



Project n° 101083886 Dihnamic



Cofinancé par  
l'Union européenne



RÉGION  
Nouvelle-  
Aquitaine

Projet cofinancé par la  
Région Nouvelle-Aquitaine



## ***Webinaire Dihnamic : Robotique & IA au service de la gestion des déchets***

***23/02/2024***



# Programme du webinaire :

1. Présentation de Dihnamic : services et accompagnements proposés aux entreprises du tri et recyclage de déchets – 5 min
2. Les technologies-clés pour les entreprises du tri-séparation de déchets – 15 min
3. Plate-forme ADDVISIA - 5 min
4. Quelques exemples concrets d'application des technologies clés auprès des entreprises de la filière – 15 min
5. Question-réponse, mot de conclusion – 5 min

Fin du webinaire



Project n° 101083886 Dihnamic



Cofinancé par  
l'Union européenne



RÉGION  
**Nouvelle-  
Aquitaine**

Projet cofinancé par la  
Région Nouvelle-Aquitaine



***Dihnamic :  
un accompagnement innovant  
pour une industrie numérisée,  
éthique et responsable***



# Dihnamic, c'est quoi ?

**Le but de Dihnamic est de favoriser l'appropriation des technologies numériques avancées par les entreprises manufacturières et les autorités publiques de la Nouvelle-Aquitaine.**

Quelles technologies ?

- Intelligence artificielle
- Robotique, process agiles et Interface Homme-Machine
- Jumeaux Numériques
- Systèmes intelligents et internet des objets

Un axe transverse : IA éthique, robuste et responsable



# Dihynamic : 13 partenaires



## Et 5 Partenaires associés :

Agri Sud-Ouest Innovation | Cosmetic Valley |  
École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers (campus Bordeaux-Talence) |  
Pôle Européen de la Céramique | Université de Bordeaux

