



L'innovation dans le traitement industriel des déchets

Seminaire InnovTech

Antoine BOURELY, Directeur Scientifique

16/03/23



Notre vision : partenaire industriel de l'économie circulaire



Transition écologique



Industrie 4.0



L'ADN d'un pionnier en héritage

Spin-off technologique du groupe Pellenc, leader mondial des machines agricoles pour la viticulture et l'oléiculture.

2025: La vision à long terme, résolument tournée vers l'économie circulaire, vise la préservation de l'indépendance

2017: Jean Henin est élu **entrepreneur de l'année** en PACA

2013: Nouvelle gouvernance : arrivée de **Jean Henin**, actionnaire majoritaire. La culture industrielle et marketing complète l'ADN « R&D et innovation »

2001 : Création de **PELLENC Selective Technologies (PELLENC ST)**, **pionnier du** tri optique

Idée d'appliquer le savoir faire robotique au tri des déchets



Roger PELLENC
& Jean HENIN

Pellenc ST : une ETI industrielle française

- Fabricant de machines intelligentes et connectées
- Rayonnement international
- Société indépendante
- Collaborer avec les :
 - Collectivités locales
 - Centres de tri
 - Intégrateurs
 - Recycleurs



2001
ANNÉE DE CRÉATION

250
EMPLOYÉS

75
MILLIONS €
DE C.A.

x2

OBJECTIF DOUBLEMENT
DU C.A. 2019 - 2025

600

SITES DANS 40 PAYS

MEMBRE DU PROGRAMME
ACCÉLÉRATEUR PME

bpifrance



Nos marchés



DECHETS

Collecte sélective
Ordures ménagères
DIB
Construction &
Démolition
CSR
Bois



RECYCLAGE

PET
Film
PE/PP
Flakes
...



NOUVEAUX MARCHES

Textile
Recyclage
chimique
....



METAL

Aluminium
DEEE
ASR
Zorba
...

