

COMMENT NETTOYER DES FIBRES CELLULOSIQUES CONTAMINÉES PAR DES IMPURETÉS MINÉRALES ?

Fnade Nord-Pas de Calais*

Les produits issus du tri à destination du recyclage contiennent toujours des impuretés en faible proportion. Si les seuils d'impuretés des flux fibreux contenus dans les collectes sélectives sont définis spécifiquement, ce n'est pas le cas des éléments minéraux (sables, poussières, verre...). Les adhérents de la Fédération nationale des activités de la dépollution et de l'environnement (Fnade) de Nord-Pas de Calais ont souhaité pour leur propre compte combler cette lacune. Les résultats de l'étude qu'ils ont diligenté ont permis d'identifier les solutions techniques permettant de nettoyer les flux fibreux des collectes sélectives (cartons ondulés, journaux-magazines, papier mêlés) des éléments minéraux et d'analyser l'efficacité des équipements pour améliorer les conditions des matériaux à recycler en pérennisant les filières de recyclage.

Sorted materials for recycling contain a part of impurities, even if it is a small part. Specific thresholds have been set concerning the fibrous materials but not on the mineral impurities (sand, dust, glass, etc). The members of FNADE of Nord-Pas de Calais have wished to fill this deficiency (at a first time for their own use). The study which they have get to do has permitted to identify technical solutions to clear of mineral materials the flows of fibrous materials (corrugated cardboard, newspapers and magazines, mixed papers) and to analyze the effectiveness of the equipment, in order to improve the quality and to secure the outlets of the materials to recycle.

INTRODUCTION

Pourquoi la Fnade Nord-Picardie¹ s'est-elle intéressée à cette expérimentation ? Le Nord-Pas de Calais a été précurseur pour les initiatives et les innovations en matière de collectes sélectives et de tri des ordures ménagères. Cette région s'implique toujours fortement dans ce domaine² tout en demeurant attentive aux nouvelles solutions techniques. Par ailleurs, afin de mener ces expérimentations, notre région dispose dans ses centres de tri, des gisements nécessaires ainsi que certains matériels à tester.

Enfin, les adhérents de la Fnade Nord-Picardie poursuivent la mise en place des collectes sélectives pour le compte des collectivités locales et sont très intéressés par les résultats de cette étude afin de se déterminer dans les choix de collecte et dans les méthodes de tri.

Quel que soit le type de collecte sélective (apport volontaire ou porte-à-porte, flux séparé ou mélangé), les produits issus du tri, à destination du recyclage, contiennent toujours des impuretés en faible proportion. Les filières de recyclage définissent les seuils d'acceptation par des cahiers des charges (ou PTM³ dans le cadre de la garantie de reprise pour les flux issus d'emballages ménagers) pour chaque matériau.

En particulier, pour les flux fibreux présents dans les collectes sélectives (cartons ondulés, journaux-magazines, papiers mêlés), les seuils globaux d'impuretés sont relativement bas (de 1,5 % à 7 % suivant les matériaux et les filières). Ces impuretés sont de deux types :

- matières fibreuses autres : papiers cartons préjudiciables à la production ;
- composants non-papiers : matières étrangères, susceptibles de causer des dommages à l'équipement ou de provoquer des interruptions de production, ou pouvant affecter la valeur du produit final (métaux, verre, textiles, bois, sables et inertes, matières synthétiques).

Concernant les éléments minéraux, les cahiers des charges ne définissent pas de limites spécifiques précises. Toutefois,

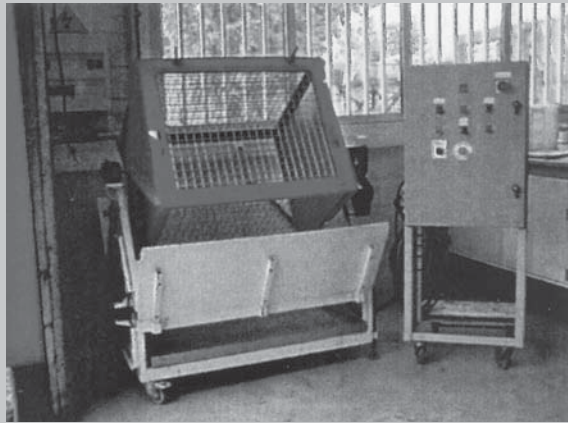


Trommel pour le criblage automatique

Protocole d'échantillonnage et d'analyse de minéraux dans des lots de papiers-cartons A2, A5, A11

1. Constituer un échantillon de 10 kg environ à partir de 10 prélèvements élémentaires de 1 kg. Les prélèvements seront effectués au hasard dans le lot. Peser l'échantillon.
2. Cribler 15 minutes à l'aide d'un trommel équipé d'une maille de 40 mm.
3. Détecter, en sortie de trommel, dans les non passants, les fragments particuliers (cartons tassés) susceptibles d'emprisonner des minéraux. Trier les minéraux.
4. Reprendre les passants et les minéraux triés ci-dessus, enlever le maximum de papiers et cartons, effectuer un tri densimétrique à l'eau (ou mieux, effectuer un tri densimétrique à l'aide d'une solution saturée de chlorure de calcium, suivi d'un rinçage à l'eau) afin de ne garder que les éléments lourds.
5. Sécher au micro-ondes ou à l'étuve.
6. Cribler à 4 mm, peser les fractions < 4 mm et > 4 mm.