## Cofinancé par :



Cofinancé par  
l'Union européenne



RÉGION  
Nouvelle-  
Aquitaine

Projet cofinancé par la  
Région Nouvelle-Aquitaine

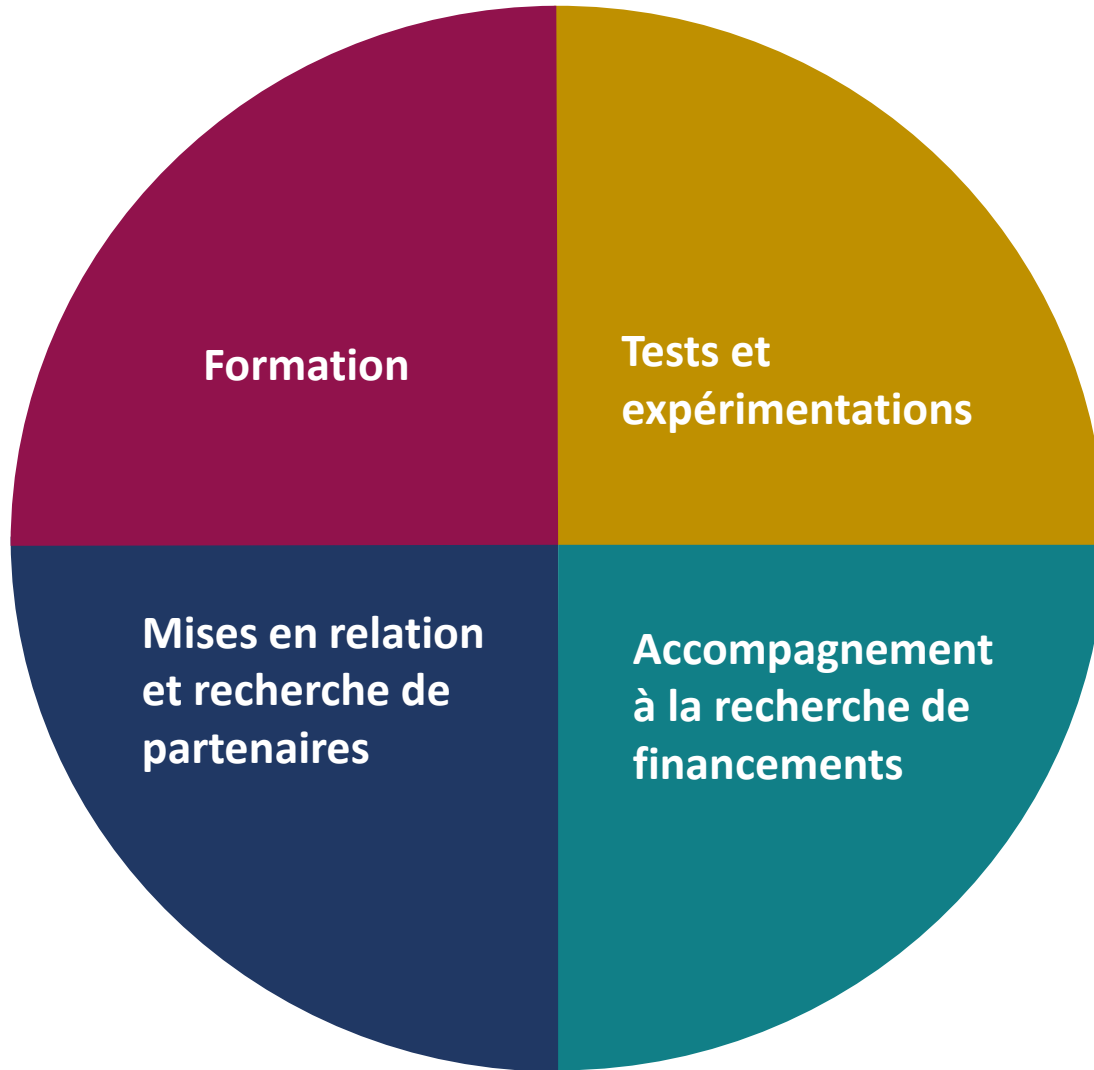


# Votre accompagnement au sein de Dihnamic : proximité et personnalisation





# Les services de Dihynamic : de la preuve de concept à la recherche de financement



Des services complémentaires, à la carte en fonction des besoins identifiés lors de la phase d'analyse et de diagnostic.

Des acteurs de haut niveau (centre techniques, universitaires, pôles) pour des services innovants avec une haute valeur ajoutée.

Project n° 101083886 Dihnamic



Cofinancé par  
l'Union européenne



RÉGION  
**Nouvelle-  
Aquitaine**

Projet cofinancé par la  
Région Nouvelle-Aquitaine



***Entreprises de la filière traitement de déchets et recyclage : quels apports de technologies avancées à base d'IA pour gagner en performance et compétitivité ?***

**Philippe Bidaud, Dihnamic**



# Les technologies avancées : quel objectif ?

- **Quels apports des technologies du « numérique » aux opérations d'identification de la nature des matériaux, de leur séparation et de leur stockage** en vue de leur valorisation sachant que la nature des problèmes est relativement différente entre le tri des déchets ménagers et les déchets « industriels ».
- La technologie est aussi indispensable au processus amont de collecte et en aval pour le transport et la valorisation (dont dépend la qualité du tri notamment).



# On se concentre ici les opérations sur lesquelles les exigences sont élevées à savoir :

1. Les **fonctions d'identification** des matériaux, de reconnaissance de leur forme qui font appel en particulier à des systèmes d'imagerie associées à des moyens de traitement des informations capteurs dans lesquels l'IA joue un rôle très important aujourd'hui.
2. Les **systèmes de séparation** (voire de démantèlement) – machines et robots manipulateurs parfois cobots voire des « outils » avec assistance ou pas et les interfaces opérateur qui exploitent divers procédés le plus souvent mécaniques (mais aussi chimiques) et de manipulation/convoyage en amont et en aval desquels on trouve des moyens de chargement/déchargement et d'intra-logistique)
3. Des **systèmes de monitoring (IoT) et de gestion des flux** ainsi que d'optimisation des ressources de différentes nature et la traçabilité des opérations.

# Les technologies avancées : de quoi parle-t-on ?

## OFFRE TECHNOLOGIQUE

**Des plateformes logicielles/  
matérielles et des expertises  
scientifiques/techniques organisées  
autour de 4 briques**



### AI & data-based services

- Machine learning
- Systèmes experts
- Aide à la décision
- Data Analytics
- IA distribuée
- Cloud/Edgesecurity

### Intelligent CyberSystems

- Co-design
- Traitements avancés
- Réseaux multi-modaux
- Diagnostic, suivi-monitoring, évaluation opérationnelle, implémentation (GPU, FPGA, Manycoeur...)
- Blockchain

