

# Recyclage

Récupération

La revue des professionnels du recyclage et du traitement des déchets depuis 1909

N°78 JANVIER-FÉVRIER 2025

DOSSIER

## FEDERREC, 80 ans au service des recycleurs

## JOURNÉES TECHNIQUES RÉGIONALES

80<sup>ans</sup>  
FEDERREC



DÉMONSTRATIONS EXCLUSIVES DE  
MATÉRIELS INNOVANTS



ESPACE BUSINESS MEETING



CONFÉRENCE AUTOUR DES INNOVATIONS  
DANS LE RECYCLAGE ET LE RÉEMPLOI

## PELLES CHALLENGE

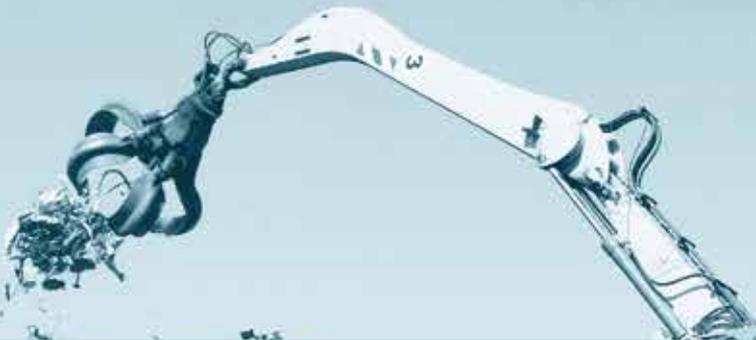
★ NOUVEAUTÉ FEDERREC 2025 ★

avec nos  
partenaires

Bergerat  
Mannoœur



LIEBHERR



## CONTACT

Dilon JAYASEKARA

dilon.jayasekara@federrec.com

+33 (0) 6 03 92 45 07



### ENTREPRISES

BCM va toujours  
de l'avant



### RENCONTRE

François Excoffier,  
pdt de FEDERREC



## LES CENTRES DE TRI PASSENT SOUS IA

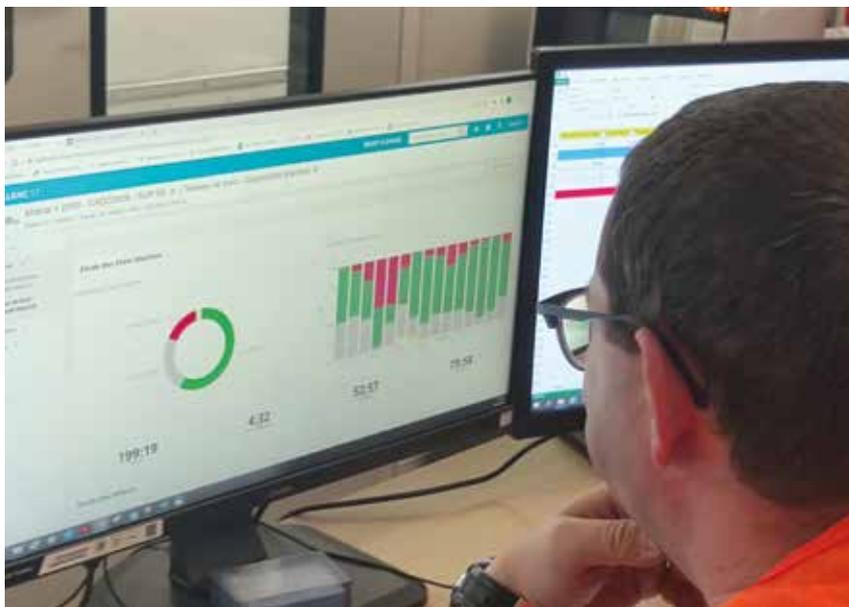
L'intelligence artificielle (IA) est au cœur des transformations de la gestion des déchets, et il existe de nombreux cas d'usages tant en amont, pour l'optimisation de la collecte et de la logistique, qu'en aval, pour l'optimisation des capacités de tri, la caractérisation des déchets, la maintenance prédictive, l'aide au pilotage des installations... Autant de nouvelles possibilités offertes aux exploitants de centres de tri pour répondre à un marché du recyclage en perpétuelle transformation, avec des flux d'entrée qui varient, des exigences de filières qui évoluent et des conditions économiques imprévisibles. Tour d'horizon des derniers développements de l'application de l'IA dans les centres de tri.

