

Le recyclage du plastique

- 13. Des transformations et des risques à réévaluer
- 16. De la bouteille à la bouteille
- 18. L'activité de surtri des emballages en plastique est lancée
- 20. De l'art de développer un procédé sans oublier la sécurité
- 22. Dans les centres de tri, des aménagements nécessaires
- 23. Recycler ses déchets de production : une stratégie d'entreprise

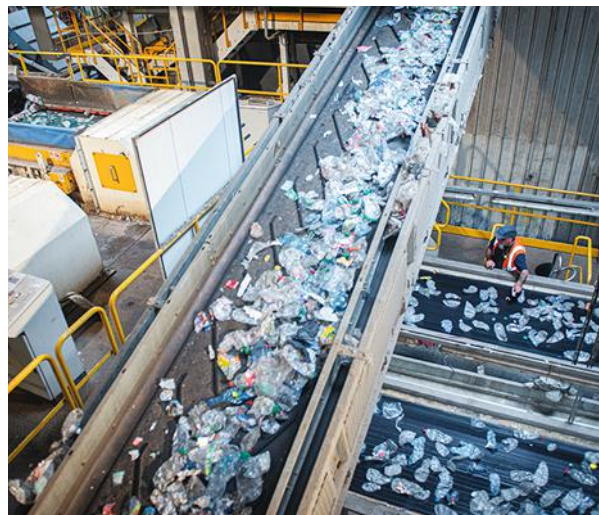
Générer moins de déchets pour réduire l'impact sur l'environnement : dans son engagement pour une économie circulaire, la plasturgie réinvente ses modèles et mise sur la réutilisation et le recyclage. Des transformations sont en train de s'opérer au sein de la filière, avec des incidences sur les conditions de travail des salariés.

Des transformations et des risques à réévaluer

DÉSIGNÉ comme un polluant majeur de l'environnement, le plastique est visé par des législations de plus en plus contraignantes. Abandon de certaines utilisations, réemploi ou recyclage : le secteur est constamment poussé à se réinventer, ce qui implique de s'interroger sans cesse sur les conditions de travail. Au cours des 50 dernières années, le plastique a révolutionné la production industrielle : emballages, automobile, aéronautique, électronique... Certains de ses usages – isolation des bâtiments, réduction du gaspillage alimentaire ou dans le secteur de la santé – ont constitué des avancées notables. En 2022, la production de plastique, qui ne cesse de croître, était de plus de 400 millions de tonnes au niveau mondial, dont près de 59 millions en Europe, d'après Plastics Europe¹. À eux seuls, les emballages représentent 40 % du plastique utilisé sur le continent. En France, la loi anti-gaspillage et économie circulaire de 2020 (Agec), qui ambitionne de réduire la production de déchets et favoriser le réemploi et le recyclage, prévoit la fin de la mise sur le marché des emballages en plastique à usage unique d'ici à 2040 et fixe un objectif de 100 % de recyclage des emballages en plastique à usage unique à l'horizon 2025.

Plusieurs voies possibles

Dans ce contexte, pour les plasturgistes, gérer ses propres rebus et les valoriser devient incontournable. Tout comme intégrer les contraintes de fin de vie du produit dès sa conception. En 2021, près de 35 % des plastiques col-



© Fabrice Dimer pour l'INRS/2023

lectés dans l'Union européenne (mais seulement 26 % en France) étaient recyclés (source : Plastics Europe). La valorisation énergétique, quant à elle, demeurait majoritaire (42 %) et 23 % étaient enfouis. La même année, Citeo, l'éco-organisme en charge de la filière des emballages ménagers, indiquait un taux de recyclage

La qualité du tri, à la source comme dans les centres dédiés, a une incidence sur la santé et la sécurité des salariés chargés de recycler les plastiques.

des emballages en plastique de 30 % en France, et même 59 % pour les bouteilles et flacons.

Le recyclage des plastiques est réalisé selon deux méthodes : le recyclage mécanique et le recyclage chimique. « Ces deux voies, complémentaires, doivent coexister si l'on veut recycler une plus grande diversité de déchets », affirme François Nicolas, directeur du site Plastipak de Sainte-Marie-la-Blanche, en Côte-d'Or, qui recycle des bouteilles plastiques usagées en PET (polytéréphtalate d'éthylène) pour en fabriquer de nouvelles.

Le recyclage mécanique concerne plus de 99 % des plastiques recyclés. Ce traitement expose les salariés à des risques divers, liés notamment aux machines (broyeurs, presses), au bruit, aux poussières ou encore aux maintenances, malgré des procédés très automatisés. Avec le recyclage chimique, on retrouve les risques classiques de l'industrie chimique (utilisation de solvants, acides forts...). Dans les centres de

ZOOM

UNE MATIÈRE, DEUX FILIÈRES DE RECYCLAGE

En très grande majorité, le recyclage du plastique est mécanique. Dans ce cadre, les déchets sont collectés et triés afin de constituer des gisements par famille de polymères, puis broyés, lavés, extrudés pour être transformés en granulés de matière première recyclée (MPR). Pour les bouteilles en plastique transparentes en PET (polyéthylène téréphtalate), ce recyclage se fait en boucle fermée, avec retour au produit initial. C'est loin d'être la majorité des cas. Les matériaux composés de multiples matrices polymères, les additifs introduits ou encore la pollution due à l'usage (comme la pollution alimentaire) rendent les situations souvent plus complexes. De plus, le nombre de fois où le plastique peut être recyclé mécaniquement est limité. En parallèle, des solutions de recyclage chimique se développent et consistent, grâce à diverses technologies (pyrolyse, hydrolyse, gazéification...), à décomposer le polymère pour revenir à la matière première de départ.



>>>

tri comme chez les plasturgistes, il existe également des risques liés à la matière. « Certains retardateurs de flamme bromés ou certains phtalates, aujourd'hui interdits en Europe, peuvent être présents dans les déchets à recycler, indique Cécile Fonteneau, experte d'assistance-conseil à l'INRS. Il faut pouvoir identifier ces substances et évincer des filières de recyclage les articles qui en contiennent afin de ne pas pol-

luer de futures matières. » Enfin, les risques biologiques sont également présents, notamment suite à l'extension des consignes de tri et la présence d'emballages alimentaires souillés.

