

État de l'art des solutions de tri, délissage et démantèlement des textiles et chaussures en Europe

Re_fashion

TABLE DES MATIÈRES

GLOSSAIRE	4
SIGLES & ACRONYMES	4
INTRODUCTION	5
1. TRI POUR LE RECYCLAGE (SURTRI)	5
1.1. LES DIFFÉRENTES TECHNOLOGIES DE SURTRI	5
1.2. FOURNISSEURS DE MACHINES DE TRI AUTOMATISÉ - TEXTILES	11
1.2.1. <i>NewRetex (Danemark)</i>	11
1.2.2. <i>PELLENC ST (France)</i>	12
1.2.3. <i>PICVISA (Espagne)</i>	13
1.2.4. <i>BT-Systems GmbH, compétence centre REDWAVE (Autriche)</i>	14
1.2.5. <i>TOMRA (Norvège)</i>	15
1.2.6. <i>VALVAN (Belgique)</i>	16
1.2.7. <i>Wastex (Espagne)</i>	17
1.2.8. <i>LLA Instruments GmbH (Allemagne)</i>	18
1.2.9. <i>Looper Textile Co. (Suède)</i>	19
1.2.10. <i>CETIA (France)</i>	20
1.2.11. <i>IRIS Technology Solutions (Espagne)</i>	20
1.2.12. <i>SPECIM (Finlande)</i>	21
1.2.13. <i>3U Vision – Next Waste (France)</i>	21
1.3. FOURNISSEURS DE SPECTROMÈTRES PORTATIFS ET TABLES NIR - TEXTILES	22
1.3.1. <i>MATOKA Instrumentation Ltd. (UK)</i>	22
1.3.2. <i>TrinamiX (Allemagne)</i>	23
1.3.3. <i>Spectral Engines – m-u-t (Allemagne)</i>	23
1.4. AUTRES SOLUTIONS DE SURTRI TEXTILE	24
1.4.1. <i>HySpex (Norvège)</i>	24
1.4.2. <i>KAPDAA (UK)</i>	24
1.4.3. <i>Next Technology Tecnotessile (Italie)</i>	24
1.4.4. <i>STEINERT (Allemagne)</i>	24
1.5. FOURNISSEURS DE MACHINES DE TRI AUTOMATISÉ - CHAUSSURES	25
1.5.1. <i>PICVISA (Espagne)</i>	25
1.5.2. <i>Plas'tri (France)</i>	26
1.5.3. <i>CETIA (France)</i>	27
1.6. FOURNISSEURS DE SPECTROMÈTRES PORTATIFS – CHAUSSURES	28
1.6.1. <i>MATOKA Instrumentation Ltd. (UK)</i>	28
1.6.2. <i>Plas'tri (France)</i>	29
1.6.3. <i>TrinamiX (Allemagne)</i>	29
1.7. COMPARATIF DES ÉQUIPEMENTS DE TRI AUTOMATISÉ OU D'IDENTIFICATION MATIÈRE	30
1.8. LIGNES DE TRI AUTOMATISÉ EXISTANTES OU EN PROJET	34
2. DELISSAGE DES TEXTILES	35
2.1. LES DIFFÉRENTES TECHNOLOGIES DE DELISSAGE	35
2.2. LIGNES D'ÉFILOCHAGE AVEC MODULES D'ÉLIMINATION DES POINTS DURS	37
2.2.1. <i>ANDRITZ Laroche (Autriche/France)</i>	37
2.2.2. <i>Dell'Orco & Villani (Italie)</i>	37
2.2.3. <i>MARGASA (Espagne)</i>	38
2.2.4. <i>OMMI (Italie)</i>	38
2.3. SOLUTIONS DE SÉPARATION DE CHIQUETTES AVEC IA	39
2.3.1. <i>PICVISA (Espagne)</i>	39
2.3.2. <i>VALVAN (Belgique)</i>	40
2.4. SOLUTIONS DE DECOUPE AUTOMATISÉE	41
2.4.1. <i>CETIA (France)</i>	41
2.4.2. <i>LOSANJE (France)</i>	41

3.	PREPARATION DES CHAUSSURES AU RECYCLAGE	42
3.1.	LES DIFFERENTES TECHNOLOGIES DE DEMANTELEMENT	42
3.2.	LE BROYAGE AVEC TRI DENSIMETRIQUE.....	42
3.3.	SOLUTIONS DE DEMANTELEMENT	43
3.3.1.	INESCOP (Espagne).....	43
3.3.2.	CETIA – Re_SHOES (France)	44
3.3.3.	IDELAM (France)	45
3.3.4.	MOB-E-SCRAP (France).....	45
3.4.	BROYAGE ET TRI DENSIMETRIQUE.....	46
3.4.1.	ELDAN RECYCLING (Danemark)	46
3.4.2.	ESO RECYCLING (Italie).....	46
3.4.3.	FastFeetGrinded (Pays-Bas).....	47
3.4.4.	The 8 Impact (France).....	47
3.5.	EQUIPEMENTS DE DELISSAGE & DEMANTELEMENT EXISTANTS	48
3.6.	SOLUTIONS D’ECOCONCEPTION	49
3.6.1.	Resortecs.....	49
4.	TRI AUTOMATISE POUR LA 2 ^{NDE} MAIN.....	50
4.1.	SOLUTIONS DE TRI AUTOMATISE POUR LA 2 ^{NDE} MAIN	51
4.1.1.	DESION (Allemagne).....	51
4.1.2.	MATOKA Instrumentation Ltd. (UK).....	52
4.1.3.	reverse.fashion (Allemagne).....	53
4.1.4.	TROSORT (Belgique).....	54
4.1.5.	Siemens (Allemagne)	55
4.1.6.	ValueSort.AI (Pays-Bas)	55
4.1.7.	Valvan (Belgique).....	55
5.	ANNEXES.....	56
5.1.	PROJETS EUROPEENS – TRI AUTOMATISE POUR RECYCLAGE DES TEXTILES	56
5.1.1.	AUTOLOOP.....	56
5.1.2.	CISUTAC.....	56
5.1.3.	ISORTx.....	56
5.1.4.	MISTERY.....	56
5.1.5.	PESCO-UP.....	56
5.1.6.	SOLSTICE	56
5.1.7.	SORT4CIRC	57
5.1.8.	STREP.....	57
5.1.9.	T-REX.....	57
5.1.10.	WHITECYCLE	57
5.1.	PROJETS DE SOLUTIONS DE TRI AUTOMATISE POUR LA 2 ^{NDE} MAIN	58
5.1.1.	AI for resource-efficient circular fashion (Suède).....	58
5.1.2.	Sorting used textiles with the help of AI (Allemagne).....	58
5.1.3.	ReUseTex (Autriche).....	58
5.1.4.	REWEAR (Europe)	58
5.2.	FOURNISSEURS DE SOLUTIONS DE SURTRI HORS EUROPE.....	59
5.2.1.	DATABEYOND (Chine).....	59
5.2.2.	HKRITA (Hong Kong)	59
5.2.3.	PADE Technology (Taiwan).....	59
5.2.4.	Refiberd (USA).....	60
5.2.5.	SAGITTO (Nouvelle-Zélande).....	60
5.2.6.	SORTILE (USA)	60
5.3.	FOURNISSEURS DE SOLUTIONS DE DELISSAGE TEXTILE HORS EUROPE	60

GLOSSAIRE

Chiquette : Coupon de textile de taille contrôlée (cm), souvent carré, obtenu après découpe d'un article textile.

Délamination : Procédé de séparation des différents matériaux d'un produit présentant plusieurs couches de matières successives.

Délissage : Démantèlement des vêtements en vue de supprimer les points durs (boutons, rivets, fermeture éclair, patches...).

Démantèlement : Action de séparation des différents composants des chaussures.

Effilochage : Procédé mécanique d'étirements successifs des textiles pour récupérer les fibres en vue de leur réintégration dans des procédés de fabrication (filature, non-tissés).

Hyperspectral : Technique d'imagerie permettant d'obtenir des informations spectrales détaillées pour chaque pixel d'une image.

DPP - Digital product passport¹ : Carte d'identité numérique pour produits, composants et matériaux.

Seconde main : Toute opération qui permet à des TLC usagés d'être réemployés ou réutilisés pour le même usage (en amont ou aval du tri).

Séparation/Tri densimétrique : Procédé de séparation par voie sèche ou voie humide selon la densité relative, soit le rapport de la masse volumique d'un corps à la masse volumique d'un autre corps pris comme référence.

SIGLES & ACRONYMES

ABS	Acrylonitrile Butadiène Styène
CO ₂	Dioxyde de carbone
DPP	Digital Product Passport (Passeport Produit Numérique)
EM	Electromagnétique
EPI	Équipements de Protection Individuelle
EPDM	Ethylene Propylène Diène Monomère
ERP	Enterprise Resource Planning (planification des ressources d'entreprise)
EVA	Ethylene Vinyl Acetate
HSI	Hyperspectral Imaging
IA	Intelligence artificielle
MIR	Mid Infrared (Infrarouge moyen)
NFC	Near Field Communication
NIR	Near Infrared (Proche Infrarouge)
NR	Natural Rubber (caoutchouc naturel)
PA	Polyamide
PA6 / PA66	Polyamide 6 / Polyamide 66
PET	Polyéthylène Téréphtalate
PLA	Polylactic Acid
PP	Polypropylène
PU	Polyuréthane
PVC	Polyvinyle Chloride
RFID	Radio Frequency Identification
RGB	Red Green Blue
RUB	Rubber (Caoutchouc)
RX	Rayons X
SBR	Styrene Butadiene Rubber
SWIR	Short Wave Infrared (Infrarouge à ondes courtes)
TLC	Textiles d'habillement, Linge de maison et Chaussures
TPU	Thermoplastic Polyurethane
TRL	Technology Readiness Level
VIS	Visible

¹ <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/ecodesign-requirements-for-sustainable-products.html>

INTRODUCTION

La présente étude a été réalisée dans le cadre de l'actualisation et de l'enrichissement de l'état de l'art sur les technologies européennes de tri optique, de reconnaissance et de préparation matière des textiles publiée en 2023. Des entretiens ont été réalisés fin 2025 et début 2026 avec les acteurs industriels afin de rassembler les dernières innovations et échanger sur les limites des technologies utilisées.

Les objectifs de cette mise à jour sont les suivants :

- Dresser un panorama actualisé des technologies et solutions industrielles appliquées au tri automatisé et à la préparation matière des textiles et des chaussures ;
- Cartographier les acteurs industriels et projets européens.

Ce rapport s'articule autour de quatre grandes parties :

- **Le tri matière (et couleur) des textiles et chaussures**, pour leur orientation vers les filières de recyclage adaptées, aussi appelé **surtri** ;
- **Le délissage des textiles**, permettant l'extraction des perturbateurs externes au recyclage² ;
- **Le démantèlement des chaussures**, visant, la séparation des différents composants des chaussures en vue de leur recyclage ;
- **Le tri pour la seconde main**, présentant les technologies et solutions destinées à l'identification et à la réintroduction des articles dans des circuits de seconde main.

Chaque partie expose d'abord les principes et technologies existantes, puis propose un panorama européen des solutions, lignes opérationnelles et projets identifiés. D'autres solutions existent à l'échelle mondiale, le focus de cette étude porte sur les solutions en Europe.

1. Tri pour le recyclage (surtri)

Le tri des textiles et des chaussures usagés non-réutilisables en vue de leur recyclage, aussi appelé **surtri**, constitue une étape clé de la chaîne de recyclage. Il vise notamment à reconnaître les matières des textiles et des chaussures afin de les diriger vers les voies de recyclage adaptées.

Cette partie dresse un état de l'art des technologies de reconnaissance des matières, puis propose un panorama des solutions industrielles et des projets existants en Europe.

1.1. Les différentes technologies de surtri

Les étapes du surtri automatisé :

Le surtri repose sur trois grandes étapes successives pouvant être plus ou moins automatisées :

1. **Alimentation en textiles ou chaussures sous forme de pièces entières, de chiquettes ou broyats ;**
2. **Identification de la matière, couleur et autres caractéristiques (par spectroscopie, caméra RGB...) ;**
3. **Séparation physique sur la base de la classification faite à l'étape d'identification grâce à un système d'éjection.**

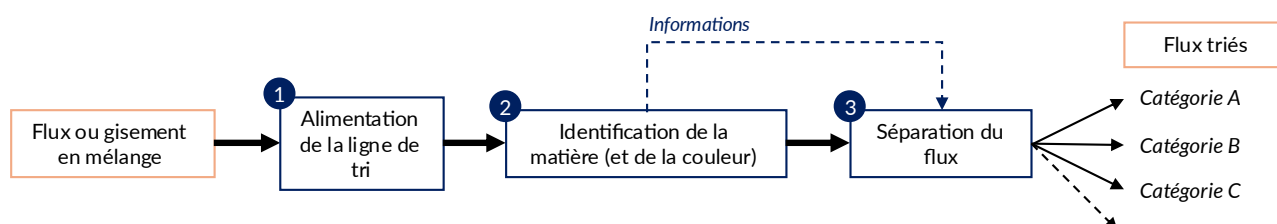


Figure 1 – Étapes du surtri automatisé

L'étape concernant l'identification est détaillée ci-après.

² Étude des perturbateurs et facilitateurs au recyclage des Textiles d'habillement, Linge de maison et Chaussures, Refashion, Février 2025

Identification matière par spectroscopie

L'identification matière est aujourd'hui majoritairement réalisée à l'aide de technologies de spectroscopie.

La spectroscopie (ou spectrométrie) est une technique d'analyse non destructive qui consiste à éclairer un échantillon avec une onde électromagnétique (1) et à mesurer la lumière réfléchie ou transmise (2). Chaque matière possède une signature spectrale spécifique (3) liée à sa composition chimique. En comparant cette signature à une base de données de spectres de référence, il est possible d'identifier la matière constitutive du textile ou du composant analysé.

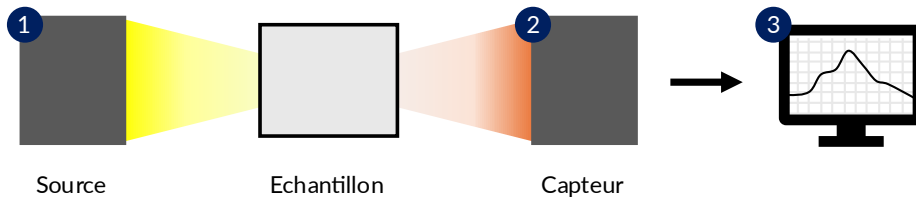


Figure 2 : Principe de fonctionnement de la spectroscopie

Il existe plusieurs domaines électromagnétiques : visible, infrarouge (IR), ultraviolet (UV), rayons X, etc. Chacun est caractérisé par une fréquence (Hz) ou une longueur d'onde (m) et correspond à une interaction onde-matière et un phénomène physique spécifique.

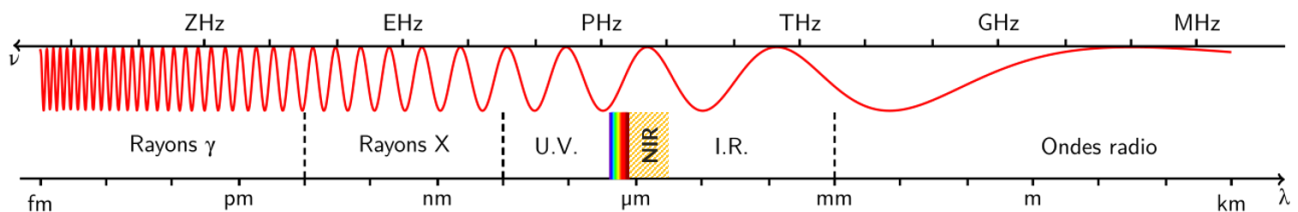


Figure 3 - Domaines du spectre électromagnétique (Source : Wikipédia)

Le proche infrarouge (NIR) :

La spectroscopie dans le proche infrarouge (Near Infrared - NIR) est la technologie de reconnaissance matières la plus répandue et fonctionne avec une gamme de longueurs d'ondes comprise entre 780 et 2 500 nanomètres.

Exemples de spectres NIR de matières textiles

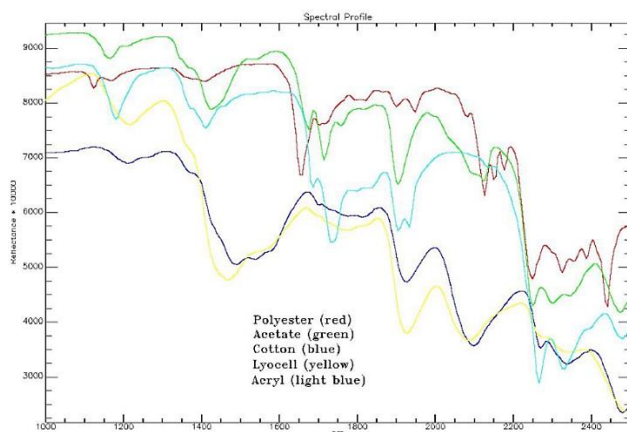


Figure 5 – Spectres de différentes matières pures
(Source : SPECIM. Esko Herrala)

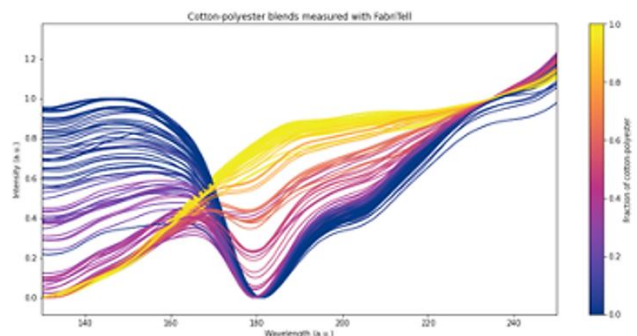


Figure 4 – Spectres de mélanges coton/polyester
(Source : Matoha. [Introduction to near-infrared spectroscopy](#))

La spectroscopie NIR est utilisée avec des **capteurs ponctuels** (mesure en un ou plusieurs points). Une variante de la mesure ponctuelle NIR consiste à utiliser une **caméra hyperspectrale (HSI)** ou multispectrale, capable de capturer simultanément des images et des informations spectrales. Contrairement à un capteur NIR ponctuel, ces caméras acquièrent un spectre pour chaque pixel de l'image. Cela permet de produire une image en 2D de la composition matière sur toute ou une partie de la surface de l'article. Il est également possible de reproduire ce principe avec une multitude de capteurs NIR unitaires positionnés de manière à couvrir l'ensemble du champ d'analyse, pour reconstruire une information spatiale équivalente à une image hyperspectrale.

Cette caractéristique est particulièrement importante pour les textiles, car elle permet de pouvoir détecter la composition de textiles en mélanges et déterminer s'il s'agit de mélanges intimes (2 fibres différentes ou plus mélangées dans un même fil) ou de fils de composition matière différente dans un tissu (tissé ou tricoté). Cela permet également de pouvoir détecter une composition non uniforme en surface, par exemple une impression par flocage ou une broderie placée sur un textile.

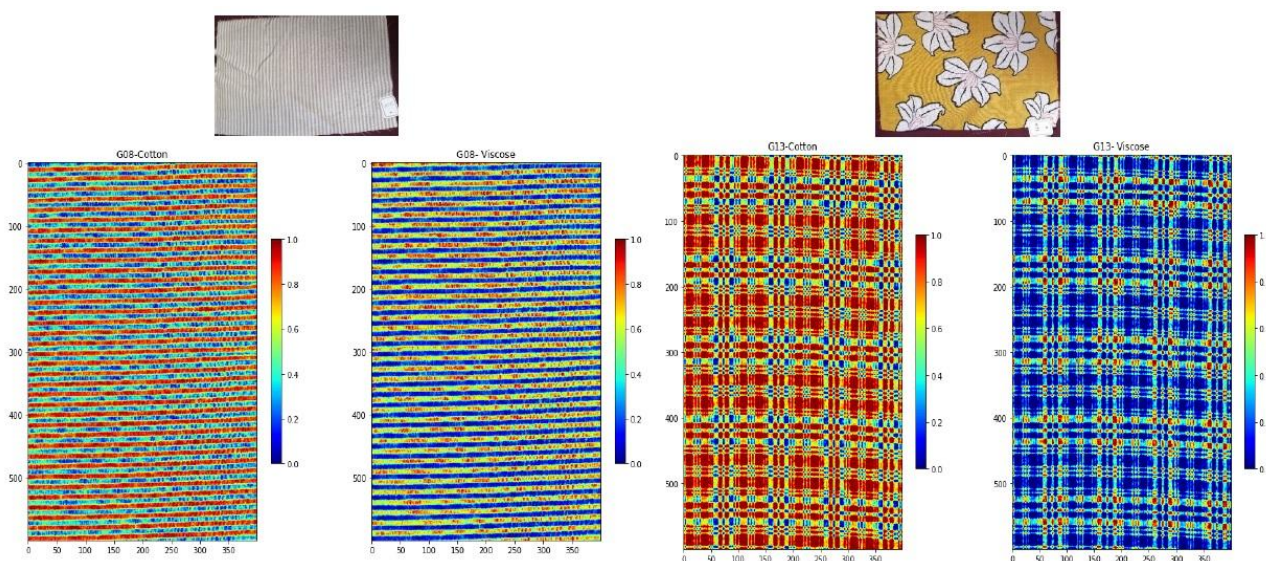


Figure 6: Exemple d'images hyperspectrales de deux tissus en coton / viscose : tissé à gauche, et imprimé à droite
(Source : Plateforme d'Imagerie Multi Spectrale (PIMS) - CEA DNAQ)

Performances de la technologie NIR :

Les **performances** d'un système de reconnaissance spectrométrique dépendent de :

- La **qualité du matériel de mesure (hardware)** : système optique, source lumineuse, résolution, reproductibilité des spectres, etc.
- La **base de données de référence (bibliothèque)** : nombre et représentativité des matières disponibles dans la base.
- L'**algorithme de classification (software)** : modèle utilisé, paramétrage, etc.