À tout seigneur, tout honneur, c'est chez les constructeurs de machines de tri optique que les premières solutions d'application de l'IA sont apparues pour améliorer les performances globales des centres de tri. Capables de séparer les matières selon leur nature ou leur couleur, les trieuses optiques permettent aussi de récolter un grand nombre de données sur les flux passants et, partant, d'analyser leur composition et leurs évolutions. Les constructeurs ont donc

développé des algorithmes d'analyses et d'apprentissage permettant de répondre aux différents besoins des exploitants.

Baptisé CNS Brain chez le constructeur français Pellenc ST, le système de tri par IA et apprentissage profond est par exemple appliqué au tri du papier. «Le taux de recyclage de tous les papiers, y compris les papiers graphiques et les emballages, a augmenté pour atteindre le niveau record

de 79,3% en 2023, pose l'équipementier. Pour continuer dans cette voie, l'industrie a besoin de solutions avancées afin de récupérer toujours plus de matière, mais aussi de solutions modulaires capables de s'adapter aux évolutions du marché. En effet, les changements d'habitudes de consommation ont métamorphosé la composition du flux de fibreux entrant en centres de tri: le volume de cartons bruns étant en forte augmentation face à une chute des tonnages de journaux, revues et magazines.» Pour augmenter encore la précision de ses machines, le CNS Brain combine les technologies d'apprentissage profond au spectromètre Flow Detection des trieuses optiques pour traiter les séparations plus complexes. «Par exemple, des modèles spécifiques ont été créés pour différencier précisément les magazines des cartons couchés ou les cartons blancs des papiers de bureau. On évite les confusions qui se produisent parfois entre les cartons blancs, les cartonnettes et les journaux-revues-magazines. De plus, la courte distance entre la tête de détection et le barreau de soufflage garantit une très grande précision d'éjection et réduit par deux la perte de bons produits», argumente le constructeur, qui garantit une qualité de tri renforcée. Et afin d'accompagner les exploitants dans le pilotage de leurs installations de tri, Pellenc ST a développé l'outil digital Smart&Share (solution SaaS de monitoring et reporting



^ L'analyse des données d'exploitations des centres de tri permet aux exploitants d'optimiser le pilotage des installations.

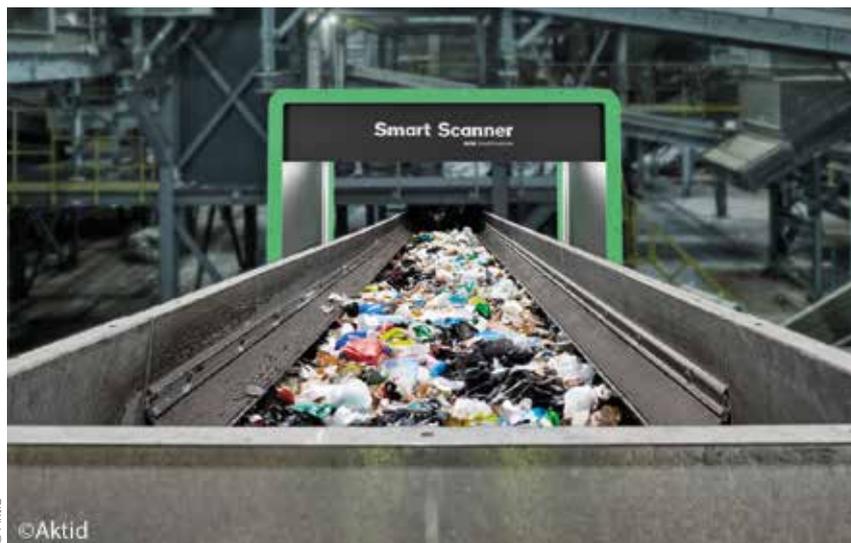
des données) qui fournit toutes les analyses des informations collectées par les trieurs optiques. «Cet outil facilite l'optimisation des performances et de la maintenance préventive grâce aux reportings et alertes personnalisés», explique Pellenc ST.