Lors de la transformation à chaud de matière plastique recyclée (MPR) provenant du recyclage mécanique, des risques toxicologiques plus importants qu'avec l'utilisation d'une matière vierge apparaissent. « De par son cycle

de vie, la MPR contient plus d'impuretés. Celles-ci peuvent également modifier les propriétés physiques de la matière comme sa viscosité, ce qui conduit bien souvent à des températures de mise en œuvre plus élevées, et favorise là encore la génération de polluants », ajoute Cécile Fonteneau. Avec la MPR provenant du recyclage chimique, le risque de présence d'impuretés est réduit et on se rapproche des caractéristiques de la matière vierge.

Sur le volet prévention, lors de la mise en œuvre de MPR, les mesures qui s'appliquent sont des mesures classiques comme l'aspiration des polluants à la source, la ventilation des locaux et l'optimisation des températures pour réduire les émissions. Il faut aussi et avant tout bien connaître ses matières et en avoir identifié des sources fiables.

> NOUVEAUX USAGES, ANCIENS RISQUES

À compter du 1^{er} janvier 2025 (1^{er} janvier 2028 pour les collectivités territoriales de moins de 2000 habitants), les contenants alimentaires en plastique de cuisson, de réchauffe et de service seront interdits en restauration collective des établissements scolaires et universitaires, ainsi que des établissements accueillant des enfants de moins de 6 ans (loi EGalim).

Mais les supprimer implique d'en trouver d'autres, comme par exemple l'inox, un matériau déjà utilisé dans ce secteur.

Quel serait alors l'impact du poids supplémentaire des contenants et couvercles sur les conditions de travail ?

« En matière de stockage, de port de charges, de manutentions, certains risques qui avaient été supprimés avec l'utilisation des plastiques à usage unique pourraient réapparaître, indique Anita Romero-Hariot, experte d'assistance-conseil à l'INRS. L'emploi de contenants réutilisables nécessite un lavage, voire une désinfection et donc l'utilisation de produits chimiques.

Une réévaluation globale des risques professionnels est nécessaire. » Elle induira des changements organisationnels qui peuvent être profonds et qu'il faut anticiper en tenant compte des réalités.

📷 Les premiers centres de surtri des déchets, équipés de systèmes optiques de pointe, ont été créés en 2023 (ici, à Ruffey-lès-Beaune).

Sans tri, pas de recyclage

Pour mieux recycler et trouver de nouveaux débouchés, l'amélioration du tri, à la source comme dans les centres dédiés est essentielle. Ceux-ci doivent être en capacité de fournir les qualités et quantités de matière nécessaires aux opérateurs de recyclage. Une question qui a des incidences sur la santé et la sécurité au travail. Ces dernières années, le secteur des emballages a connu des évolutions majeures. L'activité de tri des déchets d'emballages ménagers est organisée selon le principe de la « responsabilité élargie du producteur ».

L'éco-organisme Citeo, agréé par l'État, joue un rôle-clé dans sa structuration. Il est depuis longtemps un interlocuteur du réseau Assurance maladie-risques professionnels, avec lequel il a participé à la publication de brochures sur la conception des centres de tri. Il a également présidé la commission pour la norme NF X 35-702 sur les cabines de tri, publiée en 2015, commission qui regroupait des acteurs du réseau prévention des risques professionnels, des fédérations professionnelles, et des exploitants de centres.

Depuis le 1^{er} janvier 2023, l'extension des consignes de tri, qui permet aux ménages de déposer tous leurs emballages plastiques



© Patrick Delapierre pour l'INRS/2023



CONNAÎTRE SA MATIÈRE : UN ENJEU MAJEUR DU RECYCLAGE

Identifier les composés présents dans les matières recyclées ou post usage est un vaste sujet. Au Centre technique industriel de la plasturgie et des composites (CT-IPC), on utilise des méthodes d'analyse pour traquer les matières organiques et inorganiques présentes au sein des matrices polymères, en ayant conscience de la difficulté d'être exhaustif quand on ignore ce que l'on recherche. « Les composés trouvés dans les gisements post consommation sont le fruit d'un parcours lié à la production, au stockage, à l'utilisation, à la fin de vie du produit et peuvent être totalement insolites », explique Colette Breysse, responsable du laboratoire emballage du CT-IPC à Clermont-Ferrand. On peut se

trouver face à des cocktails de substances diverses, en quantité variable, dont certaines sont préoccupantes au regard de Reach¹. « On retrouve des marqueurs-types du contact avec des aliments (acides gras, limonène...), des arômes d'agents lessiviels, des hydrocarbures, des phtalates, du bisphénol... Côté inorganiques, on peut trouver du sodium, du calcium, de l'aluminium, du plomb... Côté inorganiques, on peut trouver du sodium, du calcium, de l'aluminium, du plomb... reprend la spécialiste. Ce qu'il faut retenir, c'est que la qualité de la collecte et du tri fera la qualité de la matière recyclée. » Connaître ses gisements est essentiel pour savoir ce que l'on peut en faire.

1. Règlement européen (règlement n°1907/2006) entré en vigueur en 2007 pour sécuriser la fabrication et l'utilisation des substances chimiques.

dans le bac jaune, est généralisée en France. Cette évolution s'est accompagnée de la réduction du nombre de centres et de la transformation de l'outil industriel sur les unités maintenues avec, au préalable, une réévaluation des risques inhérents à ces changements. « La structuration de la filière autour d'un éco-organisme qui s'est saisi des questions de prévention a permis le développement d'unités dans lesquelles étaient déployées les préconisations du guide de conception et de la norme cabines », souligne Éric Silvente, expert d'assistance-conseil à l'INRS.

« Pendant la phase d'expérimentation, des recycleurs nous ont alertés sur des difficultés rencontrées avec la matière issue des centres pratiquant l'extension

des consignes de tri, explique Éric Fromont, responsable du projet tri et flux développement chez Citeo. Il est apparu indispensable de préserver une bonne qualité de matière pour les filières matures, comme celle des bouteilles en PET clair et, pour alimenter les filières de recyclage en développement, de mettre en place un nouveau flux. Appelé flux développement, il rassemble des familles d'emballages que les centres de tri ne parvenaient pas à bien séparer. »

Ce flux, mis en balles dans des centres de tri, est traité dans des unités de surtri dont la première est entrée en activité en mai 2023 à Ruffey-lès-Beaune, en Côte-d'Or. En investissant pour la reconversion de centres de tri en centres de surtri, Citeo, qui est propriétaire du process, a imposé à nouveau

ses exigences de santé et sécurité au travail. Derrière la massification de ces nouveaux flux, avec une garantie de qualité de la matière triée, l'éco-organisme, qui vend cette matière aux recycleurs, encourage le développement de nouvelles capacités industrielles de traitement. ■ G. B.

