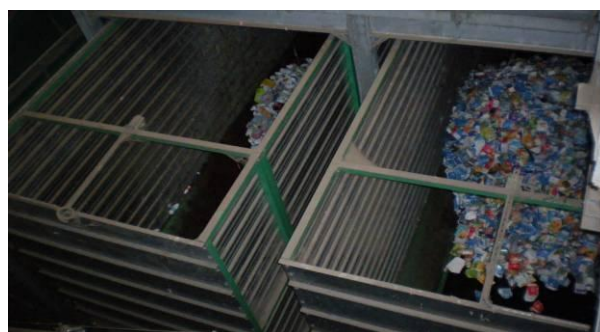
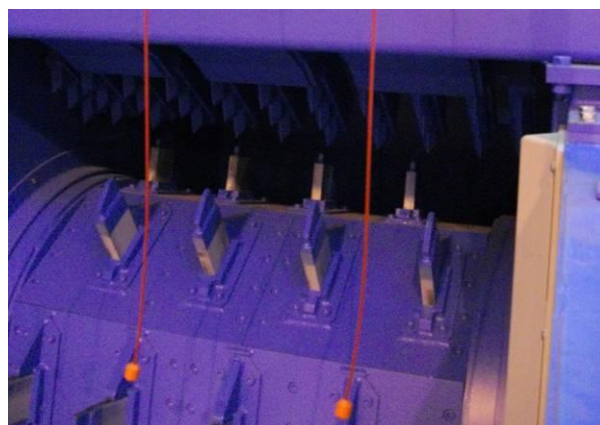


20 cas d'études de stockage et de mise en flux de déchets

Résultats de l'étude menée avec le soutien de dix exploitants :

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



Matthiessen Engineering remercie l'ADEME pour son soutien financier et l'accompagnement lors de cette étude.

Direction Consommation Durable et Déchets
Service Prévention, Gestion des Déchets
20 avenue du Grésillé
BP 90 406
49 004 Angers cedex



Le partenariat avec nos dix partenaires – exploitants dans l'analyse et dans le partage des observations nous a menés vers des résultats dont des extraits sont publiés ci-après sous forme d'exemple. Pour des raisons de confidentialité, les études de cas ne font pas référence aux installations enquêtées. Les éléments de ce manuel ont été autorisés pour publication par nos partenaires. Nous restons à votre écoute pour tout commentaire ou toute question.

L'équipe de Matthiessen Engineering SARL à Besançon
Xavier ALFONSO, Benoît GROSSIORD, Winfrid RAUCH, Laurent TESSON

Besançon, le 4 mai 2010

Imprimé par
Imprimerie du Square Saint Amour
à Besançon

Copyright 2010 :
Matthiessen Engineering SARL
5 rue Alfred de Vigny
F-25000 Besançon
Contact : contact@matthiessen-engineering.com

Introduction

L'objet de l'étude était d'élaborer un outil de sensibilisation/d'aide à la décision à destination des exploitants de centres de tri des DICS (déchets issus de la collecte sélective) / DIB (déchets industriels banals) 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.

Un manuel « Stockage, mise en flux et dosage des déchets : Les paramètres, les éléments d'évaluation et mots clés » a été rédigé. A votre demande, Matthiessen Engineering SARL à Besançon ou l'ADEME vous envoie un exemplaire par courrier ou sous forme PDF par e-mail.

Ce projet visait 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 avait pour but de proposer des procédés moins impactant sur l'environnement, plus performants du point de vue économique, tout en intégrant les aspects sécurité.

Pour ce faire, des exploitants de dix centres de tri volontaires ont été accompagnés et suivis pendant six mois afin de recueillir les données technico-économiques nécessaires à la construction de propositions techniques concrètes en vue d'améliorer le fonctionnement du site en termes de stockage et mise en flux.

A partir des données générales et des observations quotidiennes, un bilan partiel d'exploitation a été établi dans lequel apparaissaient les ressources consacrées aux fonctions des centres de tri analysés. Un rapport par site a été établi intégrant toutes les données analysées et propositions résultantes.

Dans une dernière étape, à titre d'exemples, des propositions d'amélioration ont été résumées et illustrées par des schémas et comparatifs de situation avant/après dans cette publication.

Sommaire

Catégorie : S = Sécurité et conditions de travail ;

T = Technique & logistique ;

V = Valorisation matière.

V	Cas n° 1 : Organiser l'arrivage des camions organisé selon la qualité des entrants 2
T	Cas n° 2 : Agrandir le stock en amont 3
T	Cas n° 3 : Mettre en place un dépotage dynamique 4
S	Cas n° 4 : Réduire le temps d'ouverture de sacs ponctuelle 5
T	Cas n° 5 : Améliorer l'alimentation de la chaîne..... 6
S	Cas n° 6 : Supprimer l'ouverture permanente de sacs à la main 7
T	Cas n° 7 : Créer une autonomie d'alimentation..... 8
S	Cas n° 8 : Mettre en place du tri par grappin à la place du tri manuel au sol 10
V	Cas n° 9 : Gérer l'enlèvement des refus 11
V	Cas n° 10 : Optimiser la fonction de la cabine de pré-tri DICS 12
S	Cas n° 11 : Eviter les bacs comme stock tampon en cabine de tri 13
T	Cas n° 12 : Réaliser un déstockage automatique des alvéoles 14
T	Cas n° 13 : Gérer les stocks intermédiaires gérés par sonde de remplissage 16
T	Cas n° 14 : Réaliser des stocks tampons gravitaires 17
T	Cas n° 15 : Réduire les efforts de l'enlèvement de balles par camion..... 18
T	Cas n° 16 : Eviter un stock intermédiaire de refus en bennes 19
T	Cas n° 17 : Gérer l'enlèvement automatisé de JRM en vrac 20
T	Cas n° 18 : Optimiser le stock aval en vue du chargement des camions 21
T	Cas n° 19 : Mettre en flux l'alimentation d'une presse à balles..... 22
V	Cas n° 20 : Dynamiser le tri des DIB par un traitement en continu..... 24

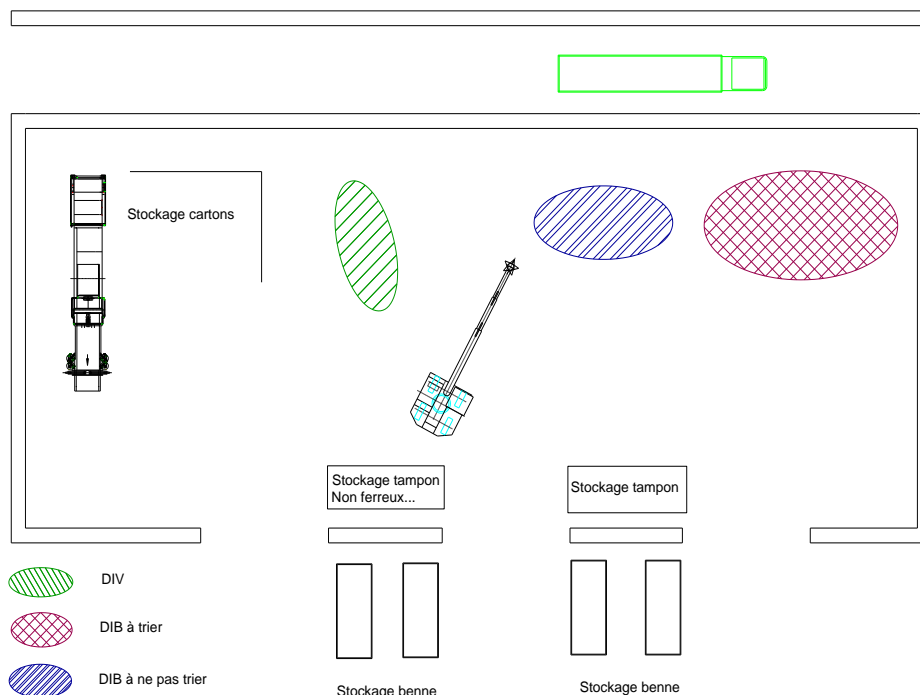
Couverture de face : photos des installations visitées

Couverture de dos : photos et dessins « avant-après »

Mots clés

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

Cas n° 1 : Organiser l'arrivage des camions organisé selon la qualité des entrants



L'exploitant était confronté à un problème récurrent. La qualité des entrants variait énormément et son personnel n'arrivait à travailler dans un rythme serein avec des résultats réguliers. La provenance et la qualité des produits n'étaient pas connues. Les camions devaient attendre afin que le personnel sur le quai sache quel type de DIB était arrivé. C'est la raison pour laquelle l'exploitant a introduit un nouveau critère pour organiser l'arrivage des produits sur site.

L'arrivage prend en compte maintenant la qualité des entrants. L'arrivage est partagé en :

1. Déchargement pour la mise en balle des mono-matériaux ;
2. Déchargement des DIB valorisables (taux de valorisation supérieur à 50 %) ;
3. Déchargement des DIB valorisables (taux de valorisation inférieur à 50 %) ;
4. Déchargement des DIB ne pas à trier, pour transfert.

Cette orientation simple et claire responsabilise les conducteurs habituels à réfléchir dès leur arrivée où se positionner pour dépoter. Ainsi, l'exploitant a intégré la connaissance du conducteur sur la qualité des produits acheminés. C'est eux qui ont assisté au chargement des produits. Ils savent ce qui se trouve dans leurs camions. Leur temps d'attente est raccourci.

L'avantage d'exploitation au niveau de la valorisation est difficile à évaluer, car les déchets valorisables mélangés avec des refus qui n'étaient pas découverts par les opérateurs (situation antérieure) passaient directement aux refus.

Concernant le DIB à trier, le tri est réalisé pendant le stockage avant transfert. Les gros éléments sont prélevés types gravats, ferrailles, grands éléments en plastiques dur ou souples etc. Pour les bennes de DIV, le tri s'effectue au sol à l'aide d'un engin à godet avec 1 ou 2 trieurs. Le godet est situé au milieu de la plateforme pour faire du tri mécanique et pour aider les opérateurs à créer des tas de matériaux valorisables. Les éléments valorisables sont stockés dans le godet pour être ensuite stockés en aval (benne ou alvéoles de stockage).

