

Stockage, mise en flux et dosage des déchets :

Les paramètres, les éléments d'évaluation et mots clés

Besançon, le 16 novembre 2009

Etude réalisée par

Benoît GROSSIORD
Winfried RAUCH
Laurent TESSON

Avec le soutien de :



Département Gestion optimisée des déchets
Direction Déchets
20 avenue du Grésillé
49 000 Angers



Nous remercions
tous les exploitants de centre de tri de déchets, les fabricants de machine et partenaires
qui ont investi du temps pour les analyses et les discussions techniques
dont les résultats sont résumés dans ce manuel.

Ce manuel n'a pas d'ambition d'être exhaustif ou définitif.
Toute remarque est la bienvenue.
Ecrivez-nous : contact@matthiessen-engineering.com

L'équipe de Matthiessen Engineering Sarl
Besançon, le 16 novembre 2009

Résumé

Ce manuel est un outil de sensibilisation et d'aide à la décision à destination des exploitants de centres de tri des DICS et des DIB en vue d'optimiser la gestion des stocks et de la mise en flux du gisement de déchets et ainsi, contribuer à l'amélioration de la valorisation des matériaux.
Il vise notamment à sensibiliser l'exploitant par rapport à ses réels coûts actuels de stockage, de mise en stock, de mise en flux et de dosage, y compris les coûts de non qualité, et visera à proposer des procédés moins impactant sur l'environnement, plus performants du point de vue économique, tout en intégrant les aspects sécurité.

Sommaire

<u>Résumé.....</u>	<u>2</u>
<u>Sommaire.....</u>	<u>2</u>
<u>Mots clés.....</u>	<u>3</u>
<u>Méthodologie et structure.....</u>	<u>3</u>
<u>Questions et propositions.....</u>	<u>4</u>
<u>Paramètres du stockage et de la mise en flux.....</u>	<u>8</u>
Le calcul facile.....	8
Sortons du fatalisme !.....	8
L'œil extérieur avec des outils « neutres ».....	8
Outil : Données générales DIB.....	9
Outil : Données générales DICS.....	13
Outil : Observations du fonctionnement quotidien et de ses dysfonctionnements.....	17
Outil : Bilan d'exploitation.....	21
Outil : Diagramme des flux et des stocks.....	22
Outil : Plans d'implantation (scénarios d'améliorations techniques éventuelles).....	23
<u>Lexique.....</u>	<u>24</u>
<u>Bibliographie.....</u>	<u>61</u>

Mots clés

- Valorisation des déchets
- Coût du stockage et du déstockage
- Préparation au tri de déchets
- Utilisation de ressources
- Pureté des flux
- Débit maximal et effectif du process
- Temps d'arrêt
- Volume disponible et utilisé
- Capacité prévue et dysfonctionnements quotidiens
- Bilan d'exploitation
- Techniques adaptées, sécurisées et rentables
- Coût de possession par machine

Méthodologie et structure

Avec le concours de l'ADEME, Matthiessen Engineering SARL approche des exploitants de centres de tri DIB et DICS pour analyser la situation des stocks et de la mise en flux des déchets. L'étude durera jusqu'à mars 2010. Le rapport final pourra vous être envoyé à simple demande à contact@matthiessen-engineering.com.

Le manuel présent sert à décrire, illustrer et confirmer notre démarche entamée depuis octobre 2009. Sa structure représente notre démarche vis-à-vis des exploitants :

1) Questions et propositions :

Dans un premier temps, nous souhaitons sensibiliser nos interlocuteurs. Nous nous interrogeons au niveau des stocks différents et de la mise en flux et donnons des perspectives pour des améliorations techniques éventuelles :

- ✓ Stockage et mise en flux en amont d'un centre de tri de DICS
- ✓ Stockage et mise en flux en amont d'un centre de tri de DIB
- ✓ Stocks intermédiaires
- ✓ Stockage en aval et enlèvement des fractions sortantes

2) Outils de suivi :

Dans un deuxième temps, nous établissons une base de données avec les exploitants. Cette base de données sert à situer la réalité par rapport à des améliorations éventuelles. Nous utilisons les outils suivants :

- ✓ Données générales DIB
- ✓ Données générales DICS
- ✓ Données sur le fonctionnement et les dysfonctionnements quotidiens
- ✓ Bilan d'exploitation
- ✓ Diagramme des flux et des volumes de stockage
- ✓ Dessins d'implantation (scénarios d'améliorations techniques)

N.B. : Ces outils ne sont pas exhaustifs, car chaque centre de tri est spécifique que se soit en termes de production et de qualité. L'analyse doit être adaptée à chaque cas étudié. De plus, les modèles économiques des centres de tri de collecte sélective et de DIB ne sont pas les mêmes.

3) Lexique illustré :

Dans une phase finale de réflexion, proposition technique et interprétation, nous utiliserons des paramètres et des techniques dont l'illustration, la définition et la description se trouvent dans notre lexique. Notre marque page plastifié regroupe les mots clés décrits par groupe :

- ✓ Arrière plan
- ✓ Paramètres et performances
- ✓ Stockage
- ✓ Convoyage
- ✓ Mise en flux et dosage

Questions et propositions

Stockage et mise en flux en amont pour les déchets industriels banals (DIB)



Homogénéité des déchets & arrivages

D'où viennent vos déchets ?
Viennent-ils de façon régulière ?
Se composent-ils toujours de la même manière ?

Analyse d'un tas déposé

En bannant par terre, avez-vous tout vu dans le tas ? L'aspect extérieur du tas, est-il représentatif pour l'intérieur ? Est-ce que la benne dépotée correspond à la marchandise attendue ?

Dépotage

Comment et où sont dépotés les déchets ?
Quelle est la fréquence d'arrivages par heure ?
Quel est le temps nécessaire pour dépoter un camion moyen ?

Étalage et déchets dangereux

Étalez-vous systématiquement tous les déchets ?
Quel est le temps nécessaire pour étaler le contenu d'un arrivage moyen ?
Avez-vous peur de les étaler à cause de la présence éventuelle de DIS dedans ?
Les produits pulvérulents, sont-ils maîtrisés ?



Taux de valorisation : total et effectif

Quelle est la partie valorisable de vos déchets ?
Selon vos analyses sur une année, quel est le taux de déchets que vous avez vraiment valorisés ?
Quels sont les moyens nécessaires pour extraire tous les valorisables ?

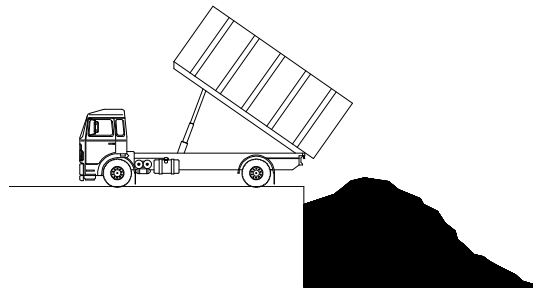


Traitement par campagne

L'étalage ne fait du sens que si le prix du produit valorisé dépasse le coût du tri.
Le traitement « arrivage par arrivage » (traitement par campagne) nécessite beaucoup de surface et rend nécessaire le travail permanent du godet ou du grappin.

Traitement en continu

Pour un traitement en continu, on aurait besoin de moins de surface et moins de temps par matériau recyclable trouvé, car les déchets ne seraient plus stockés dans la cour, mais traités en continu. Seul problème : les machines de mise en flux coûtent cher.
Avez-vous des tonnages suffisants pour préfinancer l'installation d'un traitement en continu ?



Propositions pour la mise en flux

Avez-vous réfléchi sur un déchargement à quai, dans une fosse ou à partir d'une rampe ? Ainsi, le dénivellement permet d'organiser la jonction entre arrivage et mise en flux.
Connaissez-vous les prix de convoyeurs ou de fonds mouvants adaptés qui savent réaliser une telle mise en flux ?
Les tables vibrantes et des tambours de dosage pour le dosage ?



Stockage et mise en flux en amont pour les déchets issus de la collecte sélective (DICS)



Homogénéité des déchets & arrivages

D'où viennent vos déchets ? De façon régulière ?

Part des fractions spéciales

Y a-t-il des cartons dans le gisement ?

Encombrants ?

Quelle part font les refus au total ?

Quel est le ratio entre corps plats et corps creux ?

Humidité & fines

Les déchets sont-ils humides ou trempés ?

Comportent-ils des restes organiques ?

Y a-t-il beaucoup de fines (contrôle visuel) ?

Conditionnement des produits entrants

Les DICS sont-ils collectés en sacs ou en vrac ?

Sont-ils compactés ou mis en balle ? Peut-on

constater des tas bien compacts ?



Stockage en amont

Combien de temps les déchets restent-ils stockés avant traitement ?

Où, comment et dans quelles dimensions ?



Machines de mise en flux adaptées

Trémie d'alimentation et de dosage ? Convoyeur d'alimentation en fosse ? Ouvre sacs ? Broyeur ?

Tambour d'écrêtage sur convoyeur d'alimentation ?

Taille de stockage et débit de la chaîne de tri

Eco-Emballages propose une surface nécessaire pour un stock des entrants qui se calcule de la façon suivante :

Surface de stockage en amont =

$S_{\text{amont}} = A \times \text{Coeff} / (\text{Nb} \times H \times d)$ avec :

Tonnage entrant annuel = A

Hauteur d'un tas moyen = H

Nb = nombre de semaine = 52

Densité du produit = d

Facteur sécurité = Coeff = 1,3 (30 % de sécurité)

Exemple :

$S_{\text{amont}} = 10\,000 \text{ t/an} \times 1,3 / 52 / 2,5 \text{ m} / 0,1 \text{ t/m}^3$
 $= 1000 \text{ m}^2$

Engin de chargement

Quel type d'engin de manutention est utilisé ?

Quelle est sa consommation en diesel ?

Quel est le taux d'utilisation et lequel de l'attente ?



Autonomie de la chaîne

Quel est le volume utile (V utile en m3) de la fosse ou de la trémie d'alimentation ?

Avec la densité d (t/m3) du produit et le débit D (t/h) de la chaîne, calculez le débit volumique horaire V heure (m3/h) :

$$V_{\text{heure}} = D / d$$

L'autonomie de la chaîne T autonome se calcule ainsi :

$$T_{\text{autonome}} = V_{\text{utile}} / V_{\text{heure}}$$

Exemple :

V utile = 10 m3

D = 5 t/h

d = 0,1 t/m3

alors V heure = 50 m3/h

alors T autonome = 1/5 h = 20 min

Performances & taux de réussite de la mise en flux

Régulation du débit sur le convoyeur en aval ?

Taux de vidage de sacs, d'ouverture de balles ?

Stocks intermédiaires



Endroits, dispositions & coûts

Les stocks intermédiaires, où se trouvent-ils ?
Quel est leur accès et leur type de chargement et déstockage ? Sont-ils adaptés ?
Observez-vous des endroits qu'on pourrait juger d'« espaces morts ». Quel est le nombre de rotations ? Durée du stockage ? Durée de l'enlèvement ? Machines et engins utilisés ?

Pureté

Quelle est la pureté des fractions triées ?
Par le déstockage court-on le risque de mélanger les flux ? A quel moment ? Pour quel produit ?



Mise en flux « manuelle »

Comptez-vous sur l'accompagnement de mise en flux par un opérateur qui balaie et qui donne des signaux au conducteur d'engin ?



Les valorisables, peuvent-ils être mélangés suite à une telle mise en flux ?
Quel est le temps d'arrêt (de la chaîne) et le temps d'intervention (godet + opérateur) ?

Vision de l'ensemble

Combien d'actions de chargement et d'enlèvement y a-t-il dans l'ensemble du centre ?
Combien d'engins y participent ?
Durée d'activités ?
Durée d'attente ou de non utilisation ?
Quel type d'engin de chargement est nécessaire ?



Stockage automatisé

Si les coûts n'étaient pas un facteur déterminant, quelles seraient les solutions pour arriver à une utilisation minimale de ressources ?
Où un déstockage automatisé peut-il être techniquement intéressant ?

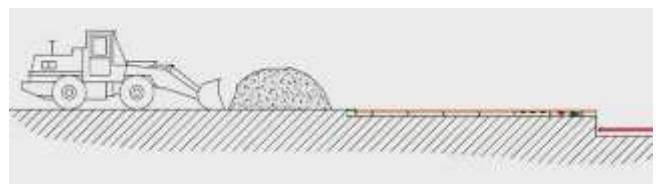


Espaces morts

Quel est le volume perdu dans un tel espace ?
Quelles formes d'accès (stockage et déstockage) ont été analysées ?

Mise en flux « automatique »

Connaissez-vous les astuces de mise en flux automatisée ? Limiteur de couche ? Tambour d'écrêtage ? Tambour de dosage ? L'alimentation gravitaire ? Le fond mouvant intégré au sol ?



Stock final en aval et conditionnement avant l'enlèvement



Stocks des produits finaux

Quelles sont les fractions enlevées pour traitement ou recyclage ailleurs ?

Quelle est la fréquence de l'enlèvement ?

Quels sont les moyens d'y parvenir ?

Enlèvements

Fréquence ? Type d'enlèvement, type de camion ?
Poids enlevé ?



Stockage abrité

Est-il nécessaire ?

Quel impact de l'humidité sur les matériaux ?



Stabilité des balles

Est-elle nécessaire pour le stockage ou pour le transport ?

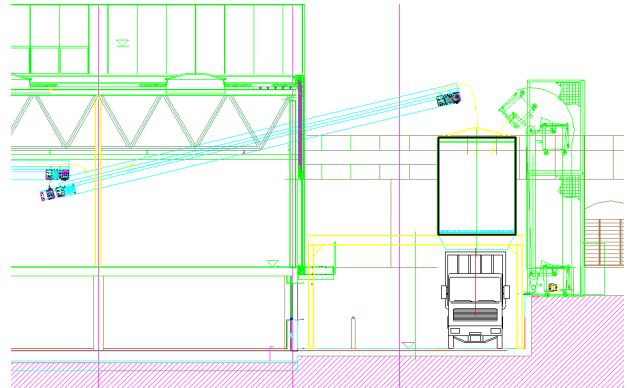
Quel impact sur la sécurité des opérateurs ?

Comparaison du conditionnement

Quelles sont les fractions envoyées en balles ?

Quels sont les produits en vrac préparés pour l'enlèvement ?

Quels sont les produits en vrac stockés en hauteur chargement gravitaire dans un camion ?



Stockage, regroupement et standardisation

Y a-t-il des produits que l'exploitant peut regrouper ?

Les produits sont-ils périssables ?

L'humidité, est-elle un facteur à prendre en considération pour un stockage prolongé ?

Y a-t-il des camions standard qu'on peut imposer aux transporteurs pour standardiser l'enlèvement ?



Chargement direct

Peut-on charger en flux tendus ?

Sinon, quel est le stock tampon minimal pour éviter un temps d'attente ?

Quel serait le surcoût dans ce cas (achat des machines complémentaires) ?

Quel serait le gain à attendre (diminution de temps d'attente ou d'arrêt de ligne) ?

Paramètres du stockage et de la mise en flux

Le calcul facile...

Les paramètres du succès d'un centre de tri se laissent résumer en une seule ligne :

$$\text{Tonnage passé dans le centre} \times \text{Marge nette récupérée par tonne} = \text{Bénéfice}$$

Ce que les gestionnaires financiers ignorent, c'est que le succès financier d'un centre de tri dépend d'une multitude de paramètres techniques qui peuvent l'influencer.

Ce manuel essaie d'éclaircir ces paramètres seulement pour les fonctions de stockage et de la mise en flux des déchets.

Sortir du fatalisme !

Souvent, en particulier pour les centres DIB ou les centres de tri de petite taille, nous pouvons constater un fatalisme. Nous souhaitons vous aider pour sortir d'un tel raisonnement négatif :

<i>Considérations internes pour les petits centres de tri ou le tri de faible rentabilité :</i>	Conséquences sur le terrain :	<i>Réflexion par Matthiessen consultant l'extérieur :</i>	Impulsions possibles par cette étude menée de l'extérieur :
Ils sont <ul style="list-style-type: none">• peu économiques ?• peu adaptés pour l'automatisation ?• (négativement) évalués à court terme ?• pas intéressants pour les sièges parisiens ?	<ul style="list-style-type: none">• Dégradation de la valorisation des matériaux ;• Abandon des investissements utiles à moyen terme• Fiabilité des techniques employées en baisse <p>« On ne peut rien faire ! »</p>	<ul style="list-style-type: none">• Les fonctions « stockage, mise en flux et dosage » sont détériorés• Pourtant, les surcoûts de non qualité peuvent être évités• Des solutions techniques rentables existent.	<ul style="list-style-type: none">• Sensibilisation• Propositions techniques concrètes• Calcul plan d'exploitation avant – après• En conclusion : créer un scénario de conservation des petits centres à partir d'une analyse partielle (fonctions « stockage... ») <p>« On peut faire mieux ! »</p>

L'œil de l'extérieur avec des outils « neutres »

Matthiessen ne souhaite pas se substituer aux responsabilités internes et aux calculs internes de rentabilité, mais nous pouvons livrer des indicateurs neutres, car purement techniques. A notre façon, nous les avons résumés par tableaux servant comme outils d'analyse et d'interprétation :

- ✓ Données générales DIB
- ✓ Données générales DICS
- ✓ Données sur le fonctionnement et les dysfonctionnements quotidiens
- ✓ Bilan d'exploitation
- ✓ Diagramme des flux et des volumes de stockage
- ✓ Dessins d'implantation (scénarios d'améliorations techniques)

Outil : Données générales DIB

Types et Quantités du flux entrant

Monomatériaux	<input type="text"/>	T
Mutimatériaux valorisé	<input type="text"/>	T
Multimatériaux non valorisé	<input type="text"/>	T

<i>Densité</i>	
<input type="text"/>	T/m ³
<input type="text"/>	T/m ³
<input type="text"/>	T/m ³

Flux entrant monomatériaux

JRM	<input type="text"/>	T
EMR	<input type="text"/>	T
ACIER	<input type="text"/>	T
Plastique dur	<input type="text"/>	T
Films plastiques blancs	<input type="text"/>	T
Films plastiques couleurs	<input type="text"/>	T
Polystyrène	<input type="text"/>	T
Bois traité	<input type="text"/>	T
Bois non traité	<input type="text"/>	T
Végétaux	<input type="text"/>	T
DEEE	<input type="text"/>	T
Autres : précisez	<input type="text"/>	T

Présence produit conditionné en balle ou autre

oui	<input type="text"/>	non	<input type="text"/>
oui	<input type="text"/>	non	<input type="text"/>
oui	<input type="text"/>	non	<input type="text"/>
oui	<input type="text"/>	non	<input type="text"/>
oui	<input type="text"/>	non	<input type="text"/>
oui	<input type="text"/>	non	<input type="text"/>
oui	<input type="text"/>	non	<input type="text"/>
oui	<input type="text"/>	non	<input type="text"/>
oui	<input type="text"/>	non	<input type="text"/>
oui	<input type="text"/>	non	<input type="text"/>
oui	<input type="text"/>	non	<input type="text"/>

Composition du Flux entrant

JRM	<input type="text"/>	%
EMR	<input type="text"/>	%
ACIER	<input type="text"/>	%
Plastique dur	<input type="text"/>	%
Films plastiques blancs	<input type="text"/>	%
Films plastiques couleurs	<input type="text"/>	%
Polystyrène	<input type="text"/>	%
Bois traité	<input type="text"/>	%
Bois non traité	<input type="text"/>	%
Végétaux	<input type="text"/>	%
DEEE	<input type="text"/>	%
Autres : précisez	<input type="text"/>	%

Débit de la chaîne T/h

Temps de fonctionnement réel (payé) h/jour

Temps de fonctionnement effectif du process h/jour

Fonctions du stockage et de la mise en flux en amont

Stockage Amont

	Total	Monomatériaux	Multimatériaux valorisables	Multimatériaux non valorisables
Volume total	<input type="text"/> m ³	<input type="text"/> m ³	<input type="text"/> m ³	<input type="text"/> m ³
Longueur Utile	<input type="text"/> m	<input type="text"/> m	<input type="text"/> m	<input type="text"/> m
Largeur Utile	<input type="text"/> m	<input type="text"/> m	<input type="text"/> m	<input type="text"/> m
Hauteur Utile	<input type="text"/> m	<input type="text"/> m	<input type="text"/> m	<input type="text"/> m

Mise en flux amont

Tolérance

Moyen de mise en flux

Télescopique	<input type="text"/>
Chargeuse	<input type="text"/>
Pelle à grappin	<input type="text"/>
Grappin fixe	<input type="text"/>
Autres :	<input type="text"/> Précisez

Type de mise en flux

	Volume	Autonomie
Ouvreurs de sacs	<input type="text"/> m ³	<input type="text"/> mm
Trémie	<input type="text"/> m ³	<input type="text"/> mm
Fond mouvant	<input type="text"/> m ³	<input type="text"/> mm
Convoyeurs	<input type="text"/> m ³	<input type="text"/> mm
Alimentation	<input type="text"/> m ³	<input type="text"/> mm
Autres :	<input type="text"/> m ³	<input type="text"/> mm

Existence d'un système de pesée de la production

oui non

Si oui lequel :

Débit de la chaîne T/h

Nombre de personnes affectées à l'alimentation

Effectue-t-il d'autres tâches oui non

Si oui lesquelles

Fonction de stockage et de mise en flux en aval

Stockage Aval

	Volume		Vrac	Balles	Abrité	Non abrité
JRM	<input type="text"/>	m ² m ³	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
EMR	<input type="text"/>	m ² m ³	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
ACIER	<input type="text"/>	m ² m ³	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Plastique dur	<input type="text"/>	m ² m ³	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Films plastiques blancs	<input type="text"/>	m ² m ³	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Films plastiques couleurs	<input type="text"/>	m ² m ³	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Polystyrène	<input type="text"/>	m ² m ³	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Bois traité	<input type="text"/>	m ² m ³	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Bois non traité	<input type="text"/>	m ² m ³	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Végétaux	<input type="text"/>	m ² m ³	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
DEEE	<input type="text"/>	m ² m ³	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Autres : précisez	<input type="text"/>	m ² m ³	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Mise en flux aval

Moyen de mise en flux

	Télescopique à pince	Chariot à pince	Pelle à grappin	Camion	Autres
JRM	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
EMR	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
ACIER	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Plastique dur	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Films plastiques	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Polystyrène	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Bois traité	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Bois non traité	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Végétaux	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
DEEE	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Autres : précisez	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Type de mise en flux

	Statique	Benne	Dynamique	Préciser si dynamique
JRM	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
EMR	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
ACIER	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Plastique dur	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Films plastiques blancs	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Films plastiques couleurs	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Polystyrène	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Bois traité	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Bois non traité	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Végétaux	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
DEEE	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Autres : précisez	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Nombre de personnes affectées au déstockage intermédiaire

Effectue-t-il d'autres tâches

Si oui lesquelles

oui non

.....