Il suffit que l'un de ces points soit déficient pour que les **performances de reconnaissance matière** ne soient pas au rendez-vous.

Un des principaux enjeux de la spectroscopie reste la constitution d'une base de données fiable et conséquente pour permettre l'identification d'un grand nombre de matières. C'est dans cet objectif que Refashion a développé la Bibliothèque de matières textiles Refashion pour aider les fournisseurs de technologies à étalonner leurs équipements avec des échantillons de composition matière certifiée.

Limites de la technologie NIR :

Malgré sa maturité et sa large diffusion industrielle, la spectroscopie proche infrarouge (NIR) présente plusieurs limites techniques concernant le tri des textiles et chaussures. Ces limites ont été confirmées lors des entretiens menés avec plusieurs fournisseurs et concepteurs d'équipements.

- **Analyse surfacique** : la spectroscopie reste une technologie de détection de surface et ne mesure que la lumière réfléchié ou transmise par la surface visible de l'échantillon. Les surfaces non homogènes (fils guipés, tissus double face, articles multicouches, traitements de surface : enduits, apprêts, colorations, imperméabilisations...) sont donc problématiques car la technologie ne permet pas de détecter les matières sous-jacentes ;
- **Articles mouillés** : sur le même principe, les articles mouillés interfèrent avec la diffusion de la lumière et par conséquent l'identification correcte des matières présentes ;
- **Matières en mélanges** (de 2 ou plus matières différentes) : la détermination précise des proportions, même dans le cas de 2 matières, souffre d'une marge d'erreur variable, dépendant du type de mélange, du spectromètre et de la structure du textile. L'amélioration des bases de données permet toutefois des progrès sur la reconnaissance des mélanges bi-matières et dans certains cas tri-matières (ex : coton / polyester / élasthanne) ;
- **Matières en faible proportion** : la précision et la fiabilité diminuent lorsqu'une matière est en très faible proportion ou selon la nature du mélange (ex : l'élasthanne souvent présent à moins de 5%) ;
- **Matières chimiquement proches** : les matières de structure chimique proche (ex : coton et viscose, deux fibres cellulosiques, ou TPU et PU) peuvent être difficiles à différencier ;
- **Couleurs sombres** : certains pigments, en particulier le noir de carbone utilisé pour colorer les matières synthétiques ou artificielles, absorbent fortement le rayonnement lumineux dans le proche infrarouge, rendant la détection impossible ou fortement bruitée. Ce phénomène est moins marqué dans les textiles que dans celui des plastiques, et la plupart des matières textiles noires reste détectable en NIR.

Autres types de spectroscopie

D'autres technologies de spectroscopie existent comme le **SWIR** (Short-Wave Infrared, longueurs d'onde entre 1000 et 2 500 nm) et le **MIR** (Mid Infrared, longueurs d'ondes entre 2,5 et 25 µm). Ces technologies peuvent être utilisées en complément du NIR pour l'analyse des textiles et chaussures complexes, comme expérimenté dans le cadre du [projet MISTERY du CEA](#)³. La **spectroscopie Raman**, utilisant un faisceau laser comme source lumineuse, a aussi été explorée dans le cadre du projet CRTX.ai (Allemagne) pour différencier des fibres proches chimiquement. Cependant, en raison des coûts importants et de la sensibilité des capteurs, ces technologies n'ont pas fait l'objet de développement industriel pour des applications aux textiles ou chaussures.

Des nouvelles approches émergent aussi avec des entreprises (telles que PLAS'TRI et IRIS) qui cherchent à accroître la profondeur de détection et à s'affranchir du caractère surfacique du NIR. Ces travaux explorent d'autres gammes spectrales et des géométries de mesure innovantes, ouvrant la voie à une reconnaissance plus fine des matériaux épais, enduits ou multicouches.

Reconnaissance matière par identifiant numérique :

L'identification d'un produit peut également reposer sur une information embarquée lors de sa mise sur le marché grâce à la création d'un identifiant unique associé à une fiche produit numérique décrivant les caractéristiques principales de l'article (composition, couleur, présence de perturbateurs, instructions de recyclage, etc.). Plusieurs technologies existent pour embarquer cet identifiant numérique.

Tableau 1 – Solutions d'identifiants numériques

Support	Principe	Atouts / limites	Exemples de solutions
Étiquette	Information imprimée sur textile	Simple mais souvent absente ou illisible en fin de vie	
QR Code	Lecture optique d'un identifiant renvoyant à une base de données	Peu coûteux mais nécessite visibilité et propreté	

³ Projet lauréat du Challenge Innovation 2021 de Refashion

RFID (Radio Frequency Identification)	Lecture radio à distance d'une puce intégrée	Automatisable, rapide, mais coût et recyclabilité à maîtriser	Primo1D (fil RFID), cf. projet 4RFID de Décathlon
NFC (Near Field Communication)	Variante de la RFID à courte portée, lisible par smartphone	Facile d'usage, portée limitée (≈ 10 cm), coût encore élevé	
Marqueur chimique	Lecture d'un marqueur chimique (ex : ADN, fluorescent)	Nécessite un capteur spécifique mais permet une traçabilité des matières, encore peu répandu	SMX FibreTrace Haelixa

Technologies complémentaires au tri matière

Les équipements de tri automatisé ne se limitent pas à la seule reconnaissance des matières. De nombreuses machines intègrent des modules complémentaires tels que caméra optique ou RGB pour le tri couleur ou combinent plusieurs capteurs (NIR, caméra, rayons X) pour croiser des données sur la composition, la structure ou la densité des matériaux. Des séparateurs magnétiques et à courants de Foucault, ainsi que des capteurs inductifs, peuvent aussi être intégrés pour détecter la présence de métaux ferreux et non-ferreux. Ces fonctions additionnelles permettent d'enrichir l'information collectée et d'améliorer la qualité des flux triés.

Identification matière appliquée aux chaussures

Le tri automatisé des chaussures progresse, porté par l'adaptation des technologies de spectroscopie déjà utilisées dans les plastiques et le textile. Les capteurs actuels permettent d'analyser les polymères et élastomères constituant les semelles et autres composants des chaussures.

Jusqu'à récemment, le principal frein au développement de ces solutions ne tenait pas à la technologie elle-même, mais au manque de bases de données spectrales spécifiques à la diversité des matières utilisées dans les semelles (EVA, PU, TPU, caoutchoucs naturels ou synthétiques, formulations avec charges ou additifs).

Pour répondre à cet enjeu, Refashion a développé une Bibliothèque de matières chaussures, constituée d'échantillons caractérisés (semelles). Cette base de données constitue un socle essentiel pour entraîner les algorithmes de classification et fiabiliser la reconnaissance matière sur ces composants complexes.

Typologies des équipements de surtri

Les technologies NIR se déclinent en une large gamme d'équipements, allant des spectromètres portatifs et tables NIR jusqu'à des lignes automatisées pour le surtri industriel.

Les lignes de tri automatisé

Deux grandes typologies de lignes de tri automatisé sont aujourd'hui utilisées ou développées pour trier des flux importants. Ces lignes peuvent intégrer différents capteurs / caméras pour identifier compositions matière, couleurs et autres éléments (contexture tissu, éléments métalliques, etc.).

- **Machine de tri binaire ou ternaire** : Le flux est séparé en deux ou trois catégories (par exemple : coton, polyester, autres). Ces machines fonctionnent à des vitesses élevées (plusieurs mètres par seconde) et peuvent traiter un grand nombre d'articles. Elles sont particulièrement adaptées à des procédés de tri continu ou de grande capacité, et sont plus efficaces avec un flux entrant pré-trié.

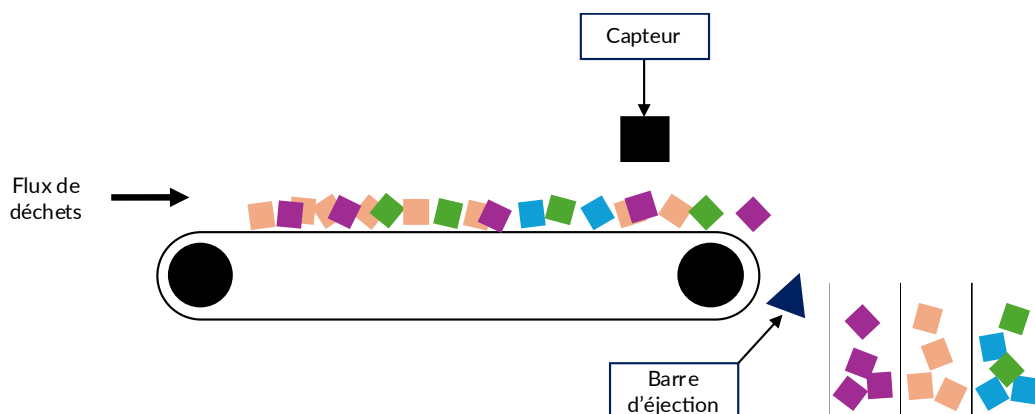


Figure 7 : Schéma du fonctionnement d'une ligne de tri ternaire

- **Machine de tri multi-catégories :** La ligne permet de séparer les articles en un nombre plus important de catégories (jusqu'à plusieurs dizaines), mais avec une cadence plus faible (environ 1 pièce par seconde). Le flux circule sur un long convoyeur, où les articles triés sont séparés par des systèmes d'éjection pneumatique (buses d'air), mécanique ou robotique.



Figure 8: Schéma du fonctionnement d'une ligne de tri multi-catégories

Les spectromètres portatifs :

Les spectromètres portatifs sont des appareils compacts et légers permettant d'analyser facilement la composition matière d'un échantillon. Ils peuvent être utilisés sur des postes manuels pour assister les opérateurs dans la reconnaissance matière des articles destinés au recyclage, ou pour le contrôle qualité.

Les tables NIR :

Les tables NIR sont des tables équipées de capteurs NIR intégrés, couplées à des algorithmes d'IA. Elles sont conçues pour faciliter l'opération de tri matière sur des flux de petite et moyenne capacités.

Les spectromètres portatifs et les tables NIR sont des équipements plus versatiles qui permettent uniquement la reconnaissance matière (capteur NIR uniquement). Le tri couleur ou la détection d'autres caractéristiques de surface ne sont pas possibles sur ces équipements n'intégrant pas de caméra RGB ou autre module.

Coûts des solutions :

Les coûts d'acquisition des différentes solutions de tri automatisé varient significativement :

- Spectromètre portatif : de 2 000 à 15 000 €.
- Tables de tri NIR : de 9 000 à 25 000 €.
- Lignes de tri automatisé : de 100 000 à 1 000 000 €, selon la capacité et la complexité de la ligne (options disponibles).

1.2. Fournisseurs de machines de tri automatisé – Textiles

Solutions industrielles

1.2.1. NewRetex (Danemark)



Equipements	Gamme NewRetex
Détection (technologie)	Matières (NIR) + Couleurs (VIS) + Perturbateurs (RX) + Typologie (IA)
Tri	Multi-catégories
Application	Textiles
Format entrant	Articles entiers
Maturité	Solution industrielle



Figure 9 : Ligne NewRetex au Danemark

Source : NewRetex

[NewRetex](#), société danoise fondée en 2020, développe des solutions de tri automatisé et de traçabilité combinant robotique, capteurs et IA, et exploite un centre de tri (>3 000 t/an) à Bjerringbro (Danemark). Ses lignes s'inspirent du secteur de la blanchisserie industrielle, utilisent des convoyeurs pour l'éjection (remplaçant les buses d'air) et intègrent des modules tels que le robot d'alimentation THOR, le capteur NIR MIMIR pour la reconnaissance matière, la caméra HEIMDAL pour la couleur et la solution rayon-X ODIN pour la détection des perturbateurs externes au recyclage. Les modèles d'IA sont ouverts et personnalisables, et permettent le tri automatique des déchets en vue de leur réutilisation (détection de la typologie d'article) ou de leur recyclage.

Performance :

Concernant les mélanges, 59 catégories avec des pourcentages de composition matière prédéfinis sont disponibles. La détection des matières minoritaires est possible dès 1-2%, avec une précision légèrement réduite à ces très faibles taux. NewRetex précise pouvoir ajouter de nouvelles catégories sur demande, et pouvoir détecter les compositions matière de textiles humides.

Type de ligne	Alimentation	Capteurs	Capacité
Semi-automatique	Manuelle (3-5 opérateurs)	MIMIR + HEIMDAL	2 200 pièces/h (≈1 300 t/an/équipe)
Automatique simple	2 robots THOR	MIMIR + HEIMDAL + ODIN	2 200 pièces/h
Automatique double	4 robots THOR	2× MIMIR + 2× HEIMDAL + 2× ODIN	4 400 pièces/h (≈2 600 t/an/équipe)

Matières reconnues	
Pures	Acétate, Acrylique, Coton, Elasthanne, Laine, Lyocell, Polyamide (PA6 & PA66), Polyester, Soie, Viscose
Mélanges	2 fibres : Coton / Polyester, Coton / Elasthanne, Laine / Acrylique, Polyester / Elasthanne... 3 fibres : Coton / Polyester / Elasthanne

Implantations :

Centre d'essai	Exemples de sites équipés
Bjerringbro (Danemark)	NewRetex A/S (Danemark) 5 autres sites européens en planification

Contacts : Henrik LAU LARSEN – Directeur Technique – hll@newretex.com

Andreas LEHMANN ENEVOLDSEN – Ingénieur Développement – ale@newretex.com

1.2.2. PELLENC ST (France)



Equipements	MISTRAL+ CONNECT et MULTITEX
Détection (technologie)	Matières (NIR) + Couleurs (VIS)
Tri	Binaire ou ternaire Multi-catégories
Application	Textiles
Format entrant	Articles entiers, chiquettes, broyats
Maturité	Solutions industrielles

[Pellenc ST](#) est un leader mondial de solutions de tri optique automatisé pour différentes filières de recyclage. Depuis 2022, Pellenc ST propose la **MISTRAL+ CONNECT** dédiée au tri des textiles, combinant spectroscopie NIR avec photodiodes et vision couleur (VIS). La MISTRAL+ CONNECT peut trier des vêtements entiers, des chiquettes ou des broyats (via une alimentation manuelle ou automatisée, intégration ANDRITZ). Développée en collaboration avec ANDRITZ, une **nouvelle version multi-catégories MULTITEX** est disponible depuis début 2026.

Performance :

Les performances industrielles annoncées pour la MISTRAL+ CONNECT sont les suivantes : 95% d'efficacité de tri sur la plupart des catégories et >95% de pureté massique après un tri d'épuration en chiquettes.

Sa cadence nominale sur un process 100% automatisé varie de 4 à 8 t/h pour un tri de vêtements entiers et de 2 à 3 t/h pour un tri de chiquettes. La MISTRAL+ CONNECT existe en plusieurs largeurs : 800-1200-1600-2000-2400-2800mm.

La MULTITEX a une cadence de 1,3t/h.

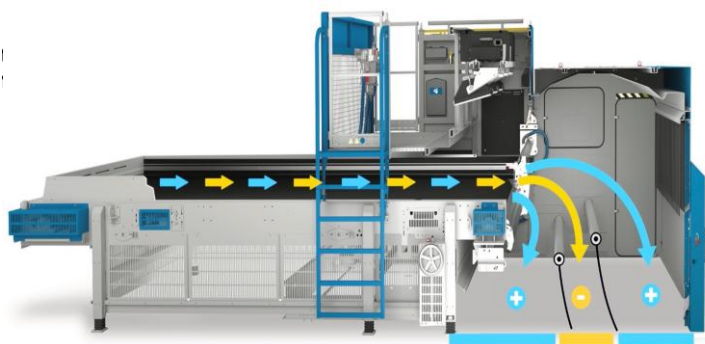


Figure 10 : MISTRAL+ CONNECT

Source : Pellenc ST

Matières reconnues	
Pures	Acrylique, Coton, Laine, Polyamide, Polyester, Soie, Viscose
Mélanges*	Coton/Elasthanne, Coton/Viscose, Laine/Acrylique, Laine/Polyester, Polycoton (80%/20% - 60%/40% - 40%/60% - 20%/80% + variantes 90%/10% ou 95%/5%), Polyester/Elasthanne, Polyester/Polyamide...

*Détection d'une matière minoritaire possible à partir de 5%, dont l'élasthanne dans les mélanges coton ou polyester

Les couleurs détectées couvrent un spectre large (jaune, rouge, bleu, noir, blanc) avec reconnaissance des nuances claires à foncées.

Options disponibles :

- **Système Turbosorter** qui stabilise les chiquettes sur le convoyeur
- **Module Aerolight** permettant de réguler le flux d'air afin d'améliorer la précision lors de l'éjection
- **Capteur inductif** pour extraire les points durs métalliques
- **Option IA BrAI** sur base de données spectrales pour améliorer la détection des matières contaminantes (ex : élasthanne)

Implantations :

Centres d'essais	Exemples de sites équipés
Nouvelles Fibres Textiles (France) Pertuis (France)	Nouvelles Fibres Textiles (France) Insertega (Espagne)

Contacts : Raphael JOSSELIN VERDIER – Project Manager – r.josselin@pellencst.com
Sylvain BAUMAS – Responsable commercial France – s.baumas@pellencst.com

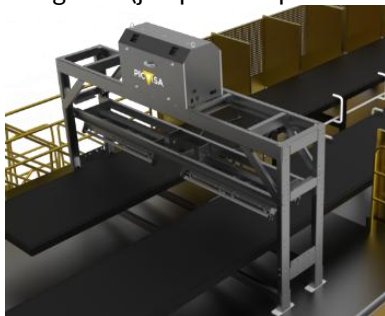
1.2.3. PICVISA (Espagne)



Equipements	ECOSORT TEXTIL et ECOCLIP
Détection (technologie)	Matières (NIR-HSI) + Couleurs (VIS) + Contexture + Typologie d'article + Points durs (VIS+IA)
Tri	Multi-catégories Binaire ou ternaire
Application	Textiles
Format entrant	Articles entiers, chiquettes
Maturité	Solutions industrielles

[PICVISA](#) est une entreprise espagnole spécialisée dans le développement de systèmes de tri optique combinant spectroscopie, vision par ordinateur et IA. Depuis 2021, PICVISA propose des équipements avec caméra hyperspectrale pour le tri automatisé des textiles : **ECOSORT TEXTIL** (multi-catégories) et **ECOCLIP** (binaire ou ternaire). L'alimentation est automatique (par convoyeur) sur l'ECOCLIP, et automatique (robot) ou manuelle sur l'ECOSORT TEXTIL. Les dernières versions incluent des modèles d'IA améliorés pour la détection matière sur textiles noirs/foncés, et peuvent également reconnaître la structure des tissus.

Performance :

Machines	ECOSORT TEXTIL	ECOCLIP
Type de tri	Multi-catégories (jusqu'à 70+ par convoyeur)* 	Binaire ou ternaire 
Caractéristiques	Matières + Couleurs + Contexture (tissu/tricot) + Typologie d'article	Matières + Couleurs + Points durs
Format entrant	Articles entiers	Chiquettes ou articles entiers
Capacité	Jusqu'à 1 t/h par convoyeur (3 convoyeurs possibles)	Jusqu'à 2-3 t/h
Matières reconnues**	Pures : Acétate, Acrylique, Coton, Elasthane, Laine, Polyamide, Polyester, Soie, Viscose Mélanges : Coton/Polyester, Laine/Polyamide, Laine/Polyester...	
Précision	Précision moyenne annoncée supérieure à 90% dans des conditions standard	
Options	Capteur inductif pour détection des métaux	

*Nombre de catégories personnalisable. // **La base de données de référence inclut plus de 20 catégories de textiles et est mise à jour en continu. Détection d'une matière minoritaire possible à partir de 5 %.

Développements en cours :

Les développements actuels portent principalement sur la machine ECOSORT TEXTIL, avec l'intégration de **nouvelles fonctionnalités de reconnaissance visuelle pour la 2nde main**. Le système permet déjà l'identification des typologies de vêtements et vise à intégrer une évaluation automatisée de l'état des articles.

Implantations :

Centre d'essais	Exemples de sites équipés (ECOSORT TEXTIL)
Calaf (Espagne)	Fratelli Esposito (Italie) / Essaimons (France) Lipor (Portugal) / Textile House (Slovaquie) + 15 autres sites confidentiels

Contact : Silvia GREGORINI – Business Development – sgregorini@picvisa.com

1.2.4. BT-Systems GmbH, compétence centre REDWAVE (Autriche)

Equipements	Gamme REDWAVE TEX et REDWAVE TEX 2i
Détection (technologie)	Matières (NIR) + Couleurs (VIS) + Métaux (induction)
Tri	Binaire / ternaire Multi-catégories
Application	Textiles, chaussures
Format entrant	Articles entiers, chiquettes, broyats
Maturité	Solutions industrielles



Figure 11 : REDWAVE TEX
Source : REDWAVE

REDWAVE, la marque technologique de BT-Systems GmbH, est un constructeur autrichien spécialisé dans les équipements de tri optique multi-matières dont les textiles et plastiques. La gamme **REDWAVE TEX** est issue du transfert de ses technologies de tri (hyperspectral + caméras à balayage linéaire et prisme haut-débit) vers le secteur textile. Les équipements REDWAVE TEX permettent d'identifier la matière, la couleur et les perturbateurs métalliques. Les textiles sont analysés sur convoyeur, puis orientés par des buses d'air comprimé vers différents flux selon leur classification.

