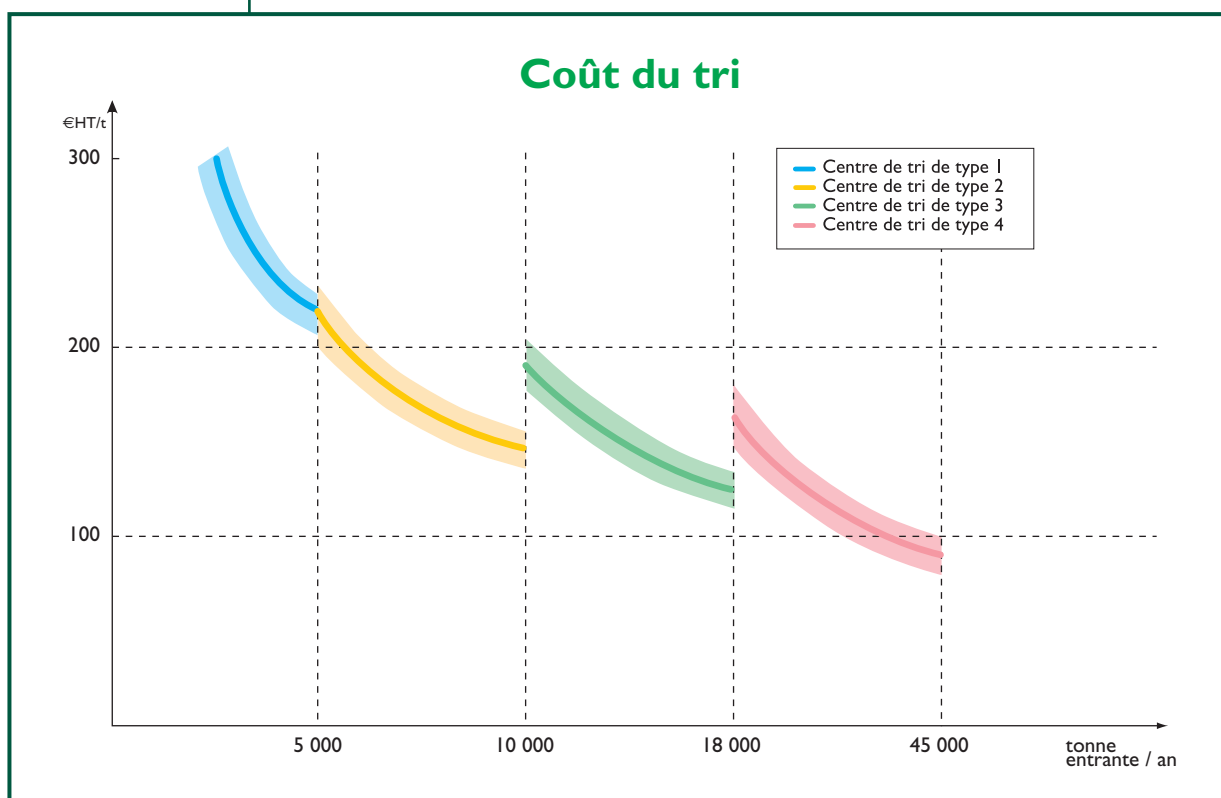
La recherche d'un coefficient d'efficience aussi élevé que possible doit être l'objectif premier du gestionnaire, pour gérer au mieux les frais de personnel. On constate, dans la pratique, une valeur de l'ordre comprise entre 85 et 90 %. Il est, toutefois, possible d'espérer atteindre 95 % en intégrant, dès la conception, des dispositifs tels que des équipements de secours ou encore des procédures et dispositifs permettant une marche dégradée en cas de problème (dissociation des différentes parties du process).

La recherche d'un coefficient d'efficience aussi élevé que possible doit être l'objectif premier du gestionnaire, pour gérer au mieux les frais de personnel.

C

I.7.2. La montée en puissance d'une installation

Dans le coût de fonctionnement d'un centre de tri, la part "amortissement de l'investissement du bâtiment et du process" représente une part importante. C'est pourquoi il est économiquement intéressant de rechercher un fonctionnement dans une plage comprise entre 70 et 100 % de la capacité nominale d'un centre de tri.



Remarques importantes sur le graphe :

- Le coût du tri est évalué à la tonne entrante, d'une collecte multi-matériau, en considérant un taux de refus, tel que défini au paragraphe A.1.3, voisin de 10 %.
- Il n'est pas pris en compte un coût d'élimination des refus. Il est considéré que les refus sont mis à la disposition de l'entité de collecte.
- Les coûts indiqués peuvent évoluer en fonction de conditions techniques, environnementales ou économiques particulières.
- Le coût du centre de tri de type 4 est à considérer comme un objectif à atteindre.

I.8. G.P.A.O. : Gestion de Production Assistée par Ordinateur

→ Historique

L'industrie, avec concurrence internationale forte, est depuis longtemps obligée de développer une stratégie de maîtrise des prix de revient pour maintenir sa productivité.

Dans ce contexte, des outils de gestion de la production de plus en plus performants ont été développés.

Le principe est aujourd'hui en passe de s'appliquer dans le domaine du tri des déchets beaucoup plus systématiquement.

→ Les éléments à contrôler

L'état de l'activité aux différentes étapes de la transformation doit être contrôlé. Le seul contrôle des tonnages entrants et sortants n'est pas suffisant pour bien gérer la production.

Les stocks importants, tant amont qu'aval, rendent le résultat aléatoire.

Si l'on veut avoir un résultat plus fiable, les mesures doivent être réalisées au plus près de l'outil de production :

- A l'alimentation de la ligne : par pesée au chargeur ou à la trémie. Cette information va permettre de calculer le débit instantané de la ligne et, en intégrant ces valeurs, d'obtenir les tonnages traités sur des périodes plus longues (jour, semaine, mois, année...).
- Au niveau des goulottes de jeté ou des alvéoles de réception des produits traités pour établir des bilans de production par lots, par équipe ou par jour.

→ L'intérêt pour l'exploitant

Une meilleure connaissance de la productivité doit permettre à l'exploitant de réagir plus vite en cas de dérapage.

L'optimisation de la mise en balles par pilotage automatisé de la presse doit permettre un gain de temps important par une meilleure gestion au moment des changements de produits. Cette technologie doit garantir la fabrication de balles de longueur semblable et éviter la reprise de celles-ci.

De façon générale, une meilleure connaissance du fonctionnement de l'outil de production entraîne systématiquement une augmentation de la production dans des conditions de stress normalement plus faible.

Une meilleure connaissance de la productivité doit permettre à l'exploitant de réagir plus vite en cas de dérapage.





I.9. Les modes de gestion de l'exploitation

→ La régie directe

La collectivité aménage et finance en propre un centre de tri et le fait fonctionner avec son personnel.

● Avantages :

La collectivité maîtrise l'ensemble du processus de collecte et tri ainsi que le contrôle qualité. La coordination des activités s'en trouve facilitée.

● Inconvénients :

Mise en réseau pour échange d'expériences difficile.

Procédure d'appel d'offre des marchés publics pénalisant, pour un équipement industriel de ce type, lors des modifications nécessaires sur le process.

Il est toutefois important de noter que la modification du code des marchés publics du 7 janvier 2004 permettant, jusqu'à un seuil de 230 000 €, une procédure simplifiée appelée "procédure adaptée", facilite normalement ces procédures administratives.

→ La gérance ou contrat d'exploitation

La collectivité aménage et finance en propre un centre de tri mais en confie l'exploitation à un prestataire extérieur, privé le plus souvent.

Elle conserve le contrôle de la gestion, du financement des équipements.

● Avantages :

En confiant l'exploitation du centre à des entreprises privées spécialisées, la collectivité locale bénéficie des compétences techniques et des moyens industriels de recherche et développement de ces entreprises.

Elle n'a pas la responsabilité directe de la gestion du personnel.

Comme le prestataire n'a pas à supporter l'amortissement, la collectivité peut passer des contrats de plus courte durée en laissant toutefois le temps suffisant au prestataire d'acquérir une bonne maîtrise de l'outil et de rentabiliser son investissement initial commercial et humain.

● Inconvénients :

Le contrôle de l'exploitant, par la collectivité locale, vis-à-vis de l'entretien courant à la charge de celui-ci, doit être très rigoureux, si la collectivité locale propriétaire ne veut pas que son équipement se dégrade.

Le gros entretien et le renouvellement n'étant pas à la charge de l'exploitant, la collectivité locale doit provisionner cette charge future.

→ La délégation de service public (DSP)

Ce cas de figure est retenu, en général, lorsque le centre de tri est implanté avec une UIOM.

La collectivité confie l'investissement et l'exploitation du centre à une société privée. Elle devient propriétaire de l'équipement au terme du contrat.

● Avantages :

Pas de nécessité de financement en direct.

En confiant l'exploitation du centre à des entreprises privées spécialisées, la collectivité bénéficie des compétences techniques et des moyens industriels de recherche et développement de ces entreprises.



C. L'EXPLOITATION

Contrôler l'exploitation et la gestion de production

● Inconvénients :

Le contrôle de l'exploitant, par la collectivité locale, vis-à-vis du gros entretien renouvellement à la charge de celui-ci, doit être très rigoureux si la collectivité veut récupérer un équipement performant au terme du contrat.

→ Le contrat de prestation de service

La collectivité confie les opérations de tri de sa collecte sélective à une entreprise propriétaire et exploitant d'un centre de tri. Un contrat de prestation est établi pour une durée déterminée souvent courte. En fonction de cette dernière, la part de l'amortissement de l'investissement que prévoit l'exploitant est plus ou moins importante. La durée ne doit donc pas être trop courte, pour ne pas avoir à supporter un montant d'amortissement trop élevé, et ni trop longue, pour une bonne gestion de la concurrence. Dans son guide, l'ASTEE préconise une durée de 7 à 8 ans. Cette dernière peut être réduite à 4 à 5 ans si aucun investissement spécifique n'est demandé.

L'entreprise accueille les collectes de déchets de plusieurs collectivités.

● Avantages :

Permet aux petites collectivités de bénéficier des effets d'économie d'échelle qui leur seraient inaccessibles dans une approche indépendante.

Possibilité de faire jouer la concurrence à la fin de chaque contrat.

● Inconvénients :

La durée du contrat, nécessitée par la durée d'amortissement, limite la fréquence de la mise en concurrence.

L'ASTEE a développé un "guide d'aide à la rédaction du cahier des charges d'un marché de prestations de tri" que l'ADEME devrait diffuser en 2005.

I.10. Type de contrat d'exploitation ou de prestation de service

L'ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement), anciennement dénommée AGHTM, a développé un "guide d'aide à la rédaction du cahier des charges d'un marché de prestations de tri" que l'ADEME devrait diffuser en 2005. Fondé sur le même principe que celui sur la collecte édité en juillet 2002, il sera, sans constituer un modèle, construit sur une démarche méthodologique, d'exemples concrets, d'outils pratiques et de références juridiques. Il constituera un outil indispensable pour aider les collectivités à bien cerner leurs besoins et exigences.

Le présent paragraphe a pour objet de présenter les différents contrats existants entre l'exploitant d'un centre de tri et son client, en général la collectivité locale ayant la compétence traitement.

Remarque générale :

Il est à noter que pour l'entité percevant les aides d'Eco-Emballages, pour une collecte donnée, la valorisation d'une tonne de matériau supplémentaire apporte un montant d'aides élevé. Ce principe doit rester présent, dans l'esprit de l'entité percevant les aides, afin de monter son dispositif contractuel dans le sens d'une recherche de la valorisation optimale des matériaux recyclables ciblés présents à l'entrée du centre de tri.



I.10.1. Marché à la tonne entrante

Marché dont la rémunération du prestataire est directement proportionnelle à la tonne entrante au centre de tri.

→ Commentaires

- Quelle que soit la qualité ou la composition du produit entrant, quelle que soit la qualité de la prestation de tri, la rémunération du prestataire est identique en fonction du tonnage livré.
- Ce type de montage juridique et financier est souvent utilisé entre la collectivité de traitement (exploitant du centre de tri) assurant le tri et la collectivité assurant la collecte (client).
- Il est facile de définir un budget prévisionnel pour le client, les surprises financières sont rares.
- L'exploitant du centre n'est pas incité à pousser les opérations de tri des corps légers pourtant rémunérateurs au niveau des recettes d'Eco-Emballages pour le client.
- Le client ne bénéficie pas de la réduction des frais fixes avec l'augmentation du tonnage.
- Le prestataire est pénalisé, en cas de tonnage plus faible que prévu, par non-amortissement sur le volume, de ses frais fixes.

I.10.2. Marché à la tonne sortante en fonction ou pas du type de matériau

Marché dont la rémunération du prestataire est directement proportionnelle à la tonne sortante du centre de tri.