1. Association professionnelle représentant plus de 90 % de la production totale de polymères en Europe.

+ d'infos,
des podcasts,
des vidéos...
à retrouver sur
www.travail-et-securite.fr

En savoir plus

- « RISQUES CHIMIQUES », dossier web INRS
- GUIDE PRATIQUE de ventilation, atelier de plasturgie. Brochure INRS, ED 6146
- CENTRE DE TRI de déchets recyclables secs ménagers et assimilés issus des collectes séparées. Brochure INRS, ED 6098

À télécharger sur www.inrs.fr

De la bouteille à la bouteille

À côté de Beaune, le leader européen du recyclage de bouteilles en plastique, Plastipak, produit chaque année plus d'un milliard de préformes, permettant la fabrication d'autant de bouteilles en plastique recyclé. La sécurité au travail est intégrée aux différents processus jusqu'à l'accueil des nouveaux arrivants qui a été entièrement repensé et étoffé.

ICI, LE PLASTIQUE collecté via les bacs jaunes n'est pas un déchet : c'est une matière première. Nous sommes dans l'une des quinze usines européennes du groupe Plastipak, à Sainte-Marie-la-Blanche, en Côte-d'Or. La première pour le recyclage de bouteilles en plastique en France. Chaque année, elle reçoit 50 000 tonnes de matière provenant des centres de tri, sous forme de balles de 300 kg. « Nous ne gardons que le plastique cristal

À plusieurs étapes de la production, des contrôles qualité sont réalisés sur la matière.

ou légèrement bleuté qui permettra de faire une nouvelle bouteille transparente en PET (polyéthylène téréphtalate) », indique François Nicolas, le directeur du site. Pour cela, il faut trier, retrier et encore retrier.

« Nous éliminons 30 % d'indésirables sans produire de déchets. Tous les matériaux que l'on écarte, y compris les étiquettes et bouchons, sont revalorisés et orientés vers la filière adéquate, reprend le

directeur. Notre production est de 45 000 tonnes de granulés injectables par an en matière recyclée (rPET), et environ 3 millions de préformes par jour, un produit intermédiaire facilement transportable, dont seul le goulot est définitif et qui sera ensuite soufflé pour former la bouteille. »

Bien former dès l'entrée

L'usine – qui tourne 7 jours sur 7, 24 heures sur 24 – est subdivisée en trois ateliers : lavage, extrusion, injection. Elle emploie 135 personnes. Si l'on ajoute les intérimaires et les intervenants extérieurs, ça fait du monde qu'il faut accueillir... en toute sécurité. « Nous avons instauré un accueil en ligne obligatoire préalable à l'affectation à leur poste via la plate-forme "Cognilearning", précise Alexandra Nicolas, la responsable hygiène, sécurité et environnement (HSE) du site. Il s'agit d'un module d'auto-formation personnalisé, comprenant des informations communes à tous et, suivant l'environnement industriel de destination, des présentations spécifiques avec un focus sur les risques présents et les solutions de prévention déployées. »

Au fil de la présentation, l'apprenant répond à des quiz. Une attes-



© Fabrice Dimier pour l'INRS/2023

TÉMOIGNAGE – POURQUOI UN ACCUEIL SÉCURITÉ EN LIGNE ?

« Pour créer la plate-forme de formation en ligne, nous avons collaboré avec le laboratoire électronique de l'apprentissage et du développement (Lead) de l'Université de Bourgogne. Les modules d'auto-formation doivent respecter les préconisations de l'ergonomie cognitive appliquée à des supports multimédias : une formation courte pour ne pas perdre l'attention, progressive, en audiodescription et en plusieurs langues, comprenant des contenus multimédias de différente nature et un contrôle de

l'apprentissage par quiz au fil du visionnage. Nous partons en général des powerpoint utilisés par l'entreprise cliente pour son accueil en salle et nous les remanions. Il s'agit souvent d'usines qui accueillent des intérimaires ou des prestataires extérieurs. Dans le module d'e-learning, des chemins amènent l'apprenant à telle ou telle partie, suivant des critères définis par l'entreprise qui peuvent même varier, pour un même groupe, d'un site à l'autre », indique Antoine Brisson, directeur de Cognilearning.



© Fabrice Dimier pour l'INRS/2023

les règles de sécurité. J'incite les nouveaux à prendre leur temps, observer l'environnement, le sol, les machines. Puis ils rejoignent leur binôme », précise Francisco Pereira, coordinateur sur l'atelier lavage. Sur le secteur, l'une des grosses avancées a été la suppression des risques de coupure et de projection pour retirer le cerclage métallique autour des balles. Tout est désormais automatisé. Par ailleurs le cariste, chargé de placer les balles sur le convoyeur d'entrée de ligne, a dû passer un test de conduite dans son environnement de travail : être titulaire d'un certificat à la conduite en sécurité (Caces) ne suffit pas.

La bouteille 100% en plastique recyclé

Après le lavage, plus d'une dizaine d'étapes de tri automatique se succèdent (cribles, tri optique, tri infrarouge, séparateur à courant de Foucault...). Les opérateurs font essentiellement de la conduite de ligne. Nous croisons toutefois Bruno Meunier, aide conducteur, qui récupère dans un grand bac à roulettes des résidus d'étiquettes pour les apporter à l'extérieur. « C'est l'une des rares étapes manuelles qui subsistent. Nous réfléchissons à l'automatiser », relate François Nicolas. Il précise également que des sécurités sont en place pour qu'aucune intervention de maintenance ne puisse se faire sans que la ligne ne soit coupée.

Une fois réduit en paillettes (l'usine en produit 115 tonnes par jour), le plastique passe des étapes de lavage qui s'achèvent dans un bassin où sont déversées les paillettes de PET, qui seront utilisées en production, tandis que flottent

celles composées de bouchons et d'étiquettes. Pas très loin, l'atelier d'extrusion consomme 130 tonnes de paillettes par jour. Plastipak achète le complément à l'extérieur. Le plastique est fondu et le rPET ressort sous forme de spaghetti, refroidis dans l'eau et coupés en granulés, qu'il faut purifier. « Ils sont envoyés dans une tour de polycondensation où ils séjournent, à chaud, sans oxygène, pendant plusieurs heures. Après cette étape, le rPET est apte au contact alimentaire », explique Alexandra Nicolas. Une partie est utilisée dans l'atelier injection, pour réaliser les préformes, l'autre envoyée dans une autre usine Plastipak à Bierne, dans le Nord, ou chez un client (Coca-Cola, Danone, Refresco...). Depuis avril 2022, les bouteilles PET de 50 cl de Coca-Cola sont fabriquées à partir de 100 % de rPET. D'autres continuent à mélanger rPET et résine vierge (parce qu'elle est moins chère) dans des quantités variables.