REDWAVE propose également l'équipement REDWAVE TEX 2i pour le tri des broyats (aussi de chaussures).

Performance :

Machines	REDWAVE TEX	REDWAVE TEX 2i	REDWAVE TEX QI
Type de tri	Multi-catégories (4 à 20 sorties)	Binaire/ternaire (2 à 3 ou 4 à 6 sorties)	Analyseur automatique pour contrôle qualité du tri uniquement, pas de tri
Caractéristiques	Matières + Couleurs + Métaux		
Application	Vêtements entiers (100 – 1000 mm)	Vêtements et chiquettes (40 – 500 mm) Broyats (> 3 mm)	Détermination de flux de composition matières sur convoyeurs
Capacité	Jusqu'à 4 t/h	Jusqu'à 16 t/h	Jusqu'à 4 t/h
Matières reconnues*	Textiles : Acrylique, Coton, Elasthanne, Laine, Polyamide, Polyester, Viscose... & mélanges bi-matières Chaussures : ABS, EVA, PVC, RUB, PC, PU, SBR, TPU...		

*Possibilité d'ajouter de nouvelles catégories de matières

Développements en cours :

- Extension de la base de données matières ;
- Amélioration de la détection des textiles noirs ;
- Détection fine de l'élasthanne ;
- Intégration de la reconnaissance des typologies des articles.

Implantations :

Centre d'essai	Exemples de sites équipés
Eggersdorf bei Graz (Autriche)	Sites en Allemagne et au Benelux

Contact : office.redwave@bt-systems.at

1.2.5. TOMRA (Norvège)



Equipement	AUTOSORT™
Détection (technologie)	Matières (NIR) + Couleurs (VIS)
Tri	Binaire ou ternaire
Application	Textiles
Format entrant	Articles entiers, chiquettes (>30mm)
Maturité	Solution industrielle

TOMRA est un leader mondial en solutions de tri optique et de détection avancée pour plusieurs flux de déchets. Active dans le tri des textiles depuis 2015, TOMRA a adapté ses technologies pour les plastiques et déchets ménagers à la reconnaissance des textiles et des matériaux complexes. La solution **AUTOSORT™**, dernière génération de la gamme, permet d'identifier les fibres et les couleurs des textiles. L'alimentation peut être automatique ou manuelle.

L'équipement intègre plusieurs technologies exclusives de TOMRA :

- **FLYING BEAM™**, un système breveté d'éclairage homogène garantissant une classification instantanée de toutes les matières sur la largeur du convoyeur ;
- **DEEP LAISER™**, un système de reconnaissance d'objets permettant une prise de décision avancée et d'identifier les **textiles contenant du noir de carbone** afin de les exclure du flux.



Figure 12 : AUTOSORT™ 5 (nouvelle génération) - TOMRA

Source : TOMRA

Performance :

L'AUTOSORT™ peut être configurée pour un tri binaire ou ternaire, avec une largeur de bande modulable jusqu'à 2,8 mètres et une cadence pouvant atteindre 4,5 t/h avec un convoyeur à 3 m/s. Plusieurs machines peuvent être installées en cascade pour augmenter le nombre de sorties / clés de tri.

Matières reconnues	
Pures	Acrylique, Coton, Laine, Polyamide (PA6 & PA66), Polyester, Soie, Viscose
Mélanges	Polycoton, mélanges de fibres pures avec élasthanne (>2%)

TOMRA peut adapter ses modèles d'entraînement sur demande, à condition de disposer d'un lot de référence représentatif.

L'analyse VIS permet de distinguer les principales teintures textiles, y compris des tons spécifiques (ex. bleu denim) et leurs variantes claires ou foncées. Le système est également capable de trier des chiquettes (coupées ou déchiquetées) et d'éliminer les perturbateurs au recyclage : tissus indésirables, métaux, chiquettes comportant des coutures ou des enductions en PU ou PVC.

Options :

- **Module de détection électromagnétique (EM)** : détection de la présence de métaux ferreux et non ferreux
- **DEEP LAISER™** : prise de décision avancée basée sur les données – par exemple : détection de motifs

Implantations :

Centre d'essai	Exemples de sites équipés
Mülheim-Kärlich près de Coblenze (Allemagne)	SYSAB (Suède) (en vente) IGERS (Italie)

Contact : Lea Höll – Business Development – lea.hoell@tomra.com

1.2.6. VALVAN (Belgique)



Equipements	Fibersort Manual Fibersort
Détection (technologie)	Matières (NIR) + Couleurs (VIS)
Tri	Multi-catégories Table de surtri
Application	Textiles
Format entrant	Articles entiers
Maturité	Solutions industrielles



Figure 13 : Fibersort
Source : Valvan

[Valvan](#) est un constructeur belge spécialisé dans la conception de machines pour le tri des textiles. L'entreprise développe des solutions automatisées intégrant spectroscopie NIR, vision et IA.

Optimisée continuellement depuis son lancement en 2019, la [Fibersort](#) est une machine de tri multi-catégories, capable de reconnaître plusieurs matières textiles et couleurs en combinant IA, capteurs NIR et couleur, et caméras 2D & 3D. Les couleurs détectées couvrent un large spectre et peuvent être définies par l'opérateur. Il est aussi possible de reconnaître la texture (tissu tissé ou tricoté) à l'aide d'une caméra supplémentaire.

Le système d'éjection fonctionne par air comprimé. L'alimentation peut être automatique (par robot) ou manuelle. En fonctionnement continu, la machine peut traiter jusqu'à 3 600 articles par heure.

Valvan propose également la **Manual Fibersort** qui consiste en une table avec un dispositif NIR intégré (tri matière uniquement).

Performance :

La précision moyenne annoncée de la Fibersort est d'environ 99% pour l'identification des fibres pures et de 95% pour les mélanges de 2 fibres. Pour les mélanges de 3 fibres ou plus, la précision a tendance à diminuer, principalement en raison de la structure du tissu et du fait que le NIR n'analyse que la surface.

Pour garantir une bonne détection matière, Valvan recommande de trier des textiles secs (< 8% d'humidité).

Matières reconnues	
Pures	Acrylique, Coton, Élasthanne (> 1%), Laine, Polyamide (PA6 et PA66), Polyester, Soie, Viscose
Mélanges	Mélanges de 2 ou 3 des matières pures

Développements en cours :

- Extension de la base de données matières ;
- Détection des multicouches.

Implantations :

Centre d'essais	Exemples de sites équipés
Menin (Belgique)	13 sites en Europe dont : Wieland Textiles (Pays-Bas) KOOPERA (Espagne) Formacio i Treball (Espagne) CETIA (France) SATCol (UK)

Contact : Jean-François GRYSPEERT – Sales & Development Manager – jfg@valvan.com

1.2.7. Wastex (Espagne)



Equipement	SORTER R
Détection (technologie)	Matières (NIR-HSI) + Couleurs (VIS)
Tri	Multi-catégories
Application	Textiles
Maturité	Solution industrielle



Figure 14 : Ligne de tri SORTER R

Source : Wastex

Wastex (division technologique de COLEO) est une entreprise espagnole spécialisée dans le tri optique et la traçabilité textile, combinant détection spectrale et IA.

Wastex a développé l'équipement **SORTER R** identifiant la composition matière et la couleur des textiles via une caméra hyperspectrale NIR, avant de les éjecter automatiquement par air comprimé. Le tri peut être organisé en plusieurs lignes parallèles (jusqu'à 4 convoyeurs connectés à un même module de détection). Selon la configuration installée, la ligne peut atteindre des cadences de plusieurs tonnes par heure. L'alimentation peut être manuelle ou semi-automatisée.

Performance :

Le niveau de pureté dépend principalement du calibrage et du seuil de détection défini lors des réglages. La base de données spectrales, enrichie en continu grâce aux retours des centres de tri partenaires connectés, renforce progressivement la précision pour la reconnaissance des mélanges complexes.

Matières reconnues	
Pures	14 fibres dont : Acrylique, Coton, Elasthane, Laine, Polyamide, Polyester, Viscose
Mélanges	Mélanges bi-matières des matières pures

Limites sur la détection des composants en très faibles proportions, notamment l'élasthane < 3%.

Option :

- Caméra RGB pour l'identification des typologies d'articles et la détection des défauts (tâches et trous)

Développements en cours :

- Évolutions sur la reconnaissance des matières complexes et noires ;
- Optimisation de la vitesse et de la fiabilité des classifications ;
- Reconnaissance de la forme et éjection des fractions non-textiles du flux ;
- Reconnaissance de la contexture (tissé / tricoté) ;
- Identification des différents attributs d'un article et évaluation de son potentiel de revente en 2^{de} main ;
- Scanneur points durs.

Implantations :

Centre d'essai	Exemples de sites équipés
Barcelone (Espagne)	2 centres de tri partenaires en Espagne (COLEO) Recyclocal Textiles (France) 1 projet dans l'Est de la France

Contacts : Harmonie KOCH – Business Developer – harmonie.koch@coleo.es

Axel PLAZA – Directeur Wastex – axel.plaza@coleo.es

Capteurs pour lignes de tri industrielles

1.2.8. LLA Instruments GmbH (Allemagne)



Équipement	KUSTA-System
Détection (technologie)	Matières (SWIR-HSI) + en option : Couleurs (VIS)
Tri	Système pour ligne binaire/ternaire
Application	Textiles
Format entrant	Articles entiers, chiquettes
Maturité	Solution industrielle

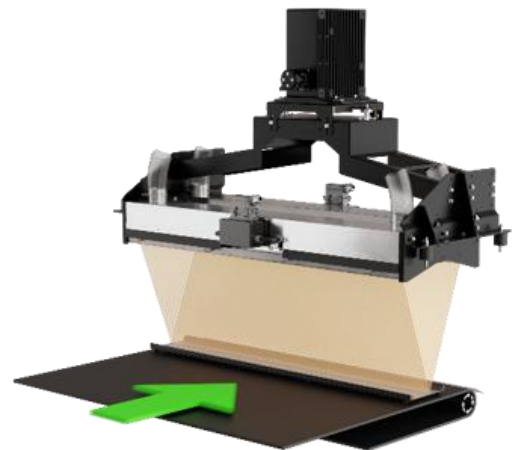


Figure 15 : KUSTA-System

Source : LLA Instruments

[LLA Instruments GmbH](#), spécialiste de l'imagerie hyperspectrale depuis plus de 30 ans, propose des solutions de détection et tri optique pour les textiles. Sa gamme **KUSTA**, incluant le **KUSTA-System** industriel (basé sur la spectroscopie SWIR), s'intègre à des lignes de tri binaire/ternaire de largeur de 2,8 mètres maximum et d'une vitesse de 3 m/s.

Performance :

Matières reconnues – KUSTA-System	
Pures	Acétate, Acrylique, Coton, Elasthanne, Laine, Lyocell, Polyamide, Polyester, Polypropylène, PU (impressions), Soie, Viscose
Mélanges	Coton/Elasthanne, Coton/Polyester, Coton/Polyester/Elasthanne, Polyester/Elasthanne, Acrylique/Polyamide, Coton/Acrylique, Laine/Acétate, Polyamide/Elasthanne, Polyester/Acrylique, Polyester/Polyamide, Viscose/Elasthanne

Pour les 4 premiers mélanges, l'erreur standard moyenne de détection varie de 1,5% à 8%, avec une limite de détection entre 5 et 10%. LLA a aussi créé des sous-classes pour ces mélanges fréquents dans les textiles :

- Mélanges polycoton : sous-classes pour chaque dizaine de pourcentage,
- Deux sous-classes pour les mélanges coton/élasthanne (EA) : EA <5% et EA >5%,
- Trois sous-classes pour les mélanges polyester/élasthanne et coton/polyester/élasthanne : EA <5%, 5% ≤ EA ≤ 10% et EA >10%.

Développements en cours :

- Reconnaissance des mélanges de laines
- Amélioration des performances sur les textiles foncés
- Optimisation de la précision sur les faibles teneurs en élasthanne (<5 %)

Implantations :

Centre d'essai	Exemples de sites équipés
Berlin (Allemagne)	Équipements utilisés sur lignes automatisées dans plusieurs centres de tri européens (dont <i>SOEX en Allemagne, fermé début 2025</i>)

Contact : Nika HOLUB – Inside Sales Representative – n.holub@lla.de

Pilotes / démonstrateurs

1.2.9. Looper Textile Co. (Suède)



Équipement	Ligne de tri automatisé Looper
Détection	Matières (NIR) + Couleurs (VIS) + Métaux (détecteur métaux)
Tri	Multi-catégories
Application	Textiles
Format entrant	Articles entiers
Maturité	Pilote industriel

[Looper Textile Co.](#) est une société indépendante suédoise détenue à 50% par le groupe H&M et 50% par REMONDIS. Looper Textile Co. a développé une ligne de tri automatisé propriétaire, combinant NIR, capteur optique et détecteur de métaux, pour trier des textiles post-consommation par composition matière, couleur et présence de points durs métalliques. La ligne est en fonctionnement depuis septembre 2023.

Les textiles sont alimentés manuellement sur le convoyeur et triés automatiquement (éjection par buses d'air comprimé latérales) en huit catégories différentes (actuellement).



Figure 16 : Ligne de tri automatisé de Looper Textile à Polch, Allemagne

Source : [Looper Textile Co.](#)

Performance :

La ligne peut traiter jusqu'à 500 kg/h (environ 2 000 articles/h).

Jusqu'à 20 compositions matière différentes peuvent être détectées. La précision de reconnaissance des matières textiles annoncée est de 95% pour les matières pures et 92% pour les mélanges.

Matières reconnues	
Pures	Acétate, Acrylique, Coton, Laine, Polyamide, Polyester, Soie, Viscose
Mélanges	Tout mélange bi-matières des matières pures reconnues

Développements en cours :

- Reconnaissance de la texture (structure tissée ou tricotée) avec une caméra haute-résolution
- Alimentation automatisée des textiles (avec des solutions robotisées) pour augmenter le rendement

Implantations :

Centre d'essai	Site équipé
N/A	Polch, Allemagne

Contact : Felix Hoelzer – Chef de l'exploitation Looper Textile Co. – hoelzer.felix@loopertextile.com

1.2.10. CETIA (France)

Equipement	SensorHUB
Détection	Matières (NIR-HSI) + Couleurs + Typologie (VIS) + Points durs (RX)
Tri	Multi-catégories
Application	Textiles, chaussures
Format entrant	Articles entiers
Maturité	Démonstrateur

Le [CETIA](#), centre technique basé à Hendaye, développe des solutions innovantes pour le tri et le démantèlement des textiles et chaussures, en combinant robotique, vision et IA.

Sa solution **SensorHUB** est une cellule de tri intelligente et modulaire pour les textiles et chaussures combinant :

- **Module Rayons X de BRUSTIA** pour détecter les points durs (boutons, rivets cachés, objets dans les poches...) ;
- **Vision 3D et 2D** pour les couleurs ;
- Caméra hyperspectrale et capteur NIR pour les matières ;
- Algorithmes d'IA conçus et entraînés par le CETIA.

Le SensorHUB peut être testé au CETIA à Hendaye.



Figure 17 : Cellule SensorHUB

Source : CETIA

Contact : Pauline ARROUASSE – Responsable commerciale – pauline.arrouasse@cetia.tech

1.2.11. IRIS Technology Solutions (Espagne)



Figure 18 : Solution développée par IRIS Technology Solutions

Source : WhiteCycle

[IRIS Technology Solutions](#), basée à Barcelone, développe des solutions optiques pour la reconnaissance matière et l'analyse spectrale (NIR, Raman, hyperspectral) couplées à l'IA, depuis 2007.

Le projet européen [WhiteCycle](#), coordonné par Michelin et lancé en 2022 avec 15 partenaires, vise à développer une solution industrielle capable de recycler des déchets complexes contenant du polyester, incluant les textiles multicouches, les tuyaux et les pneus. Un des axes du projet vise la mise au point de technologies de tri innovantes pour identifier et séparer les textiles multicouches.

Dans ce cadre, IRIS Technology Solutions joue un rôle clé en développant une solution combinant sa technologie Visum HSI™ et l'IA pour détecter la présence de polyester et classer des textiles multicouches polyester (PET) en 3 catégories ($\geq 90\%$ PET, $< 90\%$ PET, 0% PET).

Contact : Jose Ortega – Sales & Marketing Manager – jortega@iris-eng.com

1.2.12. SPECIM (Finlande)

Equipement	Specim RETEX
Détection (technologie)	Matières (NIR-HSI) + Couleurs (VIS)
Application	Textiles
Format entrant	Articles entiers, chiquettes



Figure 19 : Portique d'essai Specim RETEX
Source : KONICA MINOLTA (Youtube)

Specim, une société du groupe KONICA MINOLTA, propose [Specim RETEX](#), une solution issue du projet [HYPER RETEX](#), consistant en un portique de détection intégrant une caméra hyperspectrale SPECIM FX17 (composition matière), une caméra à balayage linéaire (couleurs et caractéristiques de surface des textiles), et disposant d'un logiciel conçu en Italie. Lancement commercial en avril 2026.

Le système de tri n'est pas inclus, Specim RETEX est conçu pour fonctionner sur des lignes de tri binaire, ternaire ou multi-catégories.

Matières reconnues	
Pures	Acrylique, Coton, Elasthanne, Laine, Polyamide (PA6 & PA66), Polyester, Soie, Viscose
Mélanges	Mélanges de 2 matières pures

La précision moyenne annoncée varie de 95% à 99% selon la matière.

Développements en cours : Reconnaissance de nouveaux mélanges et de la contexture.

Centre d'essais	Exemples de sites équipés
Rome (Italie)	Site du consortium MagnoLab (Italie) + autres clients

Contact : Federico Faina – Technical Product Owner - federico.faina@konicaminolta.it

1.2.13. 3U Vision – Next Waste (France)

Equipement	ScanTex
Détection (technologie)	Matières (NIR-HSI) + perturbateurs (IA)
Type de tri	Multi-catégories
Application	Textiles
Format entrant	Articles entiers, chiquettes

[3UVision](#), en partenariat avec [NextWaste](#), propose [ScanTex](#), une solution de détection matière textile intégrant une caméra hyperspectrale (NIR-HSI) avec restitution des résultats en temps réel. Le système maintient ses performances jusqu'à 4 à 5 articles/s. Le tri en aval est également possible en fonction des options retenues. La solution ScanTex peut être testée au centre d'essais à Imola (Italie). Lancement commercial en mars 2026.

Matières reconnues	
Pures	Acrylique, Coton, Elasthanne, Laine, Polyamide (PA6 & PA66), Polyester, Soie, Viscose
Mélanges	Polycoton, mélanges de matière pure + élasthanne

- Efficacité supérieure à 95 - 98%
- Taux d'erreur inférieur à 1 % pour les fibres pures
- Marge d'erreur inférieure à 3% sur estimation des proportions dans les mélanges polycoton
- Possibilité d'ajout de nouvelles matières après un entraînement adéquat des algorithmes (développements en cours)
- Détection des perturbateurs : boutons, métal, braguettes...



Figure 20 : Equipement ScanTex
(Source : 3U Vision - NextWaste)

Contact : Guillaume-Henri HUREL - NextWaste SAS - ghh@nextwaste.fr

1.3. Fournisseurs de spectromètres portatifs et tables NIR – Textiles

1.3.1. MATOHA Instrumentation Ltd. (UK)

Matoha
What will you scan next?

Equipements	Gamme FabriTell
Détection (technologie)	Matières (NIR)
Application	Textiles
Format entrant	Articles entiers
Maturité	Solution industrielle



Figure 21 : FabriTell Bench

Source : Matoha

MATOHA est une société britannique fondée en 2018 spécialisée dans la détection et l'analyse rapide des matériaux. Elle conçoit des solutions de spectroscopie NIR destinées aux secteurs textile, plastique et des revêtements de sol. Pour les textiles, sa solution est la gamme **FabriTell**. Plusieurs formats sont disponibles :

- **Desktop** (version de paillasse),
- **Bench** (version table de surtri NIR),
- **Handheld** (version portable).

Matoha propose également le **capteur seul**, intégrable sur des lignes automatisées ou semi-automatisées.

Performance :

Les dispositifs FabriTell affichent une précision de $\pm 5\%$ sur les matières pures et $\pm 10\%$ sur les mélanges bi-matières. La détection de l'élasthanne devient incertaine en dessous de 5%.

La mesure s'effectue en moins d'une seconde.

Matières reconnues	
Pures	Acétate, Acrylique, Coton, Elasthanne, Laine, Polyamide, Polyester, Polypropylène, Soie, Viscose
Mélanges	Coton/Acrylique, Coton/Elasthanne, Coton/Polyamide, Coton/Polyester, Coton/Viscose, Laine/Acrylique, Laine/Polyester, Polyamide/Elasthanne, Polyamide/Laine, Polyester/Acrylique, Polyester/Elasthanne, Polyester/Viscose, Viscose/Elasthanne

Développements en cours :

- Solution Bench (de paillasse) avec capteurs supplémentaires pour améliorer la reconnaissance
- Projet d'automatisation

Implantations :

Centre d'essai	Exemples de sites équipés
Londres (Royaume-Uni)	Présence dans 60 pays, environ 950 unités vendues (FabriTell + PlasTell)

Contact : Chris NEWTON – Chief Commercial Officer – chris@matoha.com

1.3.2. TrinamiX (Allemagne)

trinamiX

A brand of
BASF – We create chemistry

Équipements	PAL One et PAL Two
Détection (technologie)	Matières (NIR)
Application	Textiles
Format entrant	Articles entiers, chiquettes, broyats
Maturité	Solution industrielle

[TrinamiX GmbH](#), filiale du groupe BASF, est une start-up spécialisée dans la spectroscopie NIR et l'analyse des matériaux. Active dans le secteur textile depuis 2022, elle développe des spectromètres portables intégrant des algorithmes de reconnaissance avancés pour l'identification rapide des fibres et mélanges.