N.B. les mailles de criblage pourront être différentes sans changer fondamentalement le protocole.



les exploitants de centres de tri et les filières ont parfois constaté la présence de ces impuretés dans les produits issus du tri. Ces impuretés peuvent être de différents types (sables, poussières, verre,...) et, au-delà d'un certain seuil, être gênantes dans la production de papier ou de cartons. Pour autant, ces papiers cartons issus du tri sont aujourd'hui repris et recyclés par les filières.

Ces éléments minéraux peuvent être dus à différents facteurs :

- erreurs de tri des particuliers,
- mauvaise communication,
- mélange dans les bacs compartimentés ou dans les véhicules de collecte,
- erreurs des opérateurs de tri,
- conditions de stockage des produits dans le centre de tri (en amont ou en aval).

L'objectif de l'étude est d'apporter des solutions techniques permettant de « nettoyer » les flux fibreux des éléments minéraux et d'analyser l'efficacité de différents équipements afin d'améliorer les conditions de reprise et de pérenniser les filières.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

La méthodologie employée pour cette étude a été de :

- définir les flux à tester et les paramètres à analyser ;
- mettre en place un protocole d'analyse fiable ;
- choisir des outils et technologies à tester ;
- tester les équipements sur les différents flux.

Les trois flux fibreux testés correspondent aux matériaux récupérés sur les centres de tri de collecte sélective : journaux-magazines (A11) cartons ondulés (A5) papiers mêlés (A2).

Les flux testés ont été triés manuellement sur chaîne de tri et n'ont pas subi de criblage mécanique.

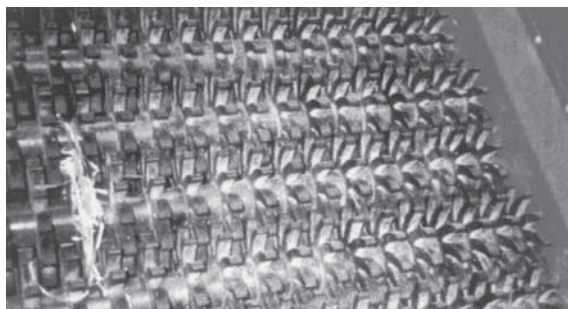
Les paramètres à analyser sont essentiellement de deux catégories : particules grossières (supérieures à 4 mm), fines (inférieures à 4 mm).

Deux types d'essai ont été réalisés :

- pour les flux journaux-magazines (A11) et papiers mêlés (A2), une simple opération de criblage a été effectuée ;
- pour les cartons ondulés (A5), deux tests ont été réalisés, l'un avec le produit brut, l'autre après déchetage (morceaux d'une dizaine de cm environ) pour en extraire les éléments emprisonnés.

Protocole d'analyse : pour mesurer la proportion d'éléments minéraux présents dans les différents flux et l'efficacité des outils testés, il est nécessaire de définir un protocole d'échantillonnage et d'analyse. Le protocole proposé doit permettre d'obtenir un résultat qui soit représentatif et indépendant de l'opérateur.

L'appui d'un expert du Cemagref¹ a permis de définir un protocole (cf. encadré).



Crible à étoiles



Crible balistique

Les erreurs d'analyse ont été calculées selon la théorie de l'échantillonnage des matières morcelées. Nous obtenons, pour des échantillons de 10 kg, les erreurs fondamentales absolues sur les teneurs en éléments minéraux (avec un niveau de confiance de 0,95) suivantes: 0,25 % sur le A2, 0,25 % sur le A5, 0,13 % sur le A11.

L'erreur d'échantillonnage varie d'un site à un autre. Les opérateurs pourront par la suite déterminer l'erreur totale d'échantillonnage et d'analyse par des séries statistiques sur des échantillons de 10 kg.

Choix des équipements: les outils a priori existant sur le marché et l'apparition de nouvelles techniques ont conduit à tester trois types d'équipement:

- le trommel, outil utilisé sur un certain nombre de sites, pour des opérations de criblage granulométrique ;
- le crible à étoiles, matériel récent dans les centres de tri en Europe, utilisé principalement pour de la séparation papiers-cartons ;
- le crible balistique, utilisé sur de la séparation lourd-léger. Ces deux derniers outils, générant un brassage fort de la matière, semblaient a priori intéressants et n'avaient pas encore été utilisés dans ce contexte, ce qui constitue une innovation par rapport à l'existant.