Ressources utilisées

Engins de manutention

	Engin à Godet	Engin à pince	Engin à Grappin	Camion
Type/Marque				
Accessoire				
Nombre				
Consommation (gaz oil)				
Temps d'utilisation				
Temps d'entretien				
Temps maintenance				

Equipements d'alimentation

	Ouvreurs de sacs	Trémie à convoyeur	Fond mouvant	Autres
Type/Marque				
Accessoire/spécificité				
Nombre				
Astuces (systèmes d'écrêtage)				
Consommation (kWh)				
Temps d'utilisation total				
Temps d'arrêt en exploitation				
Temps d'entretien				
Temps de maintenance				

Equipements de stockage

	Equipement de stockage non dynamique	Equipement de stockage dynamique
Type/Marque		
Accessoire/spécificité		
Nombre		
Consommation (kwh)		
Temps d'utilisation total		
Temps d'arrêt en exploitation		
Temps d'entretien		
Temps de maintenance		

Ressources générales

Surface bétonnée		m ²	Non abritée ?	Abritée ?
Surface enrobée		m ²	Non abritée ?	Abritée ?
Consommation électrique		kWh		
Consommation d'air comprimé		m ³ air / kWh consommé		
Consommation d'air de lavage		m ³ eau / kWh consommé		
Temps d'entretien surface		h		

Outil : Données générales DICS

Types et Quantités du flux entrant

Vrac multimatériaux	T
Vrac JRM	T
Vrac Emballages	T
Sacs multimatériaux	T
Sacs JRM	T
Sacs Emballages	T

Densité

	T/m ³
	T/m ³
	T/m ³
	T/m ³
	T/m ³
	T/m ³

Flux entrant monomatériaux

JRM	T
EMR	T
ELA	T
ACIER	T
ALUMINIUM	T
PET _{Incolore}	T
PET _{Foncé}	T
PEHD	T
Films plastiques (sacs de collecte)	T
REFUS	T

Présence produit conditionné en balle

oui	non
oui	non
oui	non
oui	non
oui	non
oui	non
oui	non
oui	non
oui	non
oui	non

Composition du Flux entrant

JRM	%
EMR	%
ELA	%
ACIER	%
ALUMINIUM	%
PET _{Incolore}	%
PET _{Foncé}	%
PEHD	%
Films plastiques (sacs de collecte)	%
REFUS	%

Débit de la chaîne

T/h

Temps de fonctionnement réel (payé)

h/jour

Temps de fonctionnement effectif du process

h/jour

Fonctions du stockage et de la mise en flux

Stockage Amont

Volume total		m ³
Longueur Utile		m
Largeur Utile		m
Hauteur Utile		m

Mise en flux amont

Tolérance

Moyen de mise en flux

Télescopique	
Chargeuse	
Pelle à grappin	
Grappin fixe	
Trémie (réception directe du flux)	
Autres :	

Type de mise en flux

	Volume	Autonomie
Ouvreurs de sacs	m ³	mm
Trémie	m ³	mm
Fond mouvant	m ³	mm
Convoyeurs	m ³	mm
Alimentation	m ³	mm
Autres :	m ³	mm

Débit T/h

Fonction de stockage et de mise en flux

Stockage intermédiaire

Volume

Existence stockage tampon avec manutention manuelle

	Volume	
JRM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EMR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ELA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ACIER	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ALUMINIUM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PETIncolore	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PETFoncé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PEHD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Films plastiques (sacs de collecte)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
REFUS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Mise en flux intermédiaire

Tolérance

Moyen de mise en flux

Engins

Manuelle

Equipement technique

	Engins	Manuelle	Equipement technique
JRM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EMR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ELA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ACIER	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ALUMINIUM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PETIncolore	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PETFoncé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PEHD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Films plastiques (sacs de collecte)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
REFUS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Type de mise en flux

Aucun

Convoyeurs Fond mouvant

Plan incliné statique

Plan incliné dynamique

	Aucun	Convoyeurs Fond mouvant	Plan incliné statique	Plan incliné dynamique
JRM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EMR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ELA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ACIER	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ALUMINIUM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PETIncolore	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PETFoncé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PEHD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Films plastiques (sacs de collecte)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
REFUS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fonction de stockage et de mise en flux

Stockage Aval

	Volume	Vrac	Balles
JRM	m ³		
EMR	m ³		
ELA	m ³		
ACIER	m ³		
ALUMINIUM	m ³		
PET Incolore	m ³		
PET Foncé	m ³		
PEHD	m ³		
Films plastiques (sacs de collecte)	m ³		
REFUS	m ³		

Mise en flux aval

Tolérance

Moyen de mise en flux

	Engins	Equipement technique
JRM		
EMR		
ELA		
ACIER		
ALUMINIUM		
PET Incolore		
PET Foncé		
PEHD		
Films plastiques (sacs de collecte)		
REFUS		

Type de mise en flux

	Engins	Fond Mouvant
JRM		
EMR		
ELA		
ACIER		
ALUMINIUM		
PETIncolore		
PETFoncé		
PEHD		
Films plastiques (sacs de collecte)		
REFUS		

Outil : Observations sur le fonctionnement quotidien et ses dysfonctionnements

Fréquence du flux entrant

N° d'arrivage	Type flux	Heure	Tonnage	Temps déchargement	Temps de stockage amont
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
...					

Alimentation/Mise en flux

Heure de Fonctionnement	Type flux traité	Débit chaîne	Temps de chargement
1ère			
2ème			
3ème			
4ème			
5ème			
6ème			
7ème			
8ème			
9ème			
10ème			
11ème			
12ème			
13ème			
14ème			

Temps d'arrêts de la mise en flux

Heure de fonctionnement	Nombre d'employés			Arrêt/réduction de mise en flux		Temps d'arrêt ou de non alimentation
	Administratif	Exploitation	Tri	oui	non	
1ère						
2ème						
3ème						
4ème						
5ème						
6ème						
7ème						
8ème						
9ème						
10ème						
11ème						
12ème						
13ème						
14ème						

Causes des pannes et/ou disfonctionnement de mise en flux

Heure de fonctionnement	Humaines				Equipements		Engins
	Qualité	Dysfonctionnement de mise en flux			Bourrages	Pannes	Pannes
		Amont	Intermédiaire	Aval			
1ère							
2ème							
3ème							
4ème							
5ème							
6ème							
7ème							
8ème							
9ème							
10ème							
11ème							
12ème							
13ème							
14ème							

Stock intermédiaire

Produits	Début déstockage	Fin déstockage	Nombre de balles ou poids produits	Durée du déstockage
JRM				
EMR				
ELA				
Gros de Magasin				
Acier				
ALUMINIUM				
PET Incolore				
PET Foncé				
PEHD				
Films Plastiques				
REFUS				

Stock aval

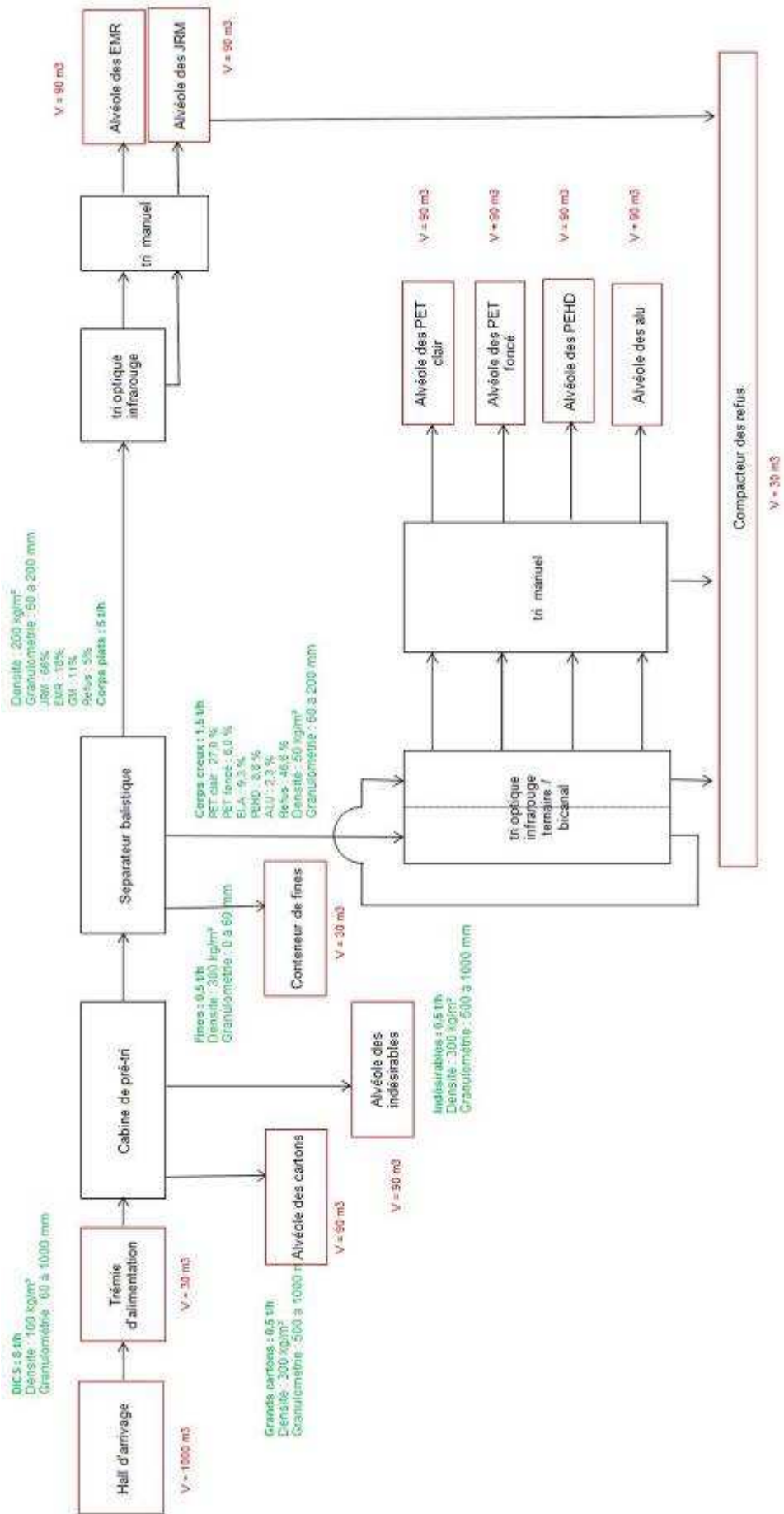
Produits	Début chargement	Fin chargement	Poids chargement	Durée du chargement
JRM				
EMR				
ELA				
Gros de Magasin				
ACIER				
ALUMINIUM				
PET Incolore				
PET Foncé				
PEHD				
Films plastiques				
REFUS				

Outil : Bilan d'exploitation (par semaine)

Fonctions du centre de tri :

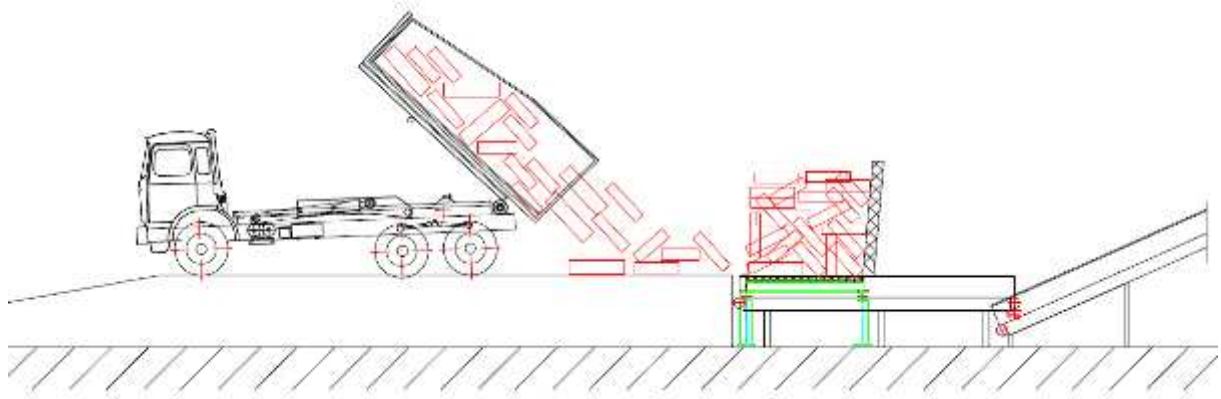
<u>Consommations :</u>	Arrivages et stocks amont	Mise en flux amont	Stocks intermédiaires	Mises en flux intermédiaires	Stocks aval	Enlèvements
Temps d'attente des intervenants de l'extérieur (transporteurs etc.) (environ : ... h)						
Surface utilisée (environ : ...m ²)						
Temps de surveillance, nettoyage, entretien et maintenance (h)						
Temps de manutentionnaires (h)						
Gasoil consommé (litres)						
Temps des opérateurs en exploitation nominale (h)						
Puissance installée (kW)						
Puissance consommée (environ : ...kWh)						
Air comprimé (m ³)						
Eau de lavage utilisée (m ³)						
Poussière produite (m ³)						
Refus envoyé au CET ou à l'incinérateur (t)						

Outil : Diagramme de flux et de stocks

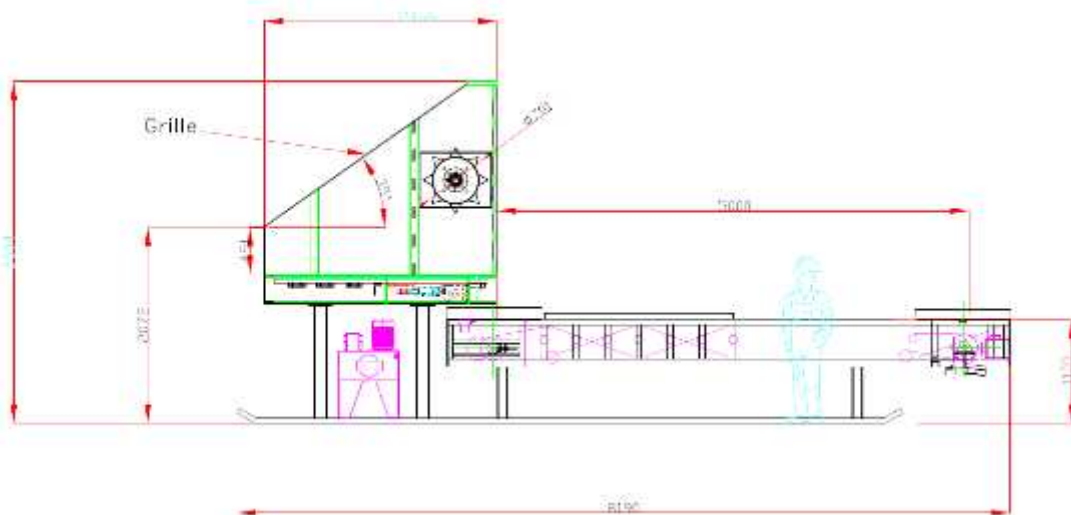


Outils : Plans d'implantation (Scénarios d'améliorations techniques éventuelles)

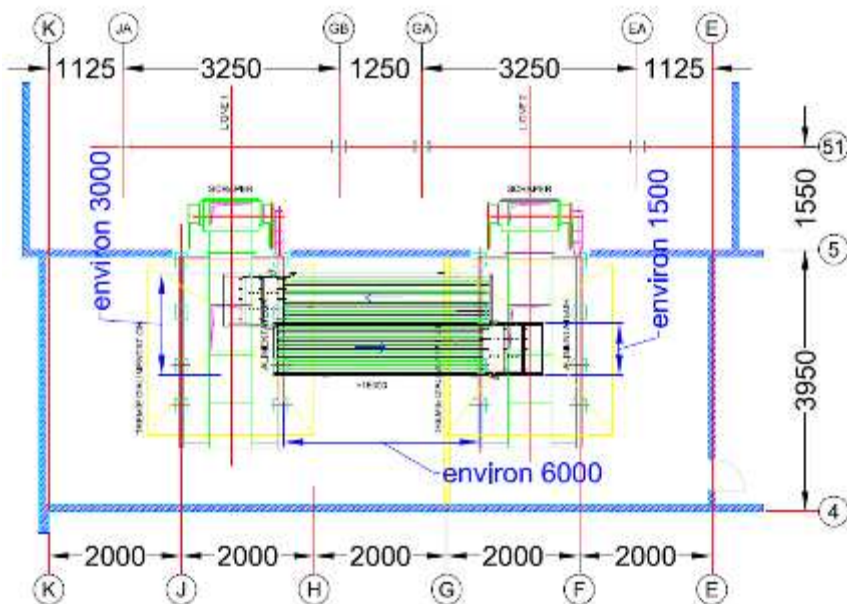
Exemple : Déchargement et mise en flux de pneus (vue de côté)



Exemple : Mise en flux pour une table de tri mobile (vue de côté)



Exemple : Mise en flux par deux trémies d'alimentation en amont de deux broyeurs (vue de dessus)



Lexique du stockage, convoyage, dosage et la mise en flux des déchets

Abréviations et glossaire des déchets

Abréviations pour des types de déchets solides :

CDD = combustibles dérivés de déchets
DIB = déchets industriels banals
DICS = déchets issus de la collecte sélective
DIS = déchets industriels spéciaux
DH = déchets hospitaliers
E.M.R. = emballages ménagers recyclables
E.L.A. = emballage liquide alimentaire
JRM = journaux, revues, magazines
OMB = ordures ménagères brutes

Abréviations pour le traitement de déchets utilisés dans cet ouvrage :

B.O.M. = Benne à ordures ménagères
FMA = Fond Mouvant Alternatif ou fond mouvant
HQE = Haute Qualité Environnementale
INRS = Institut National de Recherche et de Sécurité
PTM = Prescriptions Techniques Minimales (Terme d'Eco Emballages)

Sources :

Il y a de multiples glossaires sur les déchets sur Internet :

<http://www.ademe.fr/particuliers/Fiches/glossaire.htm>

<http://www.valorplast.com/glossaire/glossaire.htm>

<http://www.copacel.fr/Francais.htm>

<http://www.greenaffair.com/informations/glossaire/glossaire.php>

<http://www.observatoire-environnement.org/OBSERVATOIRE/tableau-de-bord-6-glossaire.html>

Alimentation d'une chaîne de tri

L'INRS fait plusieurs recommandations afin de minimiser les risques d'accidents des opérateurs dans un centre de tri de déchets. Pour la partie de réception, déchargement, stockage et alimentation d'un centre de tri, l'INRS propose entre autres :

- Logique de dépotage « first in – first out » (premier entré, premier sorti)
- Séparation des zones de circulation d'engin et de dépotage
- Séparation des zones de circulation d'engin et d'opérateurs
- Pas d'intervention humaine dans les zones de dépotage et de stockage
- Contrôle d'accès
- Pesage
- Surface de stockage suffisante pour les aléas de l'exploitation
- Pas d'intervention humaine au sol, alors motorisation de ces étapes
- Installation d'un ouvreur de sacs si le gisement comporte une partie en sacs
- Installation d'un doseur pour la régularisation du flux
- Installation d'une cabine de pré-tri

Alimentation faible

Une alimentation faible est au dessous du débit prévu ou du débit nominal du centre de tri. Elle est un indicateur pour une efficacité faible. Son origine est souvent un manque d'un dosage en amont, d'une mise en flux mal faite, d'un équipement d'alimentation sous dimensionné/non adapté ou d'éléments indésirables présent dans le flux en amont réduisant les possibilités d'optimisation du centre de tri.