Dans la majorité des cas le prix est différent par catégorie de matériaux.

→ Commentaires

- Le prix varie seulement en fonction de la quantité de produit que le prestataire mettra à la disposition des repreneurs et acceptée par ces derniers.
- Le prestataire sera incité à assurer un tri efficace à condition que le coût du tri des produits considérés ne lui revienne pas plus cher que de les laisser partir en refus, ce qui peut être le cas des petits éléments de plastiques ou de cartons.
- Il est assez facile de définir un budget prévisionnel pour le client.
- Le client ne bénéficie pas de la réduction des frais fixes avec l'augmentation du tonnage.
- Le prestataire est pénalisé, en cas de tonnage plus faible que prévu, par non-amortissement sur le volume de ses frais fixes.
- En fonction du prix facturé pour l'élimination des refus, le collecteur peut ne pas être incité à porter son effort sur la qualité de la collecte.



I.10.3. Marché à la tonne entrante ou sortante imposant un taux de refus maximum

Marché dont la rémunération du prestataire est fondée sur un des deux principes cités ci-dessus mais comportant une clause supplémentaire imposant au prestataire de respecter un pourcentage de refus inférieur à une valeur définie au contrat (*par exemple tonnage de refus inférieur à 15 % du tonnage des produits valorisés*).

→ Commentaires

- Cette clause paraît antinomique avec le fait que le prestataire de tri ne soit pas responsable de la qualité des produits entrants. Elle est au contraire, mais seulement en théorie, intéressante car elle oblige la mise en place, de façon contradictoire, d'un contrôle de la qualité des produits entrants entre le trieur et le collecteur. Elle a un effet éducatif sur le collecteur vis-à-vis de la qualité de sa prestation.
- La valeur du taux de refus doit être réaliste. Elle n'est pas facile à déterminer a priori, car elle est susceptible d'évoluer en fonction du type d'habitat desservi (habitat vertical ou pas), de l'ancienneté de la collecte sélective, de la mise en place d'une démarche d'amélioration de la qualité de la collecte.
- Lorsque la qualité de la collecte se situe en limite d'acceptation, en cas de dégradation même légère, mais entraînant une impossibilité de respecter la clause globale de qualité, les camions se trouvent obligatoirement refusés dans leur totalité. Ceci peut entraîner une augmentation exponentielle du taux de refus global. Pour palier ce risque, il peut être imaginé une procédure permettant d'accepter les camions sous certaines conditions.
- Le contrôle de réception peut apporter des surprises au trieur (refus important caché par du produit de qualité), qui devra en assumer les conséquences.
- Les autres commentaires, relatifs respectivement aux marchés à la tonne entrante ou à la tonne sortante, restent valables.
- En conclusion, cette solution est très difficilement applicable sur le terrain.

I.10.4. Marché à la tonne entrante ou sortante avec une partie fixe et une partie variable

Marché dont la rémunération du prestataire est composée d'une partie fixe quel que soit le tonnage livré, et d'une partie variable fonction du tonnage entrant ou sortant.

→ Commentaires

- La partie fixe permet au prestataire d'amortir ses frais fixes.
- En phase de montée en puissance le coût à la tonne sera plus important, d'où une incitation à l'effectuer rapidement.





- Risque financier pour la collectivité si le tonnage reste faible (ce qui est le cas des montées en puissance qui se décalent par rapport aux objectifs définis initialement).
- En ce qui concerne la partie variable de rémunération, les commentaires, relatifs respectivement aux marchés à la tonne entrante ou triée, restent valables. Ils sont toutefois à nuance, par le fait que seule une partie de la rémunération est fondée sur ce principe.

I.10.5. Marché à la tonne sortante avec un intéressement à la performance par matériaux

Marché dont la rémunération du prestataire est proportionnelle à la tonne sortante au centre de tri avec une correction en fonction de la performance de tri de chaque matériau exprimée en kg/an/hab.

→ Commentaires

- Ce type d'intéressement incite l'opérateur à retirer au maximum les produits valorisables à condition que le coût ne dépasse pas la recette escomptée.
- Nécessité de contrôle important, pour Eco-Emballages, de la provenance de certains matériaux entre les DIB et les DEM.
- La rémunération du prestataire est directement liée à la qualité de la collecte et donc, en remontant la chaîne, à la qualité de la communication et à la perception par les habitants de celle-ci.
- Le prestataire ne maîtrise que très légèrement les facteurs lui permettant d'obtenir un intéressement, dans le cas où il n'aurait pas la responsabilité totale de la communication, de la collecte et du tri.
- En ce qui concerne la partie de rémunération à la tonne triée, les commentaires à propos des marchés à la tonne triée restent valables. Ils sont toutefois à nuancer par le fait que seule une partie de la rémunération est fondée sur ce principe.



I.10.6. Marché à la tonne sortante avec un intéressement à l'efficacité du tri

Marché dont la rémunération du prestataire est directement proportionnelle à la tonne sortante du centre de tri avec une correction en fonction du taux de recyclables présents dans les refus de tri.

→ Commentaires

- Une procédure de contrôle contradictoire est à mettre en place entre le client et l'opérateur de tri.
- Lorsque des matériaux considérés normalement recyclables ciblés se retrouvent dans les refus dans un état ne pouvant plus être portés aux PTM, la recherche de l'éventuel responsable de la détérioration du produit est une source de litige importante.
- L'absence de produits recyclables ciblés dans les refus est dans la pratique impossible. L'obtention d'un taux le plus faible possible peut entraîner un surcoût important de tri, qui sera inclus dans l'offre. Le client doit définir le juste milieu afin d'avoir un taux permettant une bonne qualité de tri tout en bénéficiant d'un prix raisonnable.
- En ce qui concerne la partie de rémunération à la tonne triée, les commentaires à propos des marchés à la tonne triée restent valables. Ils sont toutefois à nuancer par le fait que seule une partie de la rémunération est fondée sur ce principe.

I.10.7. Marché à l'habitant

Marché dont la rémunération du prestataire est directement proportionnelle au nombre d'habitants desservis par la collecte.

→ Commentaires

- Ce type de rémunération est, dans certains cas, mis en place entre la collectivité ayant la compétence de la collecte et la collectivité ayant la compétence du traitement. Dans certains cas le prix est même égal à zéro, le prestataire de tri se rémunérant sur le traitement des OM.
- La prévision budgétaire est très simple.
- Ne reflète absolument pas la réalité des coûts pour le prestataire de tri. Le prestataire de tri a intérêt à accepter le minimum de tonnage, ce qui l'incite à mettre en place un contrôle qualité à la réception.
- Le responsable de collecte a intérêt, quant à lui, à apporter le maximum de tonnes, éventuellement au détriment de la qualité.



I.10.8. Marché avec prise en charge financière des refus par le client

Marché d'un type présenté ci-dessus mais comportant, en plus, une prise en compte de l'élimination des refus par le client.

→ Commentaires

- Apporte une simplification au niveau de la détermination du prix de la prestation de tri, le coût de l'élimination étant un poste important et difficilement prévisible au moment de l'élaboration du prix du fait de l'incertitude sur le taux de refus dans le temps.
- Dans le cas où une partie de la rémunération s'appuie sur la tonne entrante, le client est incité à contrôler les refus pour ne pas avoir à payer deux fois, sans avoir le bénéfice que pourraient rapporter les produits "recyclables" présents dans les refus.
- Dans le cas où la rémunération n'est pas fondée sur la tonne entrante, ce principe n'apporte pas d'effet incitatif à la recherche de performance et/ou de qualité.

I.10.9. Prestations diverses

Prise en compte dans le marché de rémunérations spécifiques pour des prestations diverses telles que : gros entretien renouvellement, caractérisation des flux entrants, caractérisation des refus, organisations de visites...

→ Commentaires

- La décomposition du prix du "gros entretien renouvellement" garantira un meilleur suivi de la prestation lorsque le centre appartient à la collectivité.
- La prise en compte dans le bordereau de prix de prestations annexes telles que les caractérisations ou les visites permettront à la collectivité de mieux gérer le nombre et la planification de celles-ci.

I.10.10. Conclusion

A RETENIR

Il ressort de cette analyse, qu'il n'y a pas de solution idéale pour le montage financier de la prestation de tri. L'important est, certainement, que la négociation soit du type "gagnant-gagnant", c'est-à-dire que les prises de risques soient partagées et que des mécanismes régulateurs entre les deux parties soient mis en place. La difficulté porte également sur le fait que la responsabilité d'une bonne communication ne repose pas forcément sur l'opérateur de tri ou encore sur son client.



C. L'EXPLOITATION

Contrôler l'exploitation et la gestion de production

Une bonne solution pourrait être la combinaison intelligente d'une partie des composantes suivantes. Les parties contractantes veilleront cependant à rendre la formule choisie applicable, contrôlable et pertinente en lui préservant une certaine simplicité.
L'objectif n'est certainement pas de cumuler l'ensemble des paramètres ci-dessous sachant que certains sont exclusifs des autres (par exemple : la tonne entrante et la tonne triée).

Composantes possibles du prix	Apport dans le montage financier global
Une partie fixe	- Permet l'amortissement des frais fixes
Une partie à la tonne entrante	- Incite à la mise en place d'un plan qualité de la collecte
Une partie à la tonne triée en fonction du matériau	- Incite le prestataire de tri à parfaire le tri de chaque matériau
Un contrôle des matériaux présentés dans le refus	- Incite le prestataire à mettre en place un contrôle qualité des refus ayant une répercussion sur la qualité des entrants
Refus supporté par le client	- Incite à la qualité de la collecte - Incite le client à vérifier la composition des refus
Chiffrage de prestations spécifiques en base ou en option	- Gros entretien réparation - Caractérisation des entrants - Caractérisation des refus - Organisation de visites



2 GESTION DES RESSOURCES HUMAINES ET FORMATION

2.1. Identifier les besoins en fonction du personnel concerné

Le personnel d'exploitation est organisé en équipes de travail.

L'exploitation d'un centre de tri requiert l'accomplissement de différentes tâches et missions.

Il est recensé dans un premier temps la liste des fonctions et des tâches nécessaires au bon fonctionnement de l'exploitation.

Dans un deuxième temps, est étudiée la déclinaison des besoins pour les cinq cas de centre de tri.

Le personnel d'exploitation est organisé en équipes de travail. Le nombre d'équipe est fonction du taux de charge de la chaîne (voir paragraphe A.1.).

Dans la plupart des centres le personnel de tri, de maintenance et de chargement travaille en deux postes d'une durée de 6 à 7 heures. Ce choix se justifie car il est un bon compromis entre la rentabilité nécessaire de l'investissement et la performance des trieurs supérieure durant la journée.

Les tableaux qui suivent sont établis sur ce principe.

NB : * Il est important de noter qu'un centre de tri souhaitant fonctionner sur une base de 15 à 16 h de tri par jour sur 6 jours par semaine et en maintenant ce régime pendant les vacances est obligé de prévoir 3 équipes afin de respecter la loi sur les 35 heures.

* En fonction de la taille du centre, il peut y avoir un cumul des tâches auprès des mêmes personnes (par exemple, dans un centre de tri de type I, la pesée est en général assurée par l'assistante).