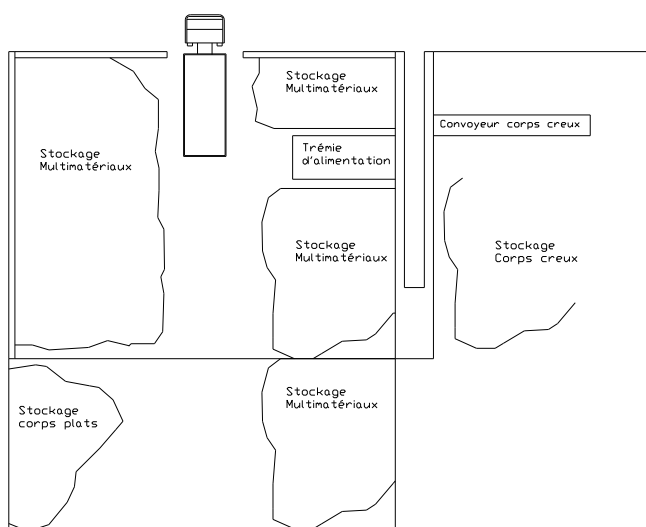
	AVANT Quatre entrées pareilles	APRES Quatre entrées dédiées
Temps d'attente et de déchargement (min/camion)	15	10
Temps de reprise par le godet (h/jour) pour l'organisation de l'espace des arrivages.	> 2	< 1

Cas n° 2 : Agrandir le stock en amont

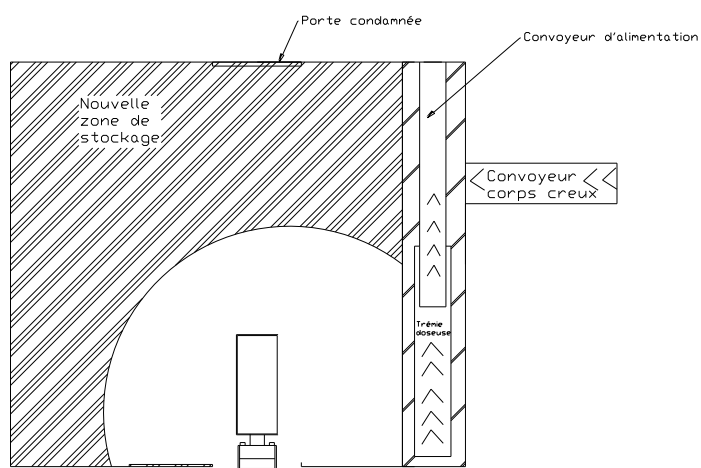
L'exploitant n'arrivait pas à gérer et limiter le stock en amont de son process.

Notamment, la séparation des tas des entrants tout au long du passage des camions créait un problème.

C'est pourquoi une réorganisation du site pour l'arrivage des camions a été proposée impliquant les changements suivants :



- Fermeture d'un des deux portails se trouvant sur les côtés opposés du hall
- Obligation des camions de manœuvrer (marche arrière), car il n'y a plus de boucles complètes possibles
- Agrandissement et unification des deux tas à droite et à gauche du portail



La perte de temps attendu par des manœuvres supplémentaires des chauffeurs de camion seraient plus que récompensée par un gain en productivité :

- Moins de manipulation des stocks ;
- Meilleure optimisation du stockage et de l'alimentation du flux principal ;
- Moins d'attente pour les conducteurs de camion ;
- Moins de risque de chute et d'écrasement.

	AVANT	APRES
Volume de stockage (m ³)	360	720
Temps de manipulation par godet (h / équipe)	4	2
Temps d'attente pour les camions (cumul h / équipe)	2	1
Temps de manœuvre pour les camions (cumul h / équipe)	0	0,5

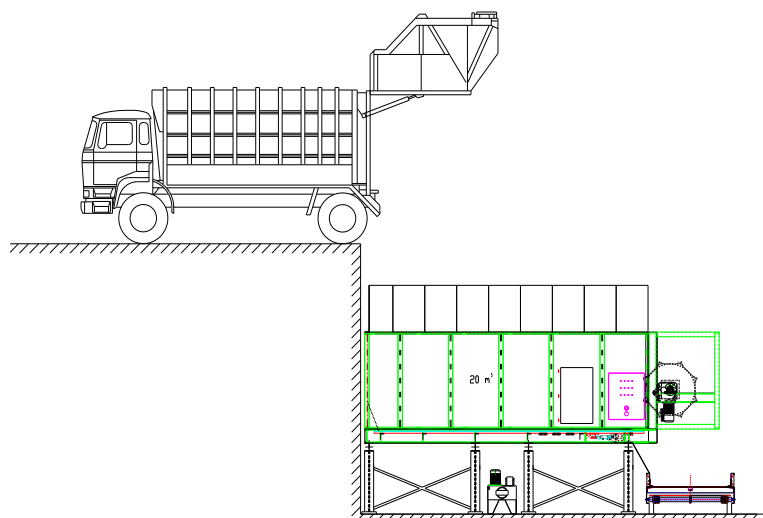
Cas n° 3 : Mettre en place un dépotage dynamique

Le dépotage des arrivages DICS sur ce site est réalisé à partir d'un quai. Ainsi, la zone d'arrivages et la zone de manutention et d'alimentation sont séparées.



Dans la réorganisation du site prévue, l'analyse d'un chargement direct dans une trémie d'alimentation est étudiée ayant pour effet :

- Un gain de manipulation : l'engin n'est plus obligé de reprendre les DICS au sol pour les transférer dans le convoyeur en fosse
- Un manque de contrôle : l'engin ne peut pas sortir les « monstres » avant de charger la chaîne



Le compromis entre cet avantage et ce désavantage se trouve dans la séparation du quai de déchargement en deux parties :

- Le quai de déchargement direct, autorisé par des arrivages dont le contenu est exempt de « monstres » (communes dont la collecte en bacs de 120 ou 240 litres permet de dire que le risque de trouver de « monstres » dans le gisement est minimal).
- Le quai de déchargement classique : dépôt en contrebas pour pouvoir enlever des « monstres » et pour mélanger ces arrivages (taux de refus et de cartons élevés).

L'exploitant calcule que le temps gagné par le chargement direct de la trémie ne lui permet pas de supprimer complètement un des trois engins du site.

	AVANT	APRES
Volume de fosse / de trémie (m ³)	5	5 + 20
Autonomie de fonctionnement (min)	3	15
Gestes de l'engin à godet (h / équipe)	6	3

Cas n° 4 : Réduire le temps d'ouverture de sacs ponctuelle

L'exploitant possède le problème d'arrivée ponctuelle de sacs dans la cabine de pré-tri. C'est typiquement le cas de figure pour une collecte en vrac comportant des sacs noirs ou gris ou une collecte venant d'un syndicat local utilisant des sacs jaunes à la place des bacs jaunes.

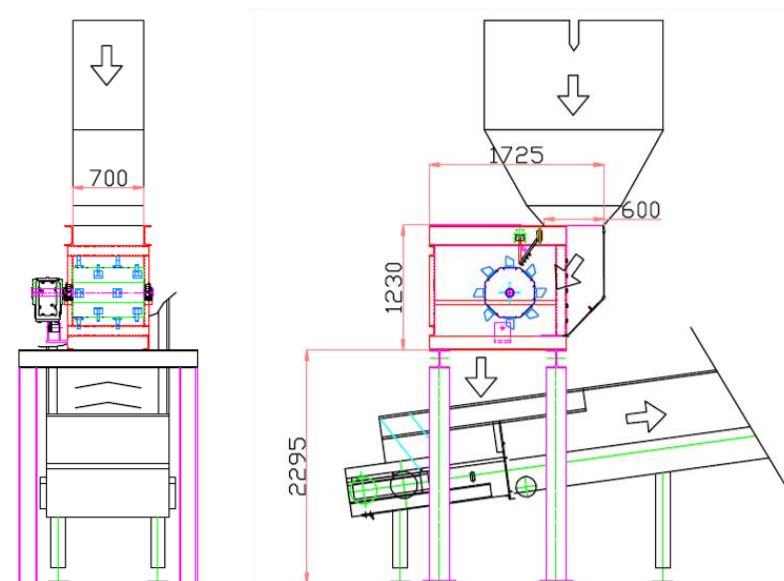
Le traitement manuel d'un sac est effectué en plusieurs étapes :

- a) Pendant 1 seconde : saisie du sac ;
- b) 1 à 2 secondes : ouverture du sac ;
- c) 1 à 2 secondes : vidage du sac ;
- d) (éventuellement 2 à 3 secondes : tri et jetée des contenus du sac)
- e) 1 seconde : jetée du sac vide dans la goulotte dédiée.

En 4 à 8 secondes, un opérateur peut traiter deux à trois objets différents. Le traitement d'un seul sac le retarde alors au niveau du tri du reste du flux. Autrement dit, l'arrivée d'un sac perturbe le procédé de tri manuel. Mis à part cet aspect logistique, l'ouverture manuelle d'un sac comporte selon les recommandations de l'INRS deux autres problèmes au niveau de la sécurité et de l'ergonomie du tri manuel :

- Lors de l'étape a : la saisie peut induire à un contact involontaire avec un élément découpant ou piquant (verre cassé, seringue, lame d'un couteau) se trouvant derrière la paroi du sac.
- Lors de l'étape b : l'ouverture du sac (par déchirement et écartement des parois) demande un effort au niveau des bras ; cet effort est ponctuel et important. Il peut amener vers des troubles musculo-squelettiques si l'opérateur n'a pas d'outils adaptés en sa possession (couteau) pour diminuer cet effort.
- Lors de l'étape c : même problème sanitaire que lors de l'étape a

Une option de fonctionnement peut simplifier la tâche dans la cabine de pré-tri. L'installation d'un petit ouvre sacs en ligne permet d'ouvrir un nombre de sacs de faible quantité. Le dessin ci-après montre une installation pour laquelle il a été prévu que les opérateurs en salle de pré-tri jettent les sacs non ouverts dans une goulotte à travers laquelle les sacs arrivent dans une petite machine capable d'en ouvrir en quantité réduite (par exemple : 1t/h). Le convoyeur en aval remet dans le flux les sacs ouverts.