Nous retrouvons la responsable HSE à l'extérieur, près des silos. Elle s'entretient avec un chauffeur, venu récupérer son chargement, au sujet d'un garde-corps défectueux. L'occasion, plus informelle, de rappeler les règles. « Grâce à l'accueil en ligne, tout intervenant sur le site reçoit une information sur les accès, le parking, le rassemblement incendie, les circulations... On met en place un langage commun, commente Maryline Vannier, contrôleur de sécurité à la Carsat Bourgogne-Franche-Comté. Et pour les nouveaux embauchés, cette formation à la carte, en fonction de la typologie du poste, montre que l'on s'est véritablement penché sur les besoins liés à l'environnement de travail. » ■ G. B.

tation de consultation est délivrée et, lorsqu'il arrive sur le site, le service HSE a connaissance du temps passé à répondre et des aspects sur lesquels il est nécessaire d'insister. L'accueil sécurité physique permet ensuite de dispenser des formations très spécifiques. Un intervenant de maintenance sur une tour aéroréfrigérante recevra par exemple une information sur le risque liés aux légionelles et le port de masques FFP3. Le cariste fosse à l'atelier lavage sera sensibilisé à la manipulation des balles et aux procédures d'utilisation des chariots pincés.

Réalisé par le coordinateur ou son back-up dans le service d'affectation, cet accueil gagne ainsi en efficacité. « On fait systématiquement un tour pour expliquer

La récupération des résidus d'étiquettes est l'une des rares étapes qui n'a pas été automatisée. Des réflexions sont menées en ce sens.

UN CENTRE PÉDAGOGIQUE

Créé en 2012 sur le même site par Plastipak et Coca-Cola, Infinéo est une co-entreprise qui a deux vocations : contribuer au développement de la filière du recyclage et sensibiliser, avec l'organisation de visites destinées au grand public autour de la deuxième vie des emballages, en expliquant les principes du recyclage, le cycle de vie d'un produit et qu'il est possible d'incorporer 100 % de PET recyclé pour faire une bouteille. Un objectif pour lequel l'enjeu de la collecte reste de taille.

ÉTAT DES LIEUX

En France, la collecte sélective permet, à l'heure actuelle, de récupérer 60 % des bouteilles en plastique. On est loin des objectifs fixés par la loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (Aged) : 77 % de taux de collecte en 2025 et 90 % en 2029. Certaines solutions, comme la consigne, font débat, entre des industriels favorables et des collectivités territoriales opposées, notamment quand elles ont beaucoup investi dans la modernisation de leurs centres de tri. Reste qu'à partir de 2025, 25 % de rPET devront être incorporés dans les bouteilles pour boissons en PET.

L'activité de surtri des emballages en plastique est lancée

Le premier centre de surtri d'emballages en plastique en France est opérationnel depuis mai 2023 en Côte-d'Or, à Ruffey-lès-Beaune. Exploité par Bourgogne Recyclage, il a été co-conçu avec l'éco-organisme Citeo. Objectif: affiner le tri et apporter de bonnes conditions de travail, en exploitation comme en maintenance.

HISTORIQUEMENT, c'était un centre de tri des déchets issus de la collecte sélective, qui n'était pas certain, compte tenu de l'extension des consignes de tri, de maintenir son activité. À Ruffey-lès-Beaune, en Côte-d'Or, Bourgogne Recyclage a répondu à l'appel à manifestation d'intérêt lancé par Citeo pour développer le surtri des emballages en plastique collectés dans le cadre du flux développement. Il a été retenu pour transformer son centre, l'exploiter pendant au moins sept ans et le maintenir, pour une capacité de 30 000 tonnes par an.

Opérationnel depuis mai 2023, il est la plus importante unité de l'Hexagone créée pour cette activité. Une deuxième a été mise en service en octobre à Épinal avec Suez et une troisième est attendue en juin 2024 à Mende avec Environnement Massif Central. Trois centres conçus avec les

mêmes exigences techniques. « Nous avons vocation à surtrier les emballages en plastique issus du tri réalisé dans les centres de tri primaires et à les séparer en sept flux. Cette séparation très

fine permet de massifier pour alimenter les recycleurs avec la qualité matière requise », explique Maxime Dumey, responsable du site de Bourgogne Recyclage. Les sept résines en sortie sont: le PET clair bouteilles et flacons; le PET clair barquettes monocouches; le PET clair barquettes multicouches; le PET opaque blanc (bouteilles de lait); le PET coloré (bouteilles d'eau gazeuse); le PS

(pots de yaourt); et le PE/PP (bouteilles et flacons rigides). Ces flux sont orientés vers des filières de recyclage agréées par Citeo.

Redimensionner l'unité

L'unité produit 16 heures par jour sur cinq jours, et fait travailler une vingtaine de personnes: deux équipes constituées d'un chef d'équipe, trois caristes, un rondier, trois agents de tri cabine, plus une équipe de maintenance de nuit. L'éco-organisme a investi 18 millions d'euros dans le process. Pour répondre aux exigences de sécurité, c'est toute l'organi-

« Tous ces aménagements illustrent une culture de prévention solidement ancrée. »

sation du centre qu'il a fallu revoir. « Nous avons notre expérience d'exploitation d'un centre de tri et Citeo une vision sur 140 centres en France. Nous avons mutualisé ces compétences pour faire de la sécurité des opérations et des salariés une priorité », retrace Maxime Dumey.