C



2.1.1. | Différentes fonctions et tâches

Fonction	Tâche
Direction générale	Gestion financière et stratégique, relations extérieures, interface collectivités et filières repreneurs
Responsable d'exploitation	Gestion du personnel Administration commerciale et achats
Responsable de production et maintenance	Planification et contrôle de la production Gestion de la maintenance (gros entretien)
Electromécanicien de maintenance	Entretien courant de l'installation Prévention des pannes
Agent de bascule	Pesage des lots entrant et sortant – Réception
Administration et échantillonnage	Prise d'échantillon, caractérisation des lots Petit secrétariat
Contrôleur qualité des refus	Suivi de qualité, tests de performance, analyse
Chef d'équipe	Gestion d'équipe, pilotage de vitesse de la ligne
Opérateur de tri	Tri manuel ou contrôle de qualité
Conducteur de chargeur à roue multi-outils	Alimentation de l'extracteur ou de la presse à balles
Conducteur de presse	Pilotage de la presse et petit entretien

→ Application au centre de tri de type I

Fonction	Tâches	Travail en poste	Effectif Total
Chef d'exploitation	Gestion du personnel et de la production Responsable de la maintenance et entretien Contrôle qualité	NON	1
Assistante	Agent de bascule, réception et secrétariat	NON	1
Conducteur polyvalent	Alimentation de l'extracteur Alimentation de la presse Pilotage de la presse Petit entretien Echantillonnage	OUI	2
Chef d'équipe	Gestion d'équipe Pilotage de vitesse de la ligne	OUI	2
Trieurs	Tri manuel Nettoyage et petite maintenance	OUI	8 à 16
TOTAL			14 à 22 personnes



C. L'EXPLOITATION

Gestion des ressources humaines et formation

→ Application au centre de tri de type 2

Fonction	Tâches	Travail en poste	Effectif Total
Chef d'exploitation	Gestion du personnel et de la production Responsable de la maintenance et entretien Contrôle qualité	NON	1
Assistante	Réception et secrétariat	NON	1
Conducteur zone d'alimentation et stock	Alimentation de l'extracteur Petit entretien Echantillonnage Alimentation de la presse Pilotage de la presse	OUI	2 à 4
Conducteur de presse	Pilotage de la presse	OUI	0 à 2
Electromécanicien de maintenance	Entretien courant de l'installation Prévention des pannes	NON	0 à 1
Contrôleur qualité	Echantillonnage et caractérisation des lots Contrôle qualité, pesage	NON	0 à 1
Chef d'équipe	Gestion d'équipe Pilotage de vitesse de la ligne	OUI	2
Trieurs	Tri manuel Nettoyage et petite maintenance	OUI	8 à 22
TOTAL			14 à 34 personnes



→ Application au centre de tri de type 3

Fonction	Tâches	Travail en poste	Effectif Total
Direction générale	Gestion financière et stratégique Relations extérieures Interface collectivités et filières repreneurs	NON	0 à 1
Responsable d'exploitation	Gestion du personnel Administration commerciale et achats	NON	1
Responsable de production et de maintenance	Planification et contrôle de la production Gestion de la maintenance (gros entretien)	NON	0 à 1
Electromécanicien de maintenance	Entretien courant de l'installation Prévention des pannes	NON	0 à 1
Agent de bascule	Pesage des lots entrant et sortant Réception	NON	0 à 1
Administration et échantillonnage	Prise d'échantillon Caractérisation des lots Petit secrétariat	NON	1
Contrôleur qualité	Suivi de qualité Test de performance Analyse des refus	NON	1
Chef d'équipe	Gestion d'équipe Pilotage de vitesse de la ligne	OUI	2
Opérateur de tri	Tri manuel	OUI	15 à 28
Conducteur de chargeur à roue multi-outils	Alimentation de l'extracteur ou de la presse à balles	OUI	4
Conducteur de presse	Pilotage de la presse et petit entretien	OUI	2
TOTAL			28 à 43 personnes

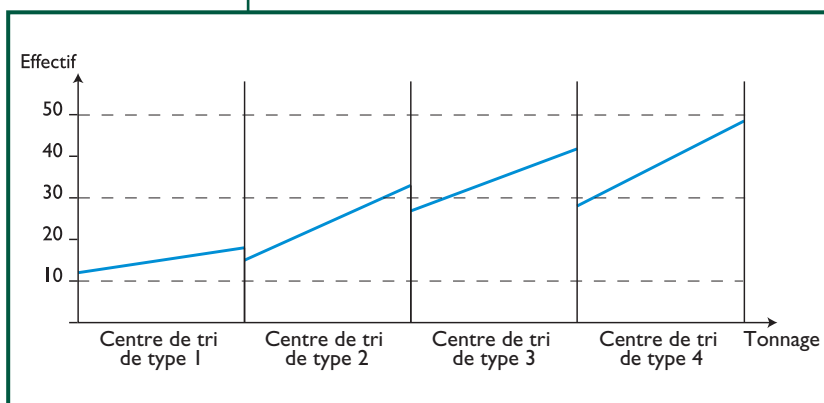


C. L'EXPLOITATION

Gestion des ressources humaines et formation

→ Application au centre de tri de type 4

Fonction	Tâches	Travail en poste	Effectif Total
Direction générale	Gestion financière et stratégique Relations extérieures Interface collectivités et filières repreneurs	NON	0 à 1
Administration	Secrétariat	NON	1
Responsable d'exploitation	Gestion du personnel Administration commerciale et achats	NON	1
Responsable de production et de maintenance	Planification et contrôle de la production Gestion de la maintenance (gros entretien)	NON	0 à 1
Electromécanicien de maintenance	Entretien courant de l'installation Prévention des pannes	OUI	3
Agent de bascule	Pesage des lots entrant et sortant Réception	OUI	0 à 2
Echantillonnage	Prise d'échantillon Caractérisation des lots	OUI	2
Contrôleur qualité	Suivi de qualité Test de performance Analyse des refus	OUI	4
Chef d'équipe	Gestion d'équipe Pilotage de vitesse de la ligne	OUI	2
Opérateur de tri	Tri manuel	OUI	8 à 22
Conducteur de chargeur à roue multi-outils	Alimentation de l'extracteur ou de la presse à balles	OUI	4 à 6
Conducteur de presse	Pilotage de la presse et petit entretien	OUI	2
TOTAL			28 à 47 personnes



La gestion de la montée en puissance peut requérir des équipes en temps partiel. Il est préférable de fonctionner un temps plus court mais avec une équipe complète, plutôt que de travailler plus longtemps avec une équipe réduite.



2.2. Organiser la formation

2.2.1. La formation en période de mise en service industrielle

Elle a lieu lors de la mise en service et du démarrage en charge de l'installation. Cette formation peut être prévue dans l'appel d'offre. Dans ce cas, elle est en général assurée par le constructeur/ensemblier mais est toutefois limitée à la conduite et l'entretien de la chaîne.

2.2.2. La formation continue

La formation continue est organisée périodiquement en fonction des besoins et selon le plan de formation de l'entreprise.

Elle est organisée périodiquement en fonction des besoins (nouvel équipement, changement de type de collecte, prévention des risques) et selon le plan de formation de l'entreprise.

Elle peut être assurée par l'ensemblier, le fournisseur d'équipement ou tout autre organisme de formation selon le domaine de compétence.

Les informations liées aux nouveaux emballages et nouveaux produits doivent pouvoir être communiquées le plus vite possible aux responsables des centres de tri afin d'intégrer les modifications dans les consignes de tri des opérateurs.

Avant toute démarche de formation, l'exploitant doit s'assurer :

→ De la qualification professionnelle du dispensateur de formation

L'organisme doit être agréé en tant qu'organisme de formation et présenter les références nécessaires en terme de qualification professionnelle des intervenants. Ils seront d'autant plus opérationnels s'ils ont :

- Participé à la conception et à la réalisation de la chaîne de tri.
- Participé à la conception ou à la réalisation d'équipement de tri, stockage de déchets ou installations connexes.
- Eu une expérience significative et transmissible dans les filières de collecte ou recyclage.

Thèmes de formation	Intervenant formateur
Notions générales	Chef de projet de l'ensemblier
Conduite de tri	Responsable de production de l'ensemblier et intervenants des filières de collecte et recyclage (Eco-Emballages, Valorplast...)
Maintenance mécanique	Responsable du département Maintenance/SAV de l'ensemblier
Maintenance électrique	Automaticien programmeur de l'ensemblier
Sécurité	Responsable de production et intervenants des organismes de contrôle sécurité (CRAM, INRS.)
Formation spécifique	Intervenants des fournisseurs de matériels concernés ou organisme de formation spécialisé (conduite d'engins)



Les gestionnaires de centres de tri ont la possibilité d'obtenir le remboursement de tout ou partie de la formation dispensée à leur personnel, par le biais d'un organisme paritaire, type FONGECIF ou autre.

→ Des modalités de contrôle de la formation

L'évaluation des connaissances doit être validée en fin de formation avec des résultats transmis à l'exploitant.

→ A titre d'exemple, il est présenté ci-après un programme de formation de conduite et d'entretien de l'installation destiné au responsable de la production et de la maintenance.

Le programme de formation sur 4 jours se décompose en :

- **Module 1 : conduite de l'installation**

Conduite de sécurité générale, connaissance des machines, flux des matériels, manipulation du pupitre de commande (manuelle et automatique), nettoyage et contrôle visuel, lecture des informations, notion de maintenance mécanique, gestion de l'alimentation.

- **Module 2 : tri des produits**

Différenciation des produits (déchets de collecte sélective, déchets industriels banals, déchets toxiques), notion de Prescriptions Techniques Minimales (Eco-Emballages), notion de recyclage.

- **Module 3 :**

Maintenance générale de l'installation

Consignes de sécurité générale (modalités de nettoyage du Trommel, procédures de consignation pour maintenance des matériels dangereux, etc.), utilisation de la notice, diagnostic et résolution de panne, repérage des pièces de rechange, programme d'entretien préventif, collecte d'information pour intervention majeure.

Maintenance électricité

Respect des agréments à obtenir (basse tension, sous tension, hors tension, etc., formations spécifiques non dispensées par l'ensemblier), consignes de sécurité, utilisation de la notice, gestion des automates, diagnostic, réglage, entretien, utilisation de la feuille de diagnostic de panne électrique.

- **Module 4 : sécurité**

Consignes de sécurité générale, arrêts d'urgence, condamnations locales, accès machines, zone à risques.

- **Module 5 : formations spécifiques**

Pont-bascule, presse à balle, presse à paquet, système de chauffage-climatisation, engins mobiles (permis à obtenir).



2.2.3. Le cas particulier du personnel de tri

Toutefois, dans la pratique on peut constater que, hormis les fonctions d'encadrement ou de maintenance spécialisée, ces emplois, notamment sur les tapis de tri, sont remplis par du personnel peu qualifié pour lequel il s'agit d'un travail à caractère transitoire. Ce sont souvent des salariés issus de l'immigration ou en déshérence sociale.

Cette situation exige donc la mise en œuvre d'une politique de formation permanente généraliste, organisée au sein de l'entreprise et éventuellement accompagnée contractuellement, par des associations spécialisées.

L'objectif ainsi poursuivi est d'ouvrir la voie à une indispensable insertion dans la société de ces personnels, fondée également sur l'apprentissage de la langue, l'alphabétisation, la lecture, l'écriture, etc.



3 ASSURER LA MAINTENANCE

3.1. Prévenir (dès la conception) plutôt que guérir

Les centres de tri doivent être considérés comme des usines.

Quelle que soit leur taille, les centres de tri doivent être considérés comme des usines, avec tout ce que cela implique pour le nettoyage, l'entretien, le graissage et la maintenance.

Si certaines interventions de maintenance sont indispensables, d'autres pourraient être évitées en intégrant le souci de maintenance dès la conception du process.

On peut ainsi "prévenir" des interventions de maintenance pouvant engendrer des arrêts de production :

→ En renforçant la solidité de l'installation

Toutes les pièces fortement sollicitées doivent être largement dimensionnées de façon à augmenter leur durée de vie.

A titre d'exemple : les zones de transfert de matière entre deux convoyeurs transportant des pièces massives et lourdes seront équipées de plaques montées sur des silent-blocks qui amortissent les chocs et évitent de détériorer les tapis (voir fiche "convoyeur").

→ En limitant les coûts de maintenance par la standardisation des équipements

Lorsque les installations sont décomposées en éléments standards compatibles entre eux et facilement démontables, la maintenance s'en trouve réduite en cas de gros entretien.

De même la standardisation de l'équipement de base (convoyeur) permet une plus grande flexibilité.

A titre d'exemple : la conception des convoyeurs doit permettre de mettre en place, à volonté, différentes étanchéités au choix selon la qualité du produit transporté (voir fiche "convoyeur").

→ En facilitant les accès pour la maintenance, dès la conception

Les points de maintenance sont - autant que possible - regroupés afin de diminuer le nombre des interventions. Toutes les parties requérant une maintenance régulière doivent être faciles d'accès.

A titre d'exemple, l'entretien du crible rotatif (Trommel) doit être très soigneusement étudié car il est nécessaire chaque jour, lorsque le crible comporte de grosses mailles (150 à 200 mm). (Il ne s'encrasse que très peu sur des fractions inférieures à 60 mm).





Des solutions permettant un meilleur accès pour faciliter la maintenance, existent comme :

- Le pont-levis actionné par une manivelle.
- Un éclairage intérieur.
- Un interrupteur de commande de rotation du tambour pas à pas pour l'opérateur effectuant le nettoyage.

La durée de nettoyage complet d'un crible peut alors être réduite à 15 minutes (voir Fiche "crible").

→ En limitant les indésirables

La variété des déchets, en taille, en poids et en forme, ainsi que la présence d'objets encombrants et donc indésirables, mais couramment rencontrés, imposent une surveillance et un entretien rigoureux.

Aussi, pour éviter les risques de dégradations, est-il nécessaire de limiter la proportion de ces déchets indésirables dans les déchets présents sur la chaîne de tri.

Pour cela, quelques mesures simples suffisent, telles que :

- Contrôler le contenu des bennes à leur arrivée au centre de tri.
- Pour ces objets indésirables, mettre en place des bennes spécifiques dans le hall de réception (il est toutefois souhaitable que ces indésirables ne se retrouvent pas dans la collecte).
- Eliminer ces indésirables au niveau de la zone de prétri.