Exemple :

Débit nominal du centre = 2 t/h

Alimentation (en moyenne) = 1,8 t/h

Le centre de tri a un manque à gagner de 10 %.

Alimentation par effet gravitaire

Une alimentation gravitaire peut être utilisée si un ou plusieurs équipements de mise en flux et de dosage réceptionnent les produits après la chute du matériau.

Ne pas confondre avec « dosage gravitaire » !

Alvéole	<p>Une alvéole est un espace clôturé permettant le stockage de produits.</p> <p><i>Exemples :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Alvéole en voiles de béton pour les produits entrants</i> - <i>Alvéole avec bastaings sous une cabine de tri</i> - <i>Alvéole en hauteur pour JRM en vrac pour chargement direct de camion</i>
Analyse de risques	L'analyse de risques est demandée pour décrire, éviter et limiter les risques avec leur probabilité et leur gravité respective. Une telle analyse de risques mène à la rédaction adaptée d'un manuel d'instructions pour une machine ou d'un document unique au niveau des différentes activités d'un site.
Analyse fonctionnelle	L'analyse fonctionnelle désigne la définition et l'enchaînement des fonctions d'une machine ou d'une chaîne de machines.
Arrêt humain	L'arrêt humain est l'arrêt de la production résultant du choix volontaire d'une personne suite à un dysfonctionnement (humain, qualité, organisationnel, sécurité).
	<i>Exemple : erreur de tri, de réglage, de dosage, etc.</i>
Arrêt organisationnel	<p>L'arrêt organisationnel découle d'un problème ou d'un dysfonctionnement provenant de l'organisation</p> <ul style="list-style-type: none"> - des réceptions en amont (<i>exemple : un arrêt de production peut subvenir pour un centre de tri dont les réceptions proviennent principalement d'un centre de transfert, en effet une rupture de stock peut intervenir suite à des problèmes au niveau du transfert et/ou du transport</i>) - de la production (<i>exemple : un arrêt de production peut arriver lorsque le stock et/ou les entrants sur un flux ont été surestimés, en effet le changement de flux à trier peut nécessiter une modification de l'organisation des postes de tri et/ou des alvéoles de stockage des produits triés</i>) et - des chargements de produits triés.
Arrêt process	L'arrêt process est l'interruption de la production d'un centre de tri provenant d'un problème et/ou d'un dysfonctionnement humain, technique, organisationnel ou qualité.
Arrêt qualité	<p>L'arrêt qualité est défini comme l'interruption d'une mise en flux suite à une ou des observations concernant la qualité des produits triés</p> <p><i>Exemple : arrêt de la ligne de tri des JRM suite à une quantité d'indésirables trop importante en fin de ligne.</i></p>
Arrêt technique	L'arrêt technique est défini comme l'arrêt de la production suite à un dysfonctionnement et/ou panne d'un équipement du process technique (exemple : panne de l'ouvreur de sacs, usure de l'enrobage du tambour d'entraînement d'un convoyeur, pannes de l'équipement de criblage, de l'engin de manutention etc...)
Autonomie à partir d'un stock tampon	<p>L'autonomie de fonctionnement à partir d'un stock tampon (fosse, trémie, alvéole) peut être calculée. Ce stock tampon est caractérisé par V utile.</p> <p>Avec la densité d (t/m³) du produit et le débit D (t/h) de la chaîne, le débit volumique horaire V heure (m³/h) est donné par : V heure = D / d</p> <p>L'autonomie de la chaîne T autonome se calcule ainsi :</p> <p style="text-align: center;">T autonome = V utile / V heure</p> <p>Exemple :</p> <p>V utile = 10 m³ D = 5 t/h d = 0,1 t/m³ alors V heure = 50 m³/h alors T autonome = 1/5 h = 20 min</p>
Bac	<i>Voir « conteneur ».</i>
Benne fermée	Une benne fermée est un conteneur utilisé pour le compactage. Elle est fermée dans le sens que le haut est fermé et qu'elle ne possède qu'une ouverture par un côté.

Benne ouverte

Une benne ouverte est un conteneur ouvert utilisé pour le chargement gravitaire. Elle est ouverte dans le sens que le haut est ouvert.

Bourrage ou blocage de machine

Une machine peut saturer. Ce bourrage ou blocage de machine peut entraîner l'arrêt temporaire ou définitif de la machine. Les origines d'un tel blocage peuvent être trouvées dans les effets liés aux déchets tels que les effets « ressort », « compression », « voutage » etc. ou bien dans le sous dimensionnement de certains équipements ou espaces de passages des produits.

Broyage



Le broyage est la diminution de la granulométrie d'un matériau. Cela se fait par différents types de broyeurs.

Le dimensionnement de convoyeurs pour déchets non broyés est difficile : ces déchets possèdent une granulométrie hétérogène. La granulométrie maximale détermine les dimensions des convoyeurs en question.

Le broyage est un moyen classique d'assurer le passage des matériaux sur les convoyeurs et machines de tri en aval. Mais la diminution de la granulométrie implique aussi des contraintes pour le traitement de déchets en aval.

Les déchets broyés comportent plus de fines que les déchets non broyés. L'usure des machines utilisée sera alors plus élevée.

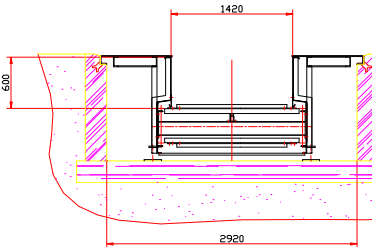
Une alternative au broyage est l'ouverture des sacs poubelle qui font partie du gisement, ou l'ouverture des balles.

Dans le cadre de ce lexique, nous ne nous intéressons qu'à la question de quelle façon on peut stocker, convoyeur et doser des déchets non broyés ou broyés.

Broyeur primaire

Le broyeur primaire est la machine en premier lieu chargée à diminuer la granulométrie du produit entrant. La réduction en taille peut être impressionnante, car dans les DIB et encombrants, il s'agit de diminuer des produits tels que des matelas, des tapis, des meubles, des portes, des fenêtres, des conteneurs plastiques, des tuyaux en plastique dur etc.

Calcul : dimensionnement du convoyeur à bande



Pour le dimensionnement de convoyeurs, il faut faire la différence entre côtes du convoyeur et dimensions utilisées.

On peut avoir un convoyeur de largeur importante, mais si le chargement de ce convoyeur ne se fait pas sur toute la largeur, il peut s'avérer trop petit. La même observation est valable pour la hauteur de couche.

$$\text{Largeur effective} \times \text{Hauteur effective} \times \text{Vitesse réelle} = \text{Débit réel}$$

Exemple :

Dans une fosse, vous avez un convoyeur à bande entraîné à chaînes. Il est équipé d'un convertisseur de fréquence. Vous souhaitez savoir quel est le débit minimal et maximal à obtenir :

Largeur utile =	1420 mm	(bande)
Largeur effective =	1300 mm	(observation de l'occupation)
Hauteur de couche maximale =	600 mm	(rives)
Hauteur de couche effective =	500 mm	(observation de la moyenne)

Densité = 100 kg/m³

Vitesse minimale par variateur = **0,013** m/s

$$\text{Débit réel minimal} = 0,013 \times 1,3 \times 0,5 = 0,0085 \text{ m}^3/\text{s} = 30 \text{ m}^3/\text{h} = 3 \text{ t/h}$$

Vitesse maximale par variateur = **0,06** m/s

$$\text{Débit réel maximal} = 0,06 \times 1,3 \times 0,5 = 0,039 \text{ m}^3/\text{s} = 140 \text{ m}^3/\text{h} = 14 \text{ t/h}$$

Calcul : dimensionnement d'un convoyeur à vis (sans arbre)

Les dimensions constructives d'un convoyeur à vis sans arbre sont :

- Diamètre de la spire
- Nombre de spires
- Pas de la spire
- Hauteur du logement
- Section de la spire
- Angle d'inclinaison du convoyeur
- Frottement et caractéristiques du convoyage par rapport au produit

Calcul : dimensionnement du fond à échelle

- Nombre d'échelle minimal : 2
- Débit maxi 100m³/h par échelle
- Largeur = 1500 mm / échelle
- Vitesse d'une échelle maxi 0,3m/s
- Hauteur de couche: 5 à 6 m possible



Calcul : dimensionnement du fond mouvant



Largeur : Un fond mouvant possède des largeurs standard. Pour des raisons logistiques, des fabricants de fonds mouvants ne vendent pas de fonds mouvants supérieurs à 3 m de largeur. Mais en réalité, on peut joindre plusieurs fonds mouvants l'un à côté de l'autre afin d'arriver à la largeur souhaitée.

Hauteur : Un fond mouvant possède la caractéristique d'être chargé à grande hauteur. Un FMA peut être conçu pour des charges surfaciques importantes.

La hauteur de chargement dépend du type de chargement. On observe qu'il y a un effondrement de la hauteur de couche dans les deux dimensions longueur et largeur.

Vitesse : Le fond mouvant possède une vitesse limitée à son principe de fonctionnement. Le cycle hydraulique (mouvement vers l'avant et recul) n'est pas compressible. A partir de cette vitesse maximale, on peut obtenir des vitesses moins élevées avec des temporisations adaptées.

Exemple d'un dimensionnement hydraulique :

Course : 150 mm

Temps pour parcourir la course : 1,5 sec

Cycle complet = 4 courses = 6 sec

Vitesse = 10 cycles à 6 sec = 1500 mm / min

Largeur effective x Hauteur effective x Vitesse réelle = Débit réel

Largeur effective : 2000 mm

Hauteur effective : 1500 mm

Vitesse réelle (choisie) : 0,5 m/min

Débit = 2 x 1,5 x 0,5 m³/min = 1,5 m³/min = 90 m³/min

Capacité prévue

La capacité prévue d'une chaîne est le débit maximal qui doit être atteint par le process. Elle est fonction des ressources techniques, humaines et organisationnelles qui sont mises en place.

Exemple : La capacité prévue d'un centre de tri qui n'aura qu'un seul criblage/séparateur et deux lignes de tri ne sera pas la même que celui qui possèdera deux criblages/séparateurs avec trois lignes de tri.

Chargement



Pour mettre des déchets en stock ou pour alimenter une chaîne de traitement, il faut les charger. Ce chargement peut se faire de différentes façons :

- 1) Chargement gravitaire par un quai en hauteur : des camions DIB ou des B.O.M. déchargent directement d'un quai
- 2) Chargement gravitaire en fosse : Un engin à godet pousse des tas dans une fosse.
- 3) Chargement d'une trémie par godet : Un engin à godet/pince soulève les déchets et les verse dans une trémie.
- 4) Chargement d'une alvéole/trémie par grappin : Un grappin amène des déchets dans une alvéole. (Ce système existe souvent dans des centres d'incinération.)
- 5) Chargement forcé par convoyeur (fond mouvant ou convoyeur)

Chargement manuel

Le chargement manuel est le plus coûteux et le plus sûr moyen d'arriver à une mise en flux contrôlée.

Certaines machines demandent un chargement à la main : perforateurs intégrés dans les goulottes d'une cabine de tri, presses verticales ou petits ouvre sacs sans convoyeur.



Chariot élévateur

Un chariot élévateur est un engin à fourches avec accessoires (godet ou pince) dont la levée se fait verticalement. Il est principalement utilisé dans les centres de tri de DICS pour le stockage et le chargement des balles. Il peut être utilisé dans les centres de DIB pour le stockage et le chargement des conteneurs de faible volume (pour les DEEE, produits non ferreux, déchets dangereux ...)

Compacteur à déchets

Un compacteur est un densificateur de déchets qui sont poussés dans une benne. La différence avec une presse à balles subsiste dans le fait que le compacteur ne crée pas de balles.

Dans la pratique, il y a deux types de compacteurs :

Le compacteur monobloc intègre la benne à compaction.

Le poste fixe est divisé en compacteur restant sur place et benne à compaction pouvant être accouplée et désaccouplée du compacteur à poste fixe.

L'alimentation d'un compacteur se fait :

A quai par effet gravitaire (centre de transfert)

A quai manuellement

Par convoyeur (en aval d'une chaîne de production)

Par lève conteneur (basculement de conteneurs)

Comparaison : Caractéristiques entre convoyeur à bande et fond mouvant

		Convoyeur à bande avec rive	Fond mouvant avec parois
Exemple : Dimensions et débits comparables	et	Largeur 1000 mm Rives 650 mm Vitesse 0,1 m/sec = 6 m/min Débit théorique = 234 m ³ /h	Largeur 2000 mm Rives 2000 mm Vitesse 1 m/min Débit théorique = 240 m ³ /h
Exemple : Motorisation		(dimensions ci-dessus) Longueur 10 m Puissance 1 à 4 kW	(dimensions ci-dessus) Longueur 10 m Puissance 4 à 7,5 kW
Vitesses Hauteur de chargement Fines	de	< 4 m/s < 1 m	< 2 m/min Sans limite
Abrasion		Peuvent passer entre bande et rives si étanchéité est mauvaise	Peuvent passer entre lattes du FMA
Descriptif du fonctionnement	du	Usure de la bande et des tambours Un moteur fait tourner un tambour. La bande est entraînée par le tambour. Un roulement à chaque extrémité. Un 2 ^{ème} tambour à l'autre fin du convoyeur tend et centre la bande.	Usure des lattes et (le cas échéant) des étanchéités Trois séries de lattes sont entraînées par un vérin hydraulique. Pour faire avancer le tas au dessus des lattes, les vérins marchent au même temps. Pour reculer dans la position d'origine, les vérins se retirent l'un après l'autre.
Avantages		Simple installation. Intéressant pour des largeurs < 1,5 m ou pour un stockage < 20 m ³ .	Maintenance facile. Intéressant à partir de 2 m de largeur ou un stock tampon > 20 m ³ .
Désavantages		Maintenance de plusieurs pièces.	Système hydraulique cher à la base.

Comparaison : Principe du fond à échelle et du fond mouvant

		Fond à échelle	Fond mouvant
Principe d'utilisation		Une échelle racle sur un fond et entraîne de force un tas à avancer.	Un tas est porté par des lattes qui avancent ensemble et qui reculent sans que le tas ne s'en rende compte.
Motorisation		Elevée, car mouvement dans le tas.	Basse, car aucun élément de la machine pénètre dans la machine.

Vitesses	< 0,3 m/s	< 2 m/min
Hauteur de chargement	5 à 6 m	Selon largeur (pour éviter l'effet « voûtage »)
Fines	Dalle étanche	Peuvent passer entre lattes du FMA
Avantages	Simple installation. Intéressant pour des largeurs > 4 m ou pour un stockage > 50 m ³ .	Maintenance facile. Intéressant à partir de 2 m de largeur ou un stock tampon > 20 m ³ .
Désavantages	Maintenance d'un système hydraulique lourd.	Le principe ne permet pas en entraînement forcé.

Comparaison : Dimensions correspondantes entre convoyeur à bande et convoyeur à vis

Cette comparaison se fait pour des DIB secs et broyés. Ainsi, nous nous assurons que les deux types de convoyeurs peuvent être utilisés sans aucun problème.

Convoyeur avec rive de 200 mm de hauteur	Vis sans arbre
Largeur 600 mm	Ø 500 mm Ø égal au pas = 500 mm Hauteur = 600 mm
Largeur 700 mm	Ø 600 mm Ø égal au pas = 600 mm Hauteur = 700 mm
Largeur 800 mm	Ø 600 mm Ø égal au pas = 600 mm Hauteur = 800 mm
Largeur 1000 mm	Ø 500 mm double-vis « twin » Ø égal au pas = 500 mm Largeur = 2 x 500 mm = 1000 mm Hauteur = 600 mm

Comparaison : Débits et caractéristiques dans un convoyeur à bande ou convoyeur à vis (avec et sans arbre)

	Convoyeur à bande avec rive	Vis sans arbre	Vis avec arbre
Remplissage	à 50% (hauteur chargement 100 mm)	50 % (valeur d'expérience)	25 % (valeur d'expérience)
<i>Exemple de calcul :</i> Matériaux : broyat DIB Densité : 330 kg/m ³ Débit nominal : 6 t/h Longueur : 8 m ; Convoyeur horizontal Vitesse d'avancement	Largeur 600 mm H = 200 mm	Ø 500 mm H = 600 mm	Ø 700 mm H = 700 mm
	- 0,1 m/sec - Angle 0°	- 10 tours/min - Efficacité du convoyage importante - Angle 0°	- 10 tours/min - Efficacité du convoyage importante - Angle 0°
Calcul du débit horaire	0,1 x 0,6 x 0,1 x 3600 m ³ /h = 21,6 m ³	20 à 25 m ³	20 à 25 m ³
Puissance de l'exemple	2 à 4 kW	4 à 7,5 kW	4 à 7,5 kW
Granulométrie maximale	Inférieure à la largeur utile de la bande	Inférieure au pas de la vis	Inférieure à 25 % du diamètre
Matériaux humides ?	Nettoyage nécessaire	Utilisation possible jusqu'à 85 % de taux d'eau dans les déchets.	Sans limite de taux d'eau.
Matériaux avec fines ?	Etanchéité n'est pas donnée.	Etanche. Peu d'usure.	Usure par fines.
Matériaux abrasifs ?	Qualité de la bande en question.	Usure progressive.	Usure progressive.
Descriptif du fonctionnement	Un moteur fait tourner un tambour. La bande	Un moteur entraîne une vis d'Archimède.	Un moteur entraîne une vis qui possède

	est entraînée par le tambour. Un 2 ^{ème} tambour à l'autre fin du convoyeur tend et centre la bande. - Les matériaux sont placés sur la bande et jetés à la tête du convoyeur.	Un roulement se trouve du côté de l'alimentation. - Par la rotation de la vis, les matériaux sont entraînés vers la tête du convoyeur à vis.	un arbre. Chaque extrémité de l'arbre est tenue dans un roulement. - Les flancs de la vis avec arbre entraînent les matériaux vers la tête du convoyeur.
Avantages	Largeurs jusqu'à 2000 mm possibles	Étanche. Peu de maintenance	Étanche. Dosage parfait. Moins de flèche que dans la vis sans arbre.
Désavantages	Pas étanche. Maintenance sur différents éléments à programmer.	Flèche à cause de la charge possible. Limité de passage.	Usure rapide. Plus d'entretien que dans la vis sans arbre. Risque de blocage.
Prix par rapport au convoyeur à bande	100 %	100 % (pour une largeur < 0,8 m et une longueur < 4 m) 120 % (pour une longueur > 4 m)	80 %

Conditionnement des déchets



Les déchets arrivent et partent sous des formes différentes dans un centre de tri ou de traitement :

- En vrac
- En vrac pré-compactés par benne à ordures ménagères
- Compactés par un compacteur
- En balle à fil métallique
- En balle à fil plastique
- En balle en film
- En sacs
- En mélange

Conteneur à manutention manuelle

Le conteneur à manutention manuelle est souvent utilisé dans les centres de tri de DICS afin de compléter autour des lignes de tri de la cabine des problématiques d'organisation et/ou de limite des alvéoles de stockage des produits triés. Ces conteneurs ont un faible volume afin de limiter le poids soulevé pour le vidage dans les goulottes prévues pour les produits triés.

Exemple : Bac à 120 litres. Ce bac ou conteneur standard peut être facilement manipulé par un opérateur. Son utilisation est soumise aux recommandations INRS sur l'ergonomie.



Conteneur à manutention par engin



Dans les centres de tri de DICS, ces conteneurs sont utilisés pour compléter au sol les alvéoles de stockage des produits triés.

Dans les centres de tri des DIB, ces types de conteneur sont utilisés pour stocker les petits volumes qui ont souvent de la valeur.

Exemple - l'aluminium : Après avoir été trié dans des conteneurs à manutention manuelle au niveau de la cabine de tri, il est ensuite stocké dans un conteneur à manutention par engin au niveau du sol afin d'obtenir le volume suffisant pour le conditionnement en balle. Ce conteneur est souvent du type à crochet afin de le soulever facilement.

Conteneur à roulettes



Le conteneur à roulettes est un conteneur qu'une personne ne peut plus soulever. Grâce aux roulettes, un opérateur peut néanmoins le déplacer en le poussant ou tirant.

Exemple – Bac grillagé : A la place d'une benne à crochet, on utilise des bacs grillagés à roulettes dans les petits centres de tri. Ceci permet une organisation sans l'intervention d'un engin.

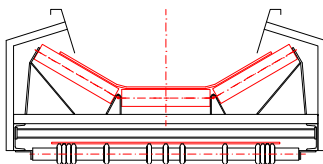
Conteneur fermé

Voir « benne fermée »

Conteneur ouvert

Voir « benne ouverte »

Convoyeur à bande à rouleaux (convoyeur en auge)



Un moteur fait tourner un tambour. La bande est entraînée par le tambour. La bande glisse sur trois rouleaux. Le rouleau central est horizontal. Les rouleaux de l'extérieur sont inclinés de 5 à 20°. Ainsi, on crée une auge. Cette auge suffit dans certaines applications, on n'a pas besoin de rives. Dans d'autres applications, on rajoute des rives.

Un roulement se trouve à chaque extrémité. Un 2^{ème} tambour à l'autre fin du convoyeur tend et centre la bande.