« On a notamment demandé le travail en Fifo (first in first out) pour éviter la décomposition des

UNE FILIÈRE EN MOUVEMENT

« Le centre de surtri est prestataire de services pour séparer de manière qualitative la matière. En s'engageant de manière durable sur des contrats de sept ans, on voit s'accélérer les projets de R&D chez les recycleurs », indique Éric Fromont, directeur des projets tri et flux développement chez Citeo. L'éco-organisme, qui travaille avec des recycleurs historiques, a lancé un appel d'offres pour trouver également d'autres industriels et encourage la création de nouvelles unités. « Aujourd'hui, on fait des cintres à partir de pots

de yaourts », évoque Maxime Dumey, responsable du site de Ruffey-lès-Beaune. Demain, avec le recyclage chimique, des industriels pourront reprendre le PS pour du retour au contact alimentaire. Autre exemple, Citeo a confié à un groupement d'entreprises (Wellman, Valorplast, Carbios) une partie des tonnages de barquettes monocouche et multicouche PET, dont une partie sera traitée par Carbios à Longlaville, en Meurthe-et-Moselle, par biorecyclage de tout type de PET.

déchets trop longtemps stockés sur le site, le redimensionnement des stockages et des circulations extérieures. », insiste Éric Fromont, directeur des projets tri et flux développement chez Citeo. Chaque jour, six à sept camions chargés de 40 balles de déchets arrivent des centres de tri, et autant repartent chez des recycleurs. Quand le cariste dépose les balles sur le convoyeur d'entrée, les opérations automatiques de délitage et déballage ont lieu. Puis quinze machines de tri optique séparent les matières.

Sécuriser aussi la maintenance

« Toute l'installation est accessible par passerelle », souligne Alexandre Lemaire, le responsable de production. Depuis la salle de supervision, il a l'œil sur le process. « En cas de bourrage, de présence de ferraille qui n'aurait pas été éliminée, il est possible de mettre en sécurité le périmètre pour intervenir, sans arrêter toute la production », explique-t-il. « Pour chaque équipement, les implantations et accès ont été pensés pour la sécurité en exploitation et en maintenance. C'est un vrai travail d'intégrateur, souligne Jean-Louis Grosmann, ingénieur-conseil à la Carsat Bourgogne-Franche-Comté. Des palans et des équipements sur lesquels installer une potence ont été prévus pour mécaniser 100% des opérations de maintenance. »

L'interverrouillage est généralisé, avec trois sécurités pour pouvoir intervenir sur les caissons de tri optique. Une fois les matières séparées, un contrôle qualité est réalisé en cabine. Deux opératrices contrôlent le refus, prélevant ce qui peut être récupéré et réo-



© Patrick Delapierre pour l'INRS/2023

Le contrôle en cabine consiste à retirer du flux valorisable quelques indésirables qui n'ont pas été éliminés par les machines de tri optique. Et, au niveau du tapis de refus, à remettre dans le circuit les produits valorisables éliminés par erreur.

riément. Sur d'autres tables passent les sept flux séparés. La conception de la cabine s'est appuyée sur l'analyse ergonomique pour un résultat qui va au-delà de la norme. « Des entretiens avec les salariés sur l'ancienne usine ont permis d'évaluer les composantes de l'activité. J'ai utilisé la méthode d'analyse de la charge physique de travail de l'INRS », explique Jean-Pierre Zana, l'ergonome. Tous les postes sont équipés de réhausse motorisables, « une plaque au sol que l'on lève ou descend pour trouver sa position de confort. On fatigue nettement moins », précise Vanessa Gitta, opératrice. Sièges assis-debout, position de tri à 45° face au flux, climatisation et ventilation,

lumière naturelle, éclairage artificiel réparti de façon à garantir 600 lumens sans éblouissement, plaques lumineuses « effet nuage » au plafond, limite sonore à 70 dB(A) dans la cabine grâce à la mise en place de caissons d'insonorisation à l'entrée... Le résultat a même séduit les salariés les plus attachés à l'ancienne usine. Et pour demain? L'installation est flexible. « Le nombre de machines de tri optique et la taille de la cabine contrôle qualité, qui peut accueillir quatorze personnes, ont été maximisés, reprend Maxime Dumey. Si une nouvelle résine est mise sur le marché, nous devons être en mesure de la trier et de la massifier pour qu'elle puisse être recyclée. » ■ G. B.

LA SOBRIÉTÉ ÉNERGÉTIQUE AU MENU

Les moteurs de l'installation de Ruffey-lès-Beaune ont été équipés d'une technologie leur permettant de délivrer uniquement la puissance nécessaire à la machine. Les calories produites par l'unité de production d'air comprimé sont récupérées pour chauffer la salle de tri. Deux technologies de sècheurs d'air sont utilisées: par absorption (quand la température est inférieure à 5°C), et par réfrigération (au-delà de 5°C), pour consommer cinq fois moins d'électricité.

NETTOYAGE

Une fois par semaine, un prestataire intervient pour le nettoyage de la cabine de tri, en complément des nettoyages réalisés après chaque poste. À la demande de Citeo, un prototype a été testé pour le nettoyage des tapis à la vapeur sèche (la machine propulse la vapeur sur la bande avant passage d'un racleur). Un objectif de déploiement sur 100% des tables de tri est fixé pour début 2024.

De l'art de développer un procédé sans oublier la sécurité

Dans le Loiret, Orrion Chemicals Orgaform est une PME française qui produit adhésifs, émulsions de cires, lubrifiants et autres additifs pour des industriels. L'entreprise s'est dotée en 2021 d'une unité de recyclage de mousse de matelas en polyuréthane. Intégrant des aspects de prévention des risques dès la conception, cette nouvelle ligne a aussi bénéficié de plusieurs améliorations depuis sa mise en fonctionnement.



© Gael Kerbool/NRS/2023

À SEMOY, à côté d'Orléans, une usine chimique est en activité depuis plus de 50 ans. Passée par le giron de groupes internationaux, elle est rachetée à l'Américain Dow Chemicals en 2010. Redevenue une PME française et rebaptisée Orrion Chemicals Orgaform (OCO), l'entreprise emploie aujourd'hui 48 salariés qui se répartissent entre la R&D, la fabrication et la commercialisation d'ingrédients pour l'industrie. 40 % de son chiffre d'affaires provient de ses propres recettes de colles, de couches protectrices pour verre et de facilitants de démoulage. Le reste est le fruit de la confection à façon d'adhésifs, de lubrifiants ou d'ad-

Conditionnés en big bags, les réactifs sous forme solide sont introduits dans le réacteur en utilisant un palan.

ditifs, notamment. Depuis 2021, elle s'est lancée dans le recyclage de mousse de matelas en polyuréthane. À l'origine de ce développement, un appel d'offres européen remporté par Oco l'année précédente pour la mise en œuvre industrielle d'un procédé de dépolymérisation du polyuréthane mis au point outre-Rhin. « Au-delà de la solidité technique de notre dossier et d'une approche tenant compte de la sécurité au travail et de l'environnement, le fait que la France soit le seul pays de l'Union européenne à posséder une filière déchet pour les matelas était un atout », souligne Christian Siest, président. En 2021, la pre-

mière unité de recyclage chimique de mousse polyuréthane au monde est ainsi inaugurée.