→ En soignant l'étanchéité des parties tournantes et en translation

Les étanchéités des parties tournantes et des parties en translation doivent être très soignées pour limiter les nettoyages et augmenter les périodicités de graissage.

A titre d'exemple : sur les convoyeurs à chaîne, la mise en place de boîtes de réserves à lubrifiants permet un graissage automatique au goutte à goutte.

Une autre solution consiste à mettre en surpression le dispositif d'entraînement de ces convoyeurs à chaîne, afin de limiter la présence de poussières.

→ En permettant des interventions de maintenance rapide, voire à distance

Dans un centre de tri, une panne sur un élément du process ou du système de contrôle commande entraîne un arrêt de ligne. La rapidité de l'intervention de dépannage est donc essentielle.

A titre d'exemple : l'automate programmable de l'installation peut être équipé d'un modem permettant à l'équipe de maintenance du constructeur d'intervenir à distance pour toute modification de la programmation, ou élimination d'un défaut, en phase de mise au point principalement.

→ En exigeant du constructeur un guide de maintenance précis et complet

A la mise en route de l'installation le constructeur du process doit fournir une documentation technique "telle que construit" qui présente notamment des tableaux et schémas d'entretien pour chaque élément de l'installation.



"La perfection est atteinte, non pas lorsqu'il n'y a plus rien à rajouter, mais lorsqu'il n'y a plus rien à enlever."

- Ce manuel de maintenance doit être simple et précis et mentionner les différentes interventions, le lieu, la fréquence et le matériel nécessaire à la maintenance.

→ En imaginant des concepts d'implantation simples et fluides

"La perfection est atteinte, non pas lorsqu'il n'y a plus rien à rajouter, mais lorsqu'il n'y a plus rien à enlever" (A. de Saint-Exupéry).

L'implantation d'une chaîne de tri doit être pensée avec le moins possible de changements de direction. En phase finale de conception, faire une analyse de la valeur et supprimer les équipements qui peuvent être jugés superflus.

3.2. Les prescriptions d'entretien et maintenance

La maintenance d'équipements industriels se décompose en :

- maintenance préventive,
- maintenance curative.

La maintenance d'équipements industriels est décomposée en deux familles :

- La maintenance préventive qui permet, par des entretiens réguliers et programmés, ainsi que par des contrôles de dérives éventuelles, de réduire au maximum les taux de panne.
- La maintenance curative doit permettre - quand la panne survient - de remettre l'équipement en service le plus rapidement possible. Elle doit être facilitée par une conception bien pensée (C.3.1.) et par une organisation efficace (C.3.4.).

La maintenance préventive se décompose en :

- Entretien journalier.
- Entretien hebdomadaire.
- Visites trimestrielles.

3.2.1. Entretien journalier : nettoyage

Il est nécessaire de prévoir un entretien journalier des équipements. Celui-ci consiste en un nettoyage complet des zones à risque, c'est-à-dire des endroits où la présence d'un objet ou d'un produit pourrait entraîner des dommages irréversibles.

Le Trommel, le ou les alimentateurs, ainsi que la presse à balles (graissage, soufflage) doivent faire également l'objet d'un entretien journalier.

Par exemple :

Afin d'éviter les risques de déchirure de bande ou de percement des rouleaux (usure causée par blocage prolongé de matériaux abrasifs ou tranchants), l'entretien journalier des matériels suivants est indispensable :

- Les racleurs en tête de transporteurs.
- Les bavettes d'étanchéité latérales.
- Les rouleaux retour sous les transporteurs.
- Les goulottes.
- Les tôles de propreté sous les convoyeurs.

MOYENS A METTRE EN ŒUVRE

Cet entretien journalier devra être assuré par l'ensemble de l'équipe, à chaque fin de poste. Il est possible d'estimer le temps à y consacrer à 1/4 d'heure, quel que soit le type de centre.

Pour que cette maintenance soit efficace, il est indispensable que chaque opérateur ait au préalable une définition de sa tâche.

Une inspection, un nettoyage et un entretien plus poussés sont nécessaires une fois par semaine.

3.2.2. Entretien hebdomadaire : contrôle et petit réglage

Une inspection, un nettoyage et un entretien plus poussés sont nécessaires une fois par semaine. Ils consisteront principalement en un contrôle des tensions des bandes, des graissages et de la boulonnerie. Si une intervention plus lourde est nécessaire, elle sera programmée pour la visite trimestrielle suivante ou - en cas d'urgence – sera programmée spécifiquement.

Cet entretien hebdomadaire consiste donc à :

- Pour les convoyeurs de transport :
 - Contrôler le centrage et la tension de la bande.
- Pour les convoyeurs d'alimentation :
 - Vérifier les composants, après dépose des tôles de visite latérales.
 - Graisser les chaînes.
 - Nettoyer les tôles de propreté.
 - Vérifier l'état des traverses de liaison de chaîne.
 - Aligner et tendre les chaînes.

→ Moyens à mettre en œuvre :

- Le centre de tri de type 1 :

Ces centres ne peuvent embaucher un électromécanicien, ce contrôle est réduit et inclus dans la visite journalière.

- Le centre de tri de type 2 :

Un électromécanicien peut être embauché, à condition qu'il puisse assurer également une autre fonction à mi-temps. En général, il a également la responsabilité du matériel roulant (éventuellement des camions).

Certaines tâches doivent être réalisées sur la chaîne arrêtée. Le technicien est aidé, à ce moment-là, par une autre personne qui peut être un trieur.

- Le centre de tri de type 3 :

L'électromécanicien peut être embauché à temps plein et doit être aidé par une personne pour les interventions devant être réalisées machines arrêtées.

- Le centre de tri de type 4 :

En plus d'une présence permanente sur le site en période de fonctionnement, les électromécaniciens interviendront au minimum pendant 2 heures par jour et pendant 4 à 8 heures en arrêt de fin de semaine, hors de la période de fonctionnement. Ils seront obligatoirement secondés pour assurer efficacement certains réglages.



3.2.3. Visites trimestrielles : contrôle et remplacement des pièces d'usure

Les interventions sont programmées afin de limiter l'arrêt de la chaîne pour cause de panne.

Elles permettent de prévoir le remplacement éventuel de certaines pièces, de façon à éviter un arrêt prolongé lors d'un changement non programmé.

Le contrôle s'effectue sur les pièces suivantes :

- Mécanique d'entraînement du Trommel,
- Chaînes et bande des convoyeurs d'alimentation,
- Tourteaux de tête et de pied des alimentateurs,
- Tôleries, goulottes,
- Mécanique d'entraînement des convoyeurs,
- Manches de filtration du filtre de dépoussiérage,
- Mécanique de passe fil de la presse à balles.

Les décisions de remplacement sont prises en fonction des visites hebdomadaires ou trimestrielles antérieures. Les interventions sont, dans la mesure du possible, programmées afin de limiter l'arrêt de la chaîne pour cause de panne.

Certaines interventions peuvent être réalisées avec la chaîne de tri en fonctionnement.

3.3. Les services de maintenance proposés aux exploitants de centres de tri

3.3.1. Assistance à la maintenance

Cette prestation est limitée aux toutes premières semaines.

Cette prestation, comprise normalement dans celle du fournisseur du process, comporte :

- La formation à la mise en route pour les parties électriques et mécaniques.
- L'aide à la définition du stock nécessaire de pièces de rechange.

Cette intervention, de courte durée, est limitée aux toutes premières semaines de la mise en service de l'équipement.



3.3.2. Les contrats de maintenance

Ces contrats, proposés en général par les ensembliers ayant réalisé l'installation, sont conçus pour assurer les visites de contrôle trimestrielles.

→ Ces contrats, proposés en général par les ensembliers ayant réalisé l'installation, sont conçus pour assurer les visites de contrôle trimestrielles. Ils sont donc souvent retenus par les propriétaires de petites chaînes, qui ne peuvent pas embaucher d'électromécanicien. En effet, la prestation de l'entreprise se substitue à celle qui serait exercée par ce dernier.

→ Ces contrats peuvent être éventuellement retenus par les exploitants des centres de type 2.

Ils ne sont toutefois, à ce jour, jamais retenus pour les centres de tri de type 3 qui embauchent systématiquement le personnel compétent en interne.

→ Ces contrats ont l'avantage d'apporter au maître d'ouvrage un œil extérieur afin de proposer des améliorations au process.

A ce jour, les contrats de ce type reposent sur des obligations de moyens et non de résultats.

3.4. Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur

Certains gros centres de tri ont mis en place une Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur (technique rencontrée fréquemment dans l'industrie, et qui se répand chez les propriétaires de parcs immobiliers importants). Cette technique est d'autant plus facilitée que l'automatisme comporte un certain nombre de contrôles (de temps de fonctionnement, de rotation...).



4 METTRE EN PLACE LA CERTIFICATION ISO 14 001

Ce paragraphe n'a pas pour objectif de faire un résumé de façon théorique et générale de la norme régissant la certification ISO 14 001.

Il se veut au contraire le plus pratique possible en essayer de profiter d'expériences partagées sur la mise en place de la certification dans différents centres de tri.

Toutefois, nous rappellerons que la certification ISO 14001 est une démarche volontaire qui peut être mise en œuvre aussi bien par une société industrielle qu'une collectivité territoriale. Son objectif consiste à permettre au site de réduire ses impacts sur l'environnement (réduction des consommations d'énergie et d'eau, valorisation des déchets, adoption de "gestes verts", etc.). Le certificat ISO 14001 est reconnu internationalement. Il est valable 3 ans.

Il existe un grand nombre d'ouvrages techniques pour accompagner la mise en place d'une certification ISO 14001.

Exemple : "Pratiquer le management de l'environnement, ISO 14001 les réponses à vos questions", Valérie BARON, Edition AFNOR.

Eco-Emballages a également édité une brochure "ISO 14001 : Faites un geste pour l'environnement", de promotion de la démarche de certification.

Ce document présente, à travers des exemples, les bénéfices obtenus par les entreprises et les collectivités locales ayant obtenu la certification.



4.1. Déroulement de la démarche

Le déroulé décrit ci-dessous est à considérer comme un exemple.

Etapes	Commentaires/Précisions
Volonté de la Direction	- Choix du périmètre de certification
Constitution du comité de pilotage	- Désignation d'un chef de projet en interne - Recherche éventuelle de partenaires extérieurs (ADEME, Eco-Emballages...) - Choix d'un bureau d'études
Analyse environnementale du site	- Critère de sélection des AES (Aspects Environnementaux Significatifs) - Analyse selon un mode de fonctionnement "normal" ou "accidentel" - Veille technologique - Points éventuels de non-respect de l'arrêté préfectoral autorisant l'exploitation du site
Identification des AES (Aspects Environnementaux Significatifs)	- A réaliser par le comité de pilotage et/ou le bureau d'études Cette étape permet d'identifier et de hiérarchiser les points ayant le plus d'impacts sur l'environnement
Etablissement de la liste des actions de mise en conformité réglementaire du site	- La conformité réglementaire est un préalable à toute démarche de certification ISO 14001 (la conformité au regard de l'arrêté préfectoral d'exploitation est notamment indispensable)
Rédaction de la politique environnementale	- Document public qui formalise la volonté de la Direction réduire les impacts sur l'environnement
Rédaction du programme environnemental	- Ce programme détaille qui fait quoi, dans quel délai, et avec quel budget
Rédaction des procédures et autres documents du SME (système de management environnemental)	
Audit blanc	- Cette étape a lieu une fois que le SME est mûre et que le personnel a été informé et formé aux comportements respectueux de l'environnement - L'audit blanc est réalisé par : • le bureau d'études • ou un cabinet différent du bureau d'études et de l'organisme certificateur
Choix de l'organisme certificateur	- Une liste est jointe en annexe. (cf. liste des organismes certificateurs à la page 18 de la plaquette de sensibilisation à la norme ISO 14001)
Visite préliminaire à l'audit de certification	- Permet à l'auditeur de prendre connaissance du site
Audit de certification	- Met en avant les points forts et sensibles - Formule des remarques sur les améliorations attendues



4.2. Les bénéfices d'une certification ISO 14001

La certification ISO 14001 rentre tout naturellement dans la démarche d'une activité liée directement à l'environnement.