	AVANT	APRES
Temps de traitement par opérateur (sec / sac)	4 à 8	1
Risque sanitaire	Oui (l'opérateur saisit le sac pour le traiter)	Fortement diminué (l'opérateur saisit le sac pour ne pas le traiter)
Risque de provocation de TMS	Oui	Non

Cas n° 5 : Améliorer l'alimentation de la chaîne

La trémie dans ce centre de tri n'était pas à la hauteur de la tâche :

Dosage par palles :

Le rotor à grosses palles n'était pas adapté à la fonction demandée. Les joues inclinées des parois de la trémie avantageaient les bourrages et les effets de « voûtage ». La hauteur de chute de la bande de la trémie sur le convoyeur en aval était insuffisante. Les palles manquaient de dosage régulier : les grandes palles du rotor de la trémie ne permettaient pas un dosage régulier. Un phénomène de « montagnes et vallées » s'installait sur le convoyeur en aval. Ainsi le débit était toujours limité : le manque de régularité entraînait un manque de débit horaire.

Trémie à volume faible :

La trémie possédait un faible volume entraînant une faible capacité d'autonomie après chargement par godet. Elle était étroite et courte. Lors d'un grand débit demandé, le tas tombait sur le convoyeur en aval sans être dosé ou écrêté.

Débordement : La trémie n'était pas étanche ; les produits tombaient par terre.

Pas de protection contre l'engin : L'engin de chargement pouvait librement heurter la trémie.

Manque d'information d'exploitation : La trémie ne possédait pas de signal alertant l'exploitant quand elle se vidait ou quand elle baissait en débit.

Manque de sécurité : La trémie ne correspondait pas aux recommandations de l'INRS : Elle ne possédait qu'un arrêt d'urgence (sans clé). Le côté arrière et la face n'en ont pas. Elle ne possédait pas de porte d'accès de trémie. Un nettoyage n'était pas possible.



Une machine a été proposée afin de résoudre ces problèmes. L'ouvre sacs proposé possède les caractéristiques suivantes : Il sait ouvrir et vider les sacs à l'aide d'un rotor spécifique. Grâce à son peigne mobile qui peut reculer à l'arrivée des encombrants, il fait passer les cartons et d'autres indésirables sans baisser le débit ou sans perturber le flux dosé en aval. Le débit devient très régulier ; le phénomène de « montagnes et vallées » disparaît presque complètement.

Le volume de la trémie donne une plus grande autonomie de fonctionnement. La trémie ne déborde pas ; une intervention pour nettoyage n'est pas nécessaire. Le bâti est protégé par une paroi antichoc contre l'engin.

L'exploitant est informé des états de la machine et de la maintenance à prévoir par l'automate et par l'afficheur intégré de la machine. La machine correspond aux exigences de la nouvelle directive européenne « machine » possédant une clé de transfert pour l'accès à la machine. Un accès pour contrôle visuel est facilité par une plateforme sécurisée livrée avec la machine pour pouvoir travailler dans les meilleures conditions tout autour de la machine.

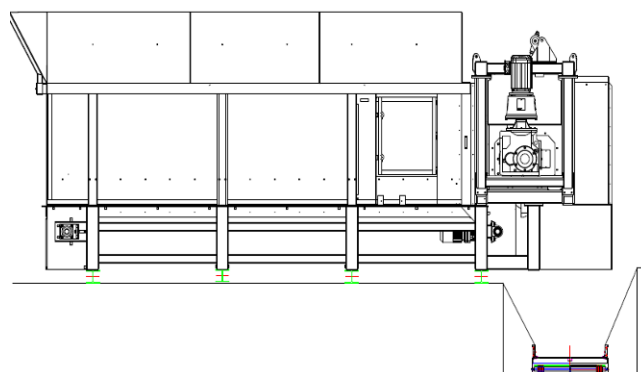
	AVANT	APRES
Volume de trémie (m ³)	20	30
Débit moyen (t/h)	3,8	4,8
Autonomie de fonctionnement (min)	10	20
Temps de nettoyage (min/équipe)	30	0
Protection contre heurts de l'engin	non	oui
Machine conforme à la nouvelle directive de machine	non	oui

Cas n° 6 : Supprimer l'ouverture permanente de sacs à la main



Ce petit centre de tri DICS reçoit des collectes en sacs type Eco-Emballages. Les arrivages sont dépotés au sol, versés grâce à un engin à godet dans un convoyeur en fosse et menés vers un poste de pré-tri (photos ci-avant). L'ouverture des sacs s'effectue manuellement. A cause de l'afflux important de sacs, la chaîne est arrêtée dans un rythme connu pour que les opérateurs puissent ouvrir manuellement les sacs. Deux pré-trieurs s'occupent de cette tâche en permanence. Cette tâche est fortement déconseillée par l'INRS (voir cas n° 4). Comme il s'agit d'une tâche permanente et régulière du centre, le calcul d'investissement pour une trémie ouvreuse de sacs est plus facile que dans le cas de l'ouverture de sacs. Le cahier de charges de la trémie ouvreuse de sacs est le suivant :

- Ouverture et vidage de sacs à 95 %
- Facilité de passage de produits encombrants (grands cartons, bidons etc.)
- Disponibilité annuelle 95 %
- Trémie d'un volume permettant une autonomie de fonctionnement de trente minutes (afin que le conducteur de l'engin puisse effectuer d'autres tâches)
- Dosage régulier de produits : couche constante à la sortie de l'ouvre sacs
- Débit correspondant aux besoins du centre



Le dessin montre l'exemple d'une trémie ouvreuse de sacs correspondant à ces critères, posée au dessus du convoyeur en fosse.

	AVANT (avec deux opérateurs ouvrant les sacs)	APRES (avec la trémie ouvreuse de sacs)
Productivité donnée par le débit (t/h)	100 %	130 %
Coût total intégrant : coût d'investissement, consommation gazoil & électricité, coût d'exploitation de la chaîne dépendant de la productivité	100 %	34 %

Cas n° 7 : Créer une autonomie d'alimentation

Ce site est équipé d'une trémie en hauteur. Le godet verse les déchets à une hauteur d'environ 4 m. Le volume de la trémie est d'environ 3,5 m³ (donnant 7 minutes d'autonomie). Une partie du gisement est en vrac et peut être versé directement dans le convoyeur en fosse.



A cause du volume restreint de la trémie, l'autonomie est très petite. La ligne arrive rapidement à une rupture de charge. Un dosage régulier et constant est ainsi difficile de réaliser.

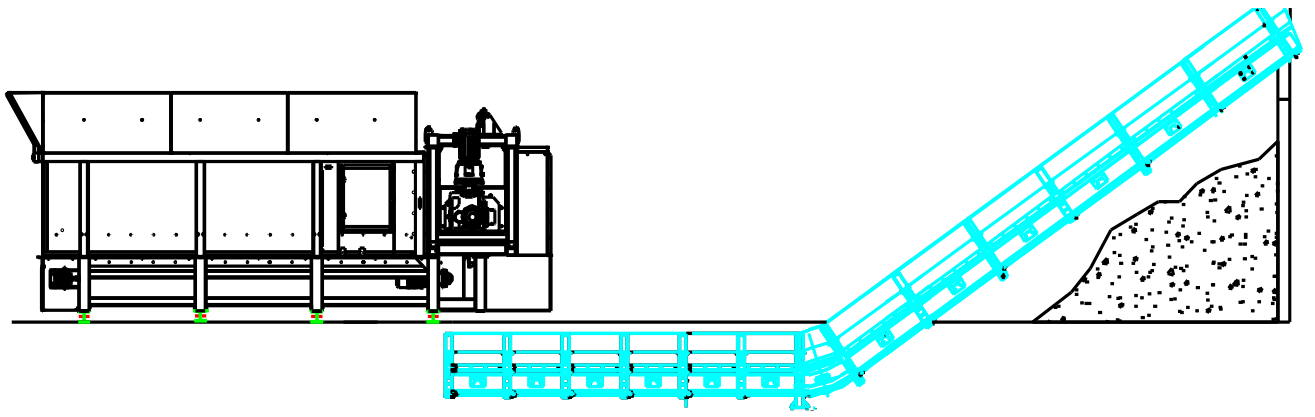
Au-delà des points évoqués, le système de la trémie ouvreuse de sacs installée est sensible aux encombrants et grands cartons. Dans la partie des sections réduites en bas de la trémie, le phénomène de « voûtage » est possible. C'est-à-dire les produits peuvent coincer dans cette partie et empêcher la descente des autres déchets autour.