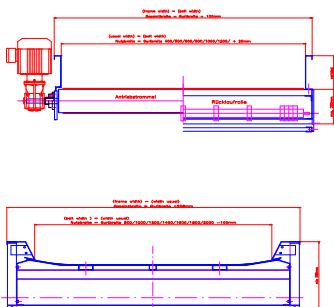
L'auge garantit une hauteur de couche bien stable et centrée et diminue le risque de l'abrasion de la bande vers l'extérieur.



Exemple – convoyeur à auge avec rives : voir dessin.

Exemple – convoyeur à auge sans rives : voir photo.

Convoyeur à bande à sol glissant



A la place des rouleaux, on peut s'imaginer une tôle lisse sur laquelle glisse la bande.

Exemple – convoyeur à bande à sol glissant avec/sans rouleaux de retour : voir dessins.

Exemple – convoyeur avec tasseaux en caoutchouc : voir photo - pour améliorer l'entraînement des déchets sur un convoyeur incliné, on peut intégrer des tasseaux dans la bande ou rajouter des tasseaux métalliques sur la bande.



Convoyeur à bande avec entraînement à chaîne



Les convoyeurs à chaîne permettent de transporter une quantité plus importante de déchets que les convoyeurs à bande traditionnels.

Les chaînes sont le système d'entraînement sur chaque côté du convoyeur. A chaque extrémité, celles-ci sont entraînées par des pignons fixés sur un arbre lui-même lié à un motoréducteur.

La bande est vissée sur des traverses. Les traverses sont fixées sur les équerres soudées sur les chaînes.

Le convoyeur à chaîne possède une durée de vie supérieure à celle d'un convoyeur à bande à partir du moment où l'entretien (graissage des chaînes et vérification des fixations des traverses) est effectuée régulièrement.

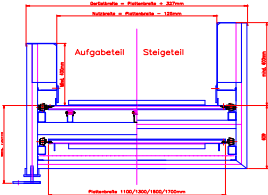


Exemple - convoyeur en fosse :

Souvent, ce type de convoyeur est utilisé comme convoyeur en fosse, car l'effort surfacique exercé sur la bande peut être énorme (reprise latérale par les chaînes).

Des tasseaux vissés sur la bande assurent un entraînement des déchets, même s'il s'agit de hauteurs de couches importantes.

Convoyeur à tablier métallique



Partant du convoyeur à chaîne, il faut s'imaginer que la bande est substituée par un tablier métallique.

Ce tablier peut être en continu (tablier complet) ou sous forme de cornières ou racleurs glissant sur un fond en tôle (convoyeur à racleurs).

Ce type de convoyeurs est utilisé dans des applications très contraignantes comme les OMB, DIB, les gravats et la ferraille.



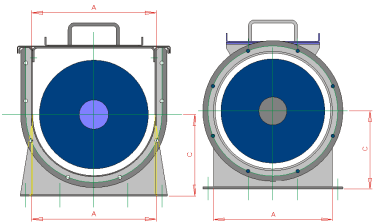
Convoyeur à vis avec arbre



Un moteur entraîne une vis qui possède un arbre. Chaque extrémité de l'arbre est tenue dans un roulement.

Le convoyeur à vis avec arbre est un convoyeur spécialement adapté à transporter des déchets de petite granulométrie, les déchets humides ou ceux mélangés à l'eau.

Il y a deux versions de convoyeurs à vis : avec parois verticales et parois rondes.



Convoyeur à vis d'Archimède (sans arbre)

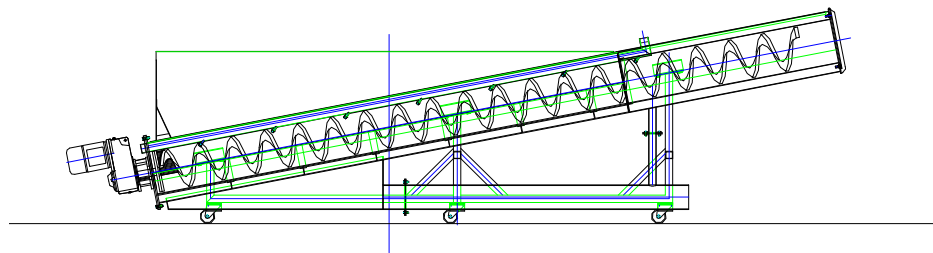


Un moteur entraîne une vis d'Archimède. Cette vis (ou spire) entraîne les déchets d'un bout à l'autre de la spire.

Un roulement se trouve du côté de l'alimentation. Cette alimentation est normalement un moteur électrique.

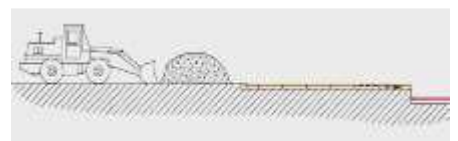
La section de la spire est donnée en fonction de l'effort à fournir.

- Simple section : par exemple 50 mm x 20 mm adaptée aux boues
- Double section : par exemple 50 mm x 2 x 20 mm adaptée aux emballages légers
- Triple section : par exemple 50 mm x 3 x 20 mm adaptée aux DIB



Convoyeur au ras du sol

Un convoyeur au ras du sol permet que l'engin de chargement pousse les déchets sur le convoyeur sans être obligé de les soulever. Un tel convoyeur pourrait être un convoyeur à bande ou à chaîne intégré dans une fosse ou un fond mouvant intégré à ce que la dalle et le début du fond mouvant soit à la même hauteur.



Convoyeur en fosse

Voir « niveaux d'un centre de tri »

Convoyeur racleur

Une traverse de raclage est entraînée par exemple : par des chaînes latérales. Cette traverse racle sur un fond en tôle. Ainsi, les déchets se trouvant sur ce fond, sont amenés vers l'avant. Ce type de convoyeur est connu et installé dans des industries voisines du recyclage (scieries, papeterie, compostage, etc.) Dans le recyclage, il est de moins en moins utilisé, car il est relativement cher à l'achat et demande une maintenance importante.

Convoyeur pneumatique

Le convoyage pneumatique se fait à partir d'un compresseur. Dans un système de tuyaux étanches, on crée une aspiration qui entraîne les déchets en question. Avantages : système étanche ; à l'achat très compétitif. Désavantage : très coûteux en niveau de l'exploitation (compresseur).



Coût de non qualité

Les coûts de non qualité intègrent tous les coûts qui sont liés à un manque de qualité nominale. La qualité peut être définie en fonction de différents objectifs dans la gestion d'un centre de tri :

- Régularité d'alimentation de la chaîne
- Respect des PTM demandées par les repreneurs
- Etalage des balles ou bennes entrantes
- Elimination des fines
- Zéro accident
- Zéro arrêt de process

Exemples – origines de non qualité :

Les coûts de non qualité peuvent être produits par :

- *Un bourrage d'un convoyeur et un arrêt de chaîne nécessaire*
- *Un manque de disponibilité d'un opérateur qui doit étaler manuellement les produits d'une balle*
- *Un refus de réception des matériaux livrés chez un repreneur*
- *Une blessure d'un opérateur par le godet dans la zone d'alimentation*

Débit effectif

Le débit effectif d'une machine est inférieur au débit maximal pour des raisons suivantes :

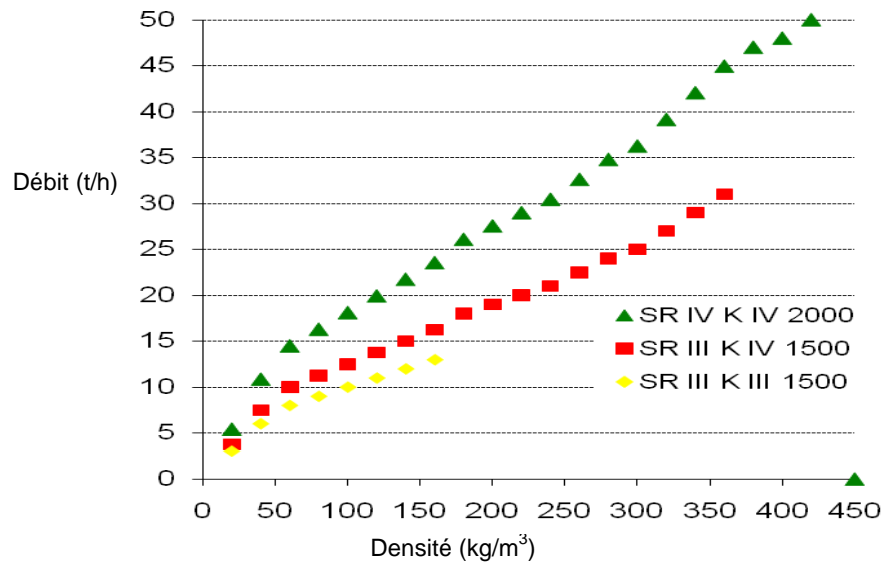
- Le produit passé dans la machine ne permet pas de monter au débit maximal.
- La machine ne peut pas fournir le débit maximal en permanence.
- Les conditions d'utilisation rendent impossibles le fonctionnement à débit maximal.

Débit maximal

Le débit maximal d'une machine limite son utilisation. Souvent, le débit maximal est lié au débit volumique, c'est-à-dire le volume par heure qu'une machine peut passer. Dans les centres de tri, ce terme correspond également au terme de capacité prévue d'une chaîne.

Exemple convoyeur : Un convoyeur peut transporter un débit volumique tournant à vitesse maximale. Ce débit volumique est déterminé par la largeur utile du convoyeur et la hauteur maximale de chargement. (Voir « calcul convoyeur »)

Exemple ouvre sacs : Un ouvre sacs doit ouvrir et vider des sacs. Pour cela, il intègre des obstacles au sein de la machine qui permettent cette ouverture. Ainsi, son débit volumique est également limité. Voir en exemple le diagramme pour trous types d'ouvre sacs de la société Matthiessen Lagertechnik ci-après :



Déchets

La circulaire du 5 janvier 1995 du Ministère français de l'Environnement fait la différence entre deux types de déchets :

- Déchets ménagers pré-triés (DICS) et déchets industriels et commerciaux assimilés
- Déchets interdits dans les centres de tri des DICS : ordures ménagères brutes (OMB), déchets industriels spéciaux (DIS), déchets explosifs, inflammables, radioactifs, non pelletables, pulvérulents non conditionnés, contaminés.

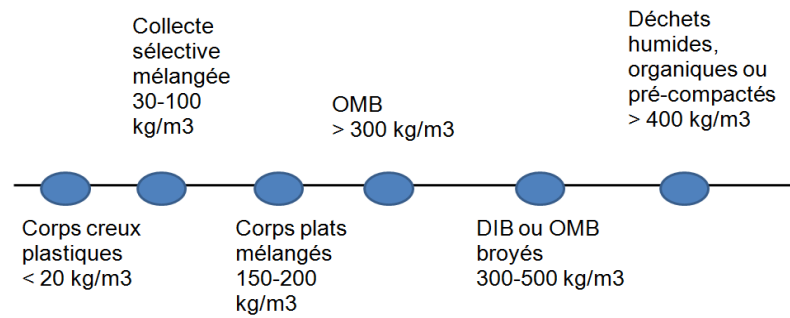
Une bonne partie des déchets municipaux et industriels peuvent être classés de façon suivante (liste non exhaustive) :

Type de déchets	Caractéristiques	Effets, par exemple :
Déchets industriels banals (DIB) en vrac	Assimilés aux DICS	Voûtage
DIB avec grande fraction de films plastiques	Dosage difficile	Enroulements, voir règle « enroulements »
DIB avec encombrants ou gravats	Déchets non assimilés aux DICS ; dosage impossible ; convoyage par rapport à la granulométrie difficile	Attention au gisement, voir règle « conformité de déchets »
Ordures ménagères brutes (OMB)	Nombre d'encombrants, de fines et de la fraction organique à analyser	Salissure
Emballages légers ou déchets issus de la collecte sélective (DICS)	Composition selon choix du syndicat communal ; collecte en sacs ou en vrac	Selon composition
Fraction organique	Origine des déchets organiques importante ; stockage limitée dans le temps pour des raisons d'hygiène	Salissure, toboggan
Déchets verts	Dosage difficile selon origine et granulométrie	Langue de produits
Compost	Dosage nécessaire	Toboggan
Verre	Très abrasif	Abrasion
Journaux / Magazines (J/M)	Assez abrasif ; déstockage difficile	Abrasion, langue de produits

Exemple – papiers : Les déchets valorisables sont classifiés par normalisation. Une référence est la norme européenne EN 643 pour la liste des classes de papier et de carton.

Exemple – bois : Le bois broyé est classé selon la norme autrichienne ÖNORM M 7133.

Densité de matériaux



Directive européenne de machines

Le fabricant d'une machine doit veiller à ce qu'une évaluation des risques soit effectuée afin de déterminer les exigences de santé et de sécurité qui s'appliquent à la machine. La machine doit ensuite être conçue et construite en prenant en compte les résultats de l'évaluation des risques. Par le processus d'évaluation et de réduction des risques, le fabricant :

- détermine les limites de la machine, comprenant son usage normal et tout mauvais usage raisonnablement prévisible ;
- recense les dangers pouvant découler de la machine et les situations dangereuses associées ;
- estime les risques, compte tenu de la gravité d'une éventuelle blessure ou atteinte à la santé et de leur probabilité ;
- évalue les risques ;
- élimine les dangers ou réduit les risques associés à ces dangers en appliquant des mesures de protection.

Le fabricant, pour attester la conformité d'une machine avec les dispositions de la présente directive, applique l'une des procédures d'évaluation de la conformité prévues en annexe de la directive.

La directive 2006/42/CE est une refonte de la directive « Machines » 98/37/CE actuelle, qui reste applicable jusqu'au 29 décembre 2009.

Les principaux changements et compléments des exigences essentielles portent sur les points suivants :

- Les exigences relatives à l'évaluation du risque sont plus détaillées ;
- Les exigences relatives à l'ergonomie et aux émissions sont formulées de manière plus précise ;
- De nouvelles exigences ont été définies pour les machines desservant des paliers fixes ;
- Les exigences relatives aux sièges et à la protection contre la foudre, qui se limitaient jusqu'à présent aux machines mobiles et aux machines de lavage, ont été intégrées dans la partie générale de l'Annexe I, et sont donc applicables à toutes les machines.

Dosage gravitaire

La chute libre peut créer un dosage suffisant de matériaux en vrac.

Cela est possible sous la condition préalable que les déchets tombent de façon régulière et constante. La plupart des déchets ne font pas ça.

Les matériaux broyés et complètement secs ou des mono matériaux, tels que les bouteilles PET en vrac, sont une exception. Déjà, une humidité naturelle suite à un stockage couvert à l'extérieur peut suffire pour créer les effets indiqués tels « avalanche », « Montagnes et vallées », « langue de produit ».

Au-delà de 1 m, ces effets apparaissent régulièrement.

Jusqu'à 1 m de hauteur de couche, on peut créer un dosage par chute gravitaire d'un convoyeur vers un 2^{ème}.

Configurations d'une chute gravitaire :

- D'un silo vers un convoyeur : Usage fréquent pour les corps creux triés dont les silos se trouvent au dessous d'une cabine de tri.
- D'un 1^{er} convoyeur vers un 2^{ème} en ligne : Même si le 2^{ème} va beaucoup plus vite que le premier, on ne fait qu'étirer les déchets. La structure des tas reste intacte.
- D'un 1^{er} convoyeur vers un 2^{ème} en perpendiculaire : par le changement de direction d'avancement, on obtient plus facilement une couche régulière.
- D'un fond mouvant vers un convoyeur en perpendiculaire : par les spécificités du fond mouvant (avancement en discontinu), un dosage se fait facilement.

Doseur à tambour horizontal



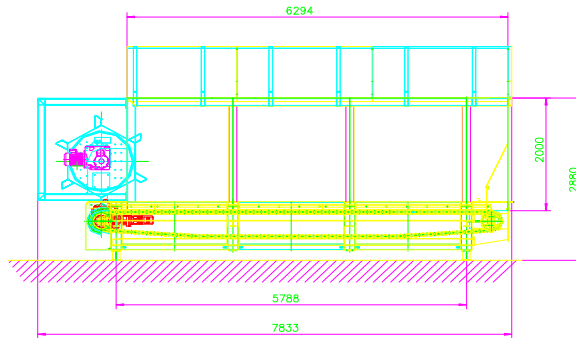
Un tambour doseur se trouve placé à la sortie d'un convoyeur ou d'un fond mouvant ou au dessus d'un convoyeur.

Le tambour tourne plus vite que le convoyeur avance. Ainsi, on écrête les matériaux. Ce système est souvent complété par un contrôle électronique (sonde).

Les tambours de dosage peuvent être ronds, octogonaux ou hexagonaux.

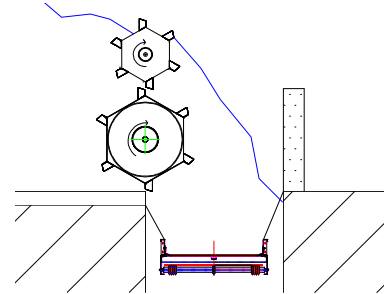
Les traverses et dents peuvent être adaptées au gisement.

Le type du mouvement du tambour peut être adapté au résultat souhaité : vitesse du convoyeur vers le tambour, hauteur de couche devant le tambour, vitesse de rotation, passage des produits par le haut ou par le bas.



Doseur à tambour doublé

Un double tambour horizontal peut être mis dans le cas de figure où la couche du stock tampon est tellement élevée qu'un seul tambour n'arrive pas à doser correctement le flux ni d'empêcher l'effet « avalanches » vers le convoyeur en aval.



Doseur à vis sans âme



Un convoyeur à vis peut être utilisé comme doseur vers une chambre de combustion ou vers un camion à remplir.

Ce type de convoyeur possède un dosage assez exact grâce à un convertisseur de fréquence avec lequel la vitesse de rotation peut se régler. Comme il n'y a que très peu de produits qui tombent à chaque rotation, une haute précision de dosage peut être obtenue.

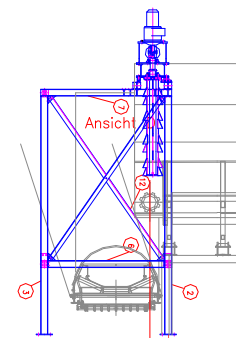
Ce type de dosage n'est pas adapté à des déchets non broyés ou à ceux d'une granulométrie importante.

Doseur à vis verticale

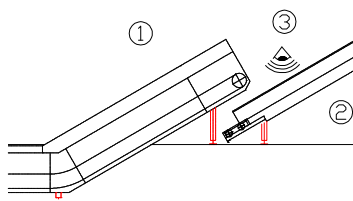
Une vis installée dans la jetée d'un convoyeur vers un deuxième peut doser le flux de façon satisfaisante.

Exemple : Le dessin ci-après à gauche montre la tête d'un convoyeur avec la vis montée dessus.

Le dessin à droite montre qu'elle est légèrement excentrée afin de prendre en compte le sens de rotation de la vis.



Doseur limiteur électrique



Une limitation de couche est également possible grâce à une reconnaissance optique.

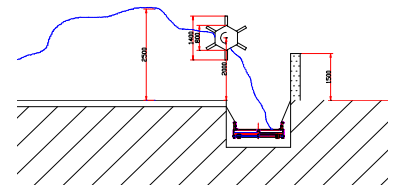
Nous utilisons des sondes ultrasons à cet effet. Ce type de sondes est capable de détecter la hauteur d'une couche de déchets sur un convoyeur.

En fonction de la hauteur mesurée, on peut demander au convoyeur en amont de ralentir ou d'accélérer.

Exemple : Un convoyeur à chaîne (dans dessin : n° 1) transmet les déchets à un deuxième convoyeur incliné (n°2). Une sonde ultrason, symbolisée par un œil (n° 3) mesure la hauteur de couche sur le convoyeur n° 2.

Doseur limiteur mécanique actif

Un petit tambour ou un petit convoyeur à tasseaux se trouvent au dessus de la couche et régularise cette couche en écrêtant dedans.