- La certification ISO 14001 rentre tout naturellement dans la démarche d'une activité liée directement à l'environnement.
- La certification ISO 14001 peut être un atout important pour l'acceptation de l'installation par le voisinage.
- La démarche s'intègre parfaitement dans la logique du développement durable.
- La démarche de management environnemental étant menée de façon volontaire, l'image de marque de la structure est en général améliorée.
- De nouveaux clients peuvent être séduits par une méthode de travail qui conjugue qualité du travail et traçabilité.
- Une mise en place réussie est un élément fort de motivation pour étendre la certification dans d'autres activités le cas échéant, voire dans d'autres certifications.
- La transmission des connaissances en terme de tri étant d'une tradition généralement orale où le savoir est partagé, la certification permet le passage à un système écrit comprenant des procédures organisationnelles, opérationnelles ainsi que des résultats enregistrés.
- La certification ISO 14001 est un projet fédérateur et motivant, très bien accueilli par le personnel. Le principe d'amélioration continue de la norme oblige l'organisme à toujours aller de l'avant et à faire preuve de dynamisme.
- Des économies environnementales peuvent émerger (réduction de la consommation de gasoil, d'eau, d'électricité...).

4.3. Les clefs de la réussite

Les clefs de la réussite énumérées ci-dessous sont le fruit de l'expérience de plusieurs démarches de certification abouties. Elles sont données à titre indicatif et seront en tout état de cause spécifiques à chaque projet.

- Choisir un bureau d'études accompagnant cette démarche est primordial pour l'acceptation par les membres du comité de pilotage et donc la réussite de la démarche. Il doit se faire sur sa compétence dans le domaine de la certification ISO 14 001, sur sa connaissance du secteur d'activité ce qui lui permettra d'avoir une approche pragmatique des spécificités du métier, sur la compétence du ou des intervenants.
- Créer un comité de pilotage avec implication régulière et forte d'un membre de la direction.
- Désigner un responsable et lui laisser le temps nécessaire dans sa charge de travail.
- Former un comité de pilotage à la norme et surtout au vocabulaire spécifique de celle-ci. Une visite sur un site certifié permet de mieux comprendre en matérialisant les exigences de la démarche.
- Garder en permanence à l'esprit la nécessité de simplicité dans la rédaction des documents écrits.
- Intégrer le plus tôt possible l'ensemble du personnel (utiliser les moyens de communication internes existants tels que les journaux internes...).





- Organiser une visite préliminaire à l'audit de certification présente de nombreux avantages :
 - Meilleure connaissance de l'auditeur.
 - Mise en évidence des éventuels points faibles du site.
 - Possibilité d'effectuer certaines actions correctrices en amont de l'audit de certification.
 - Capacité à appréhender plus sereinement l'audit de certification.
- Intégrer la sécurité dans l'analyse environnementale pour aider à faire accepter la démarche par le personnel par la prise en compte de préoccupations généralement fortes du personnel :
 - Diminution du bruit à certains postes de travail
 - Amélioration des circulations
 - Amélioration de la qualité de l'air...

4.4. Les difficultés rencontrées

Les difficultés ci-dessous énumérées sont également le fruit de l'expérience de plusieurs démarches réalisées :

- Un stagiaire comme chef de projet aura du mal à réussir. En effet, celui-ci n'aura pas la connaissance de l'entreprise tant au niveau de son histoire, de son personnel, de ses clients, de ses fournisseurs et des autorités rattachées. De plus, la durée habituelle d'un stage est incompatible avec le délai nécessaire à l'aboutissement de la démarche. A la fin de son stage, une manne d'informations sera perdue à son départ.
- Un manque d'expérience peut entraîner le bureau d'études à une complexification dans l'analyse environnementale alors que l'activité est relativement simple et ne comporte pas ou peu d'impact avec incidence forte sur l'environnement (au regard d'autres activités industrielles).
- L'arrêté préfectoral, dans le cadre de l'analyse de la réglementation, constitue un texte majeur directement applicable au site et décrivant un certain nombre de prescriptions relatives à l'environnement et la sécurité. L'analyse du texte, le plus tôt possible, va permettre de détecter les non-conformités nécessitant une modification voire une nouvelle demande d'autorisation.

4.5. Les délais

- Dans les centres de tri où nous avons été partenaire de la démarche, la mise en place de cette dernière a été réalisée sur un délai voisin de trois années. Ce délai comprend la totalité des actions depuis la volonté initiale de la direction jusqu'à l'obtention de la certification.
- Ce délai, qui peut paraître important, s'explique entre autres par l'obligation de structuration de l'équipe projet (embauche d'un ingénieur) et également par une période importante due à la mise en conformité par rapport à l'autorisation d'exploiter.



4.6. Les coûts

- La démarche représentant un investissement important en moyens humains internes, il est logique que ce poste représente la part majoritaire des dépenses. Ce coût peut être estimé à 100 k€, sachant qu'il ne représente qu'un ordre de grandeur qui sera très variable suivant le contexte particulier de chaque site.
- Le coût de l'accompagnement par un bureau d'études sera variable en fonction de l'étendue de la mission confiée. On peut estimer que ce montant varie entre 15 et 50 k€ HT.
- Le coût de l'audit de certification est quant à lui voisin de 5 à 8 k€ HT en fonction des prestations demandées.
- En parallèle de ces coûts de prestations intellectuelles, il y a les coûts de mise à niveau réglementaire des installations ainsi que les coûts liés aux améliorations retenues. Les premiers, même s'ils ont été initiés à la suite de la mise en place de la démarche, sont normalement indépendants de celle-ci.

C



Les annexes



Sommaire

D

	page
1 CIRCULAIRE DU 5 JANVIER 1995 DU MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT	D5
2 LA RECHERCHE PAR MOTS CLE	D13
3 REPERTOIRE DES FABRICANTS	D17
4 FORMULAIRE DU PERMIS DE FEU	D23
5 FICHE DE LIAISON	D25



I CIRCULAIRE DU 5 JANVIER 1995 DU MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT

Centre de tri de déchets ménagers prétriés et de déchets industriels et commerciaux assimilés aux déchets ménagers. Modèles de prescriptions techniques.

D

Caractéristiques des installations

→ Article I

L'arrêté d'autorisation doit indiquer les caractéristiques des installations.

A ce titre, il précise :

- la commune et l'adresse,
- la situation juridique de l'exploitant,
- la capacité moyenne journalière et annuelle de chaque chaîne de tri,
- la capacité maximale de stockage de déchets en attente de tri, de refus et de produits triés (elle doit être au maximum

de 3 jours de production, délai correspondant aux garanties données par les installateurs du matériel pour faire face aux cas de pannes, pour les déchets en attente de tri et les refus),

- la nature et l'origine des déchets admissibles ainsi que la répartition par provenance géographique (département proprement dit, départements limitrophes, région, au-delà).

Nota : L'autorisation ne peut être accordée que si les conditions d'exploitation de l'installation, objet de la demande, sont compatibles avec le plan approuvé d'élimination des déchets concerné.

- la nature des déchets interdits tels que :

ordures ménagères brutes, déchets industriels spéciaux, déchets présentant l'une des caractéristiques suivantes : explosif, inflammable, radioactif, non pelletable, pulvérulent non conditionné, contaminé.

- les caractéristiques des installations présentes (presse à balles, compacteur, chaufferie...).
- La nature des installations classées est précisée dans le tableau ci-dessous :

Rubrique	Intitulé	A ou D	Volume d'activité

Généralités

→ Article 2

L'installation doit être implantée, réalisée et exploitée conformément aux données et plans joints à la demande d'autorisation en tout ce qu'ils ne sont pas contraires aux prescriptions ci-dessous.

Toute modification apportée par le demandeur à l'installation, à son mode d'exploitation ou à son voisinage, entraînant un changement notable des éléments du dossier de déclaration initiale, doit être portée, avant sa réalisation, à la connaissance du préfet qui peut exiger une nouvelle demande d'autorisation.

Le respect des prescriptions ci-dessous ne fait pas obstacle aux prescriptions particulières applicables à certaines matières dangereuses fixées par le Code du Travail.

→ Article 3

L'exploitant doit établir et tenir à jour un dossier comportant les documents suivants :

- le dossier de demande d'autorisation,
- les plans tenus à jour de l'ensemble des installations et de chaque équipement annexe,
- le (ou les) arrêtés préfectoraux d'autorisation,
- les résultats des mesures de contrôle, des rapports de visite réglementaires et les justificatifs d'élimination des déchets. Ces documents devront être conservés pendant 5 ans,
- les registres prévus à l'article 26.

Ce dossier doit être tenu à la disposition de l'inspecteur des installations classées.

→ Article 4

L'exploitant est tenu de déclarer, dans les meilleurs délais, à l'inspection des installations classées, les accidents ou incidents survenus du fait du fonctionnement de cette installation. Sauf exception dûment justifiée, en particulier pour des motifs de sécurité, il est interdit de modifier l'état

des installations où a eu lieu l'accident ou l'incident tant que l'inspection des installations classées n'a pas donné son accord.

→ Article 5

L'inspection des installations classées peut demander à tout moment la réalisation, inopinée ou non, de prélèvements et d'analyses d'effluents liquides ou gazeux, de déchets ou de sols ainsi que l'exécution de mesures de niveau sonore ou de vibration.

Les frais occasionnés sont à la charge de l'exploitant.

→ Article 6

Lorsque l'installation change d'exploitant, le nouvel exploitant ou son représentant doit en faire la déclaration au préfet dans le mois qui suit la prise en charge de l'exploitation. Cette déclaration doit mentionner, s'il s'agit d'une personne physique, les noms, prénoms et domicile du nouvel exploitant et, s'il s'agit d'une personne morale, sa dénomination ou sa raison sociale, sa forme juridique, l'adresse de son siège social, ainsi que la qualité du signataire de la déclaration.

→ Article 7

Lorsqu'une installation cesse l'activité au titre de laquelle elle était autorisée, son exploitant doit en informer le préfet un mois au moins avant la date prévue de cessation. Il est joint à la notification, conformément aux dispositions de l'article 34-I du décret 77-1133 modifié, un dossier comprenant le plan à jour des terrains d'emprise de l'installation ainsi qu'un mémoire sur l'état du site.

→ Article 8

Les dispositions du décret n° 93-1410 du 29 décembre 1993 fixant les modalités d'exercice du droit à l'information en matière de déchets prévues à l'article 3-I de la loi du 15 juillet 1975 sont applicables.

Implantation

→ Article 9

Les installations et dépôts doivent être implantés à une distance d'au moins 10 mètres des immeubles habités ou occupés par des tiers.

A défaut, ils doivent en être isolés par un mur coupe-feu de degré 4 heures, dépassant les toitures d'au moins 1 mètre.

Dans le cas où des déchets fermentescibles peuvent être réceptionnés, la distance devra être augmentée en fonction des conclusions de l'étude d'impact.

→ Article 10

Les installations doivent être conçues de manière à permettre en cas de sinistre, l'intervention des engins de secours sous au moins deux angles différents.

Les aires de circulation doivent être conçues pour permettre un accès facile des engins des services d'incendie.

Aménagement

→ Article 11

Si les installations sont situées à l'intérieur d'un bâtiment, la toiture doit être réalisée en éléments incombustibles. Elle doit comporter au moins sur 2 % de sa surface des éléments permettant, en cas d'incendie, l'évacuation des fumées (par exemple, matériaux légers fusibles sous l'effet de la chaleur). Sont obligatoirement intégrés dans ces éléments des exutoires de fumée et de chaleur à commande automatique et manuelle dont la surface est au moins égale à 0,5 % de la surface totale de la toiture. La commande manuelle des exutoires de fumée doit être facilement accessible depuis les issues de secours. L'ensemble de ces éléments est situé à au moins 4 mètres du mur coupe-feu prévu à l'article 9.

Les installations doivent être entourées d'une clôture réalisée en matériaux résistants et incombustibles d'une hauteur minimale de 2 mètres empêchant



l'accès au site. Un portail fermant à clef interdira l'accès du site en dehors des heures d'ouverture.

La clôture doit être doublée par une haie vive ou un rideau d'arbres à feuilles persistantes en fonction de la visibilité.

→ Article 12

Des voies de circulation doivent être aménagées à partir de l'entrée jusqu'aux postes de réception ou d'enlèvement. Elles sont étudiées en fonction du nombre, du gabarit et du tonnage des véhicules appelés à y circuler. Elles sont constituées d'un sol revêtu suffisamment résistant et n'entraînant pas l'envol de poussières.

Les accès au site doivent pouvoir faire l'objet d'un contrôle visuel permanent.

Un panneau placé à proximité de l'entrée du site indique les différentes installations et le plan de circulation à l'intérieur de l'établissement.

L'établissement dispose d'une aire d'attente pour "n" camions de façon à prévenir le stationnement de véhicules en attente sur les voies publiques.

→ Article 13

Les aires de réception des déchets et les aires de stockage des produits triés et des refus doivent être nettement délimitées, séparées et clairement signalées.

Leur dimensionnement est adapté aux conditions d'apport et d'évacuation de façon à éviter tout dépôt, même temporaire, en dehors de ces aires.

→ Article 14

Les installations électriques doivent être réalisées avec du matériel normalisé et installées conformément aux normes applicables (NFC 15-100 notamment) par des personnes compétentes.