Un chariot pour charger la mousse

Préalablement découpés et débarrassés de leurs éléments textiles et métalliques dans des centres de tri, les matelas sont livrés en balles de 450 kilos. À l'aide d'un engin élévateur dont la fourche a laissé place à une pince, les morceaux de mousse sont introduits dans une trémie qui les conduit vers un broyeur. « Le polyuréthane est léger, mais un chargement manuel n'était pas envisageable. Au rythme de

LES RECYCLAGES MÉCANIQUE ET CHIMIQUE SONT COMPLÉMENTAIRES

Quatre millions de matelas sont jetés chaque année en France. La plus grande partie d'entre eux sont incinérés, certains sont enfouis et une petite proportion est envoyée dans la filière du recyclage mécanique qui les transforme en revêtement de terrains de jeux ou en isolants. « S'il a son rôle à jouer, le recyclage mécanique n'a pas la capacité d'absorber cette quantité énorme de déchets, estime Christian Siest, président de Oco. Le procédé chimique vient en complément, mais il faut multiplier les sites qui le mettent

en œuvre. Nous comptons pour notre part lancer une deuxième unité lorsque la première aura atteint sa vitesse de croisière de 200 000 matelas annuels. Elle ne tourne actuellement qu'à 20 %. Pour favoriser cette montée en puissance, il faudrait une réglementation obligeant les fabricants de polyuréthane à intégrer à leur recette une proportion de polyols recyclés. Car ces derniers sont à l'heure actuelle plus chers que ceux produits de manière classique. »



© Gaël Kerbool/INRS/2023

six balles quotidiennes, on frôle les trois tonnes, indique Thomas Le Couriaut, responsable QHSE. Et l'alimentation par convoyeur n'a pas été retenue car des morceaux de mousse en seraient régulièrement tombés, nécessitant des manutentions, et d'autres se seraient coincés dans les parties mobiles du tapis, générant des blocages. »

À la sortie du broyeur, la mousse est aspirée dans une canalisation équipée d'un aimant pour capter d'éventuels résidus métalliques ainsi que d'un détecteur d'étincelle couplé à un dispositif d'humidification pour éviter tout départ de feu. La matière chute ensuite dans un silo en tissu au fond duquel une vis sans fin l'envoie dans un réacteur où elle subit l'action conjuguée de différents produits chimiques. Ces derniers, lorsqu'ils sont sous forme solide, sont conditionnés en big bags. Pour éviter les risques liés à la manutention, un palan intégré à la ligne permet de les positionner au-dessus d'une trémie. Quant

📺 Pour alimenter la ligne de dépolymérisation du polyuréthane, la fourche du chariot élévateur a été remplacée par une pince.

aux réactifs liquides, ils sont pompés depuis leurs contenants. Un système de vanne permet de réaliser la manœuvre sans éclaboussures lorsque l'opérateur détache les flexibles qui les relient au réacteur. Autre précaution, les réactifs inflammables sont pompés depuis une armoire ventilée. « Et, bien sûr, tous les additifs dangereux sont posés sur des bacs de rétention, même si l'ensemble du bâtiment est en rétention », précise Thomas Le Couriaut.

Une bonne conception n'empêche pas les améliorations

En sortie du réacteur, à l'état liquide, les polyols résultant de la dépolymérisation de la mousse empruntent des canalisations qui arrivent dans des cuves de stockage d'où ils repartent dans les camions des clients. « L'opération de dépotage a été sécurisée, observe Bruno Longo, contrôleur de sécurité à la Carsat Centre-Val-de-Loire. Une plate-forme rétractable, munie de garde-

corps, vient se placer sur les citernes, permettant aux opérateurs de ne pas risquer la chute. » Mais la nature inédite du procédé n'a pas permis d'anticiper tous les écueils. « J'utilisais une pince à long manche pour couper le cerclage métallique des balles de matelas, mais l'un d'eux aurait néanmoins pu me blesser, se souvient Philippe Leprince, opérateur déchiqueteur. Aujourd'hui, le centre de tri utilise des liens en tissu. » « Constatant qu'il fallait parfois grimper sur une échelle pour vérifier le niveau de mousse, nous avons installé à la verticale de la trémie une caméra reliée à un écran de contrôle », se félicite Julie Sanchez-Vado, responsable maintenance et travaux neufs. Autre sujet ayant émergé, le niveau sonore trop élevé du broyeur, identifié avec l'aide du Centre de mesures physiques de la Carsat. « Si les grincements n'ont pas disparu, ils ont été efficacement diminués par le réglage des pièces incriminées », précise Thomas Le Couriaut. Dernier changement en date : le remplacement des filtres qui retiennent les dernières impuretés à la sortie du réacteur, qui se démontaient par en dessous, au profit de modèles qui le sont par le dessus. « Plus besoin de travailler avec les bras en l'air, se réjouit Philippe Lecomte, technicien maintenance. C'est d'autant plus appréciable que, malgré l'optimisation du tri des matelas et de la réaction, contrairement aux estimations, les changements de filtres ne sont pas hebdomadaires mais quotidiens. » Des retours d'expérience qui enrichiront la conception de la seconde unité de recyclage que Oco prévoit de construire à moyen terme. ■ D. L.

RISQUE POUSSIÈRES

L'ouverture des balles de matelas, comme l'opération de déchiquetage des matelas, sont sources de poussières dans l'atelier. Un risque biologique (moisissures) peut également être présent lorsque les matelas stockés sont humides. Des prélèvements atmosphériques seront nécessaires pour évaluer ces risques ainsi que la nécessité de mettre en place des mesures de prévention (ventilation, captage à la source...).

OCO CROIT EN LA CHIMIE VERTE

La PME française travaille sur la conception d'une unité de production de tensio-actifs à partir de biomasse. Ces molécules que l'on retrouve dans certains produits cosmétiques permettent également, lorsqu'ils sont introduits dans la composition du bitume, de travailler ce dernier à froid. Sans montée en température, l'émission de polluants, comme par exemple les hydrocarbures aromatiques polycycliques, diminue, réduisant par voie de conséquence l'exposition des ouvriers des travaux publics.

L'obligation pour les collectivités d'étendre les consignes de tri pour les déchets d'emballages ménagers vise à faciliter les solutions industrielles de recyclage. Mais quel est l'impact sur le travail dans les centres de tri ? Premiers éléments de réponse avec Jean-Louis Grosmann, ingénieur-conseil à la Carsat Bourgogne-Franche-Comté.