Les spectromètres **trinamiX PAL** combinent un capteur optique NIR (1 300–2 350 nm) et un traitement algorithmique sur le cloud. Ils sont principalement utilisés pour le contrôle qualité, la R&D ou le tri matière manuel assisté.

Le **trinamiX PAL Two**, commercialisé depuis octobre 2025, est plus ergonomique que sa version précédente (**trinamiX PAL One**), et intègre un écran et une interface intuitive.



Figure 22 : TrinamiX PAL Two
Source : TrinamiX

Performance :

La solution délivre un résultat complet en moins de deux secondes. La précision moyenne annoncée est de $\pm 7\%$ sur les mélanges, avec une détection fiable des matières minoritaires dès 5%.

Matières reconnues – trinamiX Pal Two	
Pures	Acrylique, Coton, Élasthanne, Laine, Polyamide, Polyester (PET et PTT), Polypropylène, Soie, Viscose
Mélanges	21 mélanges au total, dont 15 avec les pourcentages des matières identifiés, incluant : Coton/Polyester, Coton/Viscose, Polyester/Acrylique, Viscose/Polyester...

Implantations :

Centre d'essai	Exemples de sites équipés
Location du matériel uniquement (courte durée (1 mois) possible)	Non communiqués

Contact : Adrian VOGEL – Segment Lead Circular Economy – adrian.vogel@trinamix.de

1.3.3. Spectral Engines – m-u-t (Allemagne) SPECTRAL ENGINES

POWERED BY M-U-T GMBH



Figure 23 : NIRONE S
Source : Spectral Engines – m-u-t

[Spectral Engines - m-u-t](#), société allemande spécialisée dans le développement de capteurs portables NIR, a collaboré en 2019 avec Bosch et LSJH (Finlande) sur un projet de reconnaissance textile par spectroscopie NIR qui a mené à la création du **NIRONE S** en 2021. Le scan dure environ une seconde et s'effectue par simple contact avec la surface du textile (vêtements complets). Les données sont transmises à une plateforme cloud. Le capteur peut être intégré dans une table de tri (1 exemplaire chez ERDOTEX aux Pays-Bas) et être testé au centre d'essai à Francfort (Allemagne). Spectral Engines – m-u-t ne dispose pas de base de données en propre, LSJH a conservé la base de données développée au cours du projet.

Contact : Gregoire SAGET – Sales Manager - gregoire.saget@spectralengines.com

1.4. Autres solutions de surtri textile

D'autres solutions ont été identifiées en Europe (ci-dessous), et hors-Europe (cf. en annexe).

1.4.1. HySpex (Norvège)

HySpex
by neo

[HySpex](#) by NEO, entreprise norvégienne, propose des caméras hyperspectrales et des solutions d'imagerie avancée pour le tri. En collaboration avec Norsk Tekstilgjenvinning (NTG) et Steco Miljø, NEO a développé un démonstrateur de ligne automatisée avec la technologie hyperspectrale **HySpex** capable de classer automatiquement les textiles suivant 4 à plus de 100 types/mélanges de fibres.

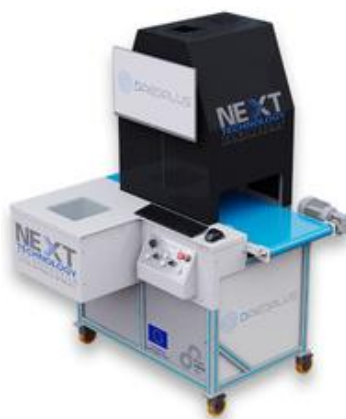
1.4.2. KAPDAA (UK)

kapdaa®

[Kapdaa](#), entreprise britannique, a développé [Ai4FIBRES](#), une solution automatisée de tri et de reconnaissance textile en version mobile (énergie solaire), pouvant traiter jusqu'à 10t de textiles usagés / semaine. Ce système, équipé d'une lumière UV pour tuer les bactéries, utilise l'analyse hyperspectrale et la vision par ordinateur pour identifier la composition matière (16 matières et mélanges annoncés), la typologie et la couleur des vêtements, et la nature et la localisation des garnitures (fermetures, boutons, étiquettes).

1.4.3. Next Technology Tecnotessile (Italie)

NEXT
TECHNOLOGY
TECNOTESSILE



[Next Technology Tecnotessile](#), centre italien de recherche et d'innovation textile basé à Prato, a développé [DAEDALUS](#), une machine de tri semi-automatique conçue pour le tri des vêtements ou chiquettes post-consommation (> 60 vêtements/min).

L'équipement associe caméra hyperspectrale (NIR HSI) et caméra visible (VIS) à un système d'intelligence artificielle capable d'analyser la composition, la couleur et la texture des textiles, ainsi que leur état.

Une fois la reconnaissance effectuée, les textiles sont orientés vers des modules de déchargement modulaires disposés le long d'un convoyeur. Le tri est ensuite réalisé par jets d'air comprimé ou d'autres systèmes d'éjection selon la configuration choisie.

Figure 24 : Système DAEDALUS
Source : Next Technology Tecnotessile

1.4.4. STEINERT (Allemagne)

STEINERT

[STEINERT](#) est un constructeur allemand spécialisé dans la séparation magnétique et la séparation par détection via capteurs, appliquées aux métaux et plastiques. Steinert applique depuis peu ses technologies optiques et physiques au tri des textiles.

Leur machine **UniSort PR EVO 5.0®** est utilisée pour piloter le tri matière (binaire ou ternaire) des textiles (sur chiquettes uniquement) via une caméra hyperspectrale. L'efficacité dépend du calibrage (efficacité moindre sur chiquettes ≤ 40mm) et de la répartition homogène des chiquettes sur le convoyeur. Les matières reconnues actuellement comprennent : coton et polyester. D'autres matières peuvent être reconnues mais des essais doivent être réalisés dans leur centre de test à Cologne.

Développements en cours : Tests et calibrages sur matières textiles, adaptation MIR pour matières noires.

Contact : Florian GAUDRON - Sales Manager - florian.gaudron@steinert.de

1.5. Fournisseurs de machines de tri automatisé – Chaussures

Solutions industrielles

1.5.1. PICVISA (Espagne)



Equipements	Gamme ECOFLAKE
Détection (technologie)	Matières (NIR-HSI) + Couleurs (VIS/RGB)
Tri	Binaire
Application	Chaussures
Format entrant	Broyats de semelles (> 6mm)
Maturité	Solution industrielle

[PICVISA](#) est une entreprise espagnole spécialisée dans le développement de systèmes de tri optique combinant spectroscopie, vision par ordinateur et IA. PICVISA propose une solution de tri automatisé des broyats de semelles de chaussures avec sa gamme ECOFLAKE. Cette solution est composée d'une caméra hyperspectrale pour identifier la composition matière (tri binaire) des broyats, une caméra haute-résolution pour les couleurs, et un convoyeur d'alimentation innovant permettant une stabilité accrue des broyats et leur séparation efficace lors de l'éjection (par soufflage).

Performance :

L'ECOFLOAKE permet de traiter des broyats de taille supérieure à 6mm, à une cadence variant de 0,4 t/heure à 2 t/heure, selon le modèle retenu (x600 ou x1 200) et la densité de la matière traitée. La précision moyenne annoncée est supérieure à 90% dans des conditions standard.

Matières reconnues	
Pures	ABS, Cuir, EVA, PA, PC, PU*, PVC, RUB (caoutchouc), TPU*

*Difficultés à différencier le PU et le TPU

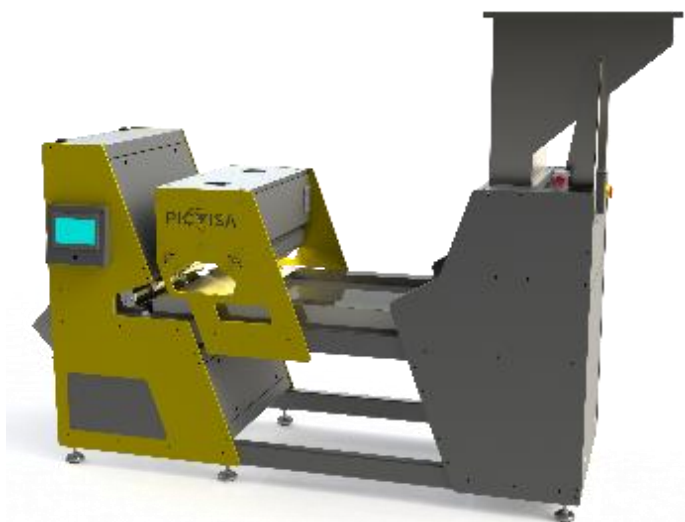


Figure 25 : ECOFLAKE

Source : PICVISA

Développements en cours :

- Tri de broyats de semelles composées de matières multiples (caoutchouc/EVA)
- Logiciel renforcé et caméra de plus haute résolution pour améliorer la précision

Implantations :

Centre d'essai	Exemples de sites équipés
Calaf (Espagne)	Non communiqués

Contact : Silvia GREGORINI – Business Development – sgregorini@picvisa.com

Pilotes / démonstrateurs

1.5.2. Plas'tri (France)



Equipement	HyperID
Détection (technologie)	Matières (NIR-HSI)
Tri	Binaire ou ternaire Multi-catégories
Application	Chaussures
Format entrant	Semelles de chaussures
Maturité	Pilote



Figure 26 : HyperID

Source : Plas'tri

[Plas'tri](#) est une entreprise française issue de la recherche appliquée en spectroscopie et en IA artificielle, spécialisée dans la caractérisation des matériaux polymères complexes.

En 2023, Plas'tri a mis en place une solution automatisée, **HyperID**, pour le tri des semelles de chaussures via une caméra hyperspectrale. Ce système peut être **intégré à différentes lignes de tri binaire, ternaire ou multi-catégories** en fonction des besoins des clients.

Performance :

HyperID affiche une précision moyenne annoncée supérieure à 99%. Le taux d'erreur est monitoré et des outils de contrôle sont intégrés à la caméra hyperspectrale.

Matières reconnues (spécifiques aux chaussures)	
Pures	Semelles : ABS, EPDM, EVA, PU, PVC, RUBBER (NR), SBR, TPU Tiges : Coton, Laine, Polyamides (PA6 ou PA66 / PA11 ou PA12), Polyester, PP, Viscose

Liste non exhaustive qui s'enrichit en continu en fonction des besoins clients.

Développements en cours :

Ajout de nouveaux polymères ;

Plas'tri développe une nouvelle technologie⁴ basée sur le transfert radiatif pour :

- Identifier les matières contenant du noir de carbone ;
- Identifier les multi-matières et les multicouches par une mesure en profondeur (sur plusieurs cm) ;
- Identifier les proportions des matières (dont les additifs).

Implantations :

Centre d'essai	Exemples de sites équipés
Saint-Etienne (France)	ReValorem (France)

Contacts : Clara SPETEBROODT – CEO – clara.spetebroodt@plastri.fr
Nicolas GILIBERT – Commercial – nicolas.gilibert@plastri.fr

⁴ Projet soutenu par Refashion dans le cadre du Challenge Innovation 2024

1.5.3. CETIA (France)

Équipement	IDSHOES
Détection	Typologie (VIS)
Tri	Articles
Application	Chaussures
Format entrant	Articles entiers
Maturité	Pilote / Démonstrateur



Figure 27 : Cellule IDSHOES

Source : CETIA

Le [CETIA](#), centre technique basé à Hendaye, développe des solutions innovantes pour le tri et le démantèlement des textiles et chaussures, en combinant robotique, vision et IA.

Le CETIA a développé **IDSHOES**, une cellule de détection intelligente capable de reconnaître automatiquement les typologies de chaussures : chaussures de running, chaussure montante, Cupsole, talon compensé / ouvert / fermé, espadrilles, bottes... IDSHOES a également été entraîné à reconnaître des références de chaussures post-consumer de Décathlon, du groupe ERAM et de Salomon pour associer chaque chaussure à son passeport produit numérique (DPP), permettant d'accéder à des informations clés sur sa composition, son mode d'assemblage et son potentiel de recyclage.

La solution développée par le CETIA est une ligne pilote permettant de traiter 720 chaussures/h. Le CETIA a pour objectif de déployer IDSHOES dans différents centres de tri en 2026.

Développements en cours : Détection de la marque et amélioration de la vitesse du système.

Contact : Pauline ARROUASSE – Responsable commerciale – pauline.arrouasse@cetia.tech

1.6. Fournisseurs de spectromètres portatifs – Chaussures

1.6.1. MATOHA Instrumentation Ltd. (UK)



Equipement	ShoeTell (prototype)
Détection (technologie)	Matières (NIR)
Application	Chaussures
Format entrant	Articles entiers
Maturité	Phase prototype



Figure 28: prototype ShoeTell

Source : Matoha

MATOHA est une société britannique fondée en 2018 spécialisée dans la détection et l'analyse rapide des matériaux. Elle conçoit des solutions de spectroscopie proche infrarouge (NIR) destinées aux secteurs textile, plastique et des revêtements de sol.

Pour les plastiques, sa solution est la gamme **PlasTell**. Différents formats sont disponibles :

- Desktop (version de paillasse),
- Bench (version table de surtri NIR),
- Handheld (version portable).

Matoha propose également le **capteur seul**, intégrable sur des lignes automatisées ou semi-automatisées.

Le prototype **ShoeTell** est basé sur leur dispositif PlasTell, avec une base de données matière qui a été entraînée avec la **Bibliothèque de matières chaussures Refashion** pour inclure davantage de matières de semelles de chaussures. Le prototype ShoeTell a été conçu uniquement en version portable.

Performance :

La mesure s'effectue en moins d'une seconde. Il est aussi possible d'ajouter de nouvelles matières via l'application (web ou smartphone) de Matoha.

Matières reconnues (spécifiques aux chaussures)	
Pures	Semelles : ABS, Cuir, EVA, PU, PVC, RUB*, RUB/SBR**, SBR, SBS, TPU Tiges : Coton***, Cuir, Laine***, Polyamide***, Polyester***, Polypropylène, Viscose***

*RUBBER ("NR/IR" : Natural Rubber/Isoprene Rubber) : mélange de caoutchouc naturel et synthétique

**RUB/SBR (NR/IR=SBR) : Natural Rubber/Isoprene Rubber et caoutchouc styrène-butadiène (SBR) en quantités équivalentes

***Entraîné avec la Bibliothèque matières textiles Refashion

Implantations :

Centre d'essai	Exemples de sites équipés
Londres (Royaume-Uni)	Capteur sur ligne Re-Shoes au CETIA (France) Présence dans 60 pays, environ 950 unités vendues (FabriTell + PlasTell)

Contact : Chris NEWTON – Chief Commercial Officer – chris@matoha.com

1.6.2. Plas'tri (France)



Equipement	Tri'Scan
Détection (technologie)	Matières (NIR)
Application	Chaussures
Format entrant	Articles entiers
Maturité	Solution industrielle

[Plas'tri](#) est une entreprise française issue de la recherche appliquée en spectroscopie et en intelligence artificielle, spécialisée dans la caractérisation des matériaux polymères complexes.

Plas'tri a commercialisé son premier outil en 2021 : **Tri'Scan**, une scanette portable permettant d'identifier plus de 20 polymères. Elle possède 3 modes différents à sélectionner directement sur l'outil : plastique, textile et élastomère.

Performance :

Matières reconnues (spécifiques aux chaussures)	
Pures	Semelles : ABS, EPDM, EVA, PU, PVC, RUBBER (NR), SBR, TPU
	Tiges : Coton, Laine, Polyamides (PA6 ou PA66 / PA11 ou PA12), Polyester, PP, Viscose

Liste non exhaustive qui s'enrichit en continu en fonction des besoins clients.

Implantations :

Centre d'essai	Exemples de sites équipés
Saint-Etienne (France)	ReValorem (France)



Figure 29 : Tri'Scan
Source : Plas'tri

Contacts : Clara SPETEBROODT – CEO – clara.spetebroodt@plastri.fr
Nicolas GILBERT – Commercial – nicolas.gilbert@plastri.fr

1.6.3. TrinamiX (Allemagne)



Equipement	TrinamiX PAL Two
Détection (technologie)	Matières (NIR)
Application	Chaussures
Format entrant	Articles entiers
Maturité	Solution industrielle

[TrinamiX GmbH](#), filiale du groupe BASF, est une entreprise allemande spécialisée dans la spectroscopie proche infrarouge (NIR) et l'analyse des matériaux.

Le spectromètre **trinamiX PAL Two** combine une illumination NIR (1 300 – 2 350 nm) et un traitement algorithmique sur le cloud, pour la détection des matières (semelle et tige).



Figure 30 : TrinamiX PAL Two
Source : TrinamiX

Performance :

Matières reconnues (spécifiques aux chaussures)	
Pures	Semelles : Cuir, EVA, PEBA, PU*, PVC, SBR
	Tiges : Coton, Cuir, Laine, Polyamide, Polyester

*Le TPU est détecté en tant que PU

Implantations :

Centre d'essai	Exemples de sites équipés
Location du matériel uniquement	Non communiqués

Contact : Adrian VOGEL – Segment Lead Circular Economy – adrian.vogel@trinamix.de

1.7. Récapitulatif des équipements de tri automatisé ou d'identification matière

Machines de tri automatisé – Textiles 1/2

Fournisseur	Équipements	Maturité	Tri	Possibilité d'alimentation automatisée	Détection (technologie)	Application et formats	Matières reconnues (allégations fournisseurs)	Capacité / Vitesse (Les données en t/h dépendent du flux)	Type d'éjection en sortie	Nationalité du fournisseur
NewRetex	NewRetex	Industriel	Multi-catégories	OUI	Matières (NIR) + Couleurs (VIS) + Perturbateurs (RX) + Typologie (IA)	Vêtements entiers	Acétate, Acrylique, Coton, Elasthanne, Laine, Lyocell, Polyamide (PA6 & PA66), Polyester, Soie, Viscose + Coton/Polyester, Coton/Elasthanne, Laine/Acrylique, Polyester/Elasthanne	2 200 à 4 400 pièces/h	Convoyeurs	Danemark
Pellenc ST	MISTRAL+ CONNECT	Industriel	Binaire-Ternaire	OUI	Matière (NIR) + Couleurs (VIS)	Vêtements entiers, chiquettes, broyats	Acrylique, Coton, Laine, Polyamide, Polyester, Soie, Viscose + Coton/Elasthanne, Coton/Viscose, Laine/Acrylique, Laine/Polyester, Polycoton (80%/20% – 60%/40% – 40%/60% – 20%/80% + variantes 90%/10% ou 95%/5%), Polyester/Elasthanne, Polyester/Polyamide...	4 à 8 t/h	Barre d'éjection	France
	MULTITEX	Industriel	Multi-catégories	OUI	Matière (NIR) + Couleurs (VIS)	Vêtements entiers		1,3 t/h	Buses latérales	
PICVISA	ECOSORT TEXTIL	Industriel	Multi-catégories	OUI	Matières (NIR-HSI) + Couleurs (VIS) + Contexture + Typologie d'article (VIS)	Vêtements entiers	Plus de 20 catégories dont : Acétate, Acrylique, Coton, Elasthanne, Laine, Polyamide, Polyester, Soie, Viscose + Coton/Polyester, Laine/Polyamide, Laine/Polyester...	1 t/h	Buses latérales	Espagne
	ECOCLIP	Industriel	Binaire-Ternaire	OUI	Matière (NIR-HSI) + Couleurs (VIS) + Points durs (VIS+IA)	Chiquettes ou vêtements entiers		2-3 t/h	Barre d'éjection	
BT-Systems GmbH - REDWAVE	REDWAVE TEX	Industriel	Multi-catégories	NON	Matières (NIR) + Couleurs (VIS) + Métaux (induction)	Vêtements entiers	Textiles : Acrylique, Coton, Elasthanne, Laine, Polyamide, Polyester, Viscose... & mélanges bi-matières Chaussures : ABS, EVA, PVC, RUB, PC, PU, SBR, TPU...	4 t/h	Buses latérales	Autriche
	REDWAVE TEX 2i	Industriel	Binaire-Ternaire	NON	Matières (NIR) + Couleurs (VIS) + Métaux (induction)	Vêtements entiers, chiquettes, broyats		16 t/h	Buses latérales	
TOMRA	AUTOSORT™	Industriel	Binaire-Ternaire	OUI	Matières (NIR) + Couleurs (VIS)	Vêtements entiers et chiquettes	Acrylique, Coton, Laine, Polyamide (PA6 & PA66), Polyester, Soie, Viscose + Polycoton, mélanges de fibres pures avec élasthanne (>2%)	4,5 t/h	Barre d'éjection	Norvège
VALVAN	Fibersort	Industriel	Multi-catégories	OUI	Matières (NIR) + Couleurs (VIS)	Vêtements entiers	Acrylique, Coton, Élasthanne (> 1%), Laine, Polyamide (PA6 et PA66), Polyester, Soie, Viscose + Mélanges de 2 ou 3 des matières pures	3 600 pièces/h	Buses latérales	Belgique

Machines de tri automatisé – Textiles 2/2

Fournisseur	Équipements	Maturité	Tri	Possibilité d'alimentation automatisée	Détection (technologie)	Application et formats	Matières reconnues (allégations fournisseurs)	Capacité / Vitesse (Les données en t/h dépendent du flux)	Type d'éjection en sortie	Nationalité du fournisseur
Wastex	SORTER R	Industriel	Multi-catégories	OUI	Matières (NIR-HSI) + Couleurs (VIS)	Vêtements entiers	14 fibres dont : Acrylique, Coton, Elasthanne, Laine, Polyamide, Polyester, Viscose + Mélanges bi-matières des matières pures	Plusieurs t/h	Ejection latérale	Espagne
LLA Instruments	KUSTA MPL	Industriel (capteur seul)	Système pour ligne binaire / ternaire	NON	Matières (SWIR-HSI) + en option : Couleurs (VIS)	Vêtements entiers et chiquettes	Acétate, Acrylique, Coton, Elasthanne, Laine, Lyocell, Polyamide, Polyester, Polypropylène, PU (impressions), Soie, Viscose + Coton/Elasthanne, Coton/Polyester, Coton/Polyester/Elasthanne, Polyester/Elasthanne, Acrylique/Polyamide, Coton/Acrylique, Laine/Acétate, Polyamide/Elasthanne, Polyester/Acrylique, Polyester/Polyamide, Viscose/Elasthanne	3 m/s	Selon les besoins	Allemagne
Looper Textile Co.	Ligne de tri automatisé Looper	Pilote industriel	Multi-catégories	NON	Matières (NIR) + Couleurs (VIS) + Métaux (détecteur métaux)	Vêtements entiers	Acétate, Acrylique, Coton, Laine, Polyamide, Polyester, Soie, Viscose + Mélanges bi-matières des matières pures reconnues	2 000 pièces/h	Buses latérales	Suède
CETIA	SensorHUB	Pilote	Multi-catégories	NON	Matières (NIR-HSI) + Couleurs + Typologie (VIS) + Points durs (RX)	Vêtements entiers ou Chaussures	En développement	-	Buses latérales et barre d'éjection	France
IRIS Technology Solutions	Gamme VISUM	Pilote	Ternaire	NON	Matière (NIR)	Vêtements entiers et chiquettes	Polyester	-	Selon les besoins	Espagne
SPECIM	Specim RETEX	Pilote	Système pour ligne binaire, ternaire ou multi-catégories	NON	Matières (NIR-HSI) + Couleurs (VIS)	Vêtements entiers et chiquettes	Acrylique, Coton, Elasthanne, Laine, Polyamide (PA6 & PA66), Polyester, Soie, Viscose + Mélanges de 2 matières pures	-	-	Finlande
3U Vision – Next Waste	ScanTex	Pilote	Multi-catégories	NON	Matières (NIR-HSI) + perturbateurs (IA)	Vêtements entiers et chiquettes	Acrylique, Coton, Elasthanne, Laine, Polyamide (PA6 & PA66), Polyester, Soie, Viscose + Polycoton, mélanges de matière pure + élasthanne	5 pièces/s	NC	France

Tableau 2 : Récapitulatif des machines de tri automatisé – Textiles

A NOTER : Pour l'ensemble des solutions présentées, les fournisseurs de technologies préconisent un échange pour mieux comprendre les besoins des clients.