→ Article 15

Le sol des voies de circulation et de garage, des aires et des locaux de stockage ou de manipulation des déchets doit être étanche, incombustible et équipé de façon

à pouvoir recueillir les eaux de lavage, les produits répandus accidentellement et les eaux d'extinction d'incendie éventuelles. Les eaux recueillies sont traitées conformément à l'article 42.

Les surfaces en contact avec les résidus doivent pouvoir résister à l'abrasion et être suffisamment lisses pour éviter l'accrochage des matières.

→ Article 16

Tout stockage de produits liquides susceptibles de créer une pollution de l'eau ou du sol doit être associé à une capacité de rétention dont le volume doit être au moins égal à la plus grande des deux valeurs suivantes :

- 100 % de la capacité du plus grand réservoir,
- 50 % de la capacité globale des réservoirs associés.

Les réservoirs fixes sont munis de jauges de niveau et de limiteurs de remplissage. Le stockage sous le niveau du sol n'est autorisé que dans des réservoirs en fosse maçonnée ou assimilée : l'étanchéité des réservoirs doit être contrôlable.

Lorsque le stockage est constitué exclusivement de récipients de capacité unitaire inférieure ou égale à 250 l, admis au transport, le volume minimal de la rétention est égal, soit à la capacité totale des récipients si cette capacité est inférieure à 800 litres, soit à 20 % de la capacité totale avec un minimum de 800 l si cette capacité excède 800 litres.

La capacité de rétention doit être étanche aux produits qu'elle pourrait contenir et résister à l'action physique et chimique des fluides. Il en est de même pour le dispositif d'obturation qui doit être maintenu fermé en conditions normales.

→ Article 17

Les locaux ou zones spéciales de recharge de batteries sont très largement ventilés de manière à éviter toute formation de mélange gazeux explosif. Ils respectent les

prescriptions réglementaires qui leur sont applicables.

→ Article 18

S'il existe une chaufferie, celle-ci est située dans un local exclusivement réservé à cet effet, indépendant ou séparé des bâtiments par une paroi coupe-feu de degré 2 heures. Toute communication avec les autres bâtiments se fait, soit par un sas équipé de 2 blocs-portes pare flamme de degré une demi heure, munis d'un ferme porte, soit par une porte coupe-feu de degré 1 heure.

A l'extérieur de la chaufferie sont installés :

- une vanne sur la canalisation d'alimentation des brûleurs permettant d'arrêter l'écoulement du combustible,
- un coupe-circuit arrêtant le fonctionnement de la pompe d'alimentation en combustible,
- un dispositif sonore d'avertissement en cas de mauvais fonctionnement des brûleurs, à un autre système d'alerte d'efficacité équivalente.

Le chauffage des locaux (bureaux exceptés) ne peut être réalisé que par eau chaude, vapeur produite par un générateur thermique, ou tout autre système présentant un degré de sécurité équivalent.

→ Article 19

L'arrêté ministériel, du 28 janvier 1993 concernant la protection contre la foudre de certaines installations classées pour la protection de l'environnement est applicable.

→ Article 20

Le contrôle quantitatif des réceptions et des expéditions doit être effectué par un pont-bascule agréé et contrôlé au titre de la réglementation métrologique.

Exploitation

→ Article 21

L'exploitation doit se faire sous la surveillance d'une personne nommément désignée par l'exploitant. L'ensemble du personnel intervenant sur le site doit avoir reçu une formation sur la nature des déchets triés dans l'établissement.

→ Article 22

Les personnes étrangères à l'établissement ne doivent pas avoir l'accès libre aux installations. En l'absence de personnel d'exploitation, les locaux ou la clôture entourant les installations doivent être fermés à clef.

Les heures de fonctionnement sont :

Les heures de réception sont :

→ Article 23

Les locaux et les équipements doivent être maintenus propres et régulièrement nettoyés, notamment les voies de circulation pour éviter les amas de poussières. Le matériel de nettoyage doit être adapté aux risques présentés par les produits et poussières et présenter les garanties correspondantes. Les éléments légers qui se seront dispersés dans et hors de l'établissement doivent être régulièrement ramassés.

Les voies de circulation doivent être dégagées de tout objet susceptible de gêner la circulation.

→ Article 24

Avant réception d'un déchet, un accord commercial devra préalablement définir le type de déchets livrés.

→ Article 25

Les bennes de déchets réceptionnées sur le site sont triées dès leur arrivée. Les matériaux sont traités par filière dans la continuité de l'opération, c'est-à-dire sans stockage intermédiaire, dans les conditions normales d'exploitation.

→ Article 26

- Chaque entrée fait l'objet d'un enregistrement précisant la date, l'heure, le nom du producteur, la nature et la quantité de déchets et l'identité du transporteur, le numéro d'immatriculation du véhicule et des observations s'il y a lieu. Il est systématiquement établi un bordereau de réception.
- Chaque sortie fait l'objet d'un enregistrement précisant la date, le nom de l'entreprise de valorisation ou d'élimination, la nature et la quantité du chargement et l'identité du transporteur.

Les registres où sont mentionnées ces données sont tenus à la disposition de l'inspecteur des installations classées.

→ Article 27

Les produits triés doivent être conditionnés de la façon suivante avant expédition :

→ Article 28

Le stockage des déchets et des produits triés, transitant dans l'installation doit s'effectuer dans des conditions limitant les risques de pollution (prévention des envols, des infiltrations, des odeurs).

→ Article 29

Le transport des déchets doit s'effectuer dans des conditions propres à limiter les envols.

En particulier, s'il est fait usage de bennes ouvertes, les produits doivent être couverts d'une bâche ou d'un filet avant le départ de l'établissement.

→ Article 30

Les déchets réceptionnés doivent faire l'objet d'un contrôle visuel systématique pour s'assurer de la conformité avec le bordereau de réception.

Une procédure d'urgence doit être établie et faire l'objet d'une consigne d'exploitation écrite en cas d'identification de déchets non admissibles au sein de l'installation. Cette consigne doit prévoir l'information du producteur du déchet,

le retour immédiat du déchet vers ledit producteur ou l'expédition vers un centre de traitement autorisé, et l'information de l'inspection des installations classées.

→ Article 31

Les matériels et engins de manutention, les matériels et équipements électriques et les moyens de lutte contre l'incendie sont entretenus selon les instructions du constructeur et contrôlés conformément aux règlements en vigueur. Ils sont appropriés aux risques inhérents aux activités exercées.

Les rapports de ces contrôles sont tenus à la disposition de l'inspection des installations classées.

L'entretien et la réparation des engins mobiles sont effectués dans un local spécial. La charge des accumulateurs est effectuée dans les conditions prévues à l'article 17.

→ Article 32

L'établissement doit être tenu en état de dératation permanente. Les factures des produits raticides ou le contrat passé avec une entreprise spécialisée sont tenus à la disposition de l'inspection des installations classées pendant un an.

Prévention des risques

→ Article 33

Les moyens de lutte contre l'incendie, conformes aux normes en vigueur, comportent au minimum :

- le cas échéant un système de détection de flamme ou de fumée,
- des extincteurs répartis à l'intérieur des locaux, sur les aires extérieures et dans les lieux présentant un risque spécifique, à proximité des dégagements, bien visibles et facilement accessibles. Les agents d'extinction doivent être appropriés aux risques à combattre et compatibles avec les produits stockés,
- des robinets d'incendie armés répartis dans les locaux et situés à proximité des



issues ; ils sont disposés de telle sorte qu'un foyer puisse être attaqué simultanément par 2 lances en directions opposées. Ils sont protégés du gel,

- un réseau d'eau public ou privé alimentant des bouches ou des poteaux d'incendie de 100 mm de diamètre, d'un modèle incongelable et comportant des raccords normalisés. Ce réseau ainsi que si nécessaire la réserve d'eau de l'établissement sont capables de fournir le débit nécessaire à l'alimentation des robinets d'incendie armés et à l'alimentation, à raison de 60 m³/heure chacun, des poteaux aux bouches d'incendie.

Les installations sont aménagées de façon à éviter toute perte de temps ou tout incident susceptible de nuire à la rapidité de mise en œuvre des moyens des sapeurs-pompiers.

→ Article 34

Des issues de secours doivent être prévues en nombre suffisant et réparties dans les locaux de façon à éviter les culs de sac.

→ Article 35

Sauf le cas échéant, dans les locaux administratifs ou sociaux séparés des ateliers et dépôts, il est interdit :

- de fumer,
- d'apporter des feux nus,
- de manipuler des liquides inflammables si les récipients ne sont pas hermétiquement clos.

Dans le cas de travaux par points chauds, les mesures suivantes sont prises :

- aspiration des poussières dans la zone de travail,
- délivrance d'un permis de feu pour une durée précisée avec fixation de consignes particulières.

Le permis de feu et la consigne particulière doivent être établis et visés par l'exploitant ou par la personne qu'il aura nommément désignée. Lorsque les travaux sont effectués par une entreprise extérieure, le permis de feu et la consigne particulière peuvent être établis, soit par l'exploitant,

soit par l'entreprise extérieure, mais doivent être signés par l'exploitant et l'entreprise extérieure, ou les personnes qu'ils auront nommément désignées.

Après la fin des travaux et avant la reprise de l'activité une vérification des installations doit être effectuée.

→ Article 36

Les stockages sont effectués de manière à ce que toutes les voies et issues soient largement dégagées. Les matériels non utilisés sont regroupés hors des allées de circulation.

Le stationnement des véhicules devant les issues ou sur les voies de circulation n'est autorisé que pendant le temps des opérations de chargement et déchargement.

→ Article 37

Des consignes précisant les modalités d'application des dispositions du présent arrêté doivent être établies, tenues à jour et affichées dans les lieux fréquentés par le personnel. Ces consignes doivent notamment indiquer :

- l'interdiction d'apporter du feu sous une forme quelconque,
- les mesures à prendre en cas de défaillance sur un système de traitement et d'épuration,
- les mesures à prendre en cas de fuite sur un récipient contenant des substances dangereuses, notamment les conditions de rejet prévues à l'article 42,
- les moyens d'extinction à utiliser en cas d'incendie,
- la procédure d'alerte avec les numéros de téléphone du responsable d'intervention de l'établissement, des services d'incendie et de secours, etc.,
- les procédures d'arrêt d'urgence (électricité, réseaux de fluides),
- les procédures d'urgence en cas de réception de déchets non admissibles.

→ Article 38

L'exploitant doit constituer et former une équipe de première intervention qui est opérationnelle en permanence pendant les heures d'ouverture de l'exploitation.

Prévention de la pollution de l'eau

→ Article 39

Sont interdits tous déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects d'effluents susceptibles d'incommoder le voisinage, de porter atteinte à la santé publique ainsi qu'à la conservation de la faune et de la flore, de nuire à la conservation des constructions et réseaux d'assainissement, et au bon fonctionnement des installations d'épuration, de dégager en égout directement ou indirectement des gaz toxiques ou inflammables.

Le raccordement à une nappe d'eau ou au réseau public de distribution d'eau potable doit être muni d'un dispositif anti-retour. Les prélèvements sur le réseau d'eau incendie sont interdits.

→ Article 40

Toutes dispositions doivent être prises pour limiter la consommation d'eau. La réfrigération en circuit ouvert est notamment interdite.

→ Article 41

Le réseau de collecte doit être de type séparatif permettant d'isoler les eaux résiduaires polluées des eaux pluviales.

Les points de rejet des eaux résiduaires doivent être en nombre aussi réduit que possible et aménagés pour permettre un prélèvement aisé d'échantillons.

→ Article 42

Sans préjudice des conventions de déversement (art. L 35.8 du Code de la Santé Publique), les rejets d'eaux résiduaires doivent faire l'objet en tant que de besoin d'un traitement permettant de respecter sans dilution les valeurs limites suivantes :

a) dans tous les cas, avant rejet au milieu naturel ou dans un réseau d'assainissement collectif :

- PH 5,5 - 8,5 (9,5 en cas de neutralisation chimique)
- température < 30°C

b) dans le cas de rejet dans un réseau d'assainissement collectif muni d'une station d'épuration :

- matières en suspension (NFT 90-105) 600 mg/L
- DCO (sur effluent brut) (NFT 90-101) 2 000 mg/L
- DB05 (sur effluent brut) (NFT 90-103) 800 mg/L
- Hydrocarbures (NFT 90-114) 10 mg/L

c) dans le cas de rejet dans le milieu naturel (ou dans un réseau d'assainissement collectif sans station d'épuration) :

- matières en suspension (NFT 90-105) la concentration ne doit pas dépasser 100 mg/L
le flux journalier ne doit pas dépasser 20 kg/j
- DCO (sur effluent brut) (NFT 90-101) la concentration ne doit pas dépasser 300 mg/L
le flux journalier ne doit pas dépasser 120 kg/j
- DB05 (sur effluent brut) (NFT 90-103) la concentration ne doit pas dépasser 100 mg/L
le flux journalier ne doit pas dépasser 20 kg/j
- Hydrocarbures (NFT 90-114) 10 mg/L

→ Article 43

Le rejet direct ou indirect d'eaux résiduaires dans une nappe souterraine est interdit.