La trémie ouvreuse de sacs proposée (voir plan) possède les avantages suivants :

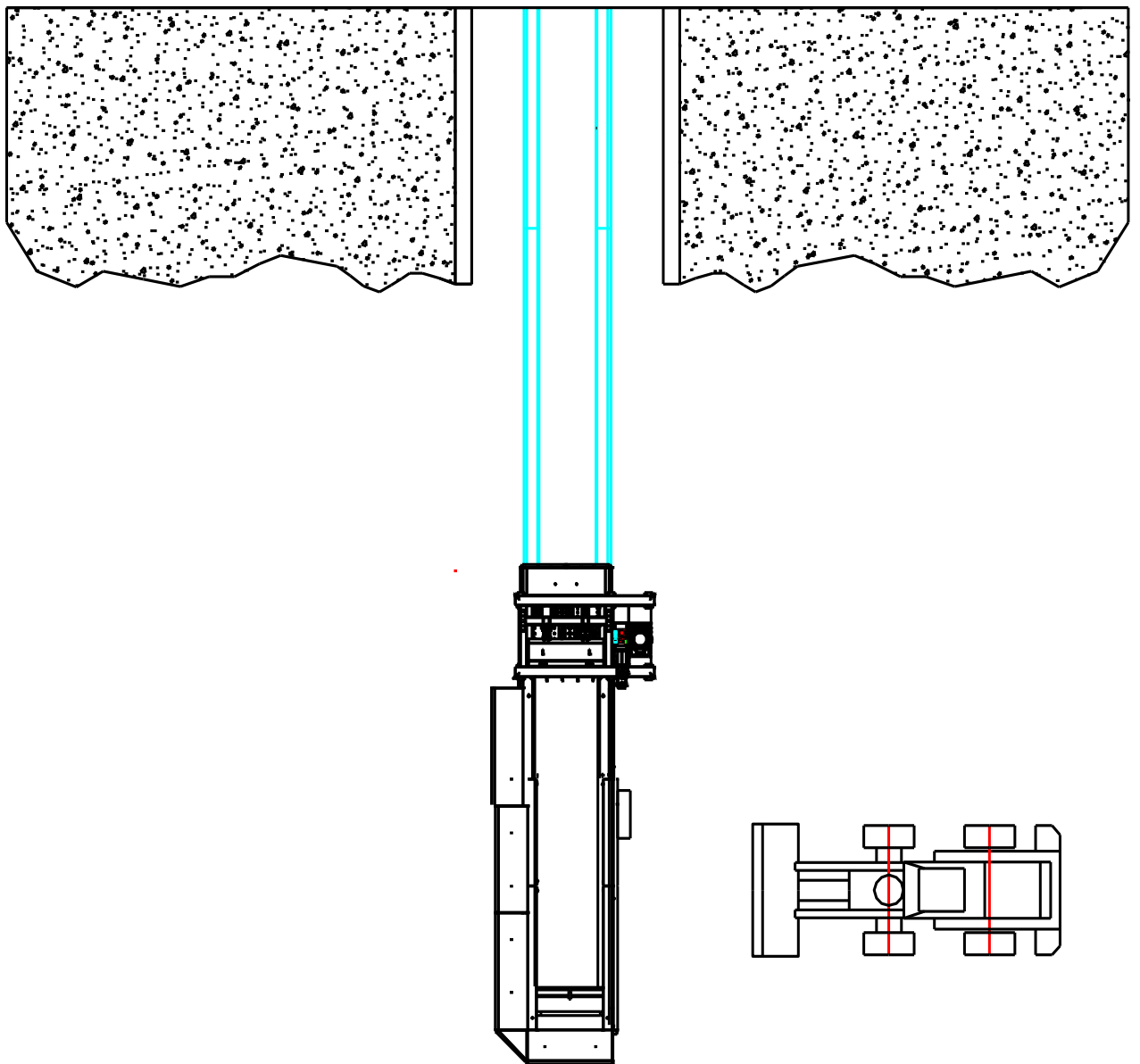
- Elle est peu sensible aux encombrants et grands cartons.
- Elle possède une trémie de 20 m³ donnant une autonomie quatre fois supérieure à celle existante.
- Elle crée un dosage produisant une couche lisse et constante en aval. Ainsi, le débit de la chaîne peut être maximisé.

	AVANT	APRES
Volume de trémie (m ³)	3,5	20
Débit moyen	100 %	120 %
Coût de possession intégrant achat, exploitation et maintenance	100 %	50 %

Vue de côté



Vue de dessus



Cas n° 8 : Mettre en place du tri par grappin à la place du tri manuel au sol



La situation initiale du site était caractérisée par un hall dans lequel l'exploitant faisait déposer les DIB. Les trieurs au sol saisissaient les grands éléments pour créer de petits tas de déchets mono-matériaux. Par contre, ces tas réduisaient la surface disponible. Un godet était obligé à les enlever au fur et à mesure. L'exploitant a fait construire un 2^{ème} hall. La nouvelle configuration essaie de diminuer les faiblesses d'exploitation du 1^{er} hall. Voici ses caractéristiques :

Grappin : l'utilisation optimale face à cinq emplacements en contrebas

Le grappin verse des produits dans les conteneurs, les alvéoles et la presse à balles qui se trouvent en contrebas de la plateforme. Les conteneurs sont orientés avec leur face étroite vers le quai de façon que le grappin puisse facilement atteindre cinq emplacements sans bouger de sa position. Sa rotation est suffisante. Ainsi, l'exploitant arrive à une vitesse maximale de tri par grappin. Cette disposition est alors adaptée au rayon effectif du grappin. Lors de la conception, l'exploitant a d'abord identifié les équipements ; le hall a été dimensionné en conséquence.



Ce principe de fonctionnement peut être caractérisé par le terme « chemins courts » en évitant des tas de stock tampon.

Presse à balles gérée en temps réel

La presse à balles se trouve à côté du 5^{ème} emplacement en contrebas du quai. Le conducteur du grappin a le choix de verser des matériaux directement du quai ou d'un emplacement vers la presse. Ainsi, le conducteur du grappin possède tous les moyens pour alimenter la presse. La fonction de la presse peut être contrôlée visuellement par le quai.



En conséquence, le coffret de commande se trouve sur le quai.

	AVANT Hall de plein pied	APRES Hall avec grappin en position optimale sur le quai
Création de tas de déchets valorisables sur la plateforme	oui	non
Reprise nécessaire des produits pour la mise en balle située plus loin	oui	non
Nombre nécessaire d'engins	2	1

Cas n° 9 : Gérer l'enlèvement des refus

Sur ce site, l'exploitant gérait l'enlèvement des refus par bennes. Il a modifié la configuration de sa plateforme afin de rendre direct l'enlèvement.

Le principe de « chemins courts » est respecté. L'idée de la « suppression des tas intermédiaires sur la plateforme » est réalisée.



Le grappin peut remplir une fosse qui se trouve en contrebas de la plateforme.



Le passage pour l'arrivée de la semi-remorque se trouve derrière la paroi de la fosse.

Ainsi, les mouvements du grappin sont minimisés.

Fosse des refus

Emplacement du grappin lors du transfert des refus vers la semi-remorque.

La reprise typique pour un stock tampon sur le quai est évitée. Le chargement est direct. Le chemin à parcourir par le grappin est court, car l'emplacement de la semi-remorque et de la fosse à refus se trouvent côte à côte.

	AVANT avec stock tampon	APRES dans la configuration décrite
Surface nécessaire (m ²)	50	25
Temps de reprise (du stock tampon) et chargement de semi-remorque (min)	2 x 30	30

Cas n° 10 : Optimiser la fonction de la cabine de pré-tri DICS

Les arrivages de DICS sur ce site sont composés d'apports de très différente qualité.

Il y a des arrivages se composant de < 5 % d'encombrants type « monstres » et < 5 % de cartons > format A2. Ces arrivages sont souvent ceux du centre ville du chef lieu du département ayant une collecte de bacs 120 et 240 litres. -

Il y a des arrivages se composant de >10 % d'encombrants type « monstres » et >10 % de cartons > format A2. Ces arrivages viennent souvent de la campagne et souvent des apports volontaires (sans limitation de taille). - Les opérateurs de pré-tri ressentent la fluctuation de qualité sur la table de pré-tri.



Selon le gisement, des tas se créent et bloquent le passage sur le convoyeur d'alimentation. Des phénomènes de « montagnes & vallées » peuvent être constatés. Ainsi, les opérateurs du pré-tri ont aussitôt de la peine pour enlever les refus et cartons, aussitôt ils s'ennuient, car il n'y a pas de produits et des produits parfaitement compatibles avec les PTM d'Eco-Emballages.

- Dans le cas d'une sous-alimentation (manque de produits sur la table de tri), on patiente que ça se passe. Dans le cas d'une surcharge, les trieurs tirent l'arrêt d'urgence pour arrêter la ligne. Malheureusement, il n'existe pas d'arrêt process.
- Dans le cas d'arrivée des quantités de déchets organiques ou hospitaliers, les trieurs arrêtent également la chaîne. Un cas des déchets spéciaux, une procédure spéciale est déclenchée : l'enlèvement des corps infectés ou dangereux par pince mécanique.

Ces arrêts multiples se cumulent à 60 heures d'arrêt par mois et 720 h d'arrêts / an. Cette constatation flagrante mène l'exploitant à remarquer : « La qualité du produit sortant se prépare par la qualité du produit rentrant. »

De plus, la cabine de pré-tri est géographiquement séparée de la cabine de tri principal ce qui ne facilite pas la communication entre les trieurs en pré-tri et ceux en tri principal. La cabine de pré-tri est d'ailleurs mal isolée thermiquement (grandes goulottes) ; la climatisation est difficile à régler (pièce de petit volume). En résumé, les trieurs vivent la mission de passer une équipe en pré-tri comme une « punition ». Ces constatations sont les raisons pour lesquelles l'exploitant envisage les modifications suivantes :

- Mise en place d'une trémie d'alimentation et de dosage pour contrer le « phénomène montagnes –vallées »
- Mise en place d'un trommel préalable à la cabine de pré-tri pour sortir des fines et des refus type « monstres »

	AVANT	APRES
Flux dosé (t/h)	8	9 à 10
Efficacité de tri des encombrants et cartons	80 % des pièces saisies	90 % des pièces saisies
Arrêts de la totalité du process	5 fois / heure	1 fois / heure

Cas n° 11 : Eviter les bacs comme stock tampon en cabine de tri

La présence de bacs dans une cabine de tri est déconseillée par l'INRS mais existe en réalité pour des nombreuses raisons liées au mode de tri.

Les exploitants participant dans notre étude ont essayé de contourner le problème. Le vidage de bacs est un problème ergonomique :

- Le bac plein est lourd.
- L'emplacement des bacs dans les couloirs restreint le passage réglementaire de sortie de sécurité.
- Les portes de la cabine de tri ne sont pas conçues pour passer aisément avec un bac.
- Le basculement d'un bac plein est déconseillé pour des raisons ergonomiques.
- Le temps consacré à l'enlèvement et au vidage du bac est important.