Doseur limiteur mécanique fixe

Sur un convoyeur se trouve :

- Une barre fixe réglable en hauteur ou
- Une série de masselottes suspendues à des chaînes réglables en hauteur



Durée de stockage autorisé de déchets

Un important décret publié au Journal officiel du 2 mars 2002 modifie l'arrêté du 9 septembre 1997 désormais « relatif aux installations de stockage de déchets ménagers et assimilés. »

Il établit notamment de nouvelles définitions :

A - Installation de stockage de déchets ménagers et assimilés : « installation d'élimination de déchets ménagers et assimilés par dépôt ou enfouissement sur ou dans la terre, y compris :

un site permanent (c'est-à-dire pour une durée supérieure à un an) utilisé pour stocker temporairement des déchets ménagers et assimilés, dans les cas :

. de stockage des déchets avant élimination pour une durée supérieure à un an, ou

. de stockage des déchets avant valorisation ou traitement pour une durée supérieure à trois ans en règle générale, à l'exclusion :

. du stockage dans des cavités naturelles ou artificielles dans le sous-sol ;

. des installations où les déchets sont déchargés afin de permettre leur préparation à un transport ultérieur en vue d'une valorisation, d'un traitement ou d'une élimination en un endroit différent. »

B - Installations nouvelles : une installation autorisée après le 2 mars 2002 ;

- installation existante : une installation autorisée avant le 2 mars 2002 et dont l'exploitation se poursuit à cette date ;

- installation interne : une installation exploitée par un producteur de déchets pour ses propres déchets, sur son site de production. »

C - Déchets ménagers et assimilés : déchets municipaux et déchets non dangereux ;

- déchets municipaux : déchets dont l'élimination au sens du titre IV du livre V du Code de l'environnement relève de la compétence des communes (art. L. 2224-13 et L. 2224-14 du Code général des collectivités territoriales) ;

- déchets non dangereux : tout déchet qui n'est pas défini comme dangereux par le décret en Conseil d'Etat pris en application de l'article L. 541-24 du Code de l'environnement;

- déchets inertes : les déchets qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Les déchets inertes ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune réaction physique ou chimique, ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas d'autres matières avec lesquelles ils entrent en contact, d'une manière susceptible d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine. La production totale de lixiviats et la teneur des déchets en polluants ainsi que l'écotoxicité des lixiviats doivent être négligeables et, en particulier, ne doivent pas porter atteinte à la qualité des eaux de surface et/ou des eaux souterraines;

- traitement : les processus physiques, thermiques, chimiques ou biologiques, y compris le tri, qui modifient les caractéristiques des déchets de manière à en réduire le volume ou le caractère dangereux, à en faciliter la manipulation ou à en favoriser la valorisation;

- lixiviat : tout liquide filtrant à travers les déchets stockés et s'écoulant de l'installation de stockage ou contenu dans celle-ci ;

- installation de stockage mono-déchets : une installation recevant exclusivement des déchets de même nature et issus d'une même activité. »

Le texte définit aussi les exclusions de son champ d'application, comme les stockages spécifiques de déchets inertes et redéfinit les obligations des exploitants des installations de stockage.

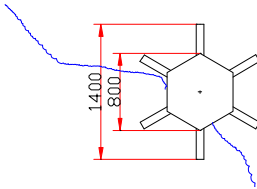
Dysfonctionnements quotidiens

- Les dysfonctionnements quotidiens d'un centre de tri sont liés au métier même :
- Les arrivages en déchets ne correspondent pas aux contrats respectifs.
 - Les machines sont mal dimensionnées ou n'intègrent pas de principes de fonctionnement cohérents avec les effets spécifiques aux déchets.
 - L'exploitation du centre est « artisanale » et non pas industrielle.

Ebouleur

Voir « doseur horizontal »

Ecrêtage et étalage



Une fonction des machines de préparation consiste à écrêter et à étaler le tas de déchets. Un tas de déchets possède souvent une adhésion des matériaux les uns aux autres. L'humidité, des sacs de poubelle, des encombrants et d'autres éléments peuvent renforcer cette structure interne. Les machines de dosage doivent, alors, détruire cette structure interne, c'est à dire écrêter dans le tas et étaler ses composants pour que les déchets n'arrivent pas en tas dans les machines de traitement.



Exemple – écrêtage d'emballages légers ou de JRM : Certains fabricants préconisent des palles partant des six points de son tambour. Ces palles possèdent une hauteur importante pour pénétrer dans le tas et en écrêter des parts. (voir dessin de principe)

Exemple – écrêtage à la sortie d'une alvéole sous cabine de tri : Un simple tambour d'écèlement de faible diamètre sert à écrêter les matériaux sortant de ces silos. (voir photo)

Effet : Abrasion et arrachement



Les déchets possèdent des fractions hautement abrasives.

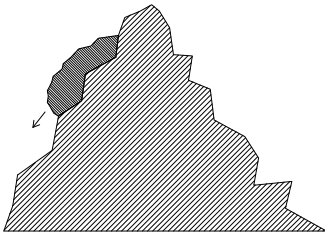
Le verre est un déchet dont la présence peut diminuer la longévité des machines. Des matériaux spécifiques de fabrication tels que le Hardox ou l'acier inoxydable s'imposent.

Les fines des ordures ménagères ou assimilées possèdent une abrasivité moyenne, mais peuvent diminuer la durée de vie des machines.

Le papier et ses fines sont abrasifs également. Dans la conception des machines, tout dépassement d'un passage de déchets est arraché.

Exemple : visserie dans un convoyeur ou une trémie. Toute visserie normale est arrachée par le passage de papier. Seule de la visserie protégée (vis à tête ronde : voir photo ci-contre) y résiste.

Effet : Avalanche



Les déchets tombent rarement de façon régulière ou en continu. Ils tombent plutôt de façon intempestive et imprévisible.

En fait, une couche de produits se décroche du tas et glisse sur le flanc du tas. Cela ressemble à une réelle avalanche. Même son origine (changement de l'équilibre des forces gravitaires et d'adhésion interne) est similaire à des couches de neige avant le déclenchement de l'avalanche.

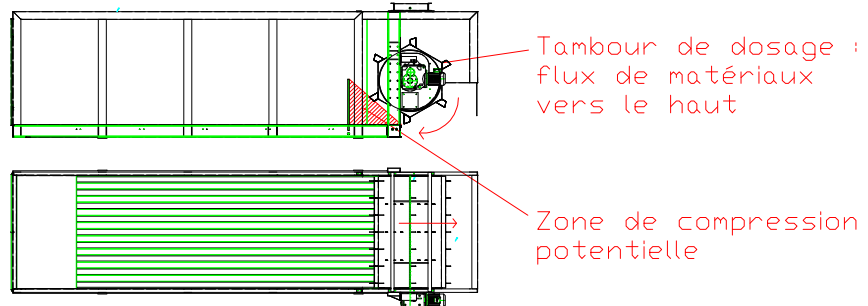


Effet : Compression et blocage

Les déchets peuvent facilement bloquer des machines. Comme les déchets possèdent des corps creux, leur capacité de se comprimer est assez élevée.

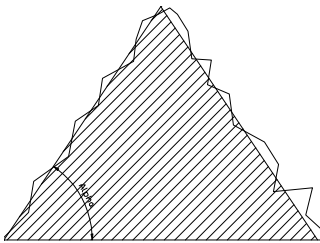
Mais une fois arrivés dans une zone de compression, les déchets ont tendance à se comprimer au maximum et d'entraîner au fur et à mesure un blocage de la machine concernée.

Une règle de conception de machine en est déduite : Evitez les zones de compression comme la réduction de section ou le passage forcé de déchets !



Exemple : Nous mettons en œuvre cette règle et proposons - pour ces trémies d'alimentation - la mise en place de tambours de dosage évitant toute compression par un tambour qui soulève les déchets. Ainsi, dans la zone de compression potentielle entre fond mouvant et tambour de dosage, tout blocage est exclus.

Effet : Cône naturel de chute



Tout matériau reprend une forme naturelle après une chute libre sur un sol plan et lisse.

La forme naturelle d'un tel tas est appelé le cône de chute.

En fait, il possède la forme d'un cône de pente différente.

Des valeurs suivantes correspondent approximativement aux cônes naturels :

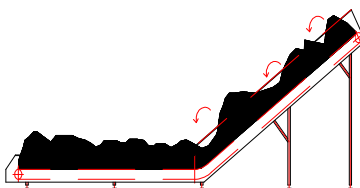
- OMB en sacs : $\alpha > 60^\circ$
- Papier / carton / J/M : $\alpha > 60^\circ$
- DICS : $\alpha =$ autour de 45°
- Bouteilles PET (en flux de mono-matériau) : $\alpha < 30^\circ$

Effet : Débordement

Une machine mal conçue dans les déchets provoque des débordements. Souvent, des obstacles internes (réduction du passage, limitation de la hauteur, espaces morts dans lesquels s'accumulent les déchets) sont à l'origine de bourrages, blocages et surdébits provoquant des débordements. Une alimentation inadaptée par le conducteur de l'engin peut également entraîner un débordement de la trémie.



Effet : Escargot



Sur un convoyeur incliné, on peut observer le phénomène suivant :

Un tas de déchets est amené sur le convoyeur jusqu'à une certaine hauteur de couche.

A partir de cette hauteur, le haut du tas retombe vers l'arrière.

Ce phénomène se répète en permanence. L'observateur a l'impression que le tas est retourné en continu vers l'arrière créant ainsi la courbe d'un escargot.

La hauteur à partir de laquelle ce phénomène s'installe dépend de plusieurs facteurs :

- Composition des déchets
- Densité des déchets
- Granulométrie des déchets, notamment présence de sacs poubelle ou des encombrants
- Traitement préalable des déchets
- Largeur du convoyeur
- Degré d'inclinaison du convoyeur

- Hauteur de tasseaux
- Vitesse d'avancement du convoyeur

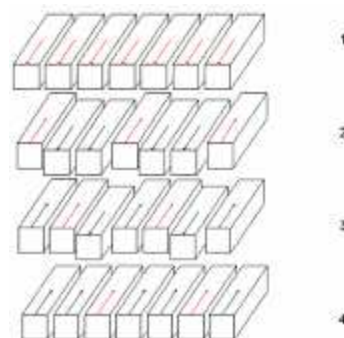
Cet effet est utilisé à réduire et à limiter la couche d'un convoyeur au moindre prix. Comme cet effet dépend des paramètres indiqués ci-dessus, un réglage de limitation de couche peut devenir complexe.

Effet : Mikado

Un tas de déchets possède des forces de structure de façon que l'opérateur puisse en sortir un élément sans que l'ensemble s'effondre.

Exemple : Dans le jeu d'enfant de « Mikado », cet effet est utilisé.

Le fond mouvant utilise le même effet : il fait avancer l'ensemble d'un tas sur ses planchers (mouvement n° 1). Après, il recule les plancher au dessous du tas les uns après les autres (mouvements n° 2 à 4), mais le tas ne s'en aperçoit pas et reste en place.



Effet : Langue de produits

Un tas de déchets peut suivre son propre cours sans tomber.

Les paramètres pour maîtriser les langues de produits sont :

- Largeur de jetée
- Hauteur de jetée
- Avancement des déchets vers jetée
- Vitesse d'avancement du convoyeur après la jetée



Exemple : Les tas de mélanges papiers – cartons sont connus pour leur capacité de créer des dépassements en porte à faux sans tomber. La photo montre une langue de produits au dessus d'un convoyeur en fosse menant le mélange cartons – papiers

vers la presse à balle. L'opérateur a poussé le tas vers la fosse, mais les matériaux ne sont pas tombés dans la fosse. Les tasseaux raclent par le bas sans faire tomber la langue de produits.

Effet : Montagnes et vallées

Des déchets créent naturellement des « Montagnes et vallées » sur un convoyeur à bande, ou autrement dit : une couche irrégulière de produits.

Les « montagnes » peuvent créer une surcharge ponctuelle et amener dans le pire des cas à un blocage de machine et ainsi à l'arrêt de la production.

Les « vallées » représentent un moment de débit sous-optimal. Les opérateurs et machines en aval ne travaillent pas de façon efficace.



Effet : Ressort

Les déchets possèdent une capacité de ressort plus que d'autres matériaux grâce à la présence de corps creux. Cela mène d'ailleurs souvent à l'effet « compression et blocage ».

Ce phénomène est bien connu dans les machines de conditionnement, comme le compacteur ou la presse à balle.


Pour les bouteilles PET, ce phénomène est accentué le plus. A la sortie d'une balle ou d'un tas compacté de bouteilles PET, cette unité conditionnée augmentera son volume grâce à la flexibilité des bouteilles PET.

Exemple :

Pour limiter ce phénomène, des presses à balle utilisent des perforateurs de bouteilles.

Des caissons de compaction de déchets possèdent des aides à la sortie des produits, car l'effet « ressort » empêche une sortie naturelle.

Effet : Salissure	<p>Dans les déchets, la notion « avec fines » ou « libérés de fines » à une grande importance.</p> <p>La salissure des machines dépend de cette notion. Des fines peuvent, effectivement, pénétrer à l'intérieur des machines et les dégrader.</p> <p>La maintenance des machines de dosage et de convoyage est souvent liée à cet effet néfaste.</p>
Effet : Toboggan	<p>Les différents déchets se comportent de façon très différente sur un toboggan.</p> <p>Des corps creux issus d'une collecte sélective peuvent rouler et descendre facilement sur une tôle dont la descente est inférieure à 45°. Des produits comme des corps plats ou des déchets humides (par exemple : en contact avec des déchets organiques) ne descendent pas un tel toboggan.</p> <p>Cet effet est à la base d'un séparateur balistique.</p>
Effet : Voûtage	<p>Les déchets peuvent s'appuyer sur deux parois verticales et créer une voûte complète entre les deux parois.</p> <p>Cet effet de voûtage est similaire à l'effet de la langue de produits.</p> <p>Afin d'éviter cet effet, il faut prendre en considération :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Largeur utile effective - Hauteur de couche - Granulométrie des déchets maximale <p><i>Exemple :</i></p> <p><i>Pour un fond mouvant qui stocke et convoie des tas de déchets, le ratio suivant est donné comme règle générale :</i></p> <div style="background-color: #cccccc; text-align: center; padding: 2px;">Largeur utile > Hauteur de couche</div>
Engin à godet	<p>Les engins automoteurs de manutentions (type chargeuse ou télescopique) utilisent un godet pour déplacer les déchets. Le volume du godet est déterminé en fonction de la capacité de l'engin (capacité de levage maximum) et des besoins de manutention de l'utilisateur. Le godet est fixé sur le devant de l'engin auquel peut être ajouté une griffe à ouverture et fermeture hydraulique afin de réduire les pertes au sol pendant le déplacement des déchets. Ce type d'engin est souvent utilisé dans les centres de tri de collecte sélective.</p>
Engin à grappin	<p>Les engins à grappin sont des pelles ou des grues de levage munies d'un grappin afin de déplacer les déchets. Le grappin est composé de plusieurs crochets s'ouvrant et se fermant par un système hydraulique. Le grappin permet de prendre une grande diversité de matériaux différents (composition, volume important...) pour une manutention dans un espace/volume de travail important. Ce type d'engin est souvent utilisé dans le centre de tri et de transfert des DIB.</p>
Engin à pelle	<p><i>Voir « engin à godet »</i></p>
Engin à pince	<p>Les engins à pince sont des pelles ou grues de moindre capacité avec une pince hydraulique en bout de bras permettant une manipulation plus précise des matériaux traités. Dans les centres de tri de DIB ces engins permettent de séparer/trier les tas par type de matériaux. Ces matériaux doivent cependant avoir une granulométrie importante.</p> <p>Ils sont également des chariots frontaux munis de pinces afin d'effectuer le stockage et le chargement des balles. Les engins chargeur et télescopique possèdent des pinces accessoires adaptables sur leur tablier permettant la manutention des balles également.</p>
Engin chargeur	<p>Engin automoteur de manutention utilisé pour déplacer et/ou pousser les déchets en stock en amont, en intermédiaire, et en aval. Cet engin possède de forte capacité de manutention en termes de poussée et de chargement de matériaux.</p>
Engin télescopique	<p>Engin automoteur de manutention qui possède un bras articulé de support de l'accessoire de manutention. Ce bras articulé possède une longueur de flèche maximale (longueur jusqu'à laquelle on peut déplacer l'accessoire de manutention).</p> <p>Cet engin est utile pour remonter les tas de stockage des déchets en hauteur. Il est de moindre capacité que l'engin chargeur et est souvent utilisé dans les centres de tri de collecte sélective.</p>

Enlèvement de cartons	Des grands cartons peuvent bloquer les machines ou bourrer les convoyeurs. Il est recommandé de les sortir tôt manuellement ou par un décartonneur.
Enlèvement de fils	Les balles tenues par des fils doivent en être libérées. Ce travail est souvent manuel, car des machines exécutant cette tâche à 100 % n'existent pas.
Enlèvement de fines	Les déchets contiennent une partie importante de fines (poussière, petits morceaux non valorisables etc.) Il est recommandé de les enlever tôt dans une chaîne de traitement, par exemple : par un crible rotatif ou à disques.
Ergonomie	L'ergonomie des postes de travail est l'adaptation des postes de travail à la physiologie humaine. Cette adaptation peuvent être des espaces physiques de travail (par exemple postes de contrôle, chaînes de production), des éléments de ces espaces (par ex. synoptiques, contrôles-commandes), des processus de gestion de la production, des interfaces professionnelles (on parle alors d'interface homme-machine) telles l'organisation du travail (rotation des horaires, organisation des services) et les modes de management.
Equipe de travail	Ensemble du personnel travaillant pendant la même tranche horaire sur le même lieu de travail à des postes différents.
Espace mort	<p>Un espace mort est un endroit qui n'a pas d'utilité. Souvent, des tôles de protection ou de guidage sont utilisées pour empêcher les déchets de s'y accumuler.</p> <p><u>Définition :</u> Espace mort = Volume disponible – Volume utilisé</p>
	
Fonction : convoyage	<p><u>Définition :</u> Convoyer des déchets veut dire de les amener du lieu A au lieu B.</p> <p><u>Cahier des charges :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Le convoyeur doit amener les produits du point A au point B. • Le convoyeur doit transporter le débit suivant : ... kg/h ou m³/h. • Le convoyeur ne doit pas bloquer ou connaître une usure prématurée, il doit supporter une granulométrie de ... mm de produits. • Le convoyeur ne doit pas déborder et rien perdre. Pour cela, une hauteur de couche de ... mm doit être garantie.
Fonction : déstockage de déchets	<p><u>Définition :</u> Le déstockage de déchets est l'enlèvement de déchets ou de matériaux en stock en amont, en intermédiaire et en aval du process de traitement. Le déstockage s'opère au niveau du stock amont afin d'étaler ou d'alimenter le process de tri pour une séparation par type de matériaux, au niveau du stock intermédiaire pour le conditionnement de ce matériaux et au niveau du stock aval pour le chargement de ces matériaux. Il peut être réalisé manuellement, au moyen d'un engin de manutention, ou au moyen d'équipement (fond mouvant, convoyeur). Le déstockage comprend les formes de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la mise en flux pour un traitement en continu ou • l'étalage d'un stock pour un traitement en campagne (process en discontinu). <p><u>Cahier des charges :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Quel est le traitement envisagé : continu ou discontinu ? • Quel est le volume de stockage nécessaire en fonction de la capacité du process ? • Quel est l'autonomie du système d'alimentation ? • Quel est la densité des différents flux ou des matériaux manipulés ? • Quel est le type de moyen de déstockage à utilisé en fonction des produits manipulés ? • Prévoir un moyen de déstockage adapté au volume de stockage ?

Fonction : dosage



Définition :

Doser des déchets veut dire les mettre en flux régulier pour traitement en aval. Les sous fonctions qui y sont liées sont l'aération, le mélange, le soulèvement, l'écrêtage, l'étagage et la singularisation.

Cahier des charges :

- Quel est le gisement à doser ? Son débit ? Sa granulométrie ? Ses caractéristiques ?
- Quel est le type de dosage à obtenir ? Un niveau de couche régulier ? Un nombre de matériaux singularisés par minute ?

Types de dosage :

Les types de dosage sont multiples. C'est difficile de les comparer ? Par exemple, ce qui peut être une bonne technologie pour des DIB en vrac peut s'avérer mauvais pour les DICS en sacs.

Doseurs :

- Dosage gravitaire
- Doseur à vis
- Doseur à tambour (un ou deux tambours)
- Doseur limiteur à convoyeur en contresens
- Doseur limiteur fixe

Exemples :

Les deux photos ci-contre montrent deux types de tambours.

En haut, il y a un tambour à couteau ouvert. Ce type de tambour arrive à écrêter et à aérer un tas de déchets. Chaque traverse à couteau ouvert ne prendra que très peu de produits. Ce principe se réalise pour des déchets broyés ou des déchets possédant une granulométrie réduite.

En bas, il y a un tambour à traverse avec « godet fermé ». Une 2^{ème} traverse est soudée sur la 1^{ère} ouvrant un angle de 120°. Ce type de tambour prend ou entraîne toujours un nombre de déchets spécifique. Ce principe est réalisé par exemple dans les DICS.

Fonction : mise en flux

Définition :

La mise en flux de déchets consiste à rendre un stock dynamique par l'intermédiaire d'engins, d'équipements (convoyeurs, ouvreurs de sacs, trémie doseuse...) dans le but de séparer les matériaux par catégorie pour être traité dans chaque filière de recyclage.

Cahier des charges :

- Quelle est la régularité de mise en flux demandée ?
- Quelles sont les dimensions et capacités des machines en aval ?

Fonction : stockage de déchets

Définition : Le stockage de déchets est l'entreposage de matériaux dans un endroit défini. Il inclut les sous-fonctions complexes :

- a) D'amener les produits dans un endroit,
- b) Les y entreposer,
- c) Et les ressortir de nouveau.

Cahier des charges :

- Comment se passera le chargement ?
- A quel endroit seront déposés les déchets ? Par terre ? En fosse ? En hauteur ?
- Quels sont les dimensions du stockage envisagé ? Hauteur, largeur, longueur ?
- Combien de temps les produits resteront-ils dans le lieu de stockage ?
- Comment sera organisé le déstockage ? A l'aide d'une chargeuse à godet ? Avec un convoyeur ? Par gravité ?

Fonction : traitement en continu

Définition :

Le traitement des déchets s'effectue sans interruption pendant la période de temps où les ressources nécessaires au traitement sont présentes.