Tables NIR - Textiles

Fournisseur	Équipements	Technologie	Type de capteur	Application et formats	Matières reconnues (allégations fournisseurs)	Temps de mesure	Logiciel PC / application mobile	Nationalité du fournisseur
MATOKA	FabriTell Bench	NIR	Ponctuel	Vêtements entiers	Acétate, Acrylique, Coton, Elasthanne, Laine, Polyamide, Polyester, PP, Soie, Viscose + Coton/Acrylique, Coton/Elasthanne, Coton/Polyamide, Coton/Polyester, Coton/Viscose, Laine/Acrylique, Laine/Polyester, Polyamide/Elasthanne, Polyamide/Laine, Polyester/Acrylique, Polyester/Elasthanne, Polyester/Viscose, Viscose/Elasthanne	1s	Application	Royaume-Uni
Valvan	Manual Fibersort	NIR	Ponctuel	Vêtements entiers	Acrylique, Coton, Élasthanne (> 1%), Laine, Polyamide (PA6 et PA66), Polyester, Soie, Viscose + Mélanges de 2 ou 3 des matières pures	1s	Logiciel PC	Belgique

Tableau 3 : Comparatif des tables de surtri NIR - Textiles

Spectromètres portatifs - Textiles

Fournisseur	Équipements	Technologie	Type de capteur	Application et formats	Matières reconnues (allégations fournisseurs)	Temps de mesure	Logiciel PC / application mobile	Nationalité du fournisseur
MATOKA	FabriTell Handheld & Desktop	NIR	Ponctuel	Vêtements entiers	Acétate, Acrylique, Coton, Elasthanne, Laine, Polyamide, Polyester, PP, Soie, Viscose + Coton/Acrylique, Coton/Elasthanne, Coton/Polyamide, Coton/Polyester, Coton/Viscose, Laine/Acrylique, Laine/Polyester, Polyamide/Elasthanne, Polyamide/Laine, Polyester/Acrylique, Polyester/Elasthanne, Polyester/Viscose, Viscose/Elasthanne	1s	Application	Royaume-Uni
Spectral Engines	NIRONE S	NIR	Ponctuel	Vêtements entiers	-	quelques secondes	Application	Allemagne
TrinamiX	PAL Two	NIR	Ponctuel	Vêtements, chiquettes, broyats	Acrylique, Coton, Élasthanne, Laine, Polyamide, Polyester (PET et PTT), PP, Soie, Viscose + 21 mélanges au total, dont 15 avec % des matières identifiés	1s	NON	Allemagne

Tableau 4 : Récapitulatif des spectromètres portatifs - Textiles

A noter : Senorics (mentionné dans la précédente version de la veille) n'est plus en activité.

Machines de tri automatisé - Chaussures

Fournisseur	Équipements	Maturité	Tri	Possibilité d'alimentation automatisée	Détection (technologie)	Application et formats	Matières reconnues (allégations fournisseurs)	Capacité / Vitesse	Type d'éjection en sortie	Nationalité du fournisseur
CETIA	IDSHOES	Pilote	Articles	OUI	Typologie (VIS)	Chaussures	-	720 p/h	Mécanique	France
PICVISA	ECOFLAKE	Industriel	Binaire-Ternaire	OUI	Matière (NIR)	Broyats de semelles	ABS, Cuir, EVA, PA, PC, PU, PVC, RUB, TPU	0,4 t/h à 2 t/h	Soufflage	Espagne
Plas'tri	HyperID	Pilote	Binaire-Ternaire Multi-catégories	NON	Matière (NIR)	Semelles de chaussures	Semelles : ABS, EPDM, EVA, PU, PVC, RUB (NR), SBR, TPU Tiges : Coton, Laine, Polyamides (PA6 ou PA66 / PA11 ou PA12), Polyester, PP, Viscose	NC	Selon les besoins	France

Tableau 5 : Récapitulatif des machines de tri automatisé - Chaussures

Spectromètres portatifs - Chaussures

Fournisseur	Équipements	Technologie	Type de capteur	Application	Matières reconnues (allégations fournisseurs)	Temps de mesure	Logiciel PC / application mobile	Nationalité du fournisseur
MATOKA	ShoeTell prototype	NIR	Ponctuel	Chaussures	Semelles : ABS, Cuir, EVA, PU, PVC, RUB, RUB/SBR, SBR, SBS, TPU Tiges : Coton, Cuir, Laine, Polyamide, Polyester, PP, Viscose	1s	Application	Royaume-Uni
Plas'tri	Tri'Scan	NIR	Ponctuel	Chaussures	Semelles : ABS, EPDM, EVA, PU, PVC, RUB (NR), SBR, TPU Tiges : Coton, Laine, Polyamides (PA6 ou PA66 / PA11 ou PA12), Polyester, PP, Viscose	1s	Non	France
TrinamiX	PAL Two	NIR	Ponctuel	Chaussures	Semelles : Cuir, EVA, PEBA, PU ou TPU, PVC, SBR Tiges : Coton, Cuir, Laine, Polyamide, Polyester	1s	Non	Allemagne

Tableau 6 : Récapitulatif des spectromètres portatifs - Chaussures

1.8. Lignes de tri automatisé existantes ou en projet

Plusieurs lignes de tri automatisé, déjà opérationnelles ou en cours de déploiement, ont été recensées dans le cadre de cette étude. La carte ci-dessous met en évidence les principales installations dédiées au tri des textiles ou chaussures (*liste non-exhaustive*).

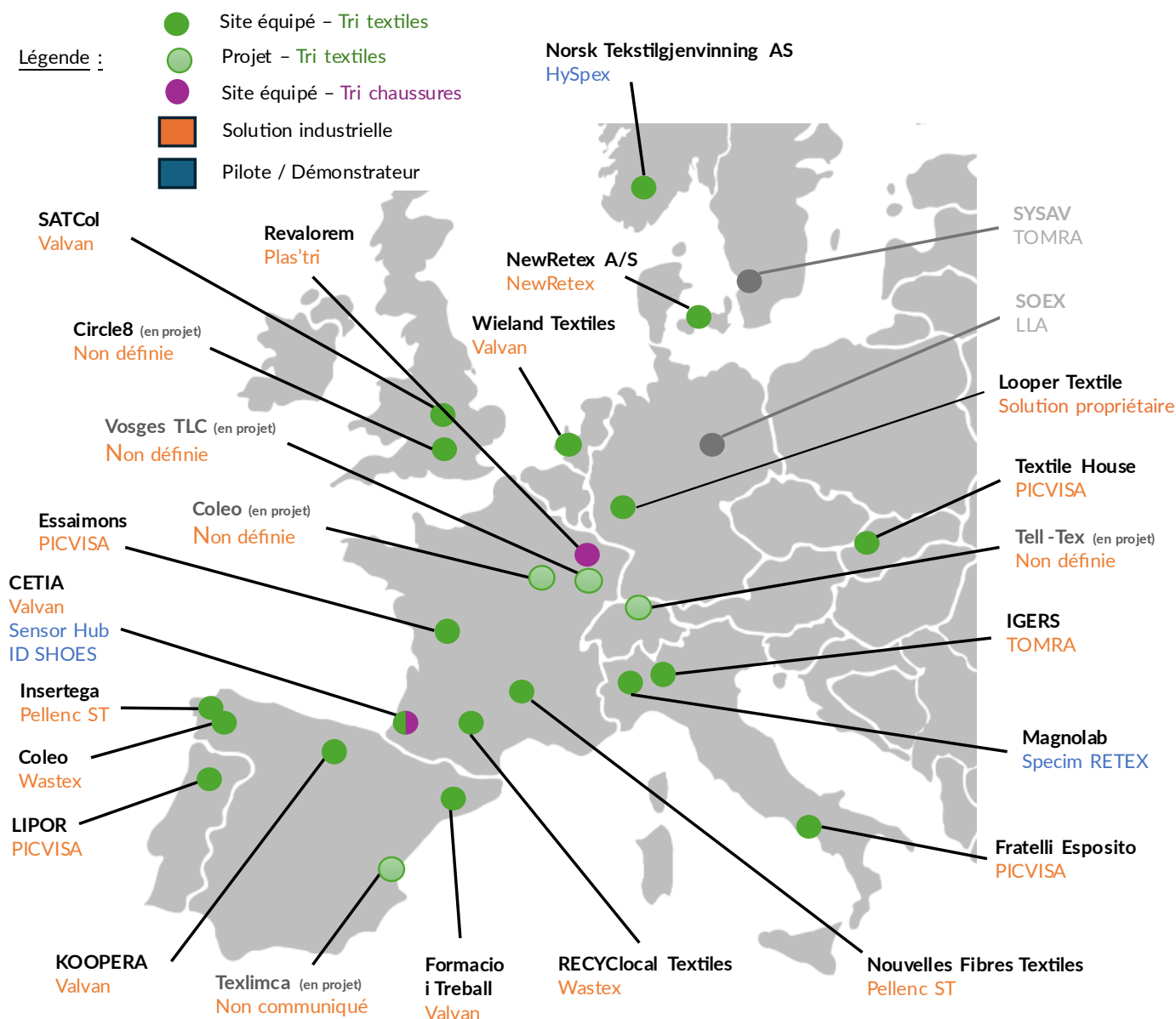


Figure 31 - Lignes de tri automatisé existantes ou en projet en Europe (non-exhaustif)

2. Délissage des textiles

Le défilage regroupe l'ensemble des procédés visant à retirer les perturbateurs externes au recyclage des textiles tels que boutons, fermetures, doublures, œillets ou étiquettes, afin d'obtenir une matière homogène et exploitable par les différentes voies de recyclage. Ces perturbateurs sont détaillés dans [l'étude des perturbateurs et facilitateurs au recyclage des TLC](#) publiée par Refashion en 2025.

Historiquement manuel, le défilage fait l'objet d'importants efforts d'automatisation, portés par les besoins croissants de productivité et de qualité matière. Les différents procédés de défilage automatisé sont :

- Lignes d'effilochage avec modules d'élimination des points durs ;
- La séparation mécanique (de chiquettes ou broyats) ;
- La séparation de chiquettes avec IA ;
- La découpe automatisée.

Cette section dresse un panorama des technologies disponibles, fournisseurs et projets européens en cours sur le défilage automatisé.

2.1. Les différentes technologies de défilage

Défilage manuel ou semi-automatisé :

Le défilage manuel ou semi-automatisé s'effectue à l'aide d'outils variés, tels que des ciseaux manuels ou électriques, des scies circulaires ou à ruban, ou encore des emporte-pièces, et produit des coupons de textiles défilés, de formes et dimensions variables suivant la découpe effectuée. Ce type de défilage reste très répandu en attendant le déploiement des technologies automatisées.

Lignes d'effilochage avec modules d'élimination des points durs :

Le défilage mécanique automatisé, réalisé par des actions physiques de friction, impact ou cisaillement mais aussi par densité, est déjà intégré sous forme de modules dans les lignes d'effilochage industrielles existantes. Les principales étapes de ce procédé sont :

- La formation de chiquettes à l'aide de coupeuses ou déchiqueteuses, pour réduire les textiles en morceaux de taille homogène ;
- L'ouverture mécanique des chiquettes textiles, à l'aide d'ouvreuses ou de tambours à aiguilles qui éclatent la matière et contribuent à arracher les éléments rigides ou épais (fermetures, boutons, renforts) communément appelés « points durs » ; l'extraction des éléments souples (étiquettes, broderies, logos...) reste limitée ;
- L'effilochage, effectué au moyen d'une succession de cylindres rotatifs munis de picots ou d'aiguilles qui sépare et affine les fibres.

Il s'agit de la forme de défilage automatisé la plus mature et disponible actuellement, et est privilégiée pour la filature car l'effilochage produit des fibres en sortie.

Séparation de chiquettes ou broyats :

Le défilage automatisé sur chiquettes consiste à trier des textiles préalablement découpés en chiquettes pour séparer les chiquettes exemptes de perturbateurs au recyclage, de celles contenant des perturbateurs.

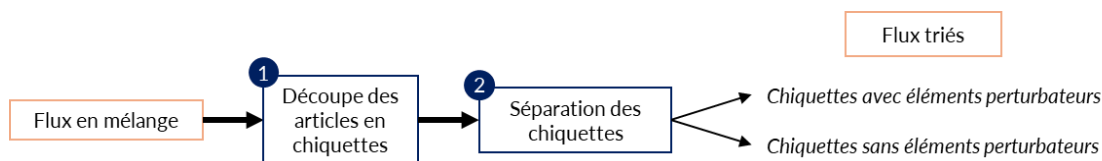


Figure 33 : Schéma du fonctionnement du défilage sur chiquettes

Séparation mécanique :

La séparation des chiquettes est effectuée par densité et/ou flux d'air, grâce à des dispositifs de séparation mécanique (tamis vibrants, séparateurs à air, tambours magnétiques ou systèmes de tri densimétrique) pouvant extraire les chiquettes comprenant les corps lourds (points durs métalliques ou plastiques) ; l'extraction des chiquettes comportant des éléments souples (étiquettes, broderies, logos...) est plus limitée.

Le même principe fonctionne pour des **broyats**. Les textiles sont broyés entièrement et réduits en fragments de taille contrôlée. Les broyats textiles sont ensuite soumis à un tri aéraulique dans un séparateur zig-zag avec un flux d'air en vue de séparer les éléments légers (principalement fibreux) des contaminants plus lourds (boutons, zips, œillets...). Une table densimétrique peut également être utilisée, en plus ou à la place du séparateur zig-zag pour séparer plus finement les éléments ayant une densité différente des fragments textiles. Cette méthode de préparation est plus particulièrement développée pour la **préparation des textiles au recyclage chimique**, qui ne requiert pas de conserver une certaine longueur de fibre.

- De **nombreux fournisseurs** proposent des équipements de broyage et granulation des textiles suivis d'équipements de séparation mécanique (séparateurs zig-zag, tables densimétriques). Parmi ceux-ci, on peut citer par exemple [WEIMA](#) qui a conçu la ligne de prétraitement pour Carbios (recyclage enzymatique des textiles en polyester), [ELDAN RECYCLING](#), [MTB RECYCLING](#) ou encore [UNTHA](#).



1: Fine Granulator FG1504 2: Zig Zag Separator 3: Cyclone

Figure 34 – Exemple de ligne de broyage et tri aéraulique – ELDAN RECYCLING (Source : Eldan Recycling)

Séparation avec vision par ordinateur (IA) :

La séparation des chiquettes est réalisée grâce à des caméras couplées à des algorithmes de reconnaissance d'images. Les chiquettes comprenant des perturbateurs, lourds ou légers, sont détectées et extraites du flux de chiquettes « propres » (100% textiles) par éjection automatique (buses d'air). Ce type de déliassage automatisé s'effectue sur chiquettes uniquement actuellement et permet d'alimenter un flux textile préparé pour tout type de recyclage (mécanique, chimique ou enzymatique, thermomécanique).

Ces systèmes peuvent être complétés par des dispositifs magnétiques (aimants) pour les métaux ferreux, des séparateurs à courant de Foucault pour les métaux non-ferreux, ou des capteurs inductifs afin d'éliminer les résidus métalliques et améliorer la pureté du flux textile déliassé.

Découpe automatisée :

La découpe automatisée vise à reproduire et automatiser les opérations de découpe ciblée en s'inspirant du déliassage manuel, et est basée sur les machines de coupe automatisée des patrons dans l'industrie textile. Elle utilise des technologies de vision, d'IA et d'automatisation pour identifier les perturbateurs et procéder à une découpe ciblée (par lame ou laser) permettant de préserver de larges morceaux textiles et d'optimiser la longueur des fibres pour le recyclage mécanique. Cette technologie est beaucoup moins mature et donc plus coûteuse que l'effilochage ou la séparation de chiquettes, réservant son usage pour des débouchés à forte valeur ajoutée.

2.2. Lignes d'effilochage avec modules d'élimination des points durs

2.2.1. ANDRITZ Laroche (Autriche/France)



Figure 35 : Ligne Andritz
Source : Andritz Laroche

ANDRITZ Laroche est un acteur historique du recyclage mécanique textile, concevant des lignes complètes d'effilochage. Les lignes intègrent plusieurs modules : systèmes de coupe (guillotine, Starcut), système **Picker Shredder**, lignes multi-cylindres avec **retrait des points durs** (via **Cadette, Exel, ou Jumbo**, selon la capacité ciblée), détection et extraction automatique des métaux, filtration des poussières.... Les systèmes peuvent être alimentés de vêtements entiers ou de chiquettes.

Performance :

Capacités de 50 kg/h (Cadette) à 3 000 kg/h (Jumbo)
Taux de pureté jusqu'à 99 % pour le retrait des points durs métalliques

Implantations :

Centres d'essais	Exemples de sites équipés
Cours-la-Ville (France) CETI (France)	Nouvelles Fibres Textiles (France) Frankenhuis (Pays-Bas) Rester Oy (Finlande)
Contact : Benoit ROMBAUT – Technology Director – benoit.rombaut@andritz.com	

2.2.2. Dell'Orco & Villani (Italie)



Figure 36 : Ligne Dell'Orco & Villani
Source : TexCycle

Dell'Orco & Villani est un constructeur italien développant des équipements destinés à la coupe & l'ouverture des textiles et le nettoyage des fibres, visant à préserver leur longueur tout en éliminant les contaminants. La **Titan Line**, reposant sur une succession de tambours et rouleaux métalliques à pointes permettant une ouverture progressive des textiles, incorpore un module de retrait des points durs. Des systèmes automatiques de rejet des éléments durs et plus denses assurent une pureté élevée du flux de fibres obtenu.

Performance :

- Capacité : de 50 kg/h à 2 t/h selon les systèmes
- Pureté : jusqu'à 99 % pour les lignes équipées de l'ensemble des modules de nettoyage.

Implantations :

Centre d'essai	Exemples de sites équipés
Capalle (Italie)	Ouateco (France) / CETIA (France) IGERS (Italie) / TexCycle (Bulgarie) GEA-Greenthesis (Italie) / ROSECO (Roumanie)
Contact : Massimo PISANESCHI – Sales Manager – massimo@dellorco-villani.it	

2.2.3. MARGASA (Espagne)



Figure 37 : Ligne Margasa
Source : Margasa

MARGASA est une entreprise espagnole spécialisée dans la conception et la fabrication de lignes d'effilochage textile (jusqu'à 6 cylindres) avec des machines de coupe, des systèmes de mélange et des cyclones de nettoyage. Les points durs sont extraits par densité.

MARGASA propose deux configurations principales : **Compact** (400 à 800 kg/h), et **Master** (1 à 2 t/h). MARGASA annonce des performances jusqu'à 99 % de matière défibrée sans points durs (métaux, plastiques).

Développements en cours :

- Mini-machine 5 cylindres de 200 kg/h, connectée à une carde ;
- Compatibilité avec la Trimclean de Valvan pour valorisation des déchets de coupe.