Sans résoudre tous les problèmes liés à la présence de bacs dans une cabine de tri, un vidage rapide de bacs à l'aide d'une astuce adaptée au sein de la cabine de tri semble une solution intéressante :

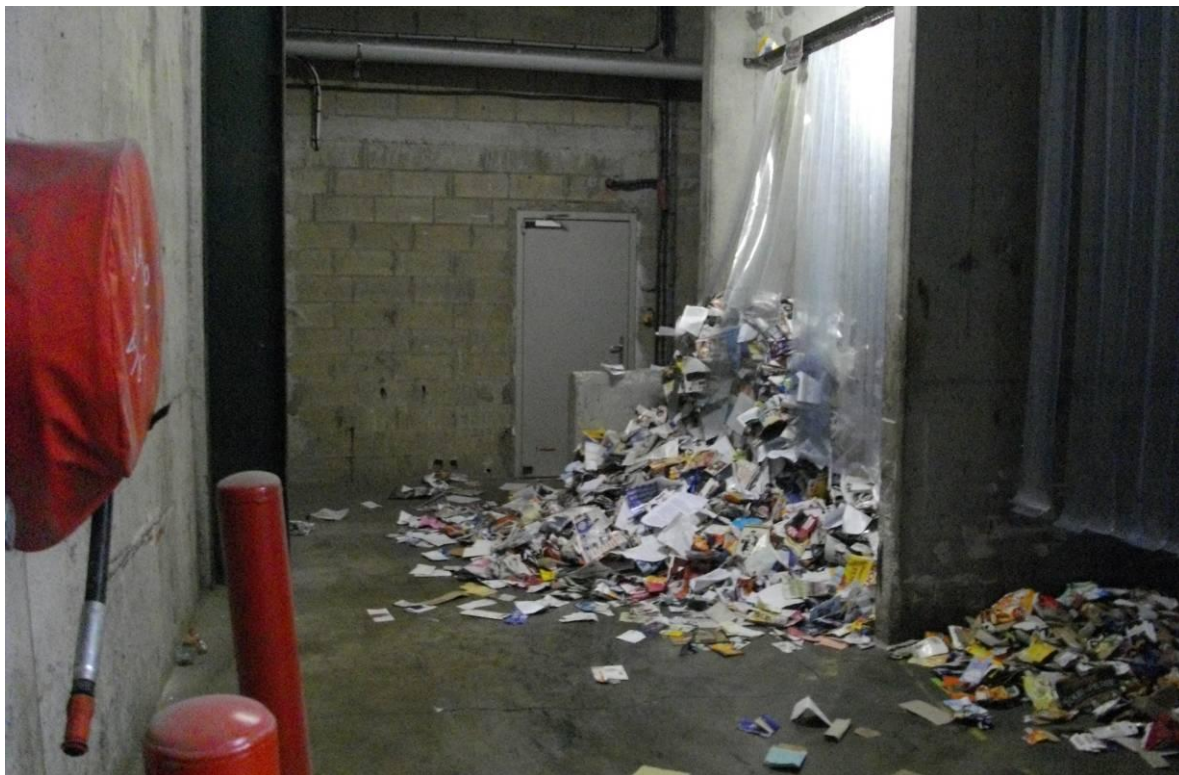
- Le bac est basculé à l'aide d'une manivelle. Ainsi, l'effort physique est supporté par la bascule mécanique et non pas par l'opérateur.
- Le bac peut être vidé à l'intérieur de la cabine. L'exploitant gagne en temps.



	AVANT	APRES
Effort de vidage	Par l'opérateur	Par la bascule
Temps d'enlèvement et de vidage	100 %	50 %

Cas n° 12 : Gérer un déstockage automatique des alvéoles

Sur ce site, l'exploitant gère beaucoup de petites alvéoles. Ainsi, le temps de manipulation par engins (poussée des déchets vers le convoyeur de la presse à balles) est important. Un déstockage automatique de l'alvéole de JRM a été proposé.



L'alvéole est difficile d'accès, car elle se trouve dans un cul de sac.

L'engin doit manœuvrer pour y pénétrer. Ce temps est la raison principale de réfléchir sur une automatisation du déstockage de l'alvéole.

L'exploitant donne des éléments qui justifient le maintien d'un déstockage par l'engin.

Il a analysé deux scénarios dans lesquels un calcul serait plus favorable à l'installation d'un déstockeur automatique (fond mouvant en l'occurrence) :

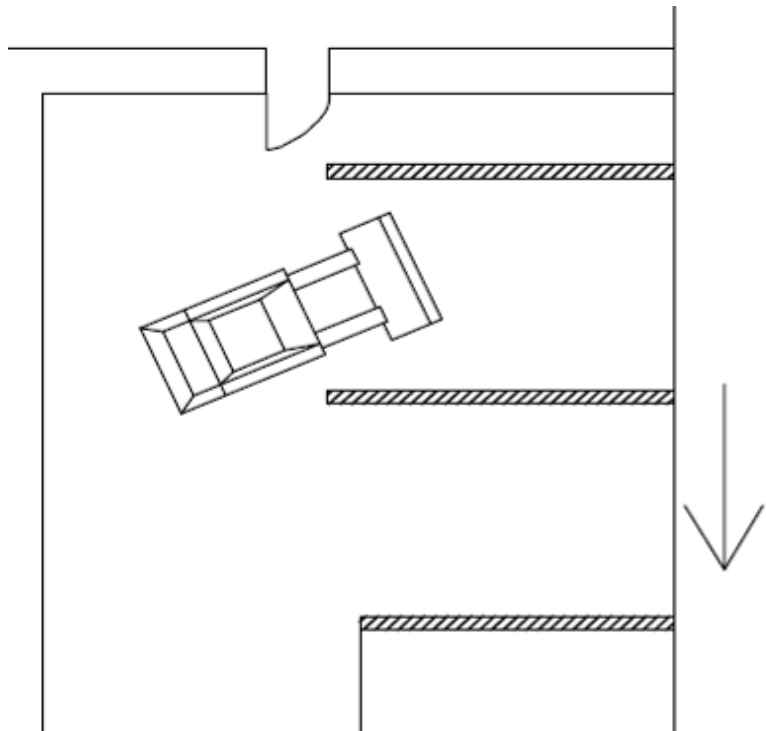
Scénario A « Engin débordé » : si l'exploitant était à la limite d'utilisation de l'engin, un déstockeur automatique pourrait supprimer une tâche difficile et éviter l'achat d'un autre engin.

Scénario B « stocks automatisés partout » : si l'exploitant pouvait se passer du déstockage dans la plupart des alvéoles, l'engin en question deviendrait superflu. Dans ce cas, les déstockeurs deviendraient très rentables.

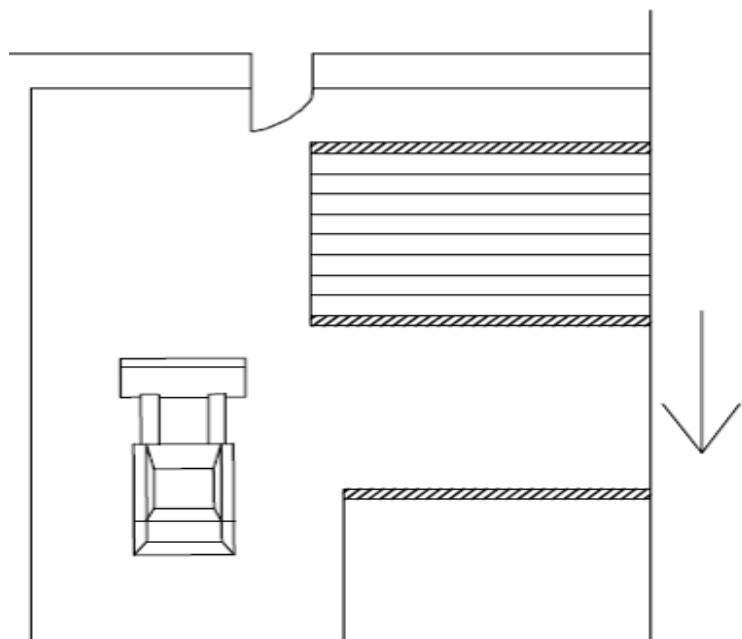
Le fond mouvant verse seul les JRM sur le convoyeur central qui mène les produits vers la presse à balle. Pour ne pas surcharger ce convoyeur ou la presse, un temps d'observation restera nécessaire même en cas d'automatisation du déstockage.