→ Article 44

Des dispositions doivent être prises pour qu'il ne puisse pas y avoir, en cas d'accident ou d'incendie, déversement de matières dangereuses vers les égouts ou le milieu naturel. Leur évacuation éventuelle doit

se faire sans dilution dans les conditions prévues à l'article 42 ci-dessus. A défaut, elles doivent être éliminées dans les installations autorisées à cet effet.

→ Article 45

Les eaux pluviales collectées sur les aires étanches doivent transiter par un déboureur déshuileur avant rejet au réseau public. Le dimensionnement de ce dispositif doit être effectué selon les règles de l'art. Il doit être régulièrement entretenu et les déchets qui y sont collectés doivent être éliminés dans une installation autorisée à cet effet.

Prévention de la pollution de l'air

→ Article 46

Les installations susceptibles de dégager des fumées, gaz, poussières ou odeurs doivent être munies de dispositifs permettant de collecter et canaliser autant que possible les émissions. Ces dispositifs, après épuration des gaz collectés en tant que de besoin, sont munis d'orifices obturables et accessibles aux fins d'analyse.

Le débouché des cheminées doit être éloigné au maximum des habitations et ne pas comporter d'obstacles à la diffusion des gaz (chapeaux chinois...). Il doit dépasser d'au moins 3 mètres les bâtiments situés dans un rayon de 15 mètres.

→ Article 47

Les gaz rejetés à l'atmosphère après captation ne doivent pas compter plus de 100 mg/Nm³ de poussières. Si pour certains exutoires, le débit massique est susceptible d'être supérieur à 1 kg/heure, la valeur limite est alors de 50 mg/Nm³ de poussières.

→ Article 48

Le brûlage à l'air libre est interdit.

L'incinération de déchets ne peut être réalisée que dans une installation spécifiquement autorisée.

Déchets

→ Article 49

Les déchets non recyclables résultant du tri doivent être éliminés dans des installations autorisées à recevoir ces déchets. L'exploitant doit être en mesure d'en justifier l'élimination. Les documents justificatifs doivent être conservés 5 ans.

A l'issue du tri, les produits recyclables doivent être traités dans des installations autorisées ou déclarées à cet effet, ce que l'exploitant doit être en mesure de justifier.

Bruits et vibrations

→ Article 50

L'installation doit être implantée, construite, équipée et exploitée de façon que son fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits aériens ou de vibrations mécaniques susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage ou de constituer une gêne pour sa tranquillité.

On considère qu'il y a nuisance si les bruits émis par l'installation sont à l'origine, pour les niveaux supérieurs à 35 dB(A) incluant le bruit de l'installation, d'une émergence supérieure à :

- 5 dB(A) pour la période allant de 7 h à 21 h sauf dimanche et jours fériés

- 3 dB(A) pour la période allant de 21 h à 7 h, ainsi que les dimanches et jours fériés.

L'émergence est définie comme étant la différence entre les niveaux de bruit constatés lorsque l'installation est en fonctionnement et lorsqu'elle est à l'arrêt.

Les mesures sont effectuées en limite de propriété. Si un plaignant habite ou travaille dans le même immeuble que l'établissement ou dans un immeuble contigu, la mesure est également faite dans le local où il ressent la gêne.

Les mesures sont effectuées conformément à l'arrêté du 20 août 1985.



→ Article 51

Les émissions sonores des véhicules, matériels et engins de chantier qui peuvent être utilisés à l'intérieur de l'installation doivent respecter la réglementation en vigueur (notamment les engins de chantier doivent être conformes à un type homologué).

L'usage de tout appareil de communication par voie acoustique (sirènes, avertisseurs, haut-parleurs, etc.), gênant pour le voisinage, est interdit, sauf si leur emploi est exceptionnel et réservé à la prévention et au signalement d'incidents graves ou d'accidents.

→ Article 52

Les règles techniques annexées à la circulaire n° 86-23 du 23 juillet 1986 relative aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement sont applicables.

Fin d'exploitation

→ Article 53

Le démantèlement doit faire l'objet de prescriptions spécifiques portant notamment sur l'évacuation des déchets et produits dangereux et sur les contrôles des pollutions éventuelles du sol ou de l'eau souterraine.

Les cuves ayant contenu des produits susceptibles de polluer les eaux doivent être vidées. Elles sont si possible enlevées, sinon elles doivent être neutralisées par remplissage avec un matériau solide inerte (sable, béton maigre).

D



2 LA RECHERCHE PAR MOTS CLE

A

Accueil	A102
Acoustique	A72
Aéraulique	B139, B151
Alimentation chaîne	B5
Alvéole à fermeture automatique	B143
Alvéole avec convoyeur à bande	B143
Associations de consommateurs	A121
ASTEE	C19
ATEX	A71, C7
Automate de tri	B11, B111, B131, B168

B

Bruit	A72, A110
Bureaux	A103

C

Cabine de tri	A97, B17
Caractérisation	A94, B62
Certification	C41
Chargeuse frontale	B53
Chariot	B53
Chauffage	A108
Circulaire du 5 janvier 1995	A69, A94, A106, C5, D5
Circulation	A68, A92
Climatisation	A74, A108, B19
Clôture	A106
Code du travail	A67, C7
Coefficient d'efficience	C15
Concertation	A120
Conditions de travail	A84
Consommateurs	A121
Construction	A115
Contraintes d'exploitation	C5
Contrat de prestation	C19
Contrôle-Commande	B21
Convoyeur	B27
Coût du tri	A22
Coût global (notion de)	A104
CRAM	A67, A121
Crible	B37
Crible à disques	B40, B104, B110, B125
Crible à godets	B42
Crible plan fixe	B38
Crible plan vibrant	B38

D

Débit horaire des centres de tri	A15
Débit horaire des tapis	A11
Décharge	A27



	Délégation de service public	C18
	Densité	A10
	Dépoussiérage.....	B153
	Désenfumage	A107
	DIB	A26
E		
	Echantillonnage.....	C10
	Eclairage	A86, A110
	Economie d'échelles	A20
	Ecrêteur de couche	B98
	Effectif.....	C28
	Electricité	A109
	Entretien	C37
	Ergonomie.....	A84
	Evolution des besoins	A17
	Exploitation	C5
	Explosion	A71
F		
	F.I.F.O.....	A75
	Fabricants.....	D17
	Fond mouvant alternatif	A76, B6, B143
	Formation	C32
	Fractions.....	A13
	Freinte	C11
G		
	G.M.A.O.	C40
	G.P.A.O.....	B24, C17
	Gérance	C18
	Gestes	A87
	Gestion production.....	C13
	Gros cartons	B103
	Grue	B54
H		
	Hauteur centre de tri	A95
	Hauteur de couche	A9
	HQE	A111
I		
	Incendie	A69
	Incinération	A27
	INRS	A67
	Installations classées	A80
	Investissements	A33, A38, A43, A47, A51
	ISO 14 001	C41
L		
	Largeur tapis.....	A7
	Limite tri manuel	A8
M		
	Maintenance	B47, C35
	Maîtrise d'ouvrage	A86
	Maîtrise d'œuvre	A86
	Manutention.....	B53



D. LES ANNEXES

La recherche par mots clé

	Masse volumique	A10
	Mode de gestion d'un centre de tri	C18
	Modification process	A25
	Montée en puissance	A21, C16
N		
	Nacelle	B49
	Nettoyage centralisé	A109, B152
	Nombre de gestes	A87
	Nombre de trieurs	A15
	Norme XP X30-437	B63, C11
O		
	Optimisation	A21
	Ouvre-sacs	B67
	Overband	B115
P		
	Palan	B48
	Perforateur de bouteilles	B79
	Performance de collecte	A12
	Permis de feu	A69, D23
	Personnel	C32
	Pesage	B61
	Plan-masse	A93
	Poids unitaire des produits	A16
	Pollution des eaux	A78
	Pont roulant	B49
	Pont-bascule	B51
	Portique	B48
	Potence	B47
	Poulie magnétique	B118
	Poussières	A71, A73
	Presse à balles	B83
	Presse à canal	B85, B94
	Presse à coffre	B85
	Presse à paqueter	B93
	Presse à porte	B84, B93
	Prestataire de tri	C18
	Productivité	C9
	Programme	A89
Q		
	Quai de déchargement	A95
	Qualité	C8
R		
	Refus	A101, C11
	Régie	C18
	Regroupement	A18
	Régulateur de couche	B97
	Rémunération prestataire	C19
	Ressources humaines	C27
	Risques	A67
	Rotors écrêteurs	B97

D

S

Schéma type	A55, A57, A59, A61, A63, A65
Sécurisation zone dangereuse	B25
Séparateur à brosse	B124
Séparateur à pointes	B108
Séparateur balistique	B103, B108, B127, B138
Séparateur de métaux non ferreux	B121
Séparateur gros cartons	B103
Séparateur journaux-magazines/cartonnettes	B107
Séparateur magnétique	B115
Séparateur morphologique	B129
Séparateur plats creux	B123
Séparateur sacs de couleur	B167
Séparateur sacs plastiques	B137
Souplesse des équipements	A17, A96
Stationnement	A92
Stockage	A95, A99
Stockage dynamique	B143
Stockage verre	A27
Surface de stockage amont	A95
Surface de stockage aval	A99
Surface globale bâtiment	A33, A37, A42, A47, A51
Surface terrain	A32, A37, A42, A46, A51
Synergie	A26

T

Table de tri	B149
Table inclinée	B130
Table vibrante	B100
Tâches dans un centre de tri	C30
Tambour magnétique	B114
Tonnage traité par centre de tri	A15, A29, A31, A36, A40, A45, A50
Traçabilité	C6
Traitement des effluents	A78, A107
Transfert	A22
Transport pneumatique	B151
Tri frontal	A85, B160
Tri latéral	A85, B158
Tri mono produit	A85
Tri négatif	A85, B157
Tri positif	A85, B158
Tri rotatif	B161
Tri séquentiel	A85, B160
Trommel	B41, B104, B141
Trommel aéraulique	B128
Type de centre de tri	A15

V

Ventilation	A73
Vestiaires	A103
Vibrations	A75
Visite de site	A102
Vitesse tapis	A9



3 REPERTOIRE DES FABRICANTS

(Liste non exhaustive)

NOM	ADRESSE	TELEPHONE	SITE OU EMAIL
ACSM	1 rue de l'industrie 85 500 LES HERBIERS	02 51 91 02 46	www.cc-paysdesherbiers.fr
AEG	14, rue Saint-Laurent 60 500 CHANTILLY	03 44 57 00 55	
AKROS	153 rue Aristide Berges BP 9 440 73 094 CHAMBERY CEDEX 9	04 79 62 26 44	www.akros.fr
ANDRIN	22 avenue Jean Monnet 54 920 VILLERS LA MONTAGNE	03 82 44 01 46	www.andrin-magnets.com
ARVAL	Zone d'activités de Kermelin Est Rue des Frères Montgolfier 56 890 SAINT-AVE	02 97 44 44 10	
BENKER Wilhelm Distribué en France par SNEM	Umwelttechnik und Sondermaschinenbau Westermoor 9 D-32369 RAHDEN- TONNENHEIDE ALLEMAGNE	00 49 5771 3539	
BEZNER Distribué en France par NOELL REGGIANE	Holbeinstraße 32 D-88212 Ravensburg ALLEMAGNE	00 49 7513 7050	www.bezner.com
BINDER	Grazer Straße 19-25 A-8200 Gleisdorf AUTRICHE	00 43 3112 800 0	www.binder-co.com
BOA Distribué en France par RESSOR	Binnenhaven 43 P.O. Box 212 NL-7500 AE ENSCHEDE HOLLANDE	00 31 534 300 300	www.boasystems.nl
BOLLEGRAAF France	60 ter rue de Bellevue 92 100 BOULOGNE BILLANCOURT	01 41 31 67 67	www.bollegraaf.fr
BRETAGNE HYDRAULIQUE	ZAC de Troyalac'h Case postale 5 29 563 QUIMPER CEDEX	02 98 94 68 18	www.bretagne-hydraulique.com
BRINI	Box 1294 SE-171 25 SOLNA SUEDE	00 46 8 519 33 000	
BRT INTERNATIONAL	Hasenbergstraße 7 CH-8953 DIETIKON SUISSE	00 41 43 317 84 84	www.brt-ch.com
BURTON'STEEL S.A.	25 rue de Vicq 02 315 SAINT-QUENTIN CEDEX	03 23 67 03 68	robert.guezou@wanadoo.fr