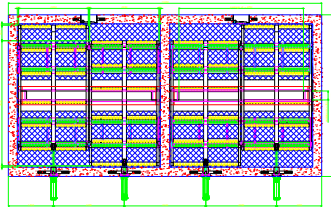
Fonction : traitement par lot / en campagne

Définition :

Le traitement par lot s'effectue en fonction du flux entrant traité (exemple : multimatériaux, corps plats, corps creux). Dans cette configuration, l'organisation de la production, des postes de travail et des alvéoles de stockages

intermédiaires, les réglages des machines peuvent être modifiés. Le processus de production et les ressources utilisés pourront être modifiés en fonction du lot traité.

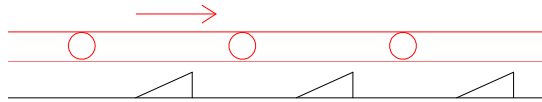
Fond d'échelle



Descriptif du principe :

Une partie mobile (rouge) passe au dessus d'une partie fixe.

La partie mobile ressemble à une échelle. Elle pousse les déchets un pas vers l'avant. Les déchets ne peuvent pas reculer, car les cales scellées dans la dalle béton (partie fixe noire) les empêchent de le faire.



Fond mouvant

Descriptif du principe :

Trois séries de lattes sont entraînées par un vérin hydraulique. Pour faire avancer le tas au dessus des lattes, les vérins marchent en même temps. Pour reculer dans la position d'origine, les vérins se retirent l'un après l'autre.

Un fond mouvant alternatif se compose de :

- Lattes en aluminium ou en acier (dessin ci-après avec lattes en profilés acier)
- Des étanchéités à contact (exemple : étanchéité à lèvres) ou sous forme de glissières ou des étanchéités à labyrinthe (sans contact entre deux lattes voisines)
- Un entraînement par trois vérins reliés à une centrale hydraulique

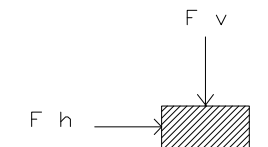


Fosse

Une fosse est un volume ou un espace en dessous du niveau du sol dans laquelle repose un équipement (convoyeur, fond mouvant ...) de stockage et/ou de convoyage du flux et des matériaux traités.

Cette fosse doit être grande afin de fournir des accès suffisants aux opérateurs de maintenance.

Friction



Entre deux matériaux, il y a frottement.

Cette friction peut être déterminée par un coefficient, si on connaît les matériaux et leurs caractéristiques.

Les déchets se composent de plusieurs matériaux, alors il est difficile de définir ce coefficient

Exemple : acier – plastique

Entre une surface lisse d'acier et une surface lisse en plastique, le coefficient de friction est de $< 0,1$.

C'est-à-dire pour faire avancer un poids de 1000 kg (force verticale F_v) en acier posé sur une surface plastique. Cette force horizontale nécessaire est :

$$F_h = \text{coefficient} \times F_v = 0,1 \times 1000 \text{ kg} = 100 \text{ kg}$$

(Ce frottement très faible est la raison pour laquelle les fabricants de fonds mouvants mettent des glissières en plastique au dessous de leurs lattes en acier ou en aluminium.)

Glissières



Dans des machines à mouvement linéaire, il y a souvent des glissières sur lesquelles reposent les parties mobiles. Ces glissières diminuent le frottement et guident le mouvement.

Exemple compacteur : Le bouclier de compactation a des glissières au dessous et sur les côtés. Ainsi, les produits à compacter qui crée une contre-pression ne dévie pas le bouclier de sa course prévue.

Exemple Fond mouvant (voir photo) : Les lattes possèdent des glissières latérales et au dessous guidant la course de chaque latte. Ainsi, des lattes voisines peuvent avancer et reculer sans se toucher.

Granulométrie



La granulométrie est la taille maximale d'un matériau singulier. Avec cette dimension maximale, les machines de traitement et les convoyeurs peuvent être choisis. Dans le domaine des déchets issus de la collecte sélective (DICS), les encombrants sont exclus par définition ou définis dans leurs dimensions maximales.

Exemple : Dans le domaine du bois broyé pour le chauffage ou le compostage, la norme autrichienne ÖNORM M 7133 est devenue l'orientation de la classification du bois broyé (voir tableau). Les indices G 30, 50, 100 donnent la classe granulométrique ; les indices W 20, 30, 35, 40, 50 donnent le taux de siccité.



Granulométrie après broyage

Similaire que le taux de criblage, un broyage crée une granulométrie avec un certain taux de réussite.

Exemple : Broyage primaire pour DIB

Un broyeur primaire peut « casser » la taille d'encombrants à 300 mm (de maille du crible au dessous du broyeur). Mais le broyeur n'empêche pas que des éléments plus longs que 300 mm tombent à travers les mailles. Ainsi, trois courbes de répartition réelle de granulométrie sont créées à la sortie d'un broyeur :

- 1. Fines créées (largement inférieures à la granulométrie souhaitée)*
- 2. Granulométrie souhaitée à l'aide du broyage*
- 3. Granulométrie trop grande (tolérée)*

Grenelle de l'Environnement : objectifs de valorisation des déchets

La valorisation des déchets est une des priorités du Grenelle de l'Environnement. Des objectifs ambitieux sont fixés :

- Déchets ménagers et assimilés : passer de 24% (référence 2004) à 35% à l'horizon 2012, et 45% en 2015 de valorisation matière (recyclage et valorisation organique), avec un objectif spécifique pour les déchets d'emballages ménagers - passer de 60% de recyclage (référence 2006) à 75% en 2012.
- Déchets des entreprises : passer à 75% orientés vers le recyclage en 2012 pour 68 % en 2006(hors BTP, IAA, agriculture et activités spécifiques).

Hauteur de stockage autorisée

La hauteur de stockage autorisée est donnée par

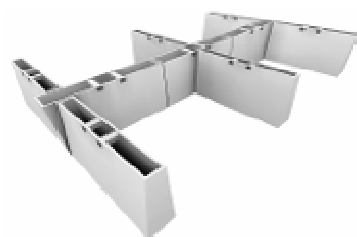
- les valeurs d'appui autorisé sur les parois,
- la hauteur autorisée selon l'analyse de risques d'incendie (potentiel inflammable),
- l'empilement des balles selon les instructions du fabricant de la presse à balles,
- d'autres paramètres réduisant la hauteur de stockage.

Limitation du lieu de stockage



Un lieu de stockage peut être créé et aménagé avec des moyens très différents :

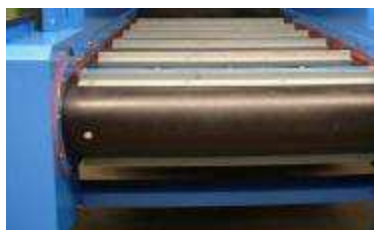
- Structure béton classique, coulée sur place : les contraintes liées à cette technique sont le manque de rigueur au niveau des dimensions définitives – la plupart de fosse, de quais de chargement et d'alvéoles sont fabriquées ainsi.
- Parois en tôle, type « conteneur ouvert » : Le prix de l'acier a augmenté et rend cette solution la plus chère de toutes. L'avantage consiste à obtenir un résultat dans la chaudronnerie avec une haute précision de dimensions, et de plus une solution transportable.
- Parois en bastinges : cette solution est simple de réalisation, mais limitée en robustesse. Les cloisons de séparation peuvent être établies par ce type de structure, mais limitées en hauteur et longueur dans le souci de résistance.
- Parois et structures mobiles en béton : Ce type de construction gagne du terrain, car la planification est simple et précise, et son coût prévisible.



Maintenance d'un convoyeur à bande (à rouleaux)

Moteur électrique	Tenir propre les ailettes de refroidissement et les fentes d'aération Entretien selon les instructions du fabricant
Bande	Faire attention aux dommages du tapis En cas de manque de centricité régler la bande à l'aide de la station de tension Contrôle de la tension de la bande
Rouleaux de retour	Eliminer les matières adhésives Rouleau à retour avec roues en Contrôle de fonctionnement sans acoups
Palier flasque / roulement	Graissage à la pompe à graisse
Station de tension	Eliminer les matières adhésives du tambour Contrôler la fixation des vis Graissage du palier Nettoyer les tiges filetées
Tambour d'entraînement	Eliminer les matières collées Vérifier la fixation des boulons Graissage du palier Contrôler l'usure de la garniture d'adhérence
Racleur	Contrôle de l'usure
Bavette caoutchouc	Les bavettes en caoutchouc entre le tapis et les rives sont à surveiller. En cas d'usure ou d'endommagement celles-ci sont à remplacer.

Maintenance d'un convoyeur à chaîne



Moteur électrique	Tenir propre les ailettes de refroidissement et les fentes d'aération Entretien selon les instructions du fabricant
Chaînes	Contrôle de l'usure Contrôle de la tension de la chaîne Utiliser le lubrifiant proposé par le fabricant
Guides de chaîne, latéralement	Contrôle de l'usure
Bande	Faire attention aux dommages au tapis Contrôle de la tension de la bande
Palier	Graissage à la pompe à graisse
Tiges filetées de tension	Contrôler la fixation des vis Nettoyer les tiges filetées
Réservoir d'huile centralisé	Compléter le niveau de réservoir d'huile selon l'intervalle donné par le fabricant Vérifier l'intervalle de graissage Contrôle de l'usure du pinceau et nettoyage



Maintenance d'un convoyeur à vis sans arbre



Moteur électrique et roulement :

- Vérifier ailettes
- Vérifier palier
- Graisser roulement

Spire :

- Nettoyer
- Vérifier usure des sections
- Vérifier flèche éventuelle

Fond d'auge :

- Vérifier l'usure du revêtement (« liner ») : contrôle visuel de distance entre spire et liner
- Changer régulièrement le revêtement après 20 à 30% d'usure de l'épaisseur initiale (NB : Pour boues de STEP, siccité 20% : changement tous les 3 ans environ) ; si le revêtement n'est pas changé à temps, la spire peut bouger dans l'auge et percer le fond en inox dans le pire des cas.

Maintenance d'un fond mouvant



Centrale hydraulique :

- vérifier niveau d'huile,
- vérifier étanchéité,
- contrôler filtres,
- contrôler flexibles.

Vérins hydrauliques :

- graisser fixation,
- contrôler s'il y a des endommagements,
- vérifier étanchéité.

Groupes de lattes :

- contrôler les fixations,
- vérifier les liens mécaniques,
- vérifier s'il y a des endommagements ou des coincements.

Maintenance d'un limiteur électrique

Sonde :

- Nettoyage régulier
- Réglage en hauteur en fonction du débit nominal
- Vérification avec valeur de consigne

Système électrique / logiciel :

- Vérification des contacts
- Vérification de fonctionnement
- Remise à zéro (si nécessaire)

Maintenance d'un limiteur mécanique

Barre / Masselottes :

- Vérification d'usure

Fonctionnement :

- Réglage de hauteur par rapport au débit nominal

Maintenance d'un tambour horizontal



Vérifier moto réducteurs :

- endommagements,
- niveau d'huile,
- tenue fixe,
- marche correcte selon le manuel du fabricant.

Tambour de dosage :

- graisser les roulements,
- vérifier s'il y a des endommagements,
- contrôler la rotation si elle est conforme,
- enlever les salissures.

Niveaux d'un centre de tri

Les centres de tri connaissent différents niveaux. Les plus connus sont les niveaux suivants :

1^{er} niveau : Installations à 3 ou 4 mètres de hauteur du sol permettant que les produits sortants tombent au 2^{ème} niveau. Des installations à ce niveau sont typiquement : une rampe de déchargement de camion, un crible, une cabine de tri, une alvéole en hauteur.

2^{ème} niveau : Installations à la hauteur d'un homme. Des installations typiques sont le stockage au sol des entrants, les alvéoles au dessous d'une cabine de tri, des presses et compacteurs.

3^{ème} niveau : Installations en fosse telles que les convoyeurs en fosse, les fosses d'entrants déstockées par grappin etc.

Le transport entre les niveaux est assuré dans la plupart des cas par les convoyeurs.

Nombre de gestes par minute

L'évaluation du nombre de gestes par minute permet de déterminer la productivité d'un opérateur de tri en comptabilisant le nombre de geste et en évaluant le poids moyen du produit trié.

Ouverture de balles



Fonction dans le procédé :

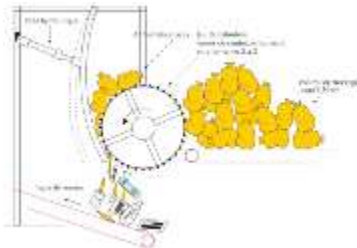
Une balle de papier, carton ou plastique issue d'une presse à balles peut être défaire par un ouvreur de balles. Il s'agit d'une machine qui écrête la balle sans déchiqueter ou broyer son contenu.

Descriptif du principe de la machine :

Ce type de machine est techniquement proche d'un ouvreur de sacs ou d'un tambour de dosage. Mais la tâche est différente. On peut positionner l'ouvre balles entre une trémie doseuse et un ouvre sacs.

Exemple : Le fabricant Matthiessen propose un ouvreur de balles qui utilise un nombre de couteaux sur le rotor qui soulève des parties de balles et qui les amène contre un peigne fixe. (voir photo) Ainsi, le fabricant assure le passage forcé et défini de déchets d'une granulométrie donnée entre rotor et peigne.

Ouverture de sacs



Il existe plusieurs moyens d'effectuer la collecte des déchets sélectifs

- soit en apport volontaire par conteneur de plusieurs m³
- soit en porte à porte par des conteneurs de 120 à 600 l ou
- soit par des sacs de collecte

Afin d'obtenir une mise en flux régulière et de faciliter le travail des pré-trieurs, il est nécessaire d'utiliser un ouvreur de sacs qui permettent une ouverture et un vidage maximal des déchets contenu dans le sac. Il doit également éviter malgré des éléments encombrants comme des grands cartons permettre l'alimentation du process sans arrêt.

Exemple : Eco-Emballages décrit le fonctionnement de l'ouvre sacs type BRT dans le manuel 2552 (Avril 2005) :

« - 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. »

Pesage



1^{er} pesage : Le pesage est une fonction importante à l'entrée d'un centre de tri ou de traitement de déchets. Cela se fait habituellement par un pont-basculant.

2^{ème} pesage : Des objectifs de l'exploitation peuvent être la raison pour faire un deuxième pesage sur la première machine de convoyage. Les pesons peuvent être intégrés dans une trémie, un ouvre sacs ou un convoyeur. A l'aide d'un pesage dynamique, on connaîtra en temps réel le débit de la chaîne de traitement. Cette deuxième pesée est très utile pour vérifier si un flux homogène et régulier dans l'alimentation du centre a été obtenu.

Poids et densité

La densité des déchets est déterminant dans le dimensionnement des machines de préparation de déchets, car la plupart de ces machines sont conçues par rapport à un débit volumique.

Uniquement, la transformation du débit volumique en débit massique (tonnage) permet de définir les performances qui intéressent l'exploitant.

Exemple : densités données de certaines fractions (en kg/m³) dans les DICS :

- Emballages légers : 50 à 100
- J/M : 200 à 300
- EMR : 80
- ELA : 60
- Bouteilles plastiques : 20
- Corps creux en acier : 100
- Corps creux en aluminium : 50
- Sacs plastiques : 20

Exemple : Un ouvre sacs est conçu pour ouvrir 100 m³/h.

S'il s'agit de J/M, ce débit volumique correspond à un tonnage de 20 à 30 t/h.

S'il s'agit de bouteilles plastiques, ce débit correspond à un tonnage de 2 t/h.

Porte d'alvéole



Une porte d'alvéole ou de silo sert à étancher la sortie de matériaux vers le process en aval.

*Exemple : Alvéole sous cabine
Portes fermant vers convoyeur en fosse menant à la presse à balle*



Poste

Voir « équipe »

Préparation des déchets

Les déchets sont préparés avant d'être introduits dans le procédé de traitement ou de tri.

Les tâches principales sont le stockage, le convoyage et le dosage.

Les tâches associées et complémentaires sont les suivantes :

- Broyage
- Ecrêtage et étalage
- Déstockage
- Pesage
- Pré-tri
- Ouverture de balles
- Ouverture des sacs
- Récupération des fines

Il dépend du gisement et ses spécificités dans quel ordre et dans quelle mesure ces tâches sont accomplies.

Prescriptions Techniques Minimales (PTM)

Les Prescriptions Techniques Minimales sont les spécifications auxquelles doivent répondre les matériaux à l'issue du tri pour pouvoir être introduits dans les filières industrielles (qui appliquent la garantie de reprise).

Presse à balles

Equipement permettant la compaction des matériaux ayant une faible densité type cartons, plastique etc.

On obtient par cette compaction une balle tenu par des liens en acier ou en plastique. La densité atteinte sera fonction du matériau et de la capacité de la presse.

Exemple : pressage de DICS et matériaux fibreux (convoyeurs d'alimentation de presse).



Pré-tri au sol

Un pré-tri au sol sert à sortir des éléments qui ne sont pas conformes au gisement de déchets prévu. Ce sont des encombrants, des grands cartons, des déchets spécifiques ou dangereux (bidons pleins). Comme ce pré-tri doit se faire dans un espace ouvert à circulation mixte, un pré-tri à la main ne semble pas conforme aux recommandations des experts. Un pré-tri mécanisé par engins à godet ou à grappin semble intéressant.



Exemple : La photo montre un petit grappin placé au sol entre des tas de DIB bennés.

Pré-tri en cabine



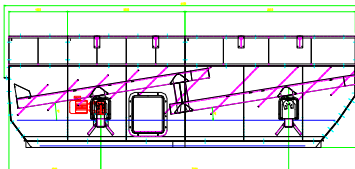
Dans la plupart des centres de tri de DICS, la question du pré-tri est primordiale.

Un pré-tri en cabine possède les avantages suivants :

- Tri manuel avec les meilleures conditions de travail.
- Protection des machines en aval : ouvreur de sacs, séparateur balistique ou cribles à disque.
- Réduction des dimensions de convoyeurs à la taille des déchets après enlèvement des encombrants.



Pré-tri par crible à disques ou séparateur balistique



La fonction de cet équipement est de cribler par granulométrie et de séparer le flux principal en plusieurs fractions afin d'améliorer les performances de tri. Un crible à disques ou séparateur balistique possède une maille qui permet de séparer les éléments passant dans la maille du reste.

Exemple : décartonneur

La maille permettra de séparer les cartons volumineux du reste du flux. Avec une maille moins importante, la séparation se fera comme pour un trommel.

Exemple : séparation corps creux et corps plats

L'inclinaison du crible est utilisé pour séparer les plats (qui montent) et les creux (qui retombent).

Exemple : crible de fines

Pour enlever les fines, un crible à disques ou un séparateur balistique peut être utilisé en moment temps que le type de séparation décrite ci-avant.



Pré-tri par trommel de criblage ou table vibrante

Le trommel de criblage ou crible rotatif est utilisé dans des différentes applications pour la préparation de déchets. Il est peu recommandé pour le dosage, l'ouverture de sacs ou de balles. Il est très performant dans le domaine du criblage granulométrique.

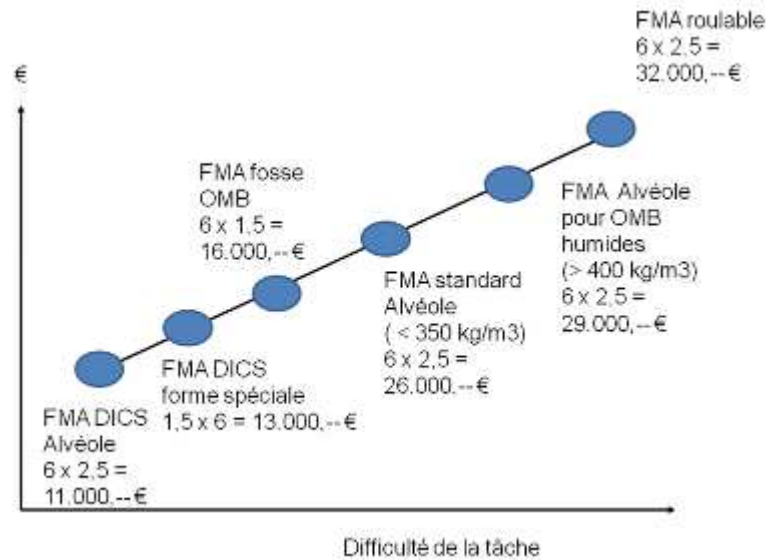


Exemples : Son champ d'application est l'enlèvement des fines ou tri granulométrique entre des fractions choisies (« moyenne fraction », « fraction des encombrants »).

Prix de différents types de fonds mouvants

Des prix de fonds mouvants varient selon la difficulté de la tâche associée à leur fonction.