RÉSULTATS ET COMMENTAIRES

Les différents essais ont été effectués sur plusieurs sites avec les mêmes flux (les teneurs initiales en impuretés minérales étaient comprises entre 0,4 % et 1,5 %). L'utilisation d'équipements existants localement a été privilégiée afin, d'une part de disposer de conditions expérimentales équivalentes à des conditions réelles, d'autre part de maîtriser les coûts de ces essais. Les conditions de fonctionnement (débit en particulier) et de réglage n'ont pas été modifiées spécifiquement pour ces essais. Des prélèvements ont été effectués selon le protocole pour mesurer l'efficacité de séparation.

Les mesures effectuées ont permis de déterminer la teneur en impuretés minérales avant et après opération de criblage, et ainsi de mesurer le gain de qualité ou l'efficacité d'épuration des équipements.

L'efficacité d'épuration correspond donc à la capacité d'élimination des particules minérales, soit la formule:

$$\text{Efficacité (en \%)} = 100 \times \frac{\text{Masse des impuretés minérales avant traitement} - \text{Masse des impuretés minérales après traitement}}{\text{Masse des impuretés minérales avant traitement}}$$

Essai 1 : Trommel

Conditions expérimentales: les journaux-magazines (A11) et papiers mêlés (A2) ont été envoyés sur un site existant équipé d'un trommel de 6 m (2 m en trous ronds de 70 mm et 4 m en trous ronds de 200 mm). Les débits de fonctionnement sur cette unité étaient de l'ordre de 4 à 5 t/h. Les résultats sont représentés en figure 1.

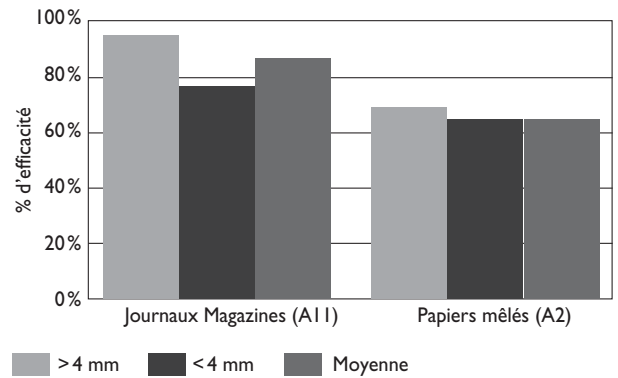


Figure 1 : Efficacité d'épuration du trommel

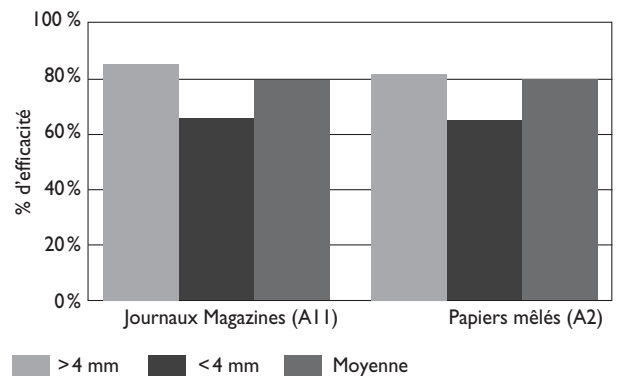


Figure 2 : Efficacité d'épuration du crible à étoiles

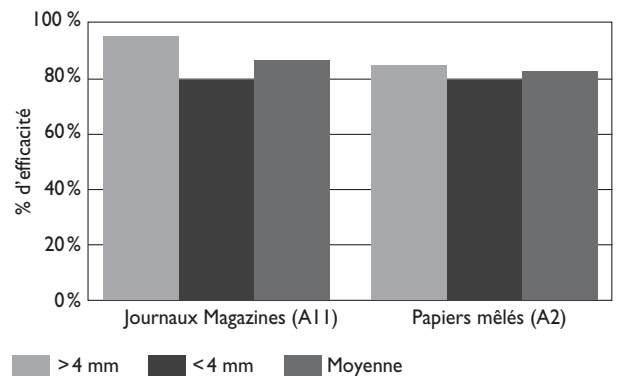


Figure 3 : Efficacité d'épuration du crible balistique

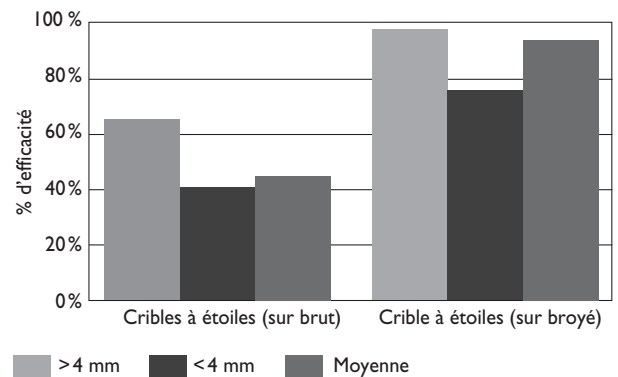


Figure 4 : Influence du déchetage sur l'efficacité d'épuration (Flux A5)