Dans les centres de tri, des aménagements nécessaires

Pourquoi vous êtes-vous lancé dans un état de lieux des conditions de travail dans les centres de tri des déchets ménagers en Bourgogne-Franche-Comté ?

Jean-Louis Grosmann. Depuis le 1^{er} janvier 2023, la consigne de tri a été étendue à toute la France pour les emballages en plastique. Tous les particuliers sont invités à abandonner l'ensemble de leurs déchets d'emballages en plastique dans la poubelle jaune. Antérieurement, on se contentait de trier quelques objets en plastique, tandis que les autres (barquettes, pots de yaourts, plastiques souples...) étaient déposés dans les ordures ménagères et terminaient la plupart du temps incinérés ou enfouis. Ce changement suppose que les centres de tri, qui voient leur volume de déchets reçus augmenter et l'arrivée de nouveaux objets, soient en capacité de les accepter et les trier. Nous avons voulu voir comment cela avait été anticipé en Bourgogne-Franche-Comté et quelles conséquences cela avait sur les conditions de travail.

Qu'avez-vous observé ?

J.-L. G. D'après les exploitants, les conditions de travail ont pu être maintenues à un niveau satisfaisant, voire améliorées lorsque les cabines de tri ont été entièrement reconstruites. La situation dépend du degré de modernisation qui a accompagné cette évolution, marquée notamment par une concentration des centres. Ceux qui ne ferment pas voient leur capacité augmenter à mesure qu'ils réalisent des investissements pour absorber ces flux. À Noidans-le-Ferroux, un centre a été totalement reconstruit et mis en service en 2021. Un autre

est entré en activité cette année à Dijon. Dans ces deux cas, nous voyons une amélioration des conditions de travail du fait de la prise en compte, dès la conception, de standards qui aujourd'hui prévalent dans l'activité. À Pontarlier, Lons-le-Saunier ou Besançon, des centres qui s'étaient inscrits, pour une partie de leurs collectes, dans une expérimentation lancée depuis quelques années par Citeo sur l'extension des consignes, des adaptations ont été faites: arrivée de séparateurs de films plastiques ou ajout de trieurs optiques pour conserver une activité soutenable en cabine. On ne peut pas trier un tel volume d'emballages supplémentaire sans passer par une réorganisation et des investissements matériels. L'un des enjeux est de limiter le tri en cabine à un contrôle qui permet de retirer du flux quelques indésirables ou produits qui n'ont pas été bien orientés par les machines, sans chercher à extraire la fraction principale valorisable. Rappelons également qu'un opérateur ne doit pas avoir à traiter plus de trois produits différents.

Vous constatez une augmentation de la mécanisation, mais aussi une vigilance à maintenir sur les postes de tri manuel en cabine...

J.-L. G. Tout à fait. Dans les nouveaux centres de tri, la modernisation est passée par la prise en compte de la norme NF X35-702 et l'amélioration des standards en cabine: systématisation de fenêtres sur l'extérieur; installation de lumière artificielle permettant un éclairage homogène sur les tables;

réduction du bruit (au niveau de la structure de la cabine, des entrées des convoyeurs ou des goulottes d'évacuation équipées de matériaux absorbants...); positionnement des opérateurs dans un flux d'air neuf vertical descendant; mise en place de sièges assis-debout et, comme à Dijon ou dans le centre de surtri de Ruffey-lès-Beaune, de réhausses motorisées pour se positionner en fonction de sa taille, etc. Reste toutefois la présence encore fréquente de contenants additionnels disposés de part et d'autre des tapis, et dans lesquels les trieurs déposent des produits à évacuer vers d'autres exutoires. Ces contenants encombrant l'espace et génèrent des manutentions. Leur utilisation est bien souvent liée à la présence, dans les collectes sélectives, de produits indésirables qui eux-mêmes génèrent des risques (déchets d'équipements électriques et électroniques, batteries au lithium, cartouches de protoxyde d'azote ou même déchets de soins). Sur cet aspect, l'enjeu est d'améliorer le tri en amont.

Pour conclure, je dirais que la réorganisation du travail en cabine demeure un chantier à poursuivre en ayant conscience que les conditions de travail peuvent être très fluctuantes selon le flux entrant. Et qu'à la lumière des changements induits par l'extension des consignes de tri, il faut convoquer à nouveau la démarche ergonomique pour réévaluer le travail et l'activité en cabine afin de convenir de règles d'exploitation propices à un travail soutenable à tout moment, en particulier en cas d'aléas ou d'à-coups. ■ **Propos recueillis par G. B.**

Recycler ses déchets de production : une stratégie d'entreprise

À Tricot, dans l'Oise, Fitt France fabrique des tuyaux d'arrosage de haute technicité. L'entreprise, qui recycle en interne 98 % de ses déchets, a acquis un véritable savoir-faire en matière de réintégration du PVC recyclé dans son process. L'impact sur la production est intégré à sa réflexion sur les conditions de travail.



© Gael Kerbaol/INRS/2023

IL EST L'INDISPENSABLE des jardins : le tuyau d'arrosage en PVC fabriqué au kilomètre sur le site de Fitt France à Tricot, dans l'Oise, est commercialisé sous forme de couronnes dans les enseignes de grande distribution. 3700 tonnes de tuyaux, tricotés ou guipés, soit plus de

35 millions de mètres de tube sortent chaque année de l'usine. Fait notable : si aux différentes étapes de fabrication, les contrôles qualité nécessitent d'extraire les produits non conformes ou présentant des imperfections (4 % de la production totale), aucun déchet de PVC ne

📺 **Tuyaux mal collés, écrasés ou présentant une non-conformité au niveau du diamètre... Les déchets de production sont introduits dans le broyeur pour être recyclés.**

quitte l'usine. « Nous recyclons 98 % de nos déchets de production, atteste Christine Ferreira, présidente de Fitt France. Ils sont collectés au fur et à mesure, pesés, identifiés, broyés et réutilisés pour la fabrication de la gaine, qui forme la première couche de PVC noir. » Au fil des ans, l'entreprise a acquis un véritable savoir-faire dans le réemploi, tout en se souciant des conditions de travail de ses salariés. Et la demande des clients est croissante. « Nous utilisons plus de 1000 tonnes de PVC recyclé par an, que nous achetons dans des filières spécialisées et dont nous avons la certification d'origine », poursuit la présidente. Mais d'un lot à l'autre, il peut y avoir un delta en termes de composition, de dureté de la matière... Cela nécessite plus de flexibilité, des réglages sur la ligne d'extrusion et des interventions de maintenance à organiser en sécurité.