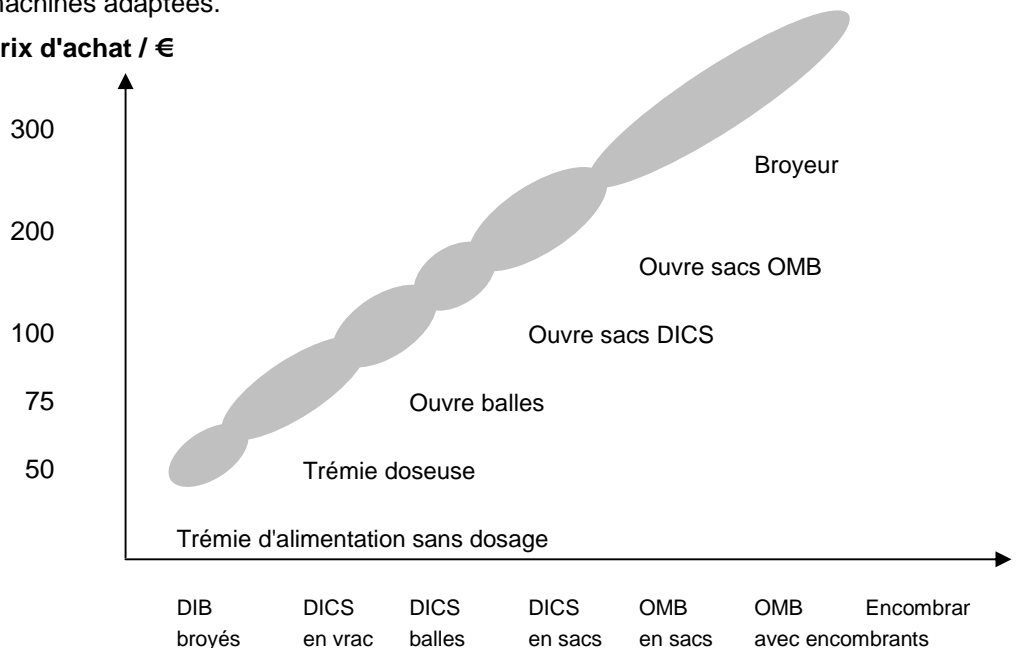
Exemple : prix départ usine du fabricant Matthiessen Engineering (Novembre 2009)



Prix du dosage : différents types de machines

La préparation des déchets et leur dosage peuvent se faire avec différentes machines adaptées.

Prix d'achat / €



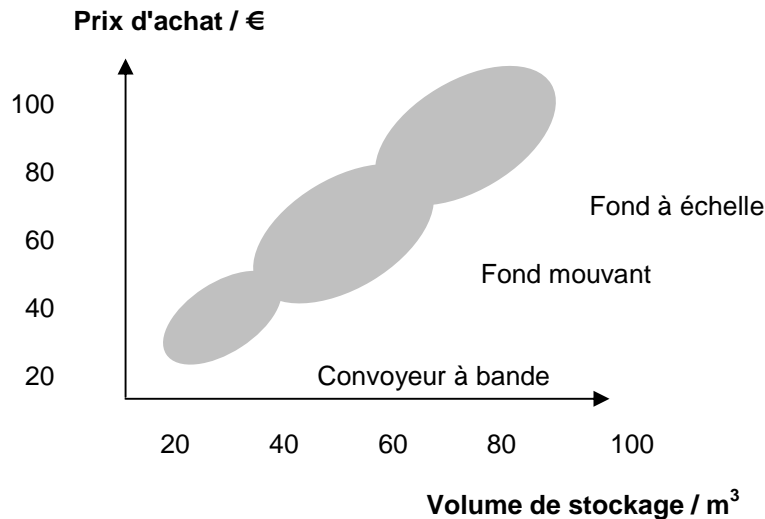
Prix du stockage : différents types de machines

Les zones de stockage dans un hall existant peuvent être motorisées pour améliorer le déstockage. Cela se fait par convoyeur à bande, convoyeur à chaîne, fond mouvant ou fond à échelle. Pour des raisons de rentabilité, on peut observer :

Trémies ou alvéoles à convoyeur à bande sont très rentables pour des petits stocks jusqu'à 30 m³.

Les lieux de stockage à fond mouvant peuvent être roulables (on roule avec des engins sur le fond mouvant). Ces stocks sont très rentables s'il l'exploitant est obligé de stocker entre 30 et 100 m³ en vrac ou en sacs.

Les fonds à échelle sont bien connus dans le monde de papeteries ou autres industries avec des produits en vrac. Ces applications sont rentables à partir de 50 m³.



Procédé en continu

Voir « traitement en continu ».

Procédé en discontinu

Voir « traitement en campagne ».

Pureté des entrants

Comme tout procédé industriel, le tri de déchets est soumis à la qualité de ses matières premières (ici : nos déchets). Si ces matières possèdent un taux d'impureté important, le tri sera plus difficile.

C'est la raison pour laquelle des caractérisations sont réalisées.

Pureté des fractions sortantes

Voir « taux de pureté »

Quai

Le déchargement à quai est avantageux si le déchargement gravitaire permet

- une mise en stock (stockage intermédiaire dans une semi remorque à fond mouvant),
- un conditionnement (par exemple : compactage) ou
- une mise en flux automatique (trémie d'alimentation sous le quai).

Qualité de dosage



La qualité de dosage sera d'autant plus importante que le système d'alimentation du process sera simple. En effet, avec un convoyeur comme système d'alimentation, nous aurons très facilement un effet de « montagne et vallée », entraînant une variation de couche de produits aux différentes étapes de tri.

A contrario, avec un équipement de mise en flux automatique type ouvreur de sacs ou bien trémie doseuse, la qualité de dosage sera importante mais dans une moindre mesure car c'est dans la fonction de l'équipement d'assurer une alimentation régulière.

La qualité de dosage sera plus indispensable dans l'optique d'éviter les effets de débordement au niveau de l'alimentation en amont ou bien au niveau de la mise en flux pour le conditionnement des matériaux.

Rampe

Voir « quai »

Récupération des fines	<p>La récupération des fines représente une tâche importante dans le cadre de la préparation des déchets en amont d'une chaîne de tri de déchets pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Améliorer les conditions de tri manuel et automatique et - Diminuer la salissure et l'usure sur les machines en aval. <p>Les fines peuvent être récupérées par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Des racleurs en tête d'un convoyeur : les fines à un endroit spécifique, - Des tôles de récupération de fines au dessous du convoyeur : les fines tombent à la fin d'une glissade dans un bac, - Au dessous d'un FMA : les FMA ne sont pas étanches, et ainsi les fines passent partiellement à travers les lattes, - Au dessous du crible à disques ou au dessous du séparateur balistique : les fines sont récupérées au dessous de la machine.
Règle de conception : « Non-compression »	<p>Une règle de conception pour toute machine dans les déchets est l'exclusion de toute zone de compression.</p> <p style="text-align: center;">Si un déchet peut se comprimer, il le fera.</p> <p>Les réductions de section, les goulots d'étranglement, les mouvements d'une machine vers une deuxième machine et les passages forcés mènent vers l'arrêt total de la machine concerné.</p>
Règle de conception : « Conformité des déchets »	<p>Une règle de conception pour toute machine dans les déchets est la définition exacte du gisement. Les déchets peuvent provoquer des incidents sur des machines.</p> <p style="text-align: center;">Si les caractéristiques des déchets changent, les performances de la machine concernée doivent changer.</p> <p>Les paramètres des déchets ayant un impact important sur la performance des machines :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conditionnement - Densité - Granulométrie - Répartition corps creux – corps plats - Présence de fines - Présence d'humidité - Présence de produits enroulables
Règle d'exploitation : « enroulements »	<p>La règle d'exploitation pour les déchets possédant des produits enroulables est simple :</p> <p style="text-align: center;">Si on peut avoir des enroulements, il y en aura.</p> <p>Une machine à mouvement rotatif connaîtra des enroulements.</p> <p>Les enroulements peuvent être atténués de façon suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Racleurs latéraux - Racleurs frontaux - Mouvements relatifs des parties de la machines - Retournements du sens de rotation périodiques - Géométrie générale de la machine, par exemple tambour hexagonal au lieu d'un tambour rond
Rendement de pré-tri manuel	<p>C'est la quantité de matériaux prélevés par les opérateurs au pré-tri. Matériaux qui sont souvent les grands cartons, les refus et les films plastiques etc.</p> <p>C'est également le tri au sol au niveau du stock amont des encombrants (grand cartons et refus ne pouvant passer par les équipements sans occasionner des dysfonctionnements dans la production). Ce type de tri est dangereux car il s'effectue dans la zone de stockage, zone ayant une importante quantité de mouvements d'engins et de camion. Les risques de choc et d'écrasement sont donc élevés dans cette phase de production.</p>
Rendement de pré-tri par engin	<p>Un pré-tri motorisé évite le contact des opérateurs avec produits nuisibles et se propose surtout dans les DIB.</p> <p><i>Exemple : Un grappin prend des grands éléments de refus ou des mono-matériaux (cartons) pour les mettre à part (en benne).</i></p>

Ressources humaines

Le personnel sous toutes ses formes doit être intégré dans l'analyse du fonctionnement d'un centre de tri :

- Temps de travail et de repos
- Capacités des sens et du corps humain, y compris : l'œil humain, l'ouïe, les gestes de tri
- Qualifications et habilitations
- Disponibilité
- Maladie
- Vacances
- Maladies de la profession, par exemple : troubles musculo-squelettiques

Ressources techniques

Les ressources techniques dans un centre de tri sont

- les différents équipements qui sont utilisés pour préparer les produits au tri, au conditionnement et au chargement, et
- les ressources pour installer, exploiter, entretenir et réparer ces équipements.

Ce sont des équipements

- d'alimentation (ouvreurs de sacs, fond mouvant, trémie avec convoyeur etc.), des équipements d'affinages, de criblages et de séparations des produits (trommel, cribles à étoiles, à disques ou balistiques etc.),
- de tri mécanique, pneumatique, magnétique, électrique ou optique (tri aéraulique, overband, courant de Foucault, machines de tri optique des plastiques ou corps plats etc.),
- de convoyage pour transporter les déchets (convoyeur à bande, à chaînes, à tablier, les fonds mouvants etc.) et
- de conditionnement (presses à paquets et à balles, compacteurs de refus etc.). Les engins de manutentions sont également des ressources techniques.

Il existe, en général, une interdépendance entre les différents équipements techniques en termes de performances et de capacités prévues.

Les équipements techniques doivent être décrits comme une réalisation d'un cahier de charges :

- Fonction principale cherchée : La machine, à quoi sert-elle ?
- Fonctions secondaires : Quels effets sont souhaités ou à éviter ?
- Performances : Quelles sont les performances quantitatives (par heure, par jour, par an, pour un débit en t/h et en m³/h) ?
- Utilisation en ressources employées pour l'installation, l'exploitation, l'entretien et la maintenance : puissance installée et réellement consommée, surface nécessaire d'installation, nécessité d'alimenter la machine avec un engin à godet, besoin en air comprimé, maintenance préventive etc.

Risque d'écrasement

Ce risque est élevé dans les centres de tri car très souvent les voies de circulation des engins et camions croisent celles des personnes à pied. Ce risque augmente lorsque le tri s'effectue au sol dans les zones de déchargement.

Risque d'électrocution

Les Principales causes des accidents électriques sont :

- mauvais état des isolants : dégât mécanique, désagrégation ou usure ;
- modifications sans contrôle : modification ou extension d'une installation électrique par une personne non compétente ;
- recherche du prix le plus bas sans souci de conformité : le choix d'un prix compétitif se fait parfois au détriment de la qualité ;
- non-respect des distances de garde par rapport aux ouvrages électriques ;
- inadaptation aux usages : il faut surtout éviter d'utiliser une installation pour une destination non prévue à l'origine.

L'électrisation peut se produire par contact direct (avec une partie active) ou indirect (avec une masse mise accidentellement sous tension). Le courant ne passe que si le circuit est fermé c'est-à-dire s'il y a deux points de contact avec des pièces sous tension.

Les principales causes d'incendies d'origine électrique sont :

L'échauffement des câbles dû à une surcharge ;

Le court-circuit entraînant un arc électrique ;

Un défaut d'isolement conduisant à une circulation anormale du courant entre récepteurs et masse ou entre récepteur et terre ;

Des contacts défectueux (de type connexion mal serrée ou oxydée) entraînant

une résistance anormale et un échauffement ;
La foudre ;
Une décharge électrostatique.

Certains facteurs peuvent aggraver les échauffements :

Une ventilation insuffisante,
L'accumulation de poussière ou de dépôts de graisse,
Le stockage de matériaux inflammables à proximité d'installations électriques,
L'empilage des câbles empêchant l'évacuation de la chaleur,
Le maintien en fonctionnements d'appareils ayant subi des courts-circuits.

Risque d'incendie

L'incendie est une combustion qui se développe sans contrôle dans le temps ni dans l'espace. La combustion est une réaction chimique d'oxydation d'un combustible par un comburant, nécessitant une source d'énergie pour être initiée. Pour que « ça brûle », il faut donc du combustible, du comburant et une source d'énergie. C'est ce que l'on appelle le « triangle du feu » :

Présence d'un comburant :

- en général l'oxygène de l'air

Présence d'un combustible :

- matière capable de se consumer : bois, plastique, caoutchouc, poussières explosives, produits toxiques et chimique,

Présence d'une source d'énergie :

- nécessaire au démarrage de la réaction chimique de combustion : source **thermique** (cigarettes, appareils de chauffage, flammes nues, travaux par point chaud, ...), **mécanique** (étincelles, échauffement, ...), **électrique** (étincelles, échauffement...), **chimique** (réactions exothermiques, auto échauffement, emballement de réaction...) et **bactériologique** (la fermentation bactérienne peut échauffer le milieu et le placer dans des conditions d'amorçages d'un auto échauffement)

Risque de choc

Voir « *risque d'écrasement* »

Risque de chute

Le risque de chute est présent à tout les niveaux : d'une passerelle, d'un engin, lors d'une intervention de maintenance en hauteur, ou bien en marchant sur un des nombreux éléments recouvrant le sol qui peut également être parfois très glissant (par des produits gras, d'huile hydraulique, d'huile moteur etc.).

Risque de coincement

Le risque de coincement peut arriver lors d'ouverture et de fermeture de porte d'alvéoles, de presse, d'engins, etc.

Sécurité dans un centre de tri DICS

L'INRS présente - dans son manuel ED 914 - les préconisations spécifiques à la conception des centres de tri des déchets ménagers issus de la collecte sélective, qu'il s'agisse de la création d'un centre ou de son réaménagement.

Il complète les préconisations générales relatives à la conception des lieux de travail.

L'ensemble des personnes concernées par le projet doit être impliqué dès le début de la conception du centre de tri dans la démarche générale de prévention des risques professionnels : les donneurs d'ordre (collectivités locales), les maîtres d'ouvrage, les concepteurs, le coordinateur de sécurité et protection de la santé, les constructeurs, les utilisateurs, etc.

Téléchargement par le lien :

http://www.inrs.fr/hm/conception_centres_tri_dechets_dechets_menagers.html

Sécurité dans un centre de tri DIB

La brochure INRS n° ED 948 présente les préconisations spécifiques en matière de santé, de sécurité et de conditions de travail pour les personnels des centres de tri des déchets industriels banals (DIB) et des déchets de chantiers.

Ce document complète les préconisations générales, faisant l'objet de la brochure ED 950, relatives à la conception des lieux et situations de travail.

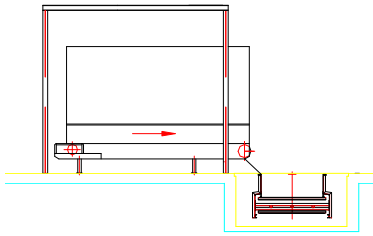
Ces préconisations sont applicables pour des projets de création ou de réaménagement de centres de tri DIB. Elles peuvent également être utiles pour une évaluation des risques professionnels dans un centre de tri existant.

Cet outil de travail vise à impliquer l'ensemble des personnes et organismes concernés par le projet (donneurs d'ordre, maîtres d'ouvrage, concepteurs, coordonnateurs...) pour intégrer, le plus en amont possible dans le déroulement du projet, une démarche de prévention des risques professionnels.

Téléchargement par le lien :

http://www.inrs.fr/hm/conception_centres_tri_dechets_industriels_banals.html

Silo à convoyeur à bande



Le silo à convoyeur à bande est un petit silo dont la largeur est limitée à environ 2 m. La longueur peut varier ; la hauteur de couche est limitée à 3 m environ pour des raisons de l'effort exercé sur la bande. Ce type convient parfaitement pour des emballages légers jusqu'à un volume de 30 m³.

Au delà de ces dimensions, d'autres types de silo deviennent intéressants, notamment celui équipé d'un fond mouvant.



Silo à convoyeur à vis



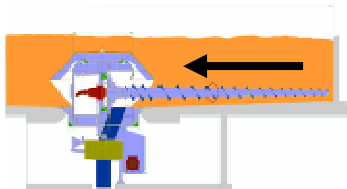
Des silos à vis se trouvent dans les déchets humides ou broyés. Ils sont largement utilisés dans les boues.

Le chargement se fait par godet, camion ou par tuyau sur le côté de chargement.

Le convoyage se fait par le bas.

Le fond d'un tel silo est constitué de vis qui amène les déchets vers un côté (dans la direction de la flèche dans la photo).

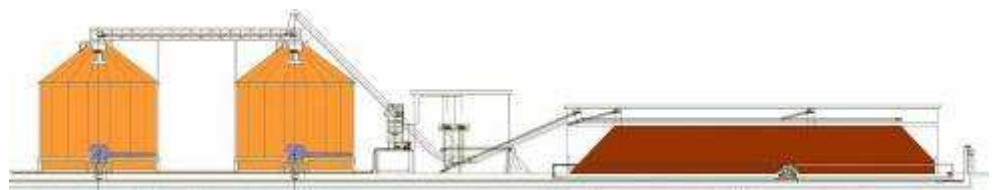
Silo à convoyeur rotatif



Le silo à convoyeur rotatif est un silo rond. Il est utilisé dans les matériaux en vrac, les boues, les matières sableuses.

Le chargement est fait par le haut.

Le convoyage se fait de l'extérieur vers l'intérieur par une vis (voir flèche dans le dessin). Dans le centre du silo, les matériaux peuvent descendre vers la sortie.



Silo à fond d'échelle

Un silo à fond d'échelle est un silo de grande taille, car ce type de silo n'est rentable qu'à partir de 50 m³ minimum.

Le chargement se fait par un déchargement du haut.

Le convoyage est fait à l'aide de l'échelle

- vers un côté ou
- vers le milieu d'une installation : 2 fonds d'échelle l'un en face de l'autre.

Silo à fond mouvant

Un silo à fond mouvant se présente sous la forme d'un conteneur ouvert.

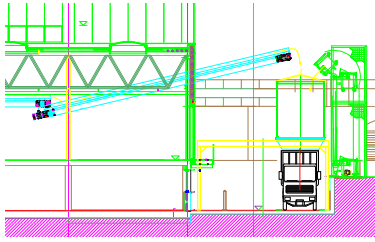
Son fond est comme dit son nom constitué de lattes.

En amont d'un centre de tri son chargement se fait par le haut à l'aide d'un godet ou d'un grappin. Au dessous d'une cabine de tri, les déchets triés sont versés directement par des goulottes dans le silo.

Ces lattes sortent les déchets vers le côté ouvert du conteneur (ou vers le tambour de dosage : voir dans la photo, les « ébouleurs » à la sortie d'un tel silo).



Silo en hauteur



Ce type de silo sert à faciliter un départ automatisé des camions.

Le chargement peut se faire par convoyeur ou par lève conteneur (voir dessin).

Les déchets valorisables partent par camion. Par un système de pesage ou par contrôle visuel, le conducteur du camion peut s'assurer d'avoir rempli le tonnage maximal de chargement de son camion.



Silo gravitaire

Les silos gravitaires existent dans différentes industries (sable, ciment, céréales etc.), mais uniquement pour certaines applications dans le monde de déchets. Ils sont utilisés pour des mono-matériaux de corps creux (bouteilles PET ou PEHD). D'autres déchets ne tombent pas facilement et ne peuvent pas être déstockés par effet gravitaire.



Singulariser

Pour certains déchets, il ne suffit pas de les doser, il faut les singulariser afin d'éviter de blocage de chaîne. Autrement, il faut les mettre l'un après l'autre. Cela peut être le cas de grands cartons ou de pneus à recycler.

Stock tampon



Un stock tampon en amont d'un centre de traitement de déchets doit être calculé par rapport aux contraintes de l'exploitation.

Exemple – arrivages : Le centre de tri du syndicat intercommunal de traitement de déchets peut accepter un débit de 5 t/h. Les B.O.M. arrivent d'un seul coup à la fin de leurs services, c'est-à-dire toutes entre 11 heures et midi. Le syndicat possède six bennes. Le chargement moyen d'une B.O.M. est de 5 t/h. C'est-à-dire à midi on recevra la totalité de 30 t/h. Pour lisser cet arrivage massif dans le temps, il faudra un stock tampon de 25 t. Cela donne avec une densité moyenne de 200 kg/m³ un volume nécessaire de 125 m³.

Exemple – travail du week-end : Le centre de tri de DIB d'une société est fait de façon qu'on puisse travailler 7 jours sur 7. A la fin des arrivages vendredi après-midi, il faut s'assurer que le stock tampon pour le week-end a été bien créé. Par exemple, un débit de 8 t/h peut être traité, on travaille en deux équipes de 7 heures. C'est-à-dire 8 t/h x 2 x 7 h x 2 jours = 306 t par week-end. Avec une densité de 300 kg/m³, cela donne environ 1000 m³ à stocker en tampon.