	AVANT	APRES
Temps du déstockage par engin (min / équipe)	20	0
Temps d'observation par opérateur (min / équipe)	20	5
Gasoil attribué (litres / équipe)	1	0
Consommation électrique (kWh / équipe)	0	0,5

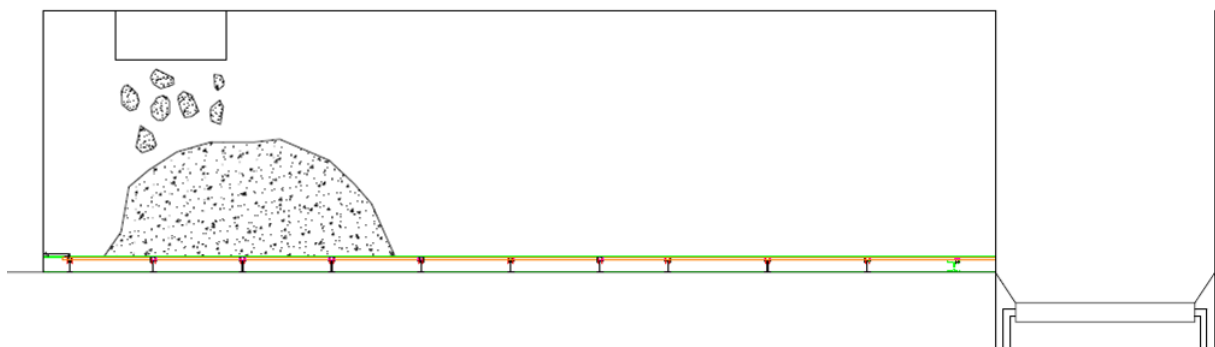
Avant :



Après :



Vue de côté :



Cas n° 13 : Gérer les stocks intermédiaires gérés par sonde de remplissage

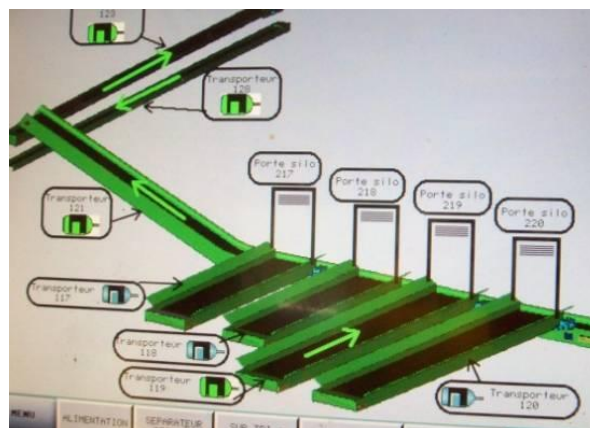
Sur ce site, l'exploitant souhaite optimiser l'enlèvement et la mise en balles des fractions issues du tri. Malgré le coût important, il se décide à installer des alvéoles équipées de capteurs de niveau.

Le vidage des alvéoles réussi est lié à l'impératif de faire des balles complètes à partir des matériaux triés.

L'installation des sondes peut y aider.

Une sonde de remplissage :

- Donne un signal d'alerte, ainsi l'exploitant n'est pas obligé de vérifier constamment le taux de remplissage des alvéoles en question.
- Régularise le remplissage d'une alvéole. Comme le signal se déclenche automatiquement à un niveau de remplissage donné, l'exploitant sait exactement combien de balles il pourra faire.



	AVANT sans sondes	APRES avec sondes
Nombre de balles	Nécessité fréquente de faire des demi-balles	Nombre exact de balles
Temps de mise en balles	Aléatoire en fonction de la quantité (Ligaturage supplémentaire pour demi-balles)	Optimisé

Cas n° 14 : Réaliser des stocks gravitaires

Sur ce site, initialement, le stockage intermédiaire s'effectuait dans les alvéoles au-dessous des cabines avec des parois en bastaings (standard dans les centres de tri en France). Ce type de stock tampon imposait la reprise ou la poussée avec un engin à godet.

L'exploitant a décidé d'installer des silos gravitaires suspendues au-dessus du convoyeur menant à la presse à balles.

Le vidage est déclenché par l'ouverture de la vanne à guillotine horizontale se trouvant en bas du silo gravitaire. Les produits tombent librement dans le convoyeur.



	AVANT Alvéoles standard avec bastaings	APRES Silos gravitaires
Temps de déchargement par engin à godet	Oui	Non
Consommation de gasoil	Oui	Non
Consommation électrique	Non	Oui, pendant quelques secondes de l'ouverture de la vanne guillotine

Cas n° 15 : Réduire les efforts de l'enlèvement de balles par camion

Sur ce site, l'exploitant constate que le temps de chargement d'un camion est important. En analysant la situation, il constate un dimensionnement non optimisé des balles.



L'exploitant a mis en place un système d'optimisation de balles.

Avant, les petites balles de gros magasins (GM) nécessitaient un temps de reprise et de chargement assez important. En effet, ce temps de chargement est largement dépendant de la taille d'une balle.

Maintenant, des balles sont plus longues. Ainsi, leur plus grande taille a réduit le temps de chargement. Pour les GM, le poids d'une balle passe de 550 kg à 850 kg.

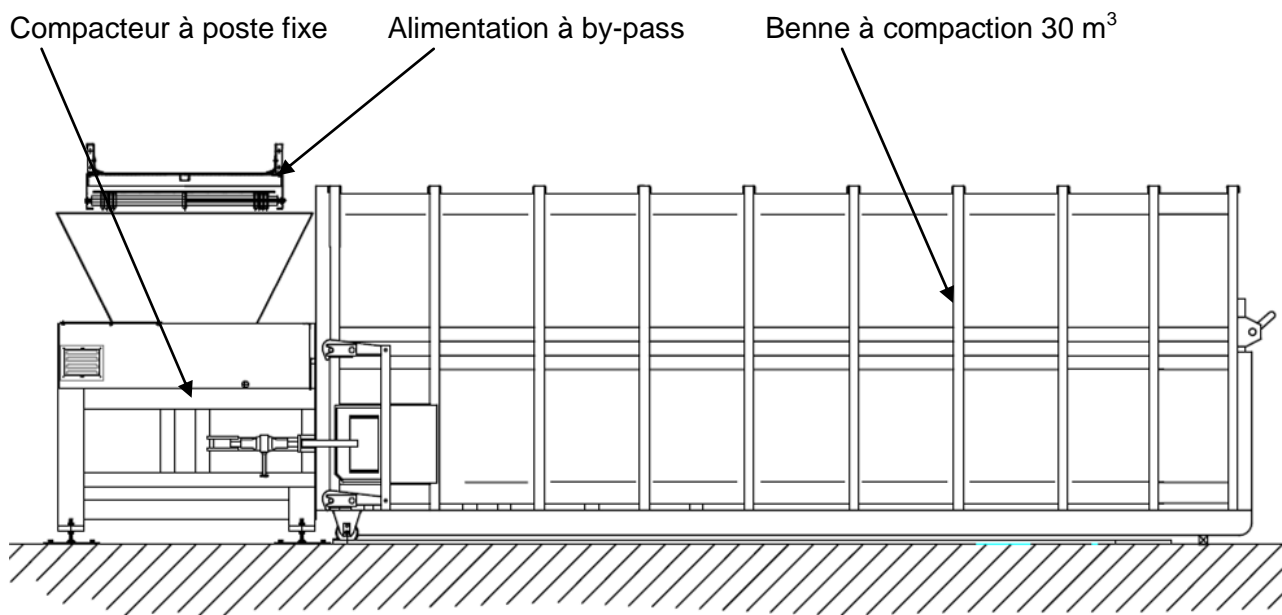
	AVANT	APRES
Temps de chargement par chariot élévateur et d'attente de camion (min / camion)	75	45
Gasoil attribué au chariot (litres / camion)	8	5
Fils de ligaturage pour balles GM (nombre de bobines / an)	300	280

Cas n° 16 : Eviter un stock intermédiaire de refus en bennes

Sur ce site, les trieurs dans la cabine de pré-tri sont chargés à enlever les refus qui tombent dans une benne ouverte placée dans l'alvéole au dessous de la cabine. Afin de rentabiliser le transport d'enlèvement de refus, l'engin à godet tasse les produits dans la benne ouverte. Ainsi, le poids transporté passe de 0,5 t à 1 t/benne ou 1,5 t/benne. Après ce compactage improvisé, un camion amène les bennes ouvertes à l'incinérateur à proximité.



L'exploitant souhaite remplacer le va-et-vient des bennes ouvertes par un système à deux compacteurs permettant de remplir une benne à compaction de 30 m³ (poids enlevé environ 5 t/benne) lorsque la 2^{ème} benne est prête pour être enlevée en temps masqué. Autrement dit, le basculement d'un compacteur à l'autre à l'aide d'une alimentation avec by-pass permet que le process en amont ne soit pas arrêté pour un simple échange de bennes.



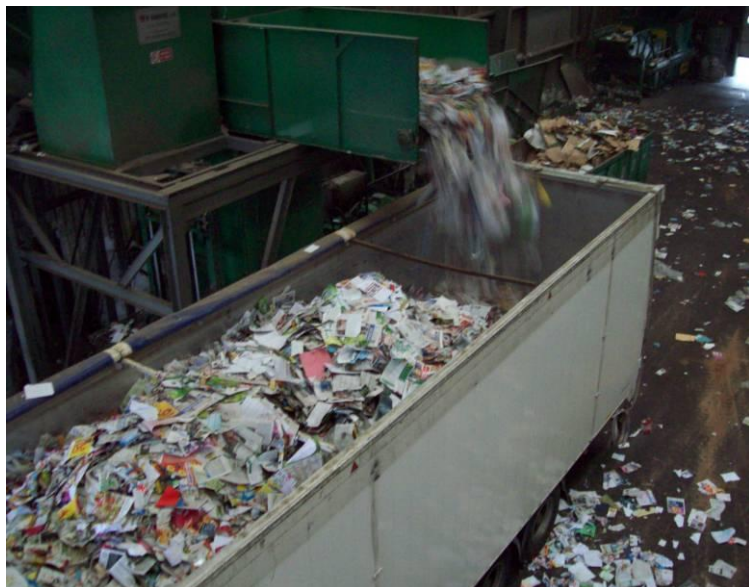
	AVANT	APRES
Remplissage (t/benne)	1,5	5
Nombre de rotations avec camion type Ampliroll (nb/jour)	14	4
Temps consacré par camion pour l'enlèvement des bennes (heures / jour)	12	4

Cas n° 17 : Gérer l'enlèvement automatisé de JRM en vrac

La gestion de l'enlèvement des JRM est un point capital dans la gestion de flux, car les JRM sont la fraction majoritaire dans les corps plats d'un centre de tri DICS et leur enlèvement se fait régulièrement.