De tels systèmes d'aide au pilotage sont proposés par d'autres constructeurs de machines de tri par capteurs. Évoquons par exemple les Steinert Waste Recycling Solutions qui intègrent entre autres un système de reconnaissance par IA dénommé Intelligent Object Identifier. L'Espagnol Picvisa propose aussi les systèmes Data+ et Ecoflow.

## Applications spécifiques

Tomra, principal concurrent de Pellenc ST sur le marché français, propose lui aussi d'optimiser les capacités de tri grâce à l'IA. Depuis 2019, il déploie sa technologie GAIN avec un module complémentaire de tri basé sur l'apprentissage profond. Désormais dénommée GAINnext, cette solution renforce les performances des machines Autosort sur une gamme complète d'applications comme le tri du bois, mais aussi celui des plastiques. Dans ce domaine, Tomra développe trois applications permettant d'isoler les plastiques de qualité alimentaire dans les flux de PET, PP et PEHD.

«Jusqu'alors le tri des produits alimentaires restait un véritable défi pour l'industrie car les emballages alimentaires et non alimentaires sont souvent fabriqués à partir du même matériau et sont visuellement très similaires», explique Tomra. «En combinant les capteurs proche infrarouge et la spectrométrie visuelle avec l'apprentissage profond on atteint des degrés de pureté de plus de 95% pour les applications d'emballage en fonctionnement dans les usines au Royaume-Uni et en Europe», annonce le constructeur, qui s'appuie sur des résultats mesurés sur le terrain, notamment dans l'usine de Berry Circular Polymers à Leamington Spa, Viridor Avonmouth à Bristol, la plus grande usine multi-polymères du Royaume-Uni, et l'usine française Nord



©Aktid

Les portiques de caractérisation des flux en temps réel apportent de précieuses indications.

Pal Plast (Groupe Dentis) (voir *Recyclage Récupération* n° 73, p.50-53).

Aux capacités de tri optimisées par IA du système GAINnext, Tomra ajoute son système d'aide au pilotage des installations Insight. À partir des données collectées par les machines de tri optique, cette plateforme propose en effet des analyses statistiques pour fournir une vue d'ensemble des performances du centre de tri. «De là les exploitants peuvent optimiser les réglages, dépister des points de blocage, augmenter le débit, améliorer la qualité des produits, la maintenance préventive, etc.», explique le constructeur qui teste et affine cette solution chez plusieurs exploitants depuis quatre ans. Et non content de travailler à partir des informations captées par les trieuses optiques, Tomra s'est récemment allié à la jeune société belge PolyPerception pour y ajouter les données de caractérisation des flux en amont et en aval du process de tri.

**“APPRENTISSAGE PROFOND.”**

## Caractérisation des flux

De fait, de nombreuses jeunes pousses technologiques proposent aux exploitants des solutions d'analyse et de caractérisation

des flux de déchets par IA. Toutes ces solutions se basent sur l'analyse et l'interprétation par des algorithmes avancés des images des flux de déchets capturées en temps réel par des caméras. À partir de bases de données d'images et via les capacités d'apprentissage profond des algorithmes, chaque exploitant apprend à son système à reconnaître et identifier les différents types de déchets filmés. C'est ainsi qu'à partir de caméras embarquées dans les bennes des camions de collecte, le Français Lixo se propose de détecter des déchets dangereux et indésirables dès la collecte (bouteilles de gaz, batteries, bonbonnes de protoxyde d'azote, etc.), ce qui peut épargner bien des dégâts dans les process de tri et de conditionnement. «Nos solutions permettent aussi d'identifier des zones de contamination et de mieux cibler les campagnes de sensibilisation pour les collectes», précise Lixo.