RPET FLAKE



ecoplast



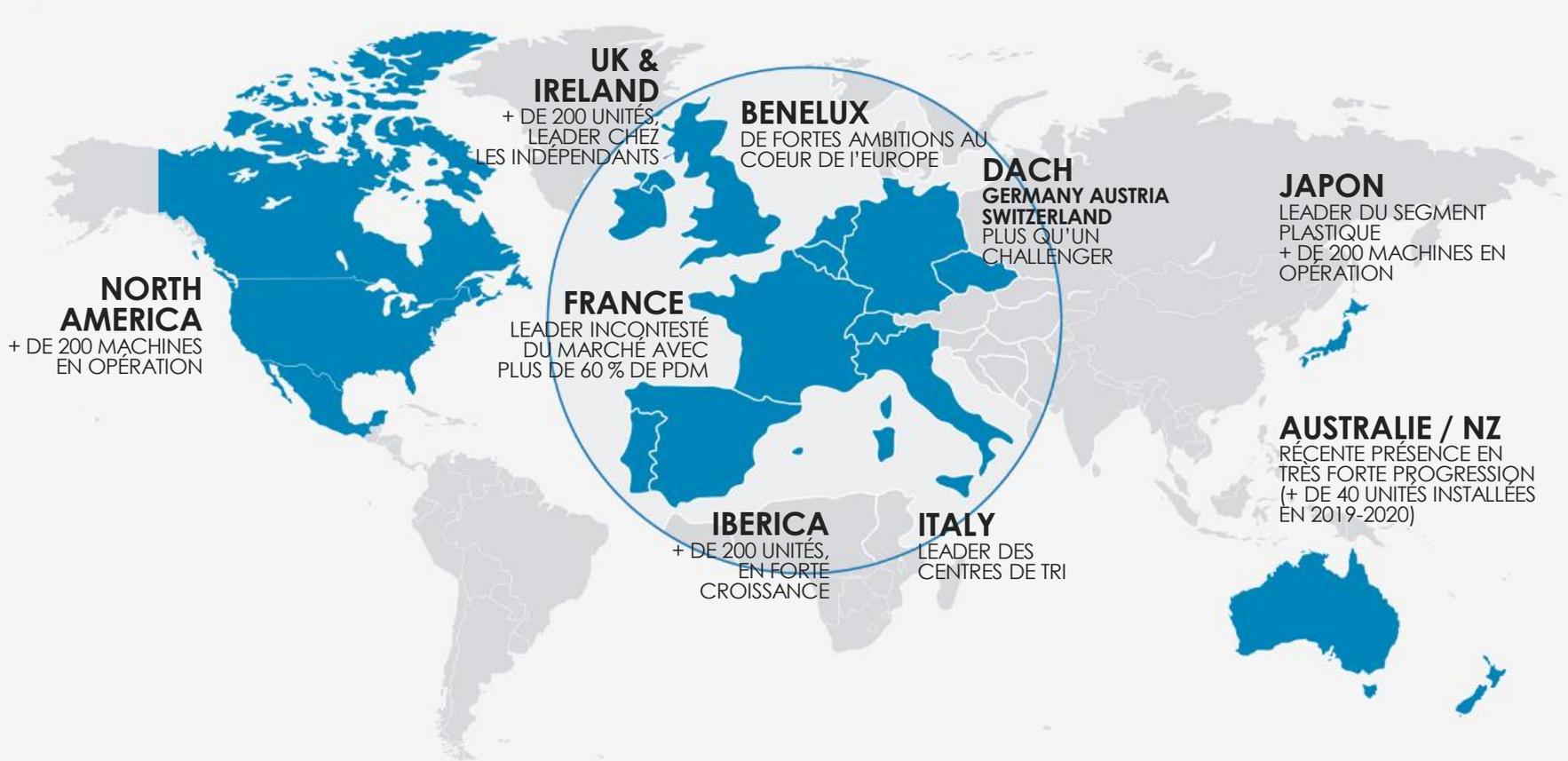
Biffa

ALBA Group
the recycling company





Notre présence et expansion territoriale



2

Principes technologiques

Principe général du tri optique

1

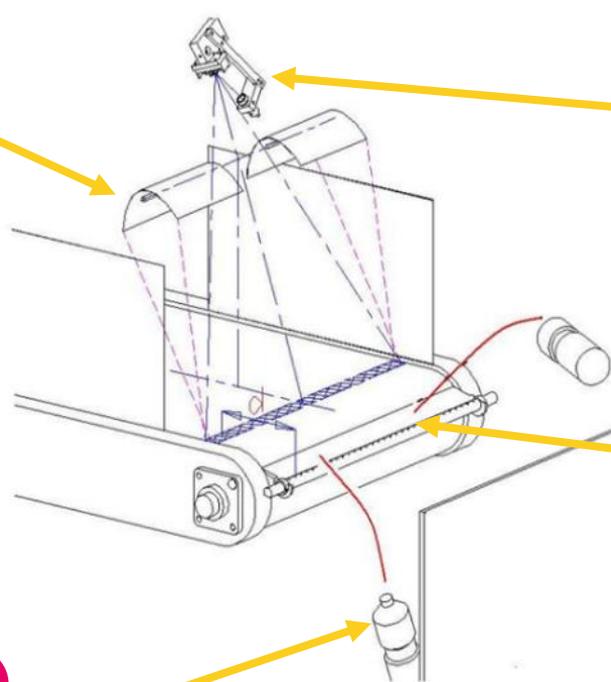
Les réflecteurs halogènes éclairent la largeur du tapis de tri (3 à 4,5 m/s)

3

Les données de l'objet sont comparées aux modèles appris à la machine

5

Les produits sont soufflés ou non



2

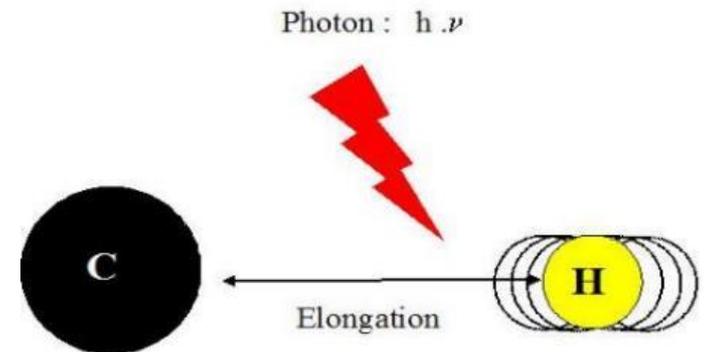
La lumière issue des objets est renvoyée aux capteurs

4

Le PC envoie les consignes d'éjection aux électrovannes

La spectroscopie NIR

- Chaque molécule absorbe de l'énergie par **vibration ou déformation** d'une liaison atomique
- Les absorptions sont détectées à des longueurs d'onde très spécifiques dans le **proche infrarouge**
- **Exemples pour la liaison C-H :**
 - **PET :** 1660 nm
 - **PS :** 1680 nm
- **Exemples pour la liaison O-H :**
 - **Eau :** 1430 nm
 - **Cellulose :** 1490 nm



On reconnaît tous les matériaux organiques et polymères

Le système optique Pellenc ST : FLOW

Scanner haute vitesse

- **Ligne d'éclairage focalisée**
- Le miroir ne vise qu'un point à la fois dans la ligne
- Acquisition en quelques μ s : image nette!