Commentaires de l'ARE* Nord-Pas de Calais sur la pertinence de cette expérimentation

Les collectes sélectives dans la région Nord-Pas de Calais ainsi que les déchèteries génèrent une quantité croissante de matière valorisée en industrie. Les papiers-cartons et journaux-magazines produits s'élevaient à plus de 50 000 tonnes en 1999.

L'objectif est de pérenniser les filières de reprise dans un souci constant d'équilibre économique et technique. La valeur des matières dépend avant tout de la qualité. La variabilité des variétés de papiers et cartons et la fluctuation de leurs cours dans un contexte européen voire mondial obligent les collectivités à fixer aux centres de tri et de conditionnement des cahiers des charges plus exigeants sans mettre en péril l'équilibre économique du dispositif (coût de collecte et de tri, recettes escomptées).

L'étude des matériels permettant d'augmenter le taux de dépollution des fibres par des minéraux vient conforter la démarche visant à mieux cerner les contraintes des choix techniques.

Les catégories (A2, 45, A11) correspondent aux flux principaux observés. Aussi, la pertinence des analyses apportera un éclairage apprécié pour les décideurs en charge du service public d'élimination des déchets.

*ARE: Agence régionale de l'énergie, organisme associé du Conseil régional Nord-Pas de Calais

Essai 2: Crible à étoiles

Conditions expérimentales: un crible neuf a été installé pendant plusieurs jours sur un centre de tri. Par une alimentation au chargeur, des essais ont été réalisés sur les flux journaux-magazines (A11) et papiers mêlés (A2). Les débits de fonctionnement de cet outil étaient de l'ordre de 8 à 9 t/h. Les résultats sont représentés en figure 2.

Essai 3: Crible balistique

Conditions expérimentales: une unité mobile a été mise en place sur site pendant plusieurs jours pour tester les flux journaux-magazines (A11) et papiers mêlés (A2). Les dimensions de l'outil (prévus pour du transport routier) permettaient d'obtenir un débit de 4 à 6 t/h. Les résultats sont représentés en figure 3.

Essai 4: Flux cartons ondulés (A5)

Conditions expérimentales: ce flux a été traité avec deux essais:

- 1. passage du produit brut sur un crible (en l'occurrence le crible à étoiles) pour déterminer l'efficacité d'épuration ;
- 2. broyage sur un site disposant d'un déchiqueteur d'un lot complet, puis criblage sur le même outil pour déterminer l'impact de ce déchiquetage sur l'efficacité d'épuration. Les résultats sont représentés en figure 4.

CONCLUSION

Les résultats obtenus sont plus qu'encourageants. Les différents outils testés fonctionnent bien.

Par une simple opération de criblage sur les flux traités, les flux journaux-magazines (A11) et papiers mêlés (A2) peuvent être épurés avec une efficacité d'épuration de l'ordre de 80 % à 90 % quel que soit l'équipement. Pour le flux A5, le déchiquetage améliore très fortement le « nettoyage », avec une efficacité d'environ 95 %

Le coût économique induit par ces opérations en configuration industrielle n'a pas été évalué.

L'intérêt de certains de ces outils en entrée des centres de

tri non équipés de matériels de criblage est réel, avec en plus une amélioration des conditions de tri. Mais, en aval de l'opération de tri, la question reste posée de savoir si de tels équipements sont à prévoir à la sortie de chaque installation de tri des déchets de collectivités, avant expédition vers les filières, ou bien à l'entrée des installations de recyclage (papeteries, cartonneries...).

* Fnade Nord-Pas de Calais

62, rue de la Justice - BP 1063 - 59011 Lille cedex

Notes :

1. Fnade Nord Picardie: Fédération nationale des activités de la dépollution et de l'environnement (groupe Nord Picardie).
2. On estime à deux millions d'habitants la population concernée par la valorisation matière en décembre 1999.
3. PTM: prescriptions techniques minimales.
4. Cemagref: Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts, établissement public à caractère scientifique et technologique. L'équipe Gestion des services publics basée à Rennes est spécialisée dans la collecte et le traitement des déchets ménagers.