Conserver le PVC dans la boucle

Pour faire un tuyau, il faut d'abord constituer la gaine : un premier tube de couleur sombre pour la

DANS L'AIR DU TEMPS

Fitt est un groupe mondial, né en Italie en 1969. Il regroupe quinze usines (dont quatre en France) et 950 collaborateurs. Il défend l'utilisation efficace des ressources et de matériaux pour lesquels il existe déjà une filière de recyclage consolidée, le développement de nouvelles filières ou encore la réduction des déchets générés en travaillant sur la recyclabilité des produits. C'est aujourd'hui un axe essentiel de la stratégie de développement souhaitée par l'entreprise.

PRÉVENTION POSITIVE

Remonter les presque-accidents permet de faire de la prévention positive. « Les salariés ne se sentent pas pris en défaut, mais deviennent acteurs de l'amélioration des conditions de travail », remarque Aurore Picollec, contrôleuse de sécurité à la Carsat Nord-Picardie. Le dispositif permet de découvrir des situations de travail qui auraient pu passer sous les radars. Une fois par semaine, ces remontées nourrissent les échanges avec les usines du groupe. « On y retrouve des machines et des métiers similaires, explique Christine Ferreira, présidente de Fitt France. La mutualisation des bonnes pratiques permet de progresser collectivement. »

fabrication duquel un pourcentage de granules de PVC recyclé peut être utilisé. Afin de faciliter le travail des salariés et d'éviter aux monteurs régleurs de transporter des big bags jusqu'aux entrées de lignes, un système d'aspiration automatique de la matière a été mis en place. Au niveau des extrudeuses, où les granules de plastique sont chauffés et avant de passer dans la filière pour prendre la forme du tube, une aspiration des fumées à la source évite de polluer l'atmosphère. Après l'étape d'extrusion, un renfort tri-



REPÈRES

> **L'USINE tourne en 3x8 et emploie plus de 50 personnes, dont la moitié en production.**



© Gaël Kerbaol/INRS/2023

coté ou guipé est posé. Dans le premier cas, cela consiste à tricoter deux fils polyester autour de la couche intérieure du tuyau pour lui conférer une meilleure résistance aux torsions. Dans le second, on forme un treillage de fils polyester pour faire un tuyau plutôt rigide, résistant à la pression. La gaine habillée est chauffée à 500 °C puis recouverte de matière lors d'une nouvelle étape d'extrusion. Le polyester est ainsi pris en

📷 **En fin de ligne, les opérations manuelles se concentrent. Une machine de découpe des tuyaux est testée et va permettre de supprimer l'utilisation de la pince.**

sandwich entre les deux couches de PVC. C'est d'ailleurs ce renfort de polyester qu'il faut éliminer lors du recyclage des déchets de production. « Je vide les déchets collectés aux différents postes sur un tapis convoyeur pour alimenter le broyeur », explique Damien Desarmenien, magasinier cariste. Ce sont principalement des portions de tube. Elles passent plusieurs étapes de broyage au cours desquelles sont séparés les résidus de fils polyester, éliminés en déchets industriels banals et de petits morceaux de PVC, retransformés en granules et réintroduits dans le process.

Une attention portée aux fins de lignes

« À l'arrivée des granules dans la trémie, un aimant permet de capter les résidus métalliques. Au niveau de la tête d'extrudeuse, la matière passe sur un tamis pour extraire les impuretés résiduelles. Régulièrement, des arrêts de ligne sont donc à prévoir pour le nettoyage », indique Marion Vedrune, responsable de production. C'est pourquoi une plate-forme sécurisée va être installée pour accéder au-dessus des extrudeuses. Elle a été en partie prise en charge, avec d'autres dispositifs, dans le cadre d'un contrat de prévention signé avec la Carsat Nord-Picardie. L'organisme était précédemment intervenu à l'occasion d'un programme de prévention ciblant des entreprises à sinistralité élevée. « Nous accompagnons ces établissements dans l'acquisition de bases en prévention des risques professionnels. Nous demandons la formation d'un salarié compétent, ici Marion Vedrune, et nous incitions les entreprises à devenir autonomes

sur la réalisation du document d'unique assorti d'un plan d'action et à monter en compétence sur l'analyse d'accidents », explique Aurore Picollec, contrôleuse de sécurité à la Carsat Nord-Picardie. « Nous avons poussé le curseur jusqu'à la notion de presque-accident, en invitant nos collaborateurs à remonter toute situation anormale. Ces événements sont analysés et donnent lieu à des actions suivies dans le temps », précise Marion Vedrune. Cela a déjà permis d'améliorer les fins de lignes, où se concentrent les étapes non automatisées. « Sur 8 heures, j'ai 300 couronnes à couper, indique Marc Maréchal, opérateur sur enrouleur. Nous avons une machine de découpe automatique en test pour éviter de forcer sur la pince avec des gestes répétitifs. » Le dispositif est pour l'instant installé côté tuyaux tricotés. Les tuyaux guipés devant rester branchés en air, ils sont enroulés manuellement. La fin de ligne est donc un peu différente et une adaptation devra être trouvée. « À la suite d'une étude de poste, nous avons également prévu des transpalettes électriques à hauteur variable pour que les opérateurs n'aient plus à adopter de postures contraignantes lorsqu'ils constituent leur palette de couronnes », reprend Marion Vedrune. Elle évoque également le déplacement des tourets, à l'aide de transpalettes électriques, entre les étapes de fabrication. Augmenter leur taille permettrait de réduire le nombre de manutentions et le volume de déchets, avec moins de portions « écrasées » à sortir du process. Des petits pas qui, les uns après les autres, constituent de belles avancées. ■ G. B.

CONTRAT DE PRÉVENTION

Un contrat de prévention a été signé avec la Carsat Nord-Picardie en vue d'améliorer certaines situations de travail. Il comprend notamment :

- la mise en place d'un palan pour descendre les disques où sont rangées les étiquettes de produits finis et réduire les manutentions et les risques de chutes. En effet, ils étaient jusqu'ici stockés dans un espace à l'étage et descendus manuellement par les collaborateurs qui empruntaient les escaliers ;
- l'achat de transpalettes électriques à hauteur variable, pour éviter les contraintes posturales lors de la constitution des palettes sur les fins de lignes ;
- la mise en place de plates-formes sécurisées pour accéder au-dessus des extrudeuses lors d'opérations de maintenance.