Spectromètre propriétaire

- Acquisition seulement des **longueurs d'onde chimiquement pertinentes** pour les produits à trier



Machine Mistral + Connect

3

De la machine au centre de tri

Les deux étapes du tri optique

1. Aiguillage des produits

DÉCHETS



Collecte
sélective

CENTRE DE TRI



- Tri optique
- Tri mécanique
- Tri aéraulique
- Tri des métaux

BALLES

- PET clair
- PET coloré
- HDPE / PP / PS
- FILM LDPE
- Tetrapack
- Papiers (JRM)
- Cartons
- Métaux ferreux
- Non-Ferreux
- Multicouches
- PET opaque
- Bioplastiques
- Refus



2. Extraction des contaminants



REGENERATEUR

RECYCLAGE

ALTERNATIVES

COMPOSTAGE
METHANISATION

VALORISATION
ENERGETIQUE

ENFOUISSEMENT

4

Les nouveaux défis 2020-2050

Trois défis environnementaux

Défi N°1 : Combattre le changement climatique

- Le bilan carbone est la mesure des impacts humains
- Le cycle de vie des matériaux pèse 30 % dans ces impacts

Défi N°2 : Eliminer les déchets

- Important pour la biodiversité (« océan des plastiques »)
- Pour les impacts sanitaires et visuels

Défi N°3 : éviter les pénuries

- Vrai pour certains produits : cuivre, talc, ...

Depuis 2017, le défi N°2 est poussé par les ONG et les medias

Une révolution en cours : des emballages recyclables ... et recyclés !

China Ban (2018) :

- Fin des importations de déchets par la Chine et les autres pays d'Asie
- Interdiction d'exportation de déchets plastiques vers pays hors OCDE

Directive Européenne sur les Plastiques à Usage Unique (2019) :

- Objectif : tout plastique doit être recyclable en 2025
- Introduction d'un **taux de recyclé minimum** pour chaque produit:
 - Exemple : 30 % pour le PET en 2030

=> Le prix du PET recyclé a doublé, et dépasse le prix du vierge

=> Une mutation complète à marche forcée

5

NOS REPONSES TECHNOLOGIQUES
Eco-conception
Intelligence Artificielle
Marqueurs

L'Eco-conception



Nous conseillons des metteurs en marché et fabricants d'emballages/colorants pour que le produit soit recyclable, il doit d'abord être triable

Objectifs actuels :

- Généraliser les noirs détectables en NIR
- Limiter les métallisations des emballages
- Simplifier les multicouches & étiquettes/manchons
- Qualifier les bioplastiques