Avant, dans ce centre, l'enlèvement se faisait à partir des balles de JRM. L'exploitant a mis en place un système de chargement direct. Ainsi, il gagne :

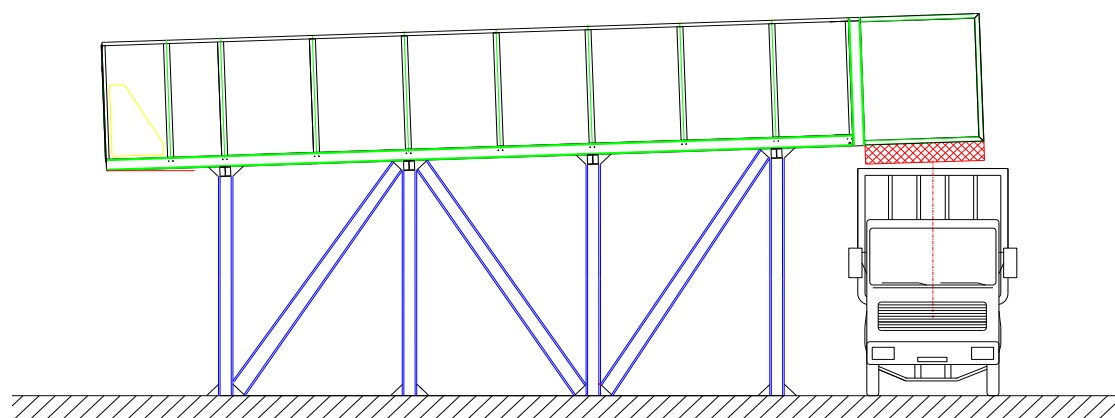
- De la disponibilité pour sa presse à balles,
- De la disponibilité pour son engin qui ne charge plus les balles dans le camion,
- Du temps d'immobilisation des camions, car le chargement gravitaire dans une semi remorque est plus rapide que le chargement balle par balle à l'aide d'un chariot élévateur amenant les balles latéralement au camion.



Après la mise en place du convoyeur de chargement direct, l'exploitant s'est rendu compte que le stock tampon en amont de ce convoyeur n'était pas suffisant pour remplir une semi remorque complètement.

C'est la raison pour laquelle, la création d'un stock tampon de plus de 100 m³ a été proposée.

La solution classique pour créer un stock tampon en amont d'un chargement direct en camions consiste à la mise en place d'une alvéole en hauteur ; cette dernière est équipée d'un fond mouvant et d'une porte ouvrant la jetée vers le camion au-dessous.

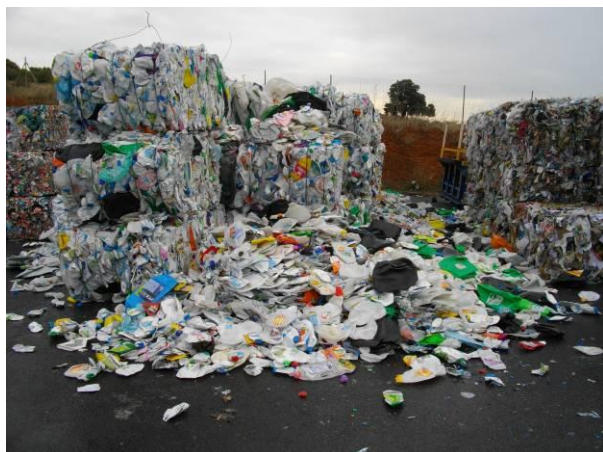


	AVANT Chargement de balles avec chariot élévateur	APRES Chargement du vrac à partir d'une alvéole en hauteur
Temps de chargement pour le chariot (min/camion)	75	0
Temps d'attente pour le camion (min/camion)	75	30
Gasoil attribué au chariot + camion (litres / camion)	10 à 20	5 à 10
Consommation électrique (kWh / camion)	0	8 à 10

Cas n° 18 : Optimiser le stock aval en vue du chargement des camions

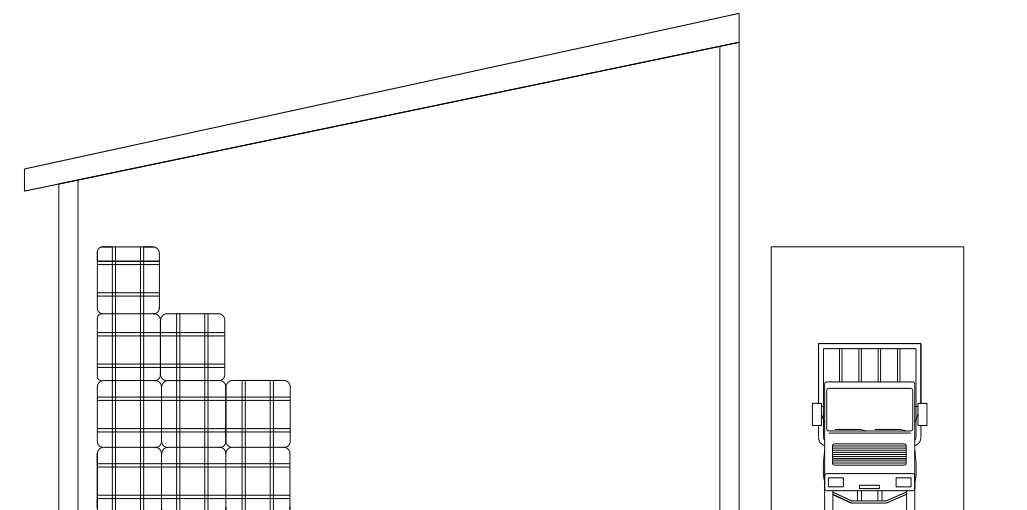
Souvent, le stock en aval ne correspond pas aux exigences de pureté et de qualité telle que demandée par les repreneurs (PTM d'Eco-Emballages etc.). Sur ce site, les photos montrent les caractéristiques suivantes :

- Taux d'eau important à cause des intempéries
- Compaction de balles insuffisante : les balles s'éclatent
- Envois des produits



Un stock en aval abrité est déjà un avancement par rapport à la situation actuelle sur beaucoup de sites :

- Protection contre intempéries
- Plus d'envois
- Empilement sécurisé sous condition que la mise en balle soit faite avec une compression suffisante



	AVANT	APRES
Niveau de qualité	Refus par Eco Emballages et d'autres repreneurs ; Plaintes des voisins à cause des envois	En conformité avec les attentes
Sécurité	Risque d'écrasement de balles	Empilement des balles dans les règles de l'art

Cas n° 19 : Mettre en flux l'alimentation d'une presse à balle

Sur ce site, la presse à balles possède une trémie d'alimentation (volume environ 5 m³) en hauteur (à 3 mètres du sol) que l'engin à godet doit alimenter en permanence.

Cette installation est contraignante pour deux raisons :

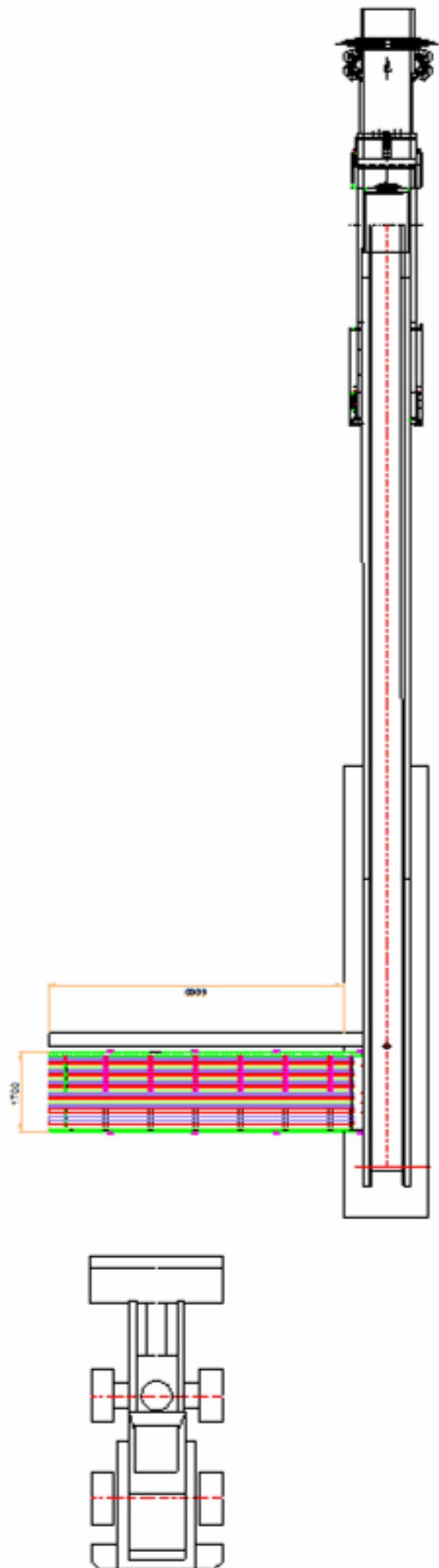
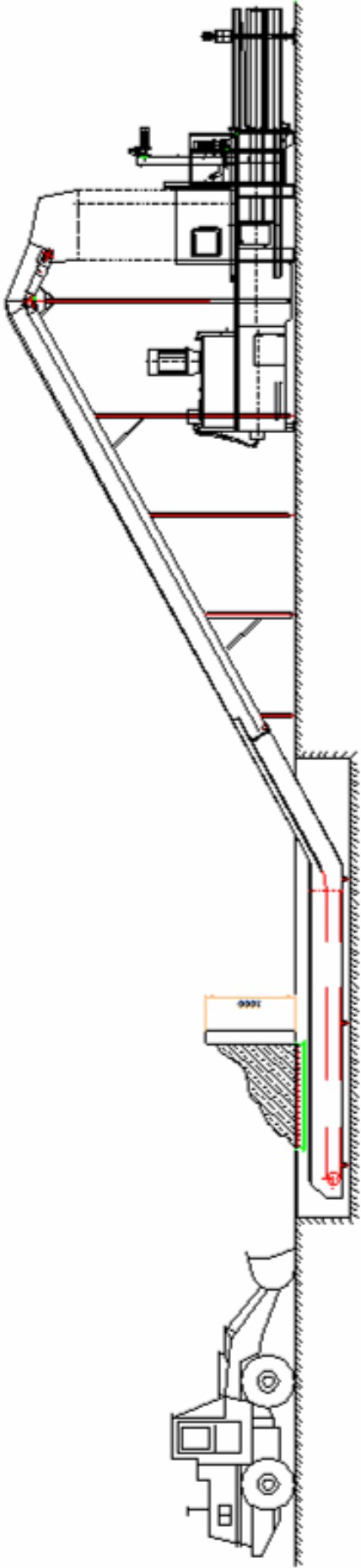
- Une alimentation de la presse à balles doit être effectuée normalement par un convoyeur en continu. Un engin à godet ne donne pas cette possibilité.
- Une trémie en hauteur demande à ce que les produits soient soulevés. Cet effort supplémentaire rend l'alimentation encore plus incertaine.