D

NOM	ADRESSE	TELEPHONE	SITE OU EMAIL
CALAMIT	15 rue de la Justice 75 020 PARIS	01 40 30 99 44	www.calamit.com
CARGO FLOOR	P.O. Box 271 NL -7740 AG COEVORDEN HOLLANDE	00 31 524 593900	www.cargofloor.nl
CERIP	Quartier Tengude 84 440 ROBION	04 90 76 58 55	www.cerip.com
CMDP	56 rue Nationale 60 110 ESCHES	03 44 52 30 05	www.cmdp.fr
COMDEC PAAL	9 rue Gustave Eiffel 21 540 SOMBERNON	03 80 33 49 26	www.paalgroup.com
COPEX	(Adresse de correspondance) ZI de Zerpont - BP 328 56 328 LANESTER CEDEX	02 97 76 26 44	www.copex.fr
COPEX	Siège social 109 rue Cardinet 75 017 PARIS	01 56 33 33 60	www.copex.fr
CP Distribué en France par VAUCHE S.A.			www.cpmfg.com
DELTA NEU	Z.I. - Rue Ampère 59 930 LA CHAPELLE D'ARMENTIERES	03 20 10 50 50	www.delta-neu.com
DISA CATTINAIR	60 Rue de Besançon 25 150 PONT DE ROIDE	03 81 32 68 00	www.cattinair.com
DONALDSON	33 rue des Vanesses ZAC Paris Nord II BP 51 292 Villepinte 95 958 ROISSY CDG CEDEX	01 49 38 99 30	www.donelson.com
ELTRANS Distribué en France par SERAM Environnement			
EMAX Distribué en France par SOFEMAT			
FAES - Siège	Pol. Ind. Can Carné – Montsia s/n P/O Box 125 E-08211 CASTELLAR DEL VALLES ESPAGNE	00 93 714 32 10	www.faesnet.net
FAES – PAALGROUP	FRANCE	01 34 13 18 23 06 80 01 42 50	
GASSNER Distribué en France par GREENPRO	Hauptstr. 16 D - 85 655 GOGGENHOFEN ALLEMAGNE	00 49 0 80 95 87 90	www.gassner-online.de
GREENPRO	28 rue du Dr Albert Schweitzer 67 320 BUST	03 88 00 65 29	www.greenpro.fr
GROGER Distribué en France par GREENPRO			www.csg-groeger.de



D. LES ANNEXES

Répertoire des fabricants

NOM	ADRESSE	TELEPHONE	SITE OU EMAIL
HOFMANN GROUP Distribué en France par VALORTECH	Viale Europa, 9 - 37040 S. I - Gregorio Di Veronella (Verona) ITALIE	00 39 04 42 48 02 96	
HORSTMANN Voir NEOS			
IRIS	Magnac 19 270 USSAC	05 55 86 96 19	
JOVISA Europe	3, rue Ampère Z.I. - 14 120 MONDEVILLE	02 31 84 16 17	www.jovisa.es
KEITH International	Ambachtsweg 28 3771 MG Barneveld PAYS-BAS	00 31 342 422 007	www.keithwalkingfloor.com
KIC Trading Van	12 rue du Noyer Diespach-Plaine 67 420 SAALSES	03 88 97 32 23	www.kic-group.com
LEGRAS	37 rue Marcel Paul - B.P. 204 51 206 EPERNAY	03 26 53 32 27	www.legrasindustries.com
LENOIR (Raoul Lenoir)	ZI du Béarn 54 400 COSNE ET ROMAIN	03 82 25 23 00	www.raoul-lenoir.com
LOLLINI			www.lollini.com
LINDEMANN Distribué en France par METSO Minerals			
LOCKER PROCESS SOLUTIONS	P.O Box 161 - Church street GB - WARRINGTON CHESHIRE W A 1.2 SU ENGLAND	00 44 1925 651212	
MAC PRESS Distribué en France par CMDP			www.macpresse.com
MACHINEX	2121 rue Olivier Plessisville QC Canada G6L-3G9	00 819 362-3281	www.machinex.ca
MAF RODA	546 rue Gustave Jay - BP 112 82 001 MONTAUBAN CEDEX	05 63 63 27 70	
MANITOU	ZAC de l'Aufresne 44 150 ANCENIS	02 40 83 33 22	www.manitou.com
MANULEC	ZAC Les Bosquets 95 540 MERY sur OISE	01 34 48 22 22	
MASTER K	38 av. des Frères Montgolfier BP 186 69 686 CHASSIEU CEDEX	04 72 22 92 22	www.masterk.com
MATTHIESSEN LAGERTECHNIK	Joh.-Hinr.-Fehrs-Strasse 2 D-25361 KREMPE ALLEMAGNE	00 49 48 24 483	www.matthiessen-technik.de
METSO MINERALS	41 rue de la République BP 505 71 009 MACON CEDEX	03 85 39 62 00	www.metsominerals.com

D



NOM	ADRESSE	TELEPHONE	SITE OU EMAIL
METSO ENVIRONNEMENT	Magnac 19 270 USSAC	05 55 87 91 81	
MELUN HYDRAULIQUE	203 Route de Monterau 77 000 MELUN	01 64 39 23 17	
NEOS	Avenue Charles de Gaulle BP 249 21 207 BEAUNE CEDEX	03 80 24 01 30	www.neos-solutions.com
NIHOT Distribué en France par RESSOR	Generatorstraat 16 NL-1014 AT-AMSTERDAM HOLLANDE	00 31 20 58 220 30	www.nihot.nl
NOELL REGGIANE	124 rue Nationale - BP 20 223 57 352 STIRING NENDEL Cx	03 87 87 28 00	
OPTIBAG Distribué en France par NEOS	Box 320 SE - 595 24 MJOLBY Box 320 SUEDE	00 46 142 185 00	www.optibag.com
ORDITEC	ZI Est - Route de Fléville - BP 95 54 183 HEILLECOURT CEDEX	03 83 50 17 17	www.orditec-cloisons.com
PAAL (Voir Comdec Paal)			
PELLENC Selective Technologies	125 rue François Germelle BP 124 84 124 PERTUIS CEDEX 4	04 90 09 47 90	www.pellencst.com
PRECIA	BP 106 07 001 PRIVAS CEDEX	04 75 66 46 00	www.preciamolen.com
PRESSOR	2 rue de l'Oisans 91 017 EVRY CEDEX	01 69 11 18 00	www.pressor.com
RESSOR	301 chemin de la Ginestière 06 200 NICE	04 93 84 02 48	www.ressor.fr
RTT – Unisort	Hirschfelder Ring 9 D-02763 ZITTAU ALLEMAGNE	00 49 3583 54084 0	www.unisort.com
SACRIA	4 rue de la Taye - BP 133 28 110 LUCE	02 37 88 19 19	sacria-industrie@wanadoo.fr
SERAM ENVIRONNEMENT	ZI de la Bouriette Rue Charles Portal 11 000 CARCASSONNE	04 68 11 71 86	www.seram.net
SERAM GROUP	259 rue Eugène Bourbon Polygone Nord 66 000 PERPIGNAN	04 68 61 02 28	www.seram.net
SGM (GANTRY)	F. Gevelle Area Manager D. Thissen Area General Manager B.P. 196 1400 NIVELLES - BELGIQUE	00 32 67 88 80 18	www.gantry.com
SIC	1 744 rue Potiers 76 170 MELAMARE	02 32 84 28 42	www.s-i-c.fr
SINEX	6 Route de Claix 16 400 LA COURONNE	05 45 67 18 45	www.sinex-industrie.com
SNEM	Parc d'Activité 57 455 SEINGBOUSE	03 87 28 98 40	gerard.huder@wanadoo.fr



D. LES ANNEXES

Répertoire des fabricants

NOM	ADRESSE	TELEPHONE	SITE OU EMAIL
SOEHNLE	10 boulevard des Alliés 91 720 MAISSE	08 25 07 77 16	www.soehnle.de
SOFEMAT	15 rue du Manoir de Servigné 35 000 RENNES	02 99 14 31 43	www.sofemat.com
SOGefa	51 260 ANGLURE	03 26 42 72 65	sogefa@wanadoo.fr
SPIRO	P.O. Box 231 7800 AE Emmen HOLLANDE	00 31 591 624889	www.spiro.nl
STADLER ANLAGENBAU Distribué en France par FAES – PAALGROUP	Robert-Bosch-Str. 4 D-88361 ALTSHAUSEN ALLEMAGNE	00 49 7584 9226 0	www.w-stadler.de
STIC Equipements	44 rue Louis Aulagne 69 600 OULLINS	04 72 66 31 80	www.stic-equipements.fr
STIVENT	Zone Industrielle - BP12 86110 MIREBEAU	05 49 50 41 91	www.stivent.com
SYDEL	Route du Gaillec ZI de Keryado - BP 2 834 56 312 LORIENT CEDEX	02 97 88 02 02	www.sydel.com
SYRADE	Zone d'Entrepôts Alfred Daney Rue de la Motte-Picquet - BP 100 33 041 BORDEAUX CEDEX	05 56 50 90 77	www.syrade.com
TECHNIREC	30 rue Jules Ferry 50 800 VILLEDIEU LES POELES	02 33 61 08 93	www.technirec.com
TITECH Visionsort	Ryensvingen 11 B N-0680 OSLO NORVEGE	00 47 23 30 23 30	www.titech.com
TOYOTA	ZAC de l'Aufresne 44 150 ANCENIS	02 40 83 33 22	www.toyota-manutention.com
U-TECH Distribué en France par CMDP	Am Rosenberg 1c D-56179 VALLENDAR ALLEMAGNE	00 49 261 9638632	www.u-tech-gmbh.de
VALORTECH	Z.I. Nord 5 rue de la Breuchilliére 21 000 DIJON	03 80 60 02 22	
VANNIER Manutention	13 rue de Peronne - BP 46 80 190 MESNIL-ST-NICAISE	03 22 88 49 49	www.vannier-manutention.com
VAUCHE SA	19 boulevard Gambetta 08 200 SEDAN	03 24 29 03 50	www.vauche.com

D



5 FICHE DE LIAISON

Document original au dos, à photocopier par vos soins.

D



Partenaire des collectivités locales

Compétences communales et départementales au service de l'EP

FICHE DE LIAISON

EMETTEUR :

(Nom) : _____ (Origine) : _____

DESTINATAIRE :

Sr : PROMONT - ECO-EMBALLAGES

239 Route de St Simon - 31081 TOULOUSE Cedex

Téléphone : 05 61 14 07 50 - Télécopie : 05 61 14 07 55 - Email : contact@eco-emballages.fr

Question/Remarque :

Date :

Exemple :

Démarche :

Réponse souhaitée :

☐ Non ☒ Oui

Réponse :

Date :

FICHE DE LIAISON

EMETTEUR :

Nom :

Organisme :

DESTINATAIRE :

Eric FROMONT - ECO-EMBALLAGES

239, Route de St Simon - 31081 TOULOUSE CEDEX

Téléphone : 05 61 19 07 50 - Télécopie : 05 61 19 07 55 - E-mail : fromont@eco-emballages.fr

Questions/remarques :**Date :**Emetteur :
Destinataire :**Réponse souhaitée :** ☐ Non ☐ Oui**Réponse :****Date :**



44, Avenue Georges Pompidou
BP 306 - 92302 Levallois-Perret Cedex
Tél : 01 40 89 99 99 - Télécopie : 01 40 89 99 88
www.ecoemballages.fr

Directions Régionales

OUEST Angers

Tél : 02 41 22 16 50
Email : dr.angers@eco-emballages.fr

ILE-DE-FRANCE Levallois-Perret

Tél : 01 40 89 99 99
Email : dr.idf@eco-emballages.fr

SUD-EST Bron

Tél : 04 72 81 03 70
Email : dr.lyon@eco-emballages.fr

NORD-EST Strasbourg

Tél : 03 88 78 90 20
Email : dr.strasbourg@eco-emballages.fr

SUD-OUEST Toulouse

Tél : 05 61 19 07 50
Email : dr.toulouse@eco-emballages.fr

DEPARTEMENTS OUTRE-MER Levallois-Perret

Tél : 01 40 89 99 99
Email : dr.dom@eco-emballages.fr

Illustrations techniques, maquette et mise en page :
CONTOURS

Charte graphique :
EURO-RSCG PUBLISHING

Photo de Bernard Hérodin : © Studio Pons
Photothèque Eco-Emballages

Edition avril 2005

Document imprimé sur papier recyclé Fedrigoni,
fabriqué dans des sites ISO 14001



Eco-Emballages est certifiée ISO 14001