Implantations :

Centre d'essai	Exemples de sites équipés
Barcelone (Espagne)	The Post Fiber (Espagne) / Texamira (Espagne) Sanko (Turquie)

Contact : Jordi MARLASCA – Managing Director – jordimarlasca@margasa.com

2.2.4. OMMI (Italie)



Figure 38 : RECOMOVER®
Source : OMMI

OMMI est un fabricant italien proposant une technologie brevetée d'effilochage qui agit par friction douce, progressive et délicate, visant à préserver la longueur et la qualité des fibres, tout en éliminant efficacement les contaminants. En 2024, OMMI a lancé la ligne de défibrage haute qualité **RECOLINE®**, spécialement conçue pour traiter les déchets textiles post-consommation et optimiser la qualité des fibres recyclées. La ligne RECOLINE® intègre le système :

- **RECOMOVER®** : unité brevetée dédiée au retrait des points durs et autres garnitures (zips, étiquettes, bandes élastiques, inserts plastiques ou métalliques) avant défibrage ; retrait annoncé de plus de 90 % des points durs en un passage, jusqu'à 99 % avec deux modules.

Développements en cours :

Optimisation énergétique, réduction de la poussière et préservation de la qualité de la fibre

Implantations :

Centre d'essais	Exemples de sites équipés
Augsburg (Allemagne) – ITA Recycling Atelier	Non communiqués

Contacts : Marco BENEDETTI – Sales Manager – marco.benedetti@ommi.it
Claudio ZELONI – General Manager – claudio.zeloni@ommi.it

2.3. Solutions de séparation de chiquettes avec IA

2.3.1. PICVISA (Espagne)



Equipement	ECOCLIP
Application	Textiles
Format entrant	Chiquettes ($\geq 25\text{mm}$)
Maturité	Solution industrielle

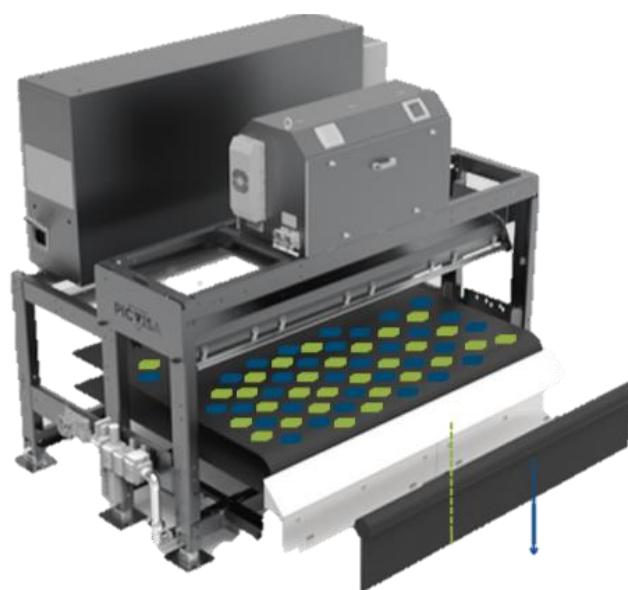


Figure 39 : ECOCLIP
Source : Picvisa

[PICVISA](#) est une entreprise espagnole spécialisée dans le développement de systèmes de tri optique combinant spectroscopie, vision par ordinateur et IA.

PICVISA a conçu ECOCLIP, une solution disponible en différentes tailles pouvant soit être configurée pour un tri binaire/ternaire par composition matière et couleur, soit pour la détection et l'éjection automatique des chiquettes textiles comportant des perturbateurs externes au recyclage (boutons, zips, coutures, éléments métalliques).

ECOCLIP combine plusieurs technologies de détection – caméras hyperspectrale et couleur, capteurs métalliques et IA – pour identifier automatiquement les chiquettes contenant des points durs ou autres contaminants.

Dans cette configuration, le tri est binaire : les chiquettes 100% textiles sont orientées vers le flux principal, tandis que les chiquettes « polluées » sont éjectées. La machine nécessite une étape préalable de découpe des vêtements en chiquettes de dimensions compatibles avec le système de détection et de tri ($\geq 25\text{mm}$).

Performance :

- Cadence : environ 0,8 à 1,3 t/h selon la taille et la densité des chiquettes
- Taille des chiquettes : à partir de 25mm.

Implantations :

Centre d'essai	Exemples de sites équipés
Calaf (Espagne)	Non communiqués

Contact : Silvia GREGORINI – Business Development – sgregorini@picvisa.com

2.3.2. VALVAN (Belgique)



Equipement	TrimClean
Application	Textiles
Format entrant	Chiquettes (20 à 100mm)
Maturité	Solution industrielle



Figure 40 : TrimClean

Source : Texpertise Network

[VALVAN](#) est un constructeur belge de solutions industrielles pour le tri et la préparation des textiles destinés à la réutilisation ou au recyclage.

En 2022, l'entreprise a introduit la **TRIMCLEAN**, une solution industrielle conçue pour éliminer automatiquement les perturbateurs externes au recyclage (étiquettes, zips, boutons...) sur des chiquettes textiles (issues de textiles découpés). La machine effectue un tri binaire entre les chiquettes « propres » et celles contenant des perturbateurs.

Une fonctionnalité-clé est la détection double-face (dessus et dessous), permettant d'identifier les contaminants quelle que soit leur position ou orientation. Cela augmente considérablement la fiabilité de détection, surtout pour les éléments cachés comme des points durs internes ou partiellement visibles. En combinant la détection multi- capteurs à l'inspection double-face, la TrimClean permet d'obtenir un flux d'une grande pureté, faisant office de prétraitement critique pour le recyclage mécanique ou chimique.

Le système intègre quatre technologies de détection complémentaires :

- Détection des métaux (interne et externe) permettant l'identification des éléments métalliques cachés et visibles comme les braguettes et les boutons ;
- VIS (caméra couleur) pour les éléments visibles : étiquettes, coutures et structures irrégulières... ;
- Vision par ordinateur + IA pour améliorer la détection en reconnaissant des motifs complexes et des points durs au-delà du simple signal visuel ;
- NIR pour la reconnaissance et l'identification matière.

Performance :

- Cadence : jusqu'à 1 200 kg/h selon la taille et la densité des chiquettes
- Taille recommandée des chiquettes : 2x2cm (recyclage chimique) à 5x5cm (10x10cm max) (recyclage mécanique)
- Taux de polluants recommandé en entrée : $\leq 25\%$ pour un fonctionnement optimal de la machine
- Taux de rejet ajustable selon les tolérances de chaque client

La TrimClean est conçue pour éliminer une vaste gamme de polluants, cependant les matériaux multicouches comme les rembourrages peuvent être difficiles quand le contaminant n'est pas visible ou détectable à cause de son positionnement interne. Si le rembourrage est suffisamment dense et conforme à la commande définie en entrée, il pourra généralement être traité sans problème et ne nécessitera pas forcément d'être éjecté.

Implantations :

Centre d'essais	Exemples de sites équipés
Menin (Belgique)	5 sites en Europe dont : Wieland Textiles (Pays-Bas) Frankenhuis (Pays-Bas)

Contact : Jean-François GRYSPEERT – Sales & Development Manager – jfg@valvan.com

2.4. Solutions de découpe automatisée

2.4.1. CETIA (France)

CETIA FROM GOODS TO MATERIALS

Équipement	FABRICUT
Application	Textiles
Format entrant	Articles entiers
Maturité	Pilote / Démonstrateur



Figure 41 : Machine FABRICUT

Source : CETIA

Le [CETIA](#), centre technique basé à Hendaye, développe des solutions innovantes pour le tri et le démantèlement des textiles et chaussures, en combinant robotique, vision et IA.

Le CETIA est en cours de développement d'une solution de déliassage par découpe automatisée : **FABRICUT**.

Cette solution est composée d'une cellule rayons-X et d'une caméra RGB, permettant d'identifier les éléments perturbateurs externes au recyclage à l'extérieur et à l'intérieur des vêtements, suivies d'une table de découpe mécanique. Le CETIA développe les algorithmes d'IA pour la détection et la localisation automatisées des éléments perturbateurs. Ces informations sont ensuite transmises à la machine de découpe pour réaliser le déliassage au plus près des perturbateurs.

La mise en service de cette machine est prévue courant 2026, en vue du transfert à des industriels. Des tests et des séries de production pourront être réalisés au CETIA.

Contact : Pauline ARROUASSE – Responsable commerciale – pauline.arrouasse@cetia.tech

2.4.2. LOSANJE (France)

losanje

[Losanje](#) est une société créée en 2020 à Nevers, spécialisée dans la revalorisation de textiles au moyen du remanufacturage (upcycling). Losanje a développé en 2023⁵ la première solution robotisée de découpe automatisée de vêtements / textiles en morceaux prêts à être assemblés pour devenir de nouveaux produits. Cette première ligne pilote a été conçue pour traiter les principales typologies de vêtements : pantalons, T-shirts, chemises, etc., et est composée de plusieurs modules (déliassage, découpe...).

Losanje travaille aujourd'hui à l'amélioration et l'adaptation de leur **technologie propriétaire** pour permettre une production précise à l'échelle industrielle et adaptée aux textiles complexes comme les multicouches, à un coût compétitif.⁶

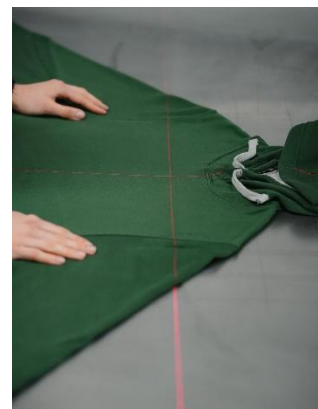


Figure 42 : Technologie Losanje

Source : losanje.com

Contact : Simon PEYRONNAUD – Co-fondateur – simon@losanje.com

⁵ Projet lauréat ORMAT 2023 ADEME

⁶ Nouveau projet lauréat ORMAT 2025 ADEME

3. Préparation des chaussures au recyclage

Deux méthodes existent actuellement pour la préparation au recyclage des chaussures non-réutilisables :

- **Le démantèlement ou séparation des composants** (en particulier tige/semelle), manuel ou automatisé, pour un recyclage séparé de la semelle (principalement) et de la tige ;
- **Le broyage complet de la chaussure, puis la séparation des différentes matières** à l'aide de différents systèmes de tri (les contaminants résiduels limitent la pureté des flux matière).

La section suivante présente les différentes technologies de démantèlement de chaussures, puis les principales solutions industrielles et projets européens identifiés.

3.1. Les différentes technologies de démantèlement

La séparation des composants d'une chaussure peut être manuelle (semi-automatisée) ou automatisée, suivant trois approches technologiques, selon le type d'assemblage des chaussures.

Séparation thermomécanique :

Ce type de séparation ne fonctionne que pour les chaussures à montage soudé (collé). La jonction tige/semelle est chauffée, le plus souvent dans un four, pour ramollir la colle, puis les éléments sont séparés par traction (arrachage manuel ou robotisé). Cette méthode nécessite un contrôle précis de la température et du temps d'exposition mais est très efficace et peut traiter un grand volume de chaussures.

Séparation par découpe automatisée :

Des systèmes de vision définissent sur la chaussure posée à plat une trajectoire de découpe (par lame, jet d'eau ou laser) pour séparer les éléments, principalement la partie supérieure de la chaussure (tige) et la semelle. Cette approche s'adapte à différents modèles et assemblages de chaussures (montage soudé, cousu, injecté) mais requiert une calibration complexe sous peine de pertes matières importantes ou de contamination des matières.

Séparation par délamination :

Ce type de séparation ne fonctionne que pour les chaussures à montage soudé (collé). Des fluides supercritiques (ex. CO₂ sous haute pression) dissolvent les colles pour délaminer les composants collés sans action mécanique. Adaptée aux chaussures complexes, cette méthode plus coûteuse est en phase de pilote industriel.

3.2. Le broyage avec tri densimétrique

Les chaussures entières sont réduites en fragments à l'aide de broyeurs, sans séparation préalable de leurs composants. Les broyats de différentes matières sont ensuite triés par tamisage, séparation à air (zig-zag) ou densimétrique afin d'obtenir des fractions relativement homogènes (mousses, caoutchoucs, textiles, plastiques, métaux). Cette méthode éprouvée permet de traiter de grands volumes, mais la séparation fine des composants reste complexe et la pureté des différentes fractions de matières varie significativement selon le type de chaussures et la qualité du broyage, en particulier la granulométrie choisie. Un tri amont par typologie de chaussures et l'intégration de solutions de tri matière en aval sont donc nécessaires pour améliorer la pureté des fractions issues du broyage.

3.3. Solutions de démantèlement

3.3.1. INESCOP (Espagne)



Equipements	DIS4REC Circular Industry
Application	Chaussures
Format entrant	Articles entiers
Maturité	Pilote / Démonstrateur



Figure 43 : Démonstrateur DIS4REC

Source : Revista del calzado

[INESCOP](#) est un centre technologique espagnol basé à Elda (Alicante), développant des solutions technologiques innovantes et la recherche pour le secteur de la chaussure. Depuis 2019, INESCOP travaille sur le développement de procédés de démantèlement et de recyclage des chaussures via différents projets. Ces projets ont mené à la création de deux démonstrateurs disponibles chez INESCOP pour des tests :

DIS4REC : Cellules de séparation tige/semelle par traction ou découpe robotisée

Le démonstrateur DIS4REC améliore fortement la pureté matière des composants séparés. L'efficacité du procédé est réduite pour certains modèles complexes comme les talons ou les sandales. La cadence n'a pas encore été estimée, le prototype étant validé à l'échelle pilote et nécessitant encore des développements avant son déploiement industriel.

Circular Industry : Ligne de broyage, tri densimétrique et séparation magnétique

Les fractions obtenues comprennent les polymères denses, fibres textiles, cuir et mousses, les métaux ferreux / non-ferreux. Le taux de pureté peut dépasser 98% selon la composition du flux en entrée. Le démonstrateur Circular Industry a une capacité comprise entre 300 et 500 kg/h en configuration semi-industrielle. La technologie, déjà opérationnelle, est considérée comme répliquable et adaptée à une intégration industrielle pour traiter plus de 3 000 kg/h.



Figure 44 : Démonstrateur Circular Industry

Source : INESCOP

Contact : Ana Belén MUÑOZ – Recycling and Circular Economy Manager – anabelen@inescop.es

3.3.2. CETIA – Re_SHOES (France)

Equipement	Re_SHOES
Application	Chaussures
Format entrant	Articles entiers
Maturité	Pilote / Démonstrateur



Figure 45 : Cellule SNATCH
Source : CETIA

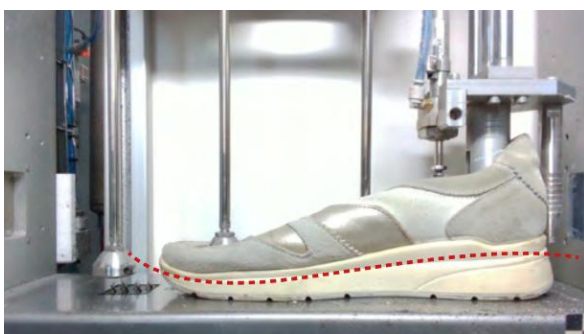


Figure 46 : Cellule SLICE
Source : CETIA

Le [CETIA](#), centre technique basé à Hendaye, développe des solutions innovantes pour le tri et le démantèlement des textiles et chaussures, en combinant robotique, vision et IA. Le CETIA a développé **Re_SHOES**, une ligne pilote innovante dédiée à la préparation au recyclage des chaussures, et composée de trois cellules : SNATCH, SLICE et SPLIT. L'alimentation des chaussures peut être manuelle ou automatique via un robot.

SNATCH : Séparation des semelles par arrachage

Cette cellule est conçue pour traiter les chaussures de montage soudé (semelle et tige collées). Les semelles sont arrachées des tiges des chaussures par un robot, après réactivation des colles par chauffage. Ce procédé permet de traiter une grande variété de modèles à un rythme de 4 chaussures par minute. La cellule SNATCH est en cours d'adaptation pour les chaussures à assemblage cousu.

SLICE : Découpe des semelles par jet d'eau

Pour les chaussures à assemblage injecté, vulcanisé ou cousu, la cellule SLICE réalise une découpe automatique à l'aide d'un jet d'eau. Une photo de la chaussure est prise pour définir la trajectoire de découpe, qui est ensuite transmise aux buses de découpe. Ce système permet de traiter 2 chaussures par minute, avec une grande flexibilité sur les formes et matériaux.

SPLIT : Tri par composition matière via 2 capteurs NIR de Matoha (EVA, PU, PVC, TPU, RUB, TPR, SBR)

La ligne Re-SHOES est disponible au CETIA pour réaliser des tests et des séries de production, et prête pour être répliquée, adaptée et transférée.

Contact : Pauline ARROUASSE – Responsable commerciale – pauline.arrouasse@cetia.tech

3.3.3. IDELAM (France)



Technologie	Délamination par CO ₂ supercritique
Application	Chaussures
Format entrant	Articles entiers ou broyés
Maturité	Pilote / Démonstrateur



Figure 47 : Solution IDELAM
Source : IDELAM

IDELAM est une entreprise française basée à Pessac (33), spécialisée dans le développement de procédés innovants de recyclage et de traitement des déchets. Sa technologie repose sur un brevet du CNRS, utilisant un procédé de **délamination par CO₂ supercritique** pour dissoudre les adhésifs et séparer les composants d'articles complexes comme les chaussures. Un démonstrateur de 30L est disponible pour des tests à Pessac pour du service industriel et des projets de développement.

Performance :

Cycle de traitement : quelques minutes selon la nature et l'épaisseur des chaussures.

Capacité adaptable selon le volume des chambres de traitement.

Développements en cours :

IDELAM travaille sur la recyclabilité des matières issues des différents composants des chaussures et sur l'optimisation du procédé en prévision d'une industrialisation prochaine de la technologie⁷.

Contact : Thomas VOISIN – Directeur General – tv@idelam.fr

3.3.4. MOB-E-SCRAP (France)



Technologie	Délamination par impacts haute intensité & haute fréquence
Application	Chaussures, Textiles
Format entrant	Articles entiers ou broyés
Maturité	Démonstrateur industriel (1t/h)



Figure 48 : Démonstrateur industriel à Martignat
Source : MOB-E-SCRAP

La start-up **MOB-E-SCRAP** a développé une technologie de recyclage mécanique innovante pour les déchets multicouches et composites complexes. Le procédé repose sur une **délamination par impacts à haute fréquence** (jusqu'à 4 000 impacts/s) et **haute intensité** (jusqu'à 5 000 G), sans chauffage ni solvant. Les différentes couches des articles réagissent différemment selon les propriétés physiques des matières, provoquant leur séparation (par effet de cisaillement) sans altération chimique.

Des essais concluants ont été réalisés sur des semelles de chaussures (et des textiles enduits), mais des tests complémentaires sont nécessaires afin de valider pleinement les performances du procédé sur l'ensemble des types de chaussures.

Performance :

- Pureté : séparation nette des couches ; les textiles sortent sous forme d'amas de fibres.
- Limites du procédé : nécessité de trier et séparer les matières délaminiées (par densité, granulométrie, tri optique...); certaines matières ont tendance à se fragmenter (ex : EVA).
- Essais possibles à partir de 10 kg de matière.

Contact : Eric LOUVERT – Président – eric.louvert@mob-e-scrap.com

⁷ Projet lauréat du Challenge Innovation 2024 de Refashion

3.4. Broyage et tri densimétrique

3.4.1. ELDAN RECYCLING (Danemark)



Technologie	Broyage & tri densimétrique
Application	Chaussures, Textiles
Format entrant	Articles entiers, broyats
Maturité	Solutions industrielles

ELDAN RECYCLING est une entreprise danoise développant des équipements de broyage et de séparation matière de divers flux de déchets, notamment des chaussures et des textiles, basés sur la réduction de taille via broyage et/ou granulation et la séparation des différents composants / matériaux par densimétrie.



Ces équipements peuvent être testés au centre d'essai d'Eldan Recycling à Faaborg (Danemark).

Figure 49 : Ligne de recyclage des chaussures

Source : Eldan Recycling

Contact : François Gouriou – Area Sales Manager – fg@eldan-recycling.com

3.4.2. ESO RECYCLING (Italie)



Équipement	SHOEVERTH
Application	Chaussures
Format entrant	Articles entiers

ESO RECYCLING, basé en Italie, est spécialisé dans le recyclage et la valorisation de déchets des filières sport, mode et EPI. En 2009, ils ont lancé le projet esosport Run dédié à la collecte et au recyclage de chaussures de sport usagées. Le projet a mené à la création de la ligne **SHOEVERTH** localisée dans leur usine Amato Cannara à Tolentino.



Figure 50 – Shoevert
Source : ESO RECYCLING

Shoevert est une machine innovante capable de séparer les semelles des tiges de chaussures et de les transformer en granules. Elle combine broyage, tri aéroulique avec tri magnétique et à courants de Foucault.

ESO Recycling travaille ensuite au recyclage des fractions obtenues (caoutchouc, plastiques, textiles, cuir, métaux) par moulage ou thermocompression, pour produire des plaques, des panneaux isolants, des surfaces sportives ou des accessoires de mode.

Implantation : Tolentino (Italie)

Contacts : Cristina Lupini – Sales – cristina.lupini@esorecycling.it
Nicolas Meletiou – Managing Director – nicolas.meletiou@eso.it

3.4.3. FastFeetGrinded (Pays-Bas)



Technologie	Broyage & tri densimétrique
Application	Chaussures
Format entrant	Articles entiers
Maturité	Solution industrielle



Figure 51 – Ligne de FastFeetGrinded à Heerhugowaard (NL)

Source : FastFeetGrinded

[FastFeetGrinded](#), intégrée au HEILIG Group, est une entreprise néerlandaise (à Heerhugowaard) spécialisée dans le recyclage mécanique avancé des chaussures. Elle a développé une **ligne complète permettant la séparation des différentes matières des chaussures**. Un tri des chaussures par typologie et par marque est effectué en amont de la ligne pour améliorer les performances. Le procédé repose sur une succession d'étapes mécaniques : broyage contrôlé des chaussures entières, séparation granulométrique et densimétrique, puis extraction des fractions de mousse, textiles (sous la forme de petits morceaux ou « fluff »), cuir, caoutchouc et métaux. FastFeetGrinded travaille ensuite au recyclage des matières extraites avec différents partenaires.