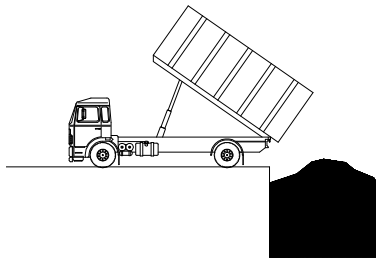
Stockage dynamique

Un stockage dynamique est un endroit où le lieu de stockage est intégré dans le flux par motorisation.

Exemple – arrivage : Le centre de tri souhaite que les BAOM bennent directement sur un stock qui alimente la chaîne de façon automatique.



Surface de stockage



Eco-Emballages propose le calcul suivant :

$$S = A \times \text{Coeff} \times T / H / d$$

S = Surface nécessaire du stockage en amont d'un centre de tri
 A = Arrivage annuel ; Coeff = coefficient de sécurité
 T = Temps annuel pour lequel le stock est conçu
 H = Hauteur de stockage ; d = densité des déchets stockés

Exemple :

S = Surface nécessaire du stockage en amont d'un centre de tri
 A = 10 000 t/an ; Coeff = 30 % = 1,3
 T = une semaine (5 jours travaillés) = 52^{ème} d'une année = 1/52
 H = Hauteur de stockage = 2,5 m
 d = densité des déchets stockés = 100 kg/m³ = 0,1 t/m³
 $S = 10\,000 \text{ t/an} \times 1,3 / 52 \text{ an} / 2,5 \text{ m} / 0,1 \text{ t/m}^3 = 1\,000 \text{ m}^2$

Table vibrante

Une table vibrante est un crible horizontal.

Tambour d'écrêtage

Voir « écrêtage et étalage »

Tambour de dosage

Voir « fonction : dosage »

Taux d'étalage de balles

Le calcul d'une ouverture de balle correspond à l'observation d'un flux dosé.
 Une balle complètement étalée est définie par un taux d'étalage de 100 %.
 Une balle non étalée est définie à 0 % d'étalage.

Exemple :

Débit = Largeur utile x Hauteur de couche x Vitesse du convoyeur
 $D = 1 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} \times 1 \text{ m/sec} = 0,1 \text{ m}^3 / \text{sec}$
 Débit d'une balle non étalée (à 0 %) = $1 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 1 \text{ m/sec} = 1,5 \text{ m}^3 / \text{sec}$
 Ce sur-débit mène à un débordement du convoyeur en question.
 Une balle étalée à 100 % correspond au débit nominal = $0,1 \text{ m}^3 / \text{sec}$.

Taux d'ouverture de sacs



Le calcul du taux d'ouverture et de vidage de sacs peut se faire de la manière suivante :

Arrivage	N° ...
<u>Détermination du débit</u>	
A) Tonnage total	... kg
B) Temps de passage à travers l'ouvre sac	... min
C) Débit = A / B	... t/h
<u>Détermination du nombre de sacs</u>	
Echantillon n° a :	... kg/sac
Echantillon n° b :	... kg/sac
Echantillon n° c :	... kg/sac
Echantillon n° d :	... kg/sac
Echantillon n° e :	... kg/sac
D) Moyenne du poids par sac = (a + b + c + d + e) / 5	... kg/sac
E) Nombre de sacs = D / A	... sacs au total
<u>Détermination du pourcentage des sacs ouverts</u>	
F) nb de sacs non ouverts comptés en réalité	... sacs non ouverts
G) pourcentage des sacs ouverts = (E - F) / E	... %
<u>Détermination du pourcentage des sacs vidés</u>	
H) nb de sacs non vidés comptés en réalité	... sacs non vidés
I) pourcentage des sacs vidés = (E - H) / E	... %

Taux de captation

Le tri mécanisé de déchets est soumis au taux de captation (ou taux de captage).
 Pour des raisons de reconnaissance optique ou autres, un taux de captation de 100% est rarement obtenu.

Exemple : Tri optique

Le taux de captation de plastiques dans une application industrielle est supérieur à 90 %. Le taux de captation des infusibles (céramique, pierre etc.) dans un flux de verre broyé est supérieur à 99 %. Dans les fibreux (papier, cartonnettes et similaires), le taux de captation est inférieur à 75 % pour des débits industriels.

Taux de criblage

Le criblage sépare deux fractions de différente taille (tri granulométrique).



Exemple : Trommel de criblage (crible rotatif)

Pour des fines, une maille de 80 mm permet l'enlèvement de poussières et tous petits objets (non triables).

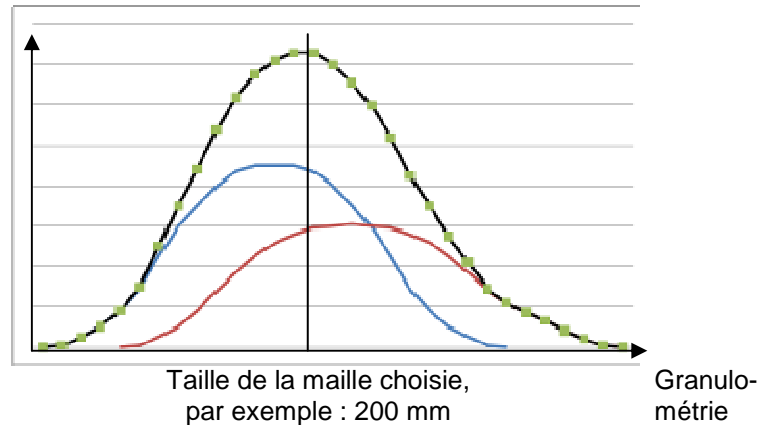
Ensuite, une maille de 200 mm permet que les sans objets de taille moyenne tombent à travers ces mailles. Les gros objets passent sur les mailles sans tomber.

Mais ce criblage ne se fait pas de façon claire. (L'ensemble des matériaux est représenté par la courbe noire.)

Certains matériaux plus petits que la maille ne tombent pas dedans. (courbe bleue)

Certains matériaux plus grands que les mailles sont pliés ou compactés de façon qu'ils tombent à travers les mailles. (courbe rouge)

Nombre d'objets



Taux de pureté

Le taux de pureté d'un matériau représente la part de produits acceptés par le recycleur.

Par exemple, la filière JRM 1.11 demande à ce que le produit qui lui est livré doit comprendre un minimum de 97% de JRM.

A contrario, les PTM de reprise des matériaux imposent un taux d'impureté quasiment maximale, c'est-à-dire > 98 %.

Taux de séparation ou taux de tri

Le tri manuel ou mécanisé de déchets est soumis au taux de séparation ou de tri. Pour des machines, on parle également d'un taux de captation (ou taux de captage). Pour des raisons liées au tri manuel, un taux de captation de 100 % est possible.

Exemple : Pré-tri manuel

Dans une cabine de pré-tri, on sort

- les grands cartons (alvéole n°1),
 - les refus, les encombrants et sacs fermés (alvéole n°2)
- d'un flux de collecte sélective.*

Cela est nécessaire pour optimiser et stabiliser le tri manuel et mécanisé en aval des fractions de DICS.

Taux de vidage de sacs

Voir tableau ci-avant sous « taux d'ouverture de sacs »

Techniques adaptées, sécurisées et rentables

Ces sont les techniques éprouvées dont les performances et les impacts sont connus. Ces techniques représentent l'état d'avancement de la technologie. Dans le contexte européen de gestion de déchets, le terme « European Best Practicies » y est rattaché.

Temps d'arrêt d'une machine

Un temps d'arrêt est la durée d'un incident provoquant l'arrêt d'une ou de plusieurs machines.

Exemple : Un ouvrier de sacs ne marche pas. La chaîne en aval de cet ouvrier de sacs est arrêtée (s'il n'y a pas de by-pass prévu pour cette machine).

Temps d'arrêt de production	C'est la durée de l'arrêt de production occasionné par un dysfonctionnement humain, technique, qualité ou organisationnel.
Temps d'attente	C'est la durée qui empêche l'exécution d'une tâche à cause d'une autre tâche prévue ou imprévue dans le même espace ou avec le même équipement. <i>Exemple : Arrêt de l'alimentation du process lors du déchargement d'un camion de collecte sélective.</i> <i>Exemple : Enlèvement d'une benne ouverte placée dans une alvéole sous la cabine de tri et en conséquence arrêt de l'alimentation de cette alvéole.</i>
Temps de fonctionnement réel	Un temps de fonctionnement réel est la durée du fonctionnement prévu d'une machine. Après la mise sous tension de la machine, il faut enlever du temps total toutes les durées qui ne correspondent pas à l'utilisation prévue de la machine. <i>Exemples : durées de nettoyage, de graissage, d'entretien, de panne, de vérification, temps d'attente, temps d'arrêt etc.</i>
Tolérance de dosage	Le dosage acceptable pour l'exploitation peut être défini sous forme d'une tolérance donnée, par exemple : celle de la hauteur de couche sur un convoyeur. <i>Exemple - Calcul proposé :</i> <i>L'exploitant récupère pendant un temps fixe, par exemple $t = 60$ secondes (t pourrait être supérieur, mais 60 secondes est le temps minimal d'observation), les produits sortants. Il obtient un poids p.</i> <i>Il calcule le débit horaire $Dh = p \times T = \dots$ t/h avec $T = 60$ minutes</i> <i>Il répète cette manipulation trois fois (au minimum) et obtient :</i> <i>$Dh 1 = \dots$ t/h; $Dh 2 = \dots$ t/h; $Dh 3 = \dots$ t/h – Alors, la moyenne $Dh_{moyenne} = (Dh1 + Dh2 + Dh3) / 3 = \dots$ t/h sera dans les limites de $\pm 10\%$ de $Dh1$, $Dh2$ et $Dh3$.</i>
Trémie d'alimentation	Voir « silo à fond mouvant » et « silo à convoyeur à bande »
Trémie doseuse	Voir « silo à fond mouvant » et « silo à convoyeur à bande »
Utilisation des ressources	Les ressources humaines et techniques mises à disposition peuvent être utilisées. <i>Exemple : opérateurs de tri</i> <i>Une étude en Allemagne montre que l'utilisation de capacité typiquement humaine (flexibilité, contrôle de qualité, ambition de perfectionnement) peut générer un avantage concurrentiel par rapport à des chaînes de tri automatisées.</i> <i>Exemple : Puissances installées</i> <i>Souvent, la puissance installée correspond à une demande de puissance lors du démarrage d'une machine. La puissance réellement consommée est beaucoup plus faible en utilisation nominale.</i>
Volume disponible	Le volume disponible du stockage correspond à la zone dédiée par le plan général du centre de tri sur toute la hauteur disponible.
Volume utilisé	Le volume utilisé du stockage est le volume réellement exploité.
Zone d'alimentation	Endroit à partir duquel une chaîne de traitement est alimentée en continu.
Zone de chargement	Endroit où un camion est chargé de produits sortants d'une chaîne de traitement.
Zone de circulation de véhicules	Endroit, chaussée ou place sur laquelle des véhicules ont le droit de circuler, de manœuvrer et de rouler. Voir plan de circulation du site.
Zone de circulation mixte	Endroit, chaussée ou place sur laquelle des véhicules ont le droit de circuler, de manœuvrer et de rouler au même temps que des piétons ayant droit d'y pénétrer (normalement des salariés du site). Voir plan de circulation du site.
Zone de déchargement	Endroit où un camion décharge des produits entrants d'une chaîne de traitement.

Bibliographie :

N.B. : Cette bibliographie n'est pas exhaustive ou complète ; certains assembleurs et fabricants ont été rajoutés pour compléter le tour d'horizon des techniques dans ce domaine.

Source	Éléments fournis (photos, textes) :	Domaine d'activité
<p>ADEME Délégation régionale de la Franche-Comté 25 rue Gambetta - BP 26367 25018 BESANCON Cedex 6</p> <p>http://www.ademe.fr/particuliers/Fiches/glossaire.htm</p>	Glossaire	Conseils et support dans le recyclage des déchets
<p>AKROS 1029, av Motte Servolex F - 73000 CHAMBERY</p> <p>www.akros.fr</p>	Broyeur	Fabricant de broyeurs
<p>AKTID 1029, av Motte Servolex F - 73000 CHAMBERY</p> <p>www.aktid.fr</p>	Couverture: photo des alvéoles au dessous d'une cabine de tri	Ensembleur, Fabricant de séparateurs balistiques
<p>Anton Hirschenkrämer Transportanlagenbau Hermann Thießen GmbH Oehleckerring 16 D-22419 Hamburg</p> <p>www.hirschenkraemer.de</p>	Convoyeur à sol glissant	Ensembleur
<p>Ar Val Z.A. de Kermelin Est Rue des frères Montgolfier F-56890 Saint-Avé</p> <p>www.ar-val.fr</p>	Chargement	Ensembleur
<p>Association HQE 4, avenue du Recteur Poincaré 75016 Paris</p> <p>http://www.assohqe.org</p>	HQE	
<p>BRT Recycling Technologie GmbH Brochterbecker Strasse 28 D- 49545 Tecklenburg</p> <p>www.brt.info</p>	Principe de fonctionnement de l'ouvre sacs (cité selon le manuel d'Eco-Emballages d'avril 2005)	Fabricant d'ouvre sacs & ouvre balles, de séparateurs balistiques, de cribles à disques, de fonds mouvants et trémies d'alimentation
<p>EBHYS SAS 774 Route de L'Isle Sur La Sorgue 84250 Le Thor</p> <p>www.ebhys.com</p>	Photos : séparateur balistique ; crible rotatif Couverture : photo à l'intérieur d'un crible rotatif	Ensembleur
<p>Eco-Emballages 44 avenue Georges Pompidou F-92302 Levallois-Perret cedex</p> <p>www.ecoemballages.com</p>	Manuel « Concevoir, construire et exploiter un centre de tri », Eric FROMONT, Avril 2005 ; cité partiellement en : Poids ; Ouverture de sacs ; Surface de stockage ; Principe de fonctionnement de l'ouvre sacs BRT	
<p>EDENE Environnement 27, Chemin de Tue Loup, F-37170 Chambray Lès Tours</p> <p>www.edene-env.com</p>	Convoyeurs à vis: photos, calculs, comparaisons, textes	Fabricant de vis

<p>Flintec Sarl 49, rue Professeur Deperet F-69160 TASSIN Flintec Sarl</p> <p>www.flintec.fr</p>	<p>Pesage</p>	<p>Pesage</p>
<p>FMW Förderanlagen GmbH & Co. KG Bahnhofsstrasse A-3062 Kirchstetten</p> <p>http://www.fmw.co.at/</p>	<p>Calcul : dimensionnement du fond à échelle ; Comparaison : principe FMA et fond d'échelle ; silo à convoyeur rotatif</p>	<p>Ensemblier</p>
<p>Institut national de recherché et de sécurité (INRS) pour la prévention des accidents de travail et des maladies professionnelles 30, rue Olivier-Noyer F-75680 Paris cedex</p>	<p>Edition INRS ED 914, 2003, chapitres 2.1 et 2.2 (pages 16 à 22) cités en : Alimentation d'une chaîne de tri Sécurité d'un centre de tri DICS</p> <p>INRS ED 948, 2003 Sécurité d'un centre de tri DIB</p>	
<p>IRIS Magnac 19270 USSAC</p> <p>www.iris19.fr</p>	<p>Photos dans :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ecrêtage et étalage (Ecrêteurs à la sortie d'alvéole à Bordeaux) - Porte d'alvéole (Alvéoles rouges au dessous de cabine de tri à Clermont Ferrand ; photo à droite) - Silo en hauteur (Fond mouvant en hauteur à Clermont Ferrand) - Stockage dynamique (Fond mouvant à Labruguière) - Couverture : Silo en hauteur (Fond mouvant en hauteur à Clermont Ferrand) 	<p>Ensemblier ; Fabricant de fonds mouvants, trommels, broyeurs</p>
<p>LURA RMS 27, rue de l'usine F-88220 Raon aux bois</p> <p>http://www.rms-luera.com/</p>	<p>Limitation du lieu de stockage (photo des cloisons de stockage)</p>	<p>Fabricant de lieux de stockage</p>
<p>Matthiessen Engineering SARL 5 rue Alfred de Vigny 25000 Besançon</p> <p>www.matthiessen-engineering.com</p>	<p>Textes et photos non citées dans les autres sources</p>	<p>Fabricant d'ouvre sacs & ouvre balles, de trémie d'alimentation et fonds mouvants</p>
<p>Matthiessen Lagertechnik Johann-Hinrich-Fehrs-Strasse 2 D- 25361 Krempe</p> <p>http://www.matthiessen-technik.de/</p>	<p>Calcul : dimensionnement du fond mouvant ; Ouvreur de sacs ; Ouvreur de balles ; Maintenance convoyeurs à chaîne</p>	<p>Fabricant d'ouvre sacs & ouvre balles, de trémie d'alimentation et fonds mouvants</p>
<p>Néos S.A. Porte de Beaune, F-21200 Beaune</p> <p>www.neos-solutions.com</p>	<p>Calcul : dimensionnement du convoyeur à bande ; Maintenance de convoyeurs ; Dessin d'un silo à convoyeur à bande</p>	<p>Ensemblier</p>
<p>REMA Anlagenbau Rudolf-Diesel-Weg 26 D-23879 Mölln</p> <p>www.rema-anlagenbau.de</p>	<p>Photo dans porte d'alvéole (photo à gauche avec portes grises)</p>	<p>Ensemblier</p>
<p>ROS ROCA France 13 rte de Perronne BP 46 80190 Mesnil St Nicaise</p> <p>http://www.rosroca.com/fr</p>		<p>Ensemblier</p>

SERAM Group
817 rue Marius Berliet
F-66000 Perpignan
France

www.seram.net

Photos :
- Convoyeur à tablier,
- Convoyeur à chaîne,
- Doseur limiteur mécanique fixe

Ensemblier

SINEX
6 route de Claix
16400 La Couronne

www.sinex-industrie.com

Fabricant de tables vibrantes

SIF INDUSTRIE
Za de Coulandon
61200 ARGENTAN

www.sif-industrie.fr

- Photos d'une cabine de pré-tri et des alvéoles de stockage sous la cabine de tri (avec convoyeurs à bande)
- Couverture : convoyeurs blancs inclinés

Ensemblier

SITA Sud
Agence de valorisation
Europarc de Pichaury
1330 rue Guillibert de la Lauzière
13856 Aix-en-Provence cedex 3

Silo à fond mouvant

Prestataire

SOGEFA Environnement
Route de sézanne
51260 Anglure

www.sogefa.fr

Pré-tri par crible à disques ou séparateur balistique

Ensemblier,
Fabricant de convoyeur à bande et à chaîne, trommels

Stadler Anlagenbau GmbH
Robert-Bosch-Str. 4
D 88371 Altshausen

<http://www.w-stadler.de/>

Pré-tri par crible à disques ou séparateur balistique

Ensemblier

SVL
ZI n°4
Saint Porchaire
79300 BRESSUIRE

Photos : camion entre tas de produits entrants

Collectivité locale : Exploitant de centre de tri

Valor'aisne
VALOR' AISNE
Pôle d'Activités du Griffon
80 rue Pierre-Gilles de Gennes
02000 BARENTON-BUGNY

www.valoraisne.fr

Photos : engin avec DICS, trémie débordante

Collectivité locale : Exploitant de centre de tri

Théaud SA
Fahineuc
Route de Gaël
BP 6
35290 Saint Méen le Grand

Photos : chargement direct d'un camion

Prestataire

VAUCHÉ SA
17-19 Boulevard Gambetta
08200 SEDAN

www.vauche.com

Photo : convoyeur à chaîne, convoyeur à bande, silo à fond mouvant, ébouleurs
Couverture : photo d'un silo gravitaire

Ensemblier

« On peut faire mieux ! »



Un stockage intermédiaire : le convoyeur déborde ; les joues rétrécissantes de la trémie font perdre du volume disponible.



Les flux entrants en vrac sont stockés de tous les deux côtés du passage du camion.

L'espace non utilisé est fermé par des grandes tôles de protection.



Le balai est l'outil indispensable pour le vidage de cette alvéole.

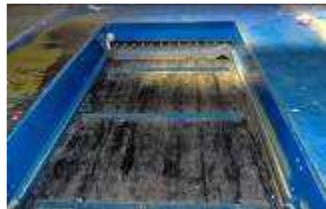


Les JRM et cartonnettes créent une « voûte » ou une « langue de produits » au dessus du convoyeur en fosse.



La trémie d'alimentation déborde, car l'astuce de dosage est bourrée et n'arrive pas à mettre en flux les déchets.

Convoyeur de fosse peu profonde (< 20 cm) : Pas de jetée libre de matériaux, pas de volume stocké...



Effet d'« enroulements » : à éviter dans la conception de machine et à contrôler régulièrement. Sinon dégradations des performances de dosage.



Stock extérieur des balles de fibreux : sous la pluie, dans la brume...



Zone d'alimentation plus ou moins inondée.

Espace réduit de circulation de l'engin. Mauvaise visibilité de remplissage de la trémie.



Table de tri trop remplie, car dosage en amont mal réglé.



Qu'en pensez-vous ?