Ainsi, un débit nominal de la presse ne sera jamais réellement atteint.

L'alimentation directe d'une presse à balles par un fond mouvant donne la possibilité de charger en temps masqué le fond mouvant et de posséder une autonomie importante pour le fonctionnement de la presse.

Le tas est avancé par le fond mouvant pour tomber dans un convoyeur en fosse qui amène les produits dans la trémie de la presse à balles.

	AVANT	APRES
Type d'alimentation	En discontinu	En continu
Type de manipulation par godet	Par soulèvement	En poussant
Volume de stock tampon	5 m ³	30 m ³
Débit	100 %	250 %
Coût de possession intégrant achat d'un fond mouvant adapté, exploitation et maintenance	100 %	50 %



Cas n° 20 : Dynamiser le tri des DIB par un traitement en continu

Sur ce site, il existe une rampe pour le dépotage des DIB et une presse à balles installée à côté ainsi qu'une voie en contre bas par laquelle des camions peuvent arriver pour prendre les déchets. Des opérateurs enlèvent des produits valorisables des tas de déchets dépotés. Les engins les aident.

Cela est effectué dans une éternelle répétition de traitement de lots : dépotage ;

- contrôle visuel sur le degré des produits valorisables ;
- retournement et étalage des produits ;
- tri à l'engin et à la main des valorisables ;
- 2^{ème} retournement et étalage ;
- tri ;
- éventuellement 3^{ème} étalage ;
- enlèvement des refus ;
- dépotage et étalage d'un nouvel arrivage...

Le site manque de rentabilité en raison du fonctionnement en discontinu, à la reprise répétée des produits et au tri au sol des produits dépotés. Les gestes des opérateurs pour soulever des produits du sol ne sont pas recommandés.

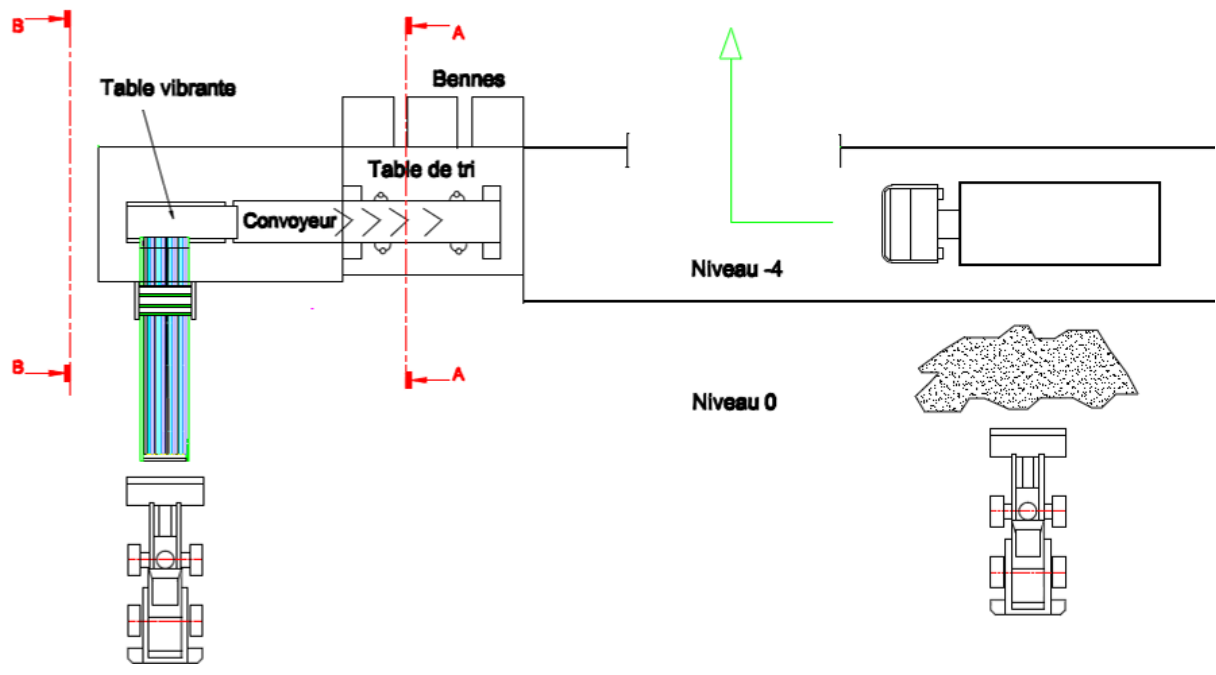
L'étroitesse des espaces autour des tas versés conduit vers un tri sommaire en séparant des déchets valorisables dont le format est supérieur à A2.

Un traitement en continu pourrait être envisagé pour améliorer la valorisation des DIB. Une mise en flux de tri de DIB peut rentabiliser le tri des déchets de taille inférieure au format A2. Pour cela, un dépotage directement sur un fond mouvant intégré dans le sol est proposé. Un tambour d'écrêtage crée une couche régulière pour le process en aval.

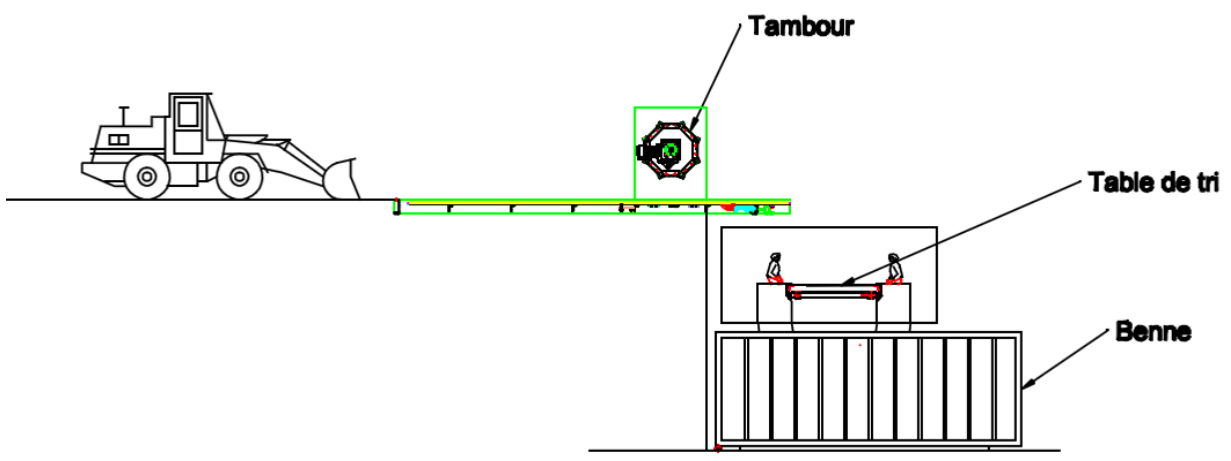
Ainsi, la productivité horaire devient prévisible. Elle ne dépend plus de prestations aléatoires des opérateurs et des engins dans la zone de dépotage.

Après l'écrêtage de couche et après l'enlèvement des fines, des opérateurs dans la cabine de tri sortent des produits valorisables qui sont en l'occurrence bois, papier, carton, plastique etc. Le quai permet aux valorisables de tomber dans des bennes ouvertes posées au dessous de la cabine.

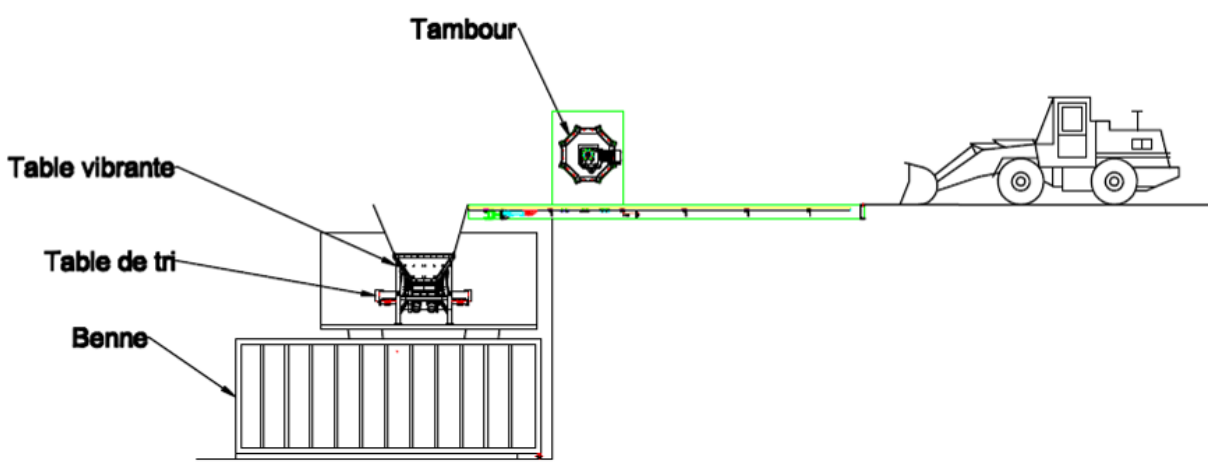
	AVANT	APRES
Granulométrie des produits triés de format	> A2	> A4
Débit horaire	Dépendant des entrants	Fixe
Sécurité et ergonomie	Non conforme aux recommandations de l'INRS	Conforme



COUPE A A



COUPE B B



AVANT



APRES