Performance :

- Alimentation : automatique ;
- Capacité : environ 2 500 chaussures/h ;
- Pureté moyenne > 90% : dépend du type de chaussures et du calibrage de la ligne ;
- Limites : extraction des perturbateurs souples (logos, broderies, imprimés, etc.).

Développements : Optimisation de la pureté des flux en sortie et amélioration du tri matière post-broyage.

Contact : Mike KUNST – Responsable Opérations – info@fastfeetgrinded.eu

3.4.4. The 8 Impact (France)



Technologie	Broyage & tri densimétrique
Application	Chaussures
Format entrant	Articles entiers



Figure 52 – Broyats de semelles de chaussures

Source : The 8 Impact

[The 8 Impact](#) est une entreprise française spécialisée dans la régénération des élastomères issus de biens de consommation usagés, dont les baskets usagées.

La technologie brevetée de THE 8 IMPACT régénère les élastomères issus de baskets usagées, pour produire la gamme de matières OKTARA™.

Un tri préalable par typologie de baskets précède le procédé en 8 étapes mécaniques, utilisant notamment la séparation par densimétrie (sans eau). Ce procédé extrait et sépare les matériaux des chaussures (caoutchouc, EVA, « fluff » textile, points durs métalliques), pour un taux de pureté annoncé de 98%⁸.

Veja et Décathlon intègrent déjà OKTARA™ dans des modèles commercialisés.

Implantation : Saint-Remy (France)

Contact : Marie SOUDRE-RICHARD – Présidente – msr@the8impact.com

⁸ [État de l'art des solutions de recyclage des semelles de chaussures en Europe – Refashion – Juillet 2025](#)

3.5. Equipements de déliassage & démantèlement existants

Plusieurs équipements de déliassage et de démantèlement automatisés, déjà opérationnels ou en cours de déploiement, ont été recensés dans le cadre de cette étude. La carte ci-dessous met en évidence les principales installations en Europe (*liste non-exhaustive*).

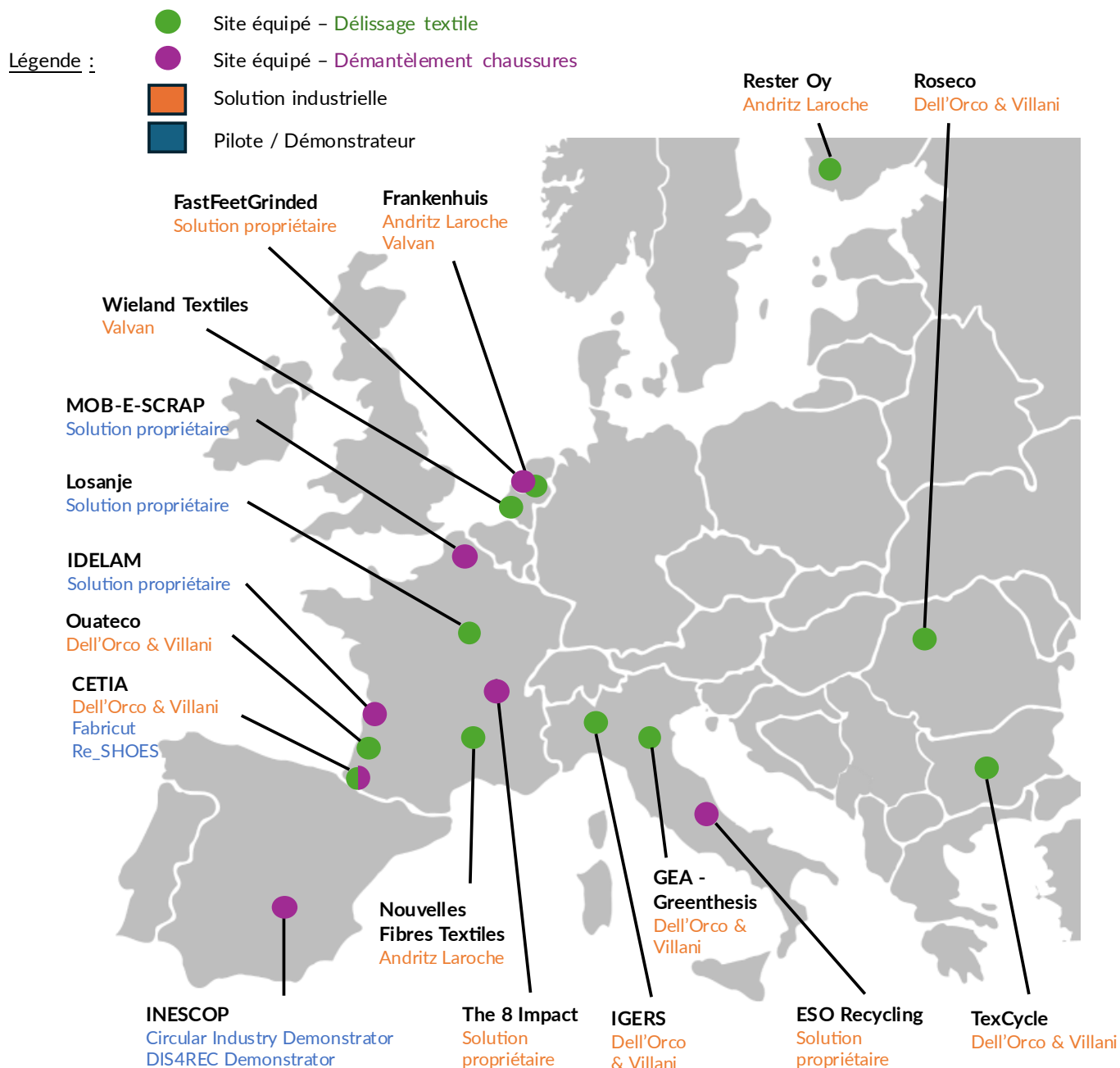


Figure 53 - Equipements de déliassage textile et de démantèlement chaussures existants en Europe (non-exhaustif)

3.6. Solutions d'écoconception

Intégrer dès la conception des produits des solutions favorisant le désassemblage et la compatibilité des matières constitue un levier essentiel pour industrialiser le recyclage des TLC usagés non-réutilisables.

Confection avec fils spéciaux :

L'intégration de fils de couture spéciaux, conçus pour être dégradés une fois l'article arrivé en fin d'usage, permet de récupérer ses différents composants sans les altérer. Deux approches existent :

- **Désassemblage thermique** : fil à point de fusion inférieur aux autres fibres, pouvant être fondu (ex. Resortecs) ou fil pouvant être dissout sous l'action de chaleur, pression et eau ([COATS](#), [CLIMATEX](#)).
- **Désassemblage par micro-ondes** : fil contenant des particules métalliques réagissant aux micro-ondes pour se dégrader (ex. [Wear2Go](#)).

Cette méthode présente l'avantage de minimiser la perte matière tout en préservant la taille des étoffes et autres composants, car la séparation se fait au niveau des coutures, sans découpe. Une limite réside dans le fait que les articles conçus avec ces fils doivent pouvoir être identifiés pour les diriger vers le désassemblage approprié.

Colles réactivables :

Parmi les solutions en déploiement, figurent des primaires d'assemblage (colles) réactivables à haute température, permettant de faciliter la séparation tige/semelle d'une chaussure (ex. [Applus+ Rescoll](#)).

3.6.1. Resortecs (Belgique)



Technologies	<i>Smart Stitch™</i> + <i>Smart Disassembly™</i>
Application	Textiles, Chaussures
Format entrant	Articles entiers
Maturité	Pilote / Démonstrateur

[Resortecs](#) est une société belge qui a mis au point la gamme de fils thermofusibles **Smart Stitch™**. Ces fils ont un point de fusion inférieur aux autres fibres et permettent le désassemblage de vêtements une fois passés dans le procédé thermique **Smart Dissassembly™**. La technologie favorise ainsi des modèles circulaires : valorisation des composants et recyclage, ainsi que la réparation.

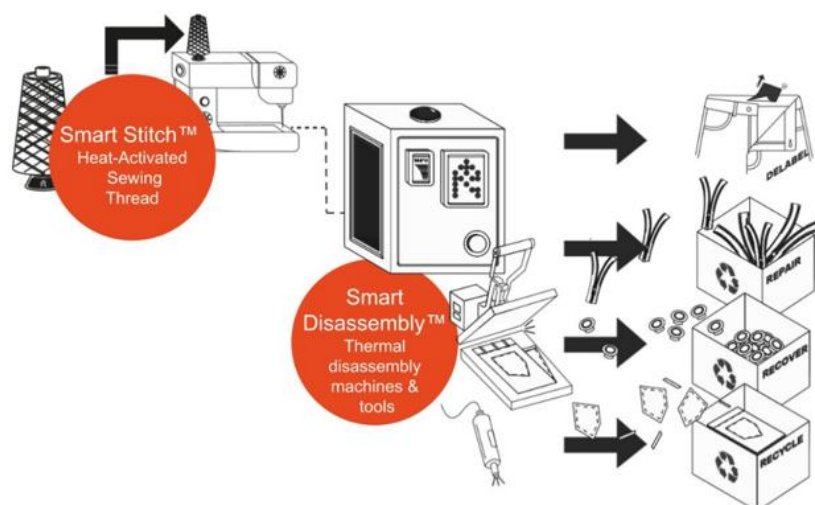


Figure 55 – Smart Stitch™ + Smart Disassembly™

Source : Resortecs,

En partenariat avec le groupe AMANN, l'industrialisation de Smart Stitch™ est en cours pour son déploiement commercial. Un pilote Smart Dissassembly™ est disponible pour des essais à Bruxelles, et un site industriel d'une capacité de 10 tonnes par jour verra le jour dans les prochaines années.

Contact : Anouk Teulings – Sales and Sustainability Manager – anouk@resortecs.com

4. Tri automatisé pour la 2^{de} main

Le tri automatisé pour la seconde main vise à identifier les articles, pouvant être réintroduits sur le marché, directement ou après reconditionnement. Face à l'augmentation des volumes collectés, la diversification des produits et la pression sur les coûts opérationnels, des technologies d'assistance ou d'automatisation basées sur la reconnaissance visuelle et l'intelligence artificielle (IA) se développent en complément de l'approche manuelle. Ces technologies sont principalement développées pour les vêtements.

Cette section présente le principe de fonctionnement du tri automatisé pour détecter, classifier et trier les articles selon leur état, leur typologie et leur potentiel de révente, et répertorie les principales solutions européennes existantes actuellement, sachant que d'autres solutions se développent rapidement.

Principe de fonctionnement général :

Le fonctionnement de ces systèmes repose sur une chaîne de traitement en plusieurs étapes :

1. **Acquisition d'image** : Une caméra capture la surface visible de l'article placé sur une table ou un convoyeur grâce à des capteurs VIS/RGB (les plus répandus) ou des systèmes multispectraux ou hyperspectraux (pour obtenir plus de détails, notamment la composition matière).
2. **Prétraitement et détection d'objets** : Les images sont traitées pour isoler chaque article du fond (segmentation). Des algorithmes détectent ensuite les contours, zones de couleur, logos ou motifs...
3. **Classification par apprentissage automatique** : Un modèle IA entraîné, prédit la typologie d'un article (T-shirt, pull, jeans, veste, etc.) et/ou évalue leur état d'usage (neuf, usé, taché, etc.) ou autres données spécifiques au produit (ex : taille, marque) à partir de critères visuels.
4. **Ejection et assistance au tri** : Le résultat est transmis à l'opérateur ou à un dispositif automatisé (bras robotisé, aiguillage), permettant de **pré-classer** les articles avant un tri manuel final ou d'orienter automatiquement les flux vers des bacs dédiés (seconde main, recyclage).

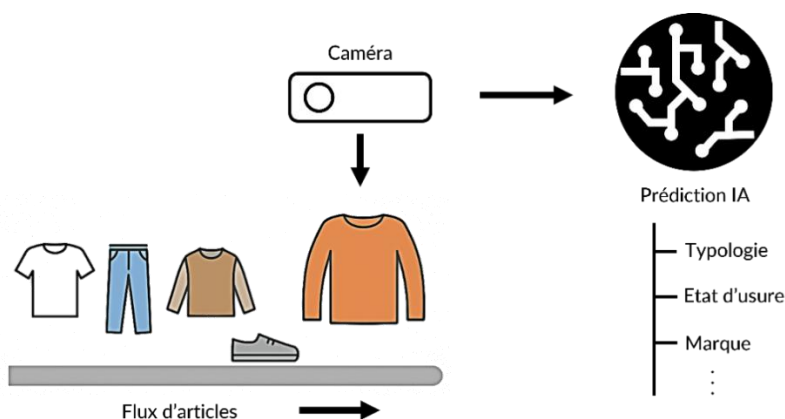


Figure 56 : Schéma de fonctionnement des technologies de tri automatisé pour la seconde main

Limites et points de vigilance :

Malgré les avancées significatives de la vision artificielle et de l'apprentissage automatique, plusieurs limites techniques et méthodologiques freinent encore la généralisation du tri assisté par IA pour la 2^{de} main :

- **Qualité des images et positionnement des articles** : Un environnement contrôlé (éclairage homogène, articles bien disposés et sans chevauchement) est indispensable pour éviter les erreurs d'identification.
- **Évaluation de l'état d'usure** : Si l'IA identifie correctement les typologies d'articles, l'évaluation de l'état des articles reste un défi, car l'analyse se limite à l'apparence visuelle. Les défauts non visibles (odeurs, perte de confort, usure localisée) échappent à la détection.
- **Constitution et diversité des bases d'images** : Les modèles d'IA nécessitent des bases de données conséquentes et représentatives pour être performants. Les biais potentiels des bases de données (sur-représentation de certaines marques ou types d'articles) peuvent altérer la classification.

4.1. Solutions de tri automatisé pour la 2^{de} main

Les principaux acteurs européens proposant des solutions de tri automatisé pour la 2^{de} main sont présentés ci-dessous. Les projets sont à retrouver en annexe.

4.1.1. DESION (Allemagne)



Equipement	Classify 180
Détection (technologie)	Typologie + Etat (VIS + IA)
Application	Vêtements
Maturité	Pilote / Démonstrateur

[Desion GmbH](#) est une société technologique basée en Allemagne, fondée en 2020 comme spin-off des instituts Fraunhofer IGD et de la Technische Universität Darmstadt, spécialisée dans l'automatisation des inspections et du tri de produits à l'aide de vision artificielle et d'IA appliquée à des processus industriels. Pour les textiles, Desion a développé une gamme de solutions de classification et d'inspection automatisée : **Classify**.

À l'aide de cinq caméras et d'IA, cette technologie permet d'évaluer les vêtements lorsqu'ils tombent en chute libre dans une colonne, ce qui permet d'identifier jusqu'à 1 800 articles par seconde avec une grande précision (ou 3 600 petits articles, ex : gants).

Le système Classify peut aussi être équipé de capteurs sensibles aux UV ou aux IR, afin de détecter des contaminants particuliers, comme des résidus organiques.

Les articles sont alimentés mécaniquement via des convoyeurs, des pinces robotisées ou manuellement via un opérateur. La classification est ensuite effectuée, par exemple via un convoyeur avec éjection par air comprimé.

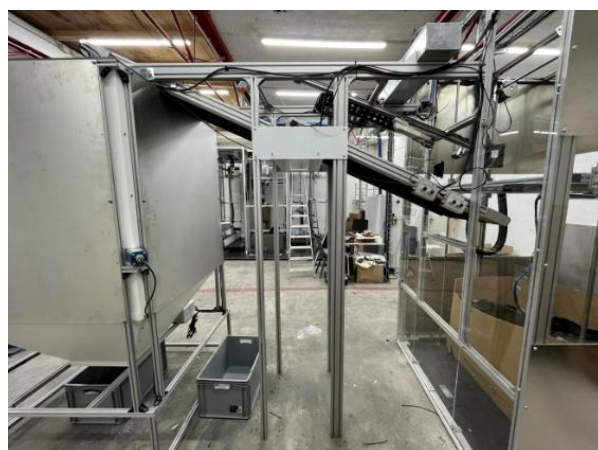


Figure 57 : Pilote Classify chez Wärgön Innovation

Source : Desion GmbH

Performance :

Le Classify 180 permet de traiter jusqu'à 1 article/s (moyenne de 2 articles/s avec le plus petit Classify 40) et de détecter les caractéristiques suivantes :

- Trous, déchirures
- Différents types de taches / contaminations organiques / déviation de couleur
- Contexture
- Types de vêtements (45 typologies)

Implantations :

Centre d'essais	Exemples de sites équipés
N/A	Wärgön Innovation (Suède) – site pilote

Contact : Dirk Siegmund – CEO – dirk.siegmund@desion.de

4.1.2. MATOHA Instrumentation Ltd. (UK)

Matoha
What will you scan next?

Équipement	S-Bench
Détection (technologie)	Matières (NIR) + Couleurs (VIS) + Typologie (VIS) + Etat (VIS) + Contexture (VIS) + Marque (VIS) + Métaux + Poids + RFID/QR
Application	Vêtements
Maturité	Pilote / Démonstrateur

MATOKA est une société britannique spécialisée dans la détection et l'analyse rapide des matériaux. Elle conçoit des solutions de spectroscopie NIR destinées aux secteurs textile, plastique et des revêtements de sol.

MATOKA a développé **S-Bench** : une solution de tri semi-automatisé pour la 2nde main. Cette solution est une table multi-capteurs intégrant les fonctionnalités suivantes :

- Reconnaissance de la typologie d'article
- Détection mono/multicolore
- Détection des défauts/anomalies
- Détection de la marque
- Détection de la composition matière (à partir de leur FabriTell)
- Mesure du poids (balances embarquées dans les bacs de tri)
- Reconnaissance de la contexture
- Lecture de puce RFID et code-barres
- Détection des métaux
- Recommandation décision de tri customisable (ex : réutilisation vs recyclage)



Figure 58 : Solution S-BENCH
Source : MATOKA Instrumentation Ltd.

Développements en cours :

Estimation de la taille de l'article et de son prix de revente.

Implantations :

Centre d'essais	Exemples de sites équipés
Londres (Royaume-Uni)	2 en Ecosse, 1 à Londres, Angleterre

Contact : Chris NEWTON – Chief Commercial Officer – chris@matoha.com

4.1.3. reverse.fashion (Allemagne)



Equipements	co.sort line.sort
Détection (technologie)	Etat (VIS) + Couleurs (VIS) + Typologie (VIS) + Matières (NIR)
Application	Vêtements
Maturité	Pilote / Démonstrateur

[reverse.fashion](#) est une entreprise allemande basée à Berlin, spécialisée dans l'automatisation du tri textile par IA et vision par ordinateur, qui développe des solutions logicielles et matérielles pour identifier l'état d'un vêtement, sa typologie, sa marque, sa couleur et son style. L'entreprise conçoit deux équipements complémentaires :

- **co.sort** : Destiné à assister les opérateurs sur poste manuel pour identifier les pièces de valeur pour leur réutilisation : l'opérateur déplie et pose à plat le vêtement, une caméra capture l'image, l'IA analyse la catégorie, le style et la marque, et propose sa classification sur l'écran. L'opérateur valide et dépose le vêtement dans le bac approprié. La solution est compatible avec les stations de tri manuel existantes, sans besoin d'ajout d'espace supplémentaire.



Figure 59 : co.sort

Source : reverse.fashion



Figure 60 : line.sort

Source : reverse.fashion

- **line.sort** : Ligne de tri multi-capteurs combinant vision par ordinateur, lecture RFID/DPP et spectroscopie NIR (en option). L'alimentation est manuelle, mais peut aussi être automatisée. Le système reconnaît le type, le style, la marque, la couleur, la taille (mesures), l'état visible, la texture, la saison, le genre, et avec l'option NIR, la composition matière des articles. L'éjection s'effectue ensuite par buses d'air comprimé, convoyeurs multiples ou bras robotisés. La solution peut aussi être utilisée pour digitaliser des articles pour la revente, incluant des images générées par modèle d'IA et des cotations sur différentes plateformes d'e-commerce.

Performance :

- **co.sort** : vitesse dépendante de la mise à plat du vêtement, mais amélioration générale de la qualité et de la fiabilité du tri. L'équipement est commercialisé depuis fin 2025.
- **line.sort** : peut traiter jusqu'à 3 600 articles/heure, avec >98% de précision annoncée pour certains attributs (défauts visibles). En phase pilote, lancement prévu été 2026.

Développements en cours :

reverse.fashion travaille sur l'amélioration des systèmes, la reconnaissance de l'état et des défauts visibles des vêtements (taches, usure, déchirures) et à affiner la calibration multi-capteurs.

Implantations :

Centre d'essais	Exemples de sites équipés
Berlin (Allemagne)	Looper Textile (Allemagne et Pologne) Deutsche Kleiderstiftung (Allemagne) TexCycle (Bulgarie)

Contact : Mario OSTERWALDER – Directeur Général – mario@reverse.fashion

4.1.4. TROSORT (Belgique)

TROSORT

Equipement	Sort Mate
Détection (technologie)	Matières (NIR) + Couleurs (VIS) + Typologie (VIS) + Etat (VIS)
Application	Vêtements
Maturité	Pilote / Démonstrateur

TROSORT est une entreprise belge spécialisée dans le tri automatisé des textiles pour la réutilisation et le recyclage. Le projet a démarré en décembre 2023, avec la création officielle de l'entité en janvier 2025.