Primé dans le cadre du Circular Challenge Citeo 2024, le Britannique Greyparrot utilise des portiques placés au-dessus des convoyeurs des centres de tri qui capturent des images du flux de déchets en temps réel. Son modèle d'IA utilise ces images pour

analyser les déchets en fonction de critères bien définis : matériau, masse, valeur financière, émissions, marque, etc. «Ce système reconnaît plus de 90 types de déchets, y compris les papier-cartons, les métaux et les plastiques, notamment les pots, les barquettes, les produits flexibles, le PEHD et le PET, les textiles, les chaussures, etc.», détaille Guillaume-Henri Hurel, directeur associé de Nextwaste, le distributeur français de Greyparrot. On peut placer les portiques aussi bien au-dessus des convoyeurs d'alimentation de la chaîne de tri, pour l'analyse du flux entrant, qu'en surplomb de la jetée des bandes en sortie de cabine de surtri, pour caractériser la qualité de tel ou tel type de matière.»

Toutes ces données apparaissent en temps réel sur un tableau de bord analytique que les gestionnaires peuvent utiliser pour contrôler les flux de déchets et optimiser leur processus de tri. Conscient de l'intérêt de ce type de solutions pour les exploitants, l'ensemblier néerlandais Bollegraaf a d'ailleurs pris une participation dans le capital de la jeune pousse, afin d'intégrer cette technologie à son offre d'ensemblier. Pour l'instant deux centres de tri sont équipés du système Greyparrot en France : un centre de tri des collectes sélectives Lyonnais exploité par Nicollin et le centre de surtri des plastiques Environnement Massif Central.

## Centralisation des données

Car désormais, ce sont les constructeurs d'installations de tri clés en main qui veulent s'approprier les avancées offertes par l'IA afin de proposer aux exploitants des centres de tri 5.0. L'Allemand Stadler développe ainsi une offre de pilotage digital hébergée sur le cloud et dénommée Stadler Connect. Via cet outil, il promet l'optimisation des performances et une maintenance simplifiée. C'est ainsi que le module «Maintenance Prédictive» du Stadler Connect offre, selon ses concepteurs, une approche proactive de l'entretien des machines. Ce, grâce à des capteurs qui remontent en temps réel toute évolution inhabituelle des données d'exploitation. «Ce dépistage précoce permet

## LES DIB AUSSI

Les problématiques de caractérisation des déchets par IA concernent tout autant les collectes sélectives (analyse d'images dynamiques du flux sur convoyeur) que les déchets professionnels (DAE, DIB). À cet égard, en complément de la solution Greyparrot qui s'adresse aux déchets ménagers et assimilés dirigés vers les centres de tri, la jeune société NextWaste propose le système Akanthas qui se destine au monitoring des déchets industriels. Akanthas met en œuvre un capteur doté d'IA, spécialisé dans la reconnaissance des cartons, papiers, plastiques, bois, inertes et autres DIB tels qu'on les retrouve en déchèteries et autres plateformes de traitement de déchets professionnels. La caméra fixée sur mât au-dessus de la zone d'analyse permet l'identification des flux, la mesure du remplissage, du poids et du volume grâce à ses algorithmes avancés. «Ces données sont analysées et restituées sous forme de rapports depuis une plateforme métier. D'autres fonctions permettent de générer des alertes voire des prévisions», conclut Guillaume-Henri Hurel, directeur associé de Nextwaste.

d'intervenir en amont d'éventuelles pannes ou arrêts des machines», insiste Stadler.

Basé sur l'analyse en temps réel des données d'exploitation par l'IA, Stadler Connect se concentre donc sur les machines (maintenance prédictive, détection des blocages, suivi des temps d'arrêt, portail vers le SAV) et sur la gestion du process (surveillance des flux, données de production sur la globalité des flux ou sur une matière particulière, alimentation des presses à balles,

analyse de la composition des balles). «Les modules fonctionnent ensemble pour créer un flux d'informations fluide, améliorant la fiabilité de l'usine et aidant les opérateurs à chaque étape, du suivi de la qualité des

matériaux en temps réel au contrôle automatique des étapes de traitement et à la prévision des besoins de maintenance, le

tout conçu pour offrir une valeur maximale à nos clients», résume Stadler en évoquant le développement de nouveaux modules (Windshifter Automation et Infeed Decision

“APPROCHE PROACTIVE DE L'ENTRETIEN.”



^ L'analyse des flux en temps réel est source d'une multitude de données.

Aid) pour s'adapter aux besoins des exploitants. Parallèlement, en tant qu'ensemblier, Stadler travaille à l'intégration des données émanant d'autres équipements que les siens à sa plateforme digitale. «Ce sera la prochaine étape importante pour Stadler Connect», annonce-t-il.