Intelligence artificielle (IA) : les principes

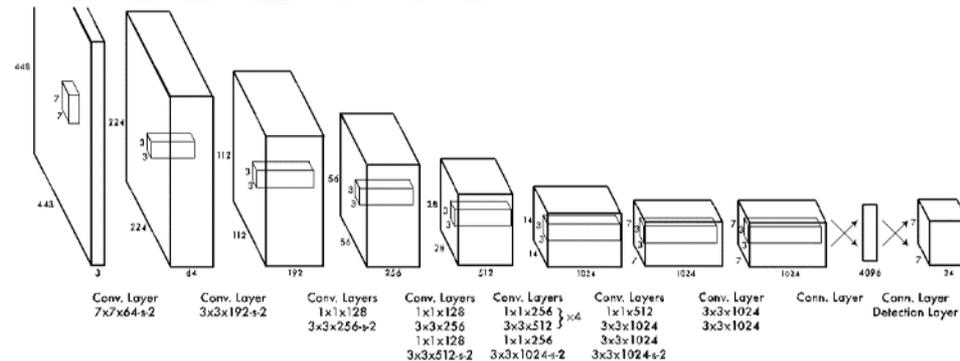
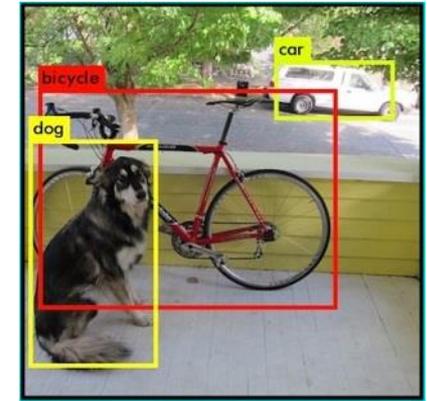
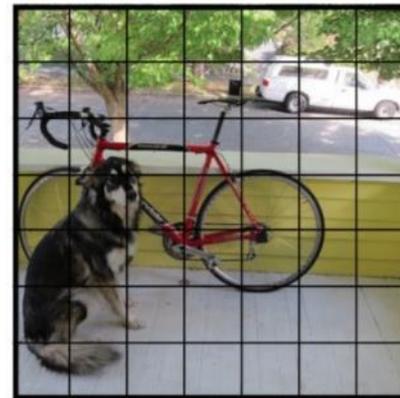
L'IA est basée sur un traitement d'images couleur.

Elle marche très bien sur des images grand public.

L'apprentissage profond utilise des réseaux avec de nombreuses couches (voir ci-dessous)

L'IA répond à plusieurs défis avec les mêmes bases de données :

- **Bouteilles PET contre barquettes,**
- **flacons alimentaires ou non**



Exemple de réseau de neurones profond

Intelligence artificielle (IA) : Performances

Le tri est plus précis si l'aspect est bien différent pour l'œil humain

ce qui n'est pas toujours le cas ! =>

Preuve de concept réussie sur la distinction barquettes/bouteilles (toutes couleurs):

- Résultats en atelier
 - Pureté sur bouteilles > 97%
 - Efficacité > 98%

5 applications pilotes en cours



Les filigranes numériques (Digital Watermarks)

Principe:

Le marqueur est un motif invisible qui peut être :

- imprimé sur l'étiquette ou la surface (2D)
- moulé en relief sur le plastique (3D)
- Il n'utilise aucun produit spécifique
- Il est naturellement éliminé lors du recyclage
- Il peut coder beaucoup d'information (comme un code barre)

Défis :

- Coûts (licences, tri optique)
- Standardisation internationale des données essentielle

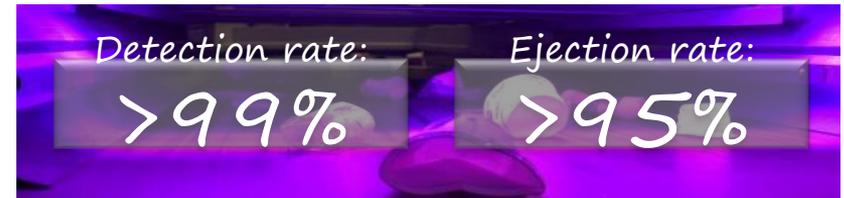


Les filigranes numériques : bilan à date

Une prouesse technique : fonctionnement excellent

Aucune autre technologie ne permet d'appeler chaque emballage par son nom,...

... et ce en conditions industrielles



Des coûts maitrisables :

Les surcouts devraient être en rapport avec les bénéfices pour le recyclage

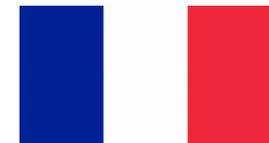
Des perspectives uniques de traçabilité :

Accès au contrôle qualité dans les déchets



La France peut être en pole position, dès 2024...

... grâce au Projet Pilote France



Bilan : les axes technologiques (2023)

Solution	Avantage	Défis	Remarques
Spectroscopie NIR / VIS	prouvé	Détecter des différences faibles	La base, pour longtemps
Marqueurs (DW)	reconnaissance parfaite	Coûts matériels & licences Besoin de standardisation	Pilotes en cours
Intelligence artificielle (IA)	Peu de matériels (caméras)	Mises à jour lourdes des bases de données	



Merci de votre attention et bienvenue à Pertuis en Provence !

Centre Innovation

Juin 2022 - 1350 m²

Centre de Production

Centres de Tests



2023-2024 - 900 m²

Fin 2022- 2140 m²