Sa solution associe vision par ordinateur, IA et capteurs optiques pour reconnaître la composition, l'état et la valeur estimée des vêtements.

En partenariat avec un fabricant belge d'automatisation, TROSORT a développé une ligne semi-automatique capable d'évaluer et de classer les articles selon leur potentiel de revente ou de recyclabilité. Le système **Sort Mate** intègre un module de scan (caméra + capteur NIR + IA) couplé à un système de soufflage vers les bacs de tri dédiés. Son architecture modulaire s'adapte à tout convoyeur existant. La machine effectue une analyse 2D recto-verso du vêtement à plat, identifiant composition matière et caractéristiques visuelles (11 points de données au total : marque, typologie, genre, taille, couleur, défauts, prix de revente, composition matière, style, perturbateurs au recyclage et saisonnalité). Une interface microphone permet aux opérateurs de donner des indications complémentaires (ex : odeur). La solution effectue aussi des photos et un pricing intelligent avec des données marketplace en temps réel. La solution peut aussi prendre des photos et fournir une tarification intelligente avec des données de marché en temps réel. Le système permet d'intégrer la base tarifaire client et de se connecter aux ERP.

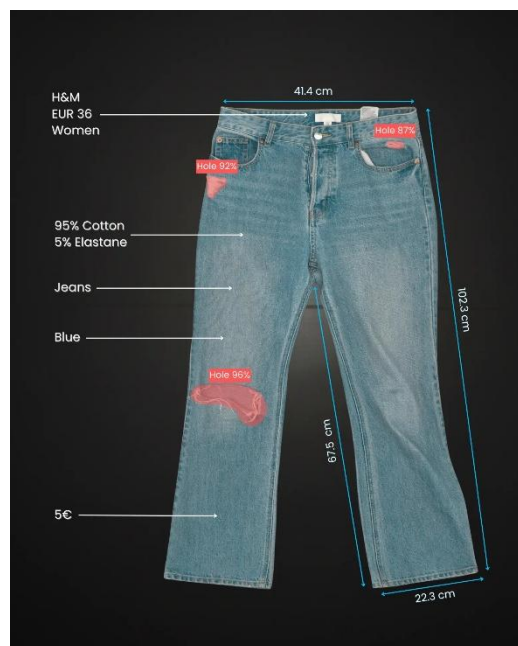


Figure 61 : TROSORT
Source : TROSORT

Performance :

- Cadence : 4s (photo recto/verso 1s + analyse) – 1 200 vêtements par heure
- Détection des défauts $\geq 3\text{mm}$ (taches, trous, boulochage, délavage – liste non-exhaustive) et identification matière avec le capteur NIR intégré

Les performances de détection dépendent de la qualité du placement des vêtements sur le module (position et visibilité de l'étiquette). L'analyse reste limitée à la surface visible du textile.

Développements en cours :

- Amélioration continue du système (alimentation, catégorisation, ...) pour atteindre 90t/jour ;
- Evaluation automatisée de la réparabilité et du coût associé ainsi que de la recyclabilité selon les matières détectées ;
- Inclusion de la saisonnalité ;
- Déploiement d'un moteur de tarification (pricing) globalisé (déjà disponible en Europe) ;
- Etiquetage physique des vêtements automatisé ;
- Intégration de modules RFID.

Implantations :

Centre d'essais	Exemples de sites équipés
Anvers (Belgique) – site client	Kringwinkel (Belgique) Les Petits Riens (Belgique)

Contacts : Achille MATHOT – CEO – achille@trosort.com
Matthieu BRABANT – CTO – matthieu@trosort.com

4.1.5. Siemens (Allemagne)

SIEMENS



Figure 62 : Système Siemens

Source : Siemens

[Siemens](#), leader mondial de la technologie industrielle, a développé un système modulaire intégrant un logiciel d'IA générative :

- Capture d'images des textiles,
- Analyse de la typologie, de la marque, de la couleur, des motifs, du genre et de la taille,
- Définition du bac de tri correspondant.

Le système utilise deux caméras disposées autour d'un caisson où l'opérateur place l'article (sur cintre). L'analyse des images détermine les caractéristiques du produit et guide le tri (fait par l'opérateur) en 6 à 10 secondes. Une interface utilisateur vient compléter le système pour permettre aux opérateurs de définir ou modifier les catégories de tri sans reprogrammer le système.

4.1.6. ValueSort.AI (Pays-Bas)



[ValueSort.AI](#) est une entreprise spécialisée dans l'optimisation du tri des textiles de seconde main qui a développé une solution qui combine vision par ordinateur et IA pour identifier rapidement les articles et leur état et estimer leur valeur commerciale. L'objectif est de permettre un tri efficace selon la demande et les tendances du marché. La plateforme propose également des fonctionnalités de tarification intelligente et de digitalisation, connectant directement les ateliers aux points de vente ou aux clients.

4.1.7. Valvan (Belgique)

VALVAN

Équipement	Hypersort®
Détection (technologie)	Typologie (VIS) + Marque (VIS) + Couleurs (VIS) + Etat (VIS+IA)
Application	Vêtements
Maturité	Pilote / Démonstrateur

[VALVAN](#) est un constructeur belge de solutions industrielles pour le tri et la préparation des textiles destinés à la réutilisation ou au recyclage.

Valvan a lancé en 2026 [Hypersort®](#), une solution de tarification et d'évaluation des vêtements usagés, alimentées par l'IA, pour le marché de la 2^{de} main. La solution offre une tarification (pricing) uniforme quel que soit l'opérateur ou le centre de tri, et permet la traçabilité de chaque article au moyen de QR codes.

Le **système Hypersort® complet** analyse la catégorie, la marque, l'état et d'autres caractéristiques de chaque article posé à plat sur le convoyeur en prenant automatiquement des images haute résolution des deux côtés de l'article, afin de recommander un prix précis en temps réel, sans intervention manuelle.

Valvan propose également le **software seul** pour une intégration fluide dans les opérations existantes et soutenir l'opérateur dans l'évaluation de la qualité de l'article et la définition de son potentiel de revente. Un QR code peut être imprimé et rattaché à l'article pour assurer sa traçabilité.



Figure 63 : Hypersort®

Source : Valvan

Contact : Jean-François GRYSPEERT – Sales & Development Manager – jfg@valvan.com

5. Annexes

5.1. Projets européens – tri automatisé pour recyclage des textiles

5.1.1. AUTOLOOP



Le projet européen [AUTOLOOP](#) (septembre 2025 - août 2029) vise à développer une technologie évolutive (TRL5), pour le tri automatisé intelligent et le recyclage chimique avancé des textiles non réutilisables tout en assurant la traçabilité des additifs et la numérisation de la chaîne de valeur textile.

5.1.2. CISUTAC



Le projet européen [CISUTAC](#) (2022-2026) coordonné par Centexbel et réunissant 27 partenaires, vise à renforcer la circularité textile en Europe. Il se concentre sur trois cas d'usage : les vêtements, les EPI et les accessoires, avec un focus sur les fibres polyester et coton. Un démonstrateur pilote est développé pour le tri pour la réutilisation et le recyclage, avec la mise en place de protocoles standardisés et de technologies d'automatisation (incluant un [outil d'aide à la décision](#) pour la classification et la planification des flux).

5.1.3. ISORTx

Le projet [ISORTx](#) (août 2023 – décembre 2025) est un projet régional norvégien visant à développer des solutions de tri et de déliassage automatisés et intelligents des déchets textiles (principalement pour les vêtements multicouches), basés sur l'imagerie spectrale et la vision industrielle.

5.1.4. MISTERY



Le projet [MISTERY](#), mené par le CEA et lauréat du Challenge Innovation 2021 de Refashion, a exploré l'utilisation de capteurs hyperspectraux (NIR/SWIR) pour améliorer le tri des textiles en fin de vie. Les travaux ont porté sur la détection de fibres, comme l'élasthanne en faible proportion, le polyamide (PA6 vs PA66) et la distinction coton/viscose. Les tests ont confirmé la faisabilité de la classification et de la quantification des mélanges, avec des performances optimales dans la bande SWIR (1700-2500 nm).

5.1.5. PESCO-UP



Le projet européen [PESCO-UP](#) (Textile Fibre Recycling from Mixed Streams of PES/CO Textiles) lancé en janvier 2024 et financé sous le programme Horizon Europe vise à développer un procédé durable et économiquement viable pour valoriser les déchets textiles polyester/coton (PES/CO) en nouveaux matériaux de qualité équivalente aux matières vierges. Son approche couvre toute la chaîne de valeur, avec des axes de travaux sur l'automatisation de l'identification et du tri des textiles, et la création d'une « marketplace » numérique et d'un passeport produit pour fluidifier les échanges entre acteurs.

5.1.6. SOLSTICE



[SOLSTICE](#) (2024 – 2027) est un projet européen Horizon Europe, visant à développer des solutions territoriales pour la transition circulaire du secteur textile. Le projet s'appuie sur les principes des 5R (Réduire, Réutiliser, Réparer, Reproposer et Recycler) et explore quatre axes : la sensibilisation des consommateurs, l'amélioration du tri (notamment via la spectroscopie) et du recyclage (recyclage chimique), le développement de la traçabilité numérique (passeport produit) et le passage à l'échelle industrielle des solutions identifiées. Quatre régions pilotes – Grenoble, Berlin, Prato et Catalogne testent ces approches avec des premières analyses en 2025 portant sur la cartographie des flux de matériaux, les infrastructures de tri et les pratiques circulaires locales.

5.1.7. SORT4CIRC



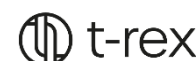
Le projet [SORT4CIRC](#) (décembre 2025 - novembre 2028), intègre 7 partenaires européens (dont IRIS et RECYC'ELIT) et vise à développer un système de haute technologie et de traçabilité pour le tri automatisé des textiles, via l'utilisation d'IA, de multi-capteurs et de passeports produits numériques.

5.1.8. STREP



Le projet [STREP](#) (Streamlined Textile Waste Streams for Recycling Optimization), lancé en 2025, financé par Horizon Europe et coordonné par l'Université d'Aalborg (Danemark), vise à optimiser le recyclage en boucle fermée des textiles post-consommation. Il réunit 13 partenaires européens (dont NewRetex et Kapdaa) pour développer des solutions intégrées combinant tri automatisé, extraction des perturbateurs, désassemblage et recyclage mécanique ou chimique. Le projet explore également la traçabilité numérique via des passeports produits et promeut la conception de vêtements « recyclables-by-design ». STREP ambitionne ainsi d'augmenter significativement le taux de recyclage textile en Europe tout en réduisant l'impact énergétique du secteur.

5.1.9. T-REX



Le projet [T-REX](#) (Textile Recycling Excellence, 2022 - 2025) a réuni 13 acteurs européens de la chaîne textile dans le but de créer une feuille de route commune pour le recyclage en boucle fermée des textiles ménagers. Le consortium a ainsi développé des technologies et publié des recommandations pour accélérer l'industrialisation du recyclage textile en Europe dont :

- Un investissement accru dans les technologies de tri automatisé, soutenu par des financements publics et privés
- Une standardisation de la spécification des gisements, des protocoles de tri et des systèmes de données, afin d'assurer l'interopérabilité entre trieurs et recycleurs.

5.1.10. WHITECYCLE



Le projet [WhiteCycle](#), coordonné par Michelin et lancé en 2022 avec le soutien de 15 partenaires européens dont IRIS Technology Solutions, vise à développer une solution industrielle capable de recycler des déchets complexes contenant du PET, tels que les textiles multicouches, les tuyaux ou les pneus. Le projet s'articule autour de trois axes : la mise au point de technologies de tri innovantes pour identifier et séparer les matériaux multicouches, le développement d'un procédé de recyclage enzymatique capable de régénérer un plastique équivalent à la matière vierge, et la fabrication de produits à partir de ces nouvelles matières recyclées.

Dans ce cadre, IRIS Technology Solutions joue un rôle clé en développant une solution de tri automatisé combinant vision par ordinateur et IA pour détecter la présence de PET et estimer sa proportion dans des flux de déchets textiles multi-matières.

5.1. Projets européens – tri automatisé pour la 2nde main

5.1.1. AI for resource-efficient circular fashion (Suède)

Le projet « [AI for resource-efficient circular fashion](#) », mené par Wargön Innovation en Suède avec RISE Research Institutes of Sweden et plusieurs partenaires de la 2nde main, a permis de créer une base de données ouverte pour analyser et valoriser des vêtements d'occasion grâce à l'IA afin de stimuler l'innovation et permettre à des acteurs de toutes tailles de développer des outils adaptés à leurs besoins.

La base de données regroupe des milliers d'images annotées de vêtements usagés (plus de 31 000 images) avec des informations sur la typologie, la composition matière, la présence de motifs, la marque, le niveau d'usure, la présence de taches et dommages, permettant d'entraîner des modèles d'IA pour reconnaître et évaluer les articles. L'objectif est d'automatiser le tri des textiles pour orienter les pièces vers la seconde main ou les plateformes de vente appropriées. Le projet a aussi déjà été intégré dans des pilotes et des tests pour explorer l'utilisation pratique de l'IA dans des centres de tri et au sein du programme européen CISUTAC.

5.1.2. Sorting used textiles with the help of AI (Allemagne)

Le projet « [Sorting used textiles with the help of AI](#) » est une initiative en Allemagne menée par des étudiants de la Hochschule Albstadt-Sigmaringen en collaboration avec l'entreprise Striebel Textil et le Schülerforschungszentrum Südwürttemberg. Le projet est actuellement en phase pilote de recherche. L'objectif est d'automatiser le pré-tri des textiles par reconnaissance d'images IA, capable d'identifier et classer 26 catégories d'articles (vêtements adultes/enfants, chaussures, linge de maison). Une cabine photo standardisée a été développée pour générer les données d'entraînement, avec environ 300 à 360 images par catégorie. Les tests montrent une précision de 90% permettant d'accélérer le processus, d'améliorer les conditions de travail des opérateurs et d'optimiser l'orientation des textiles (2nde main, recyclage ou élimination).

5.1.3. ReUseTex (Autriche)

Le projet [ReUseTex](#), piloté par Saubermacher, TU Graz et plusieurs partenaires industriels, se déroule d'août 2025 à juillet 2028. Il consiste au développement d'un système de tri automatisé basé sur l'IA et la robotique pour analyser et classer les textiles usagés selon leur potentiel pour la 2nde main ou le recyclage dans une installation de tri à Graz (Autriche). Grâce à des algorithmes d'apprentissage profond, le processus est progressivement optimisé. Le but est de développer un système de tri évolutif qui servira de base à de futures applications industrielles.

5.1.4. REWEAR (Europe)

Fashion For Good a lancé en 2024 un projet de 18 mois visant à améliorer les processus de tri des textiles réutilisables pour optimiser la valorisation des vêtements destinés à la revente et promouvoir la circularité dans l'industrie de la mode. Le projet [REWEAR](#) intègre 15 partenaires, dont reverse.fashion, Erdotex et Valvan, avec pour régions clés : la Lituanie (pays nordiques/baltes), les Pays-Bas (Europe occidentale), la Pologne (Europe centrale et orientale) et l'Espagne (Europe méridionale). Le projet teste des technologies de tri automatisé utilisant l'IA et l'apprentissage automatique pour collecter des informations sur les articles comme la couleur, le style, le type de vêtement et l'état, pour permettre aux trieurs et aux marques d'identifier efficacement les articles destinés à la revente.

5.2. Fournisseurs de solutions de tri automatisé hors Europe

5.2.1. DATABEYOND (Chine)



Figure 64 : Machine FASTSORT

Source : Databeyond

[Databeyond](#) avec sa solution **FastSort-Textile** utilise l'imagerie hyperspectrale NIR-HSI et l'IA pour identifier avec précision (annoncée à > 90%) la couleur et les compositions matière (polyester, coton, nylon, élasthanne, etc.), ainsi que les perturbateurs au recyclage (boutons, zips, sequins, etc.).

La technologie permet un tri haute capacité (jusqu'à 2 tonnes/heure) et entièrement automatisé.

5.2.2. HKRITA (Hong Kong - Chine)

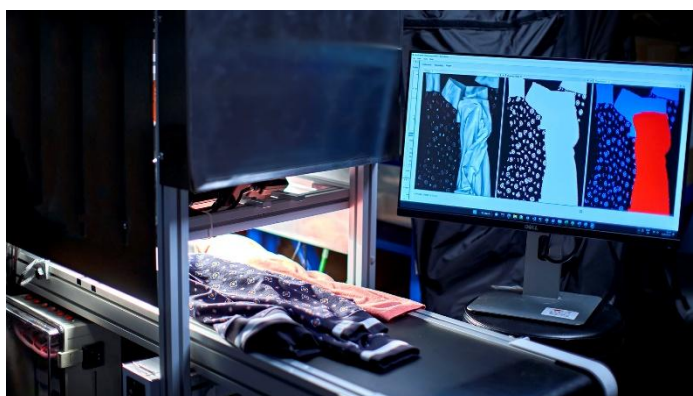


Figure 65 : Smart Garment Sorting System

Source : HKRITA

[HKRITA](#) a développé le système **Smart Garment Sorting System for Recycling**, une solution intégrée qui combine intelligence artificielle, imagerie hyperspectrale et visible pour trier les vêtements usagés. Le dispositif se compose de modules de classification qui reconnaissent automatiquement le type de vêtement, sa composition matière et la structure du tissu afin d'orienter correctement les flux vers le recyclage ou la réutilisation.

Un robot, en entrée de processus, permet également d'alimenter le système.

5.2.3. PADE Technology (Taiwan)



Figure 66 : Machine TX-5000N

Source : PADE Technology

[PADE Technology](#), entreprise taïwanaise fondée en 2023, développe des solutions de tri optique avancées combinant NIR et IA pour l'identification automatisée des textiles usagés. Sa technologie permet de reconnaître une large gamme de fibres – coton, polyester, nylon, laine, acrylique – ainsi que les mélanges tels que le polycoton, tout en estimant leur pourcentage.

La solution est déclinée en deux versions : une unité fixe (TX-5000N) à haut débit, destinée aux centres de tri industriels, et une version mobile (TX-5500N) plus légère, adaptée à des points de collecte décentralisés. L'unité fixe atteint une capacité d'environ 740 tonnes par an, avec une précision annoncée de détection pouvant dépasser 90%, y compris sur les mélanges.

5.2.4. Refiberd (USA)

refiberd.

[Refiberd](#) est une entreprise américaine qui utilise l'IA et l'imagerie hyperspectrale pour l'identification précise et rapide des textiles. Leur technologie innovante détecte les matières sans contact, avec une marge d'erreur inférieure à 2 %, y compris pour les mélanges complexes (jusqu'à 4 fibres ou plus) et les traces d'élasthanne, de polyamide ou d'acrylique (< 2 %). Les fibres reconnues comprennent : coton, polyester, nylon, élasthanne, fibres artificielles cellulosiques (MMCF), laine et acrylique. La précision annoncée dépasse 90 %. Bien que Refiberd ne fournisse pas d'infrastructure physique (convoyeurs, systèmes de soufflage), la solution est conçue pour s'intégrer aux équipements existants afin d'offrir une approche complète et adaptable aux opérations industrielles.

5.2.5. SAGITTO (Nouvelle-Zélande)



Figure 67 : Lab-In-The-Hand

Source : Sagitto

[Sagitto](#) est une entreprise néo-zélandaise spécialisée dans l'application du machine learning à la spectroscopie. Elle a développé Lab-in-the-Hand, un spectromètre portable contrôlé entièrement via une application smartphone. L'appareil utilise un capteur NIR (900–1700 nm) pour analyser la composition des matériaux et afficher le résultat sur l'écran en une dizaine de secondes.

Le système identifie les principales fibres textiles (polyester, coton, soie, nylon, laine, lin, viscose, acrylique) selon la matière majoritaire dans l'échantillon. Pour les mélanges à base de coton, polyester et élasthanne, le modèle estime la proportion relative des matières et indique la présence éventuelle d'élasthanne, accompagnée d'un taux de confiance pour chaque mesure.

5.2.6. SORTILE (USA)



Figure 68 : Scanner NIR et logiciel Sortile

Source : Sortile

[Sortile](#) est une start-up new-yorkaise fondée en 2021, spécialisée dans la gestion et la traçabilité des textiles destinés à la 2nde main ou au recyclage. Sa technologie associe un capteur NIR portable à des modèles d'IA pour identifier la composition matière des textiles (coton, polyester, polycoton, laine, acrylique, soie, viscose).

En complément, Sortile a développé une plateforme numérique centralisant les données de détection et les volumes analysés, tout en estimant les impacts environnementaux associés. La solution peut être utilisée avec le capteur NIR de Sortile ou intégrée à d'autres dispositifs partenaires.

5.3. Fournisseur de solutions de déliassage textile hors Europe

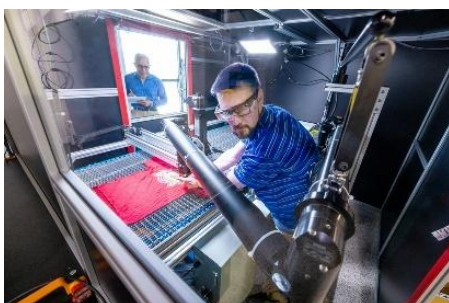


Figure 69 : Machine de découpe laser

Source : Carlos Ortiz/RIT

La solution développée par le [Goliso Institute for Sustainability](#) – RIT (USA) combine IA, vision par ordinateur et découpe laser pour retirer les perturbateurs externes au recyclage et trier les matières pour recyclage avec une cadence élevée (environ un vêtement toutes les 10 secondes).