## Pilotage automatique

Avec son nouvel Autopilot, le Français Aktid s'engage lui aussi résolument pour une industrie du recyclage 5.0. L'ensemblier qui compte parmi les principaux concepteurs et installateurs de centres de tri pour collectes sélectives DAE ou préparation de CSR sur le marché français dévoile un outil qui couronne une gamme complète pour accompagner les exploitants dans le pilotage de leurs installations. Cette gamme de Smart Solutions est non seulement apte à analyser les données et les performances des différentes machines qui composent le process, mais encore, en s'appuyant sur l'IA, capables de détecter les blocages et d'en avertir les exploitants, d'analyser et de caractériser les flux, voire de piloter les installations en toute autonomie.

Il faut remonter à 2018 pour trouver les premières briques technologiques de la gamme Smart Solutions d'Aktid. Une démarche d'innovation qui a commencé avec le lancement du système de supervision et de pilotage ABI qui équipe désormais une trentaine d'installations en France (60% en collecte sélective, 40% en tri DAE). «Véritable centre névralgique des centres de tri, ABI rassemble et synthétise toutes les données d'exploitation des différentes machines qui composent le process. L'analyse de ces données permet d'optimiser le pilotage de l'installation tout entière et d'en améliorer les performances», souligne Frédéric Milin, responsable innovation pour Aktid, qui prépare une nouvelle version d'ABI pour 2025.

Sur cette pierre angulaire, l'ensemblier est venu greffer des outils et des fonctions permettant de répondre aux besoins spécifiques des exploitants de centres



^ L'assistance par IA pour accompagner les exploitants dans le pilotage des centres de tri fait désormais partie de l'offre des ensembles.

de tri. Ainsi, pour prévenir la formation de bourrages sur les tapis convoyeurs – phénomènes qui provoqueraient 103 à 174 heures d'arrêts des chaînes de tri chaque année – Aktid propose le Smart Predict et le Smart Assistant qui lui est lié. «Nous avons développé des algorithmes qui prédisent la formation des bourrages à partir des données de consommation électrique des moteurs des convoyeurs. Cela permet d'alerter le rondier sur un outil dédié, le Smart Assistant, afin qu'il puisse pallier au problème avant que celui-ci ne s'aggrave», détaillent les ingénieurs Aktid.

## Solutions smart

Hormis ces outils d'aide à l'exploitation, l'ensemblier a développé une série de Smart Solutions de pilotage local. Positionnés tout au long du process, ces portiques sont dotés de caméras dont l'analyse des images par l'IA permet de caractériser précisément les flux en temps réel. Selon l'emplacement des portiques aux différents points stratégiques de l'installation, les algorithmes permettent de contrôler le fonctionnement des équipements dans leurs zones respectives. Ainsi le Smart Scanner donne-t-il une caractérisation du flux entrant, permettant d'anticiper les variations dans sa composition. Le Smart

Regulation (pesons sous bande ou mesure de niveau sur le tapis) surveille quant à lui la répartition homogène et continue des déchets sur les tapis. Le Smart Filter s'applique précisément à la détection des indésirables (bouteilles de gaz, batteries, etc.) dans le flux des métaux avant qu'ils n'alimentent la presse à paquets. Le Smart Quality surveille la composition des flux de matériaux triés à la jetée des tapis de surtri manuel et le Smart Packing (silos sur pesons) permet d'automatiser le process d'alimentation de la presse à balles.

Cerise sur le gâteau, le système Autopilot tout récemment dévoilé par Aktid se propose de piloter automatiquement l'ensemble du process en se basant sur l'ensemble des données collectées par ces outils «intelligents» et ceux des équipements du process (par exemple les trieurs optiques). «Autopilot sera capable de détecter automatiquement la composition, le débit et la densité du flux entrant et donc d'ajuster les paramètres d'exploitation de l'installation selon les priorités définies par l'exploitant. Il pourra aussi détecter la pureté des matières triées en sortie de ligne et sursoir à la défaillance d'un équipement», annonce Frédéric Milin. Même s'il est encore en phase de test, l'Autopilot d'Aktid ouvre des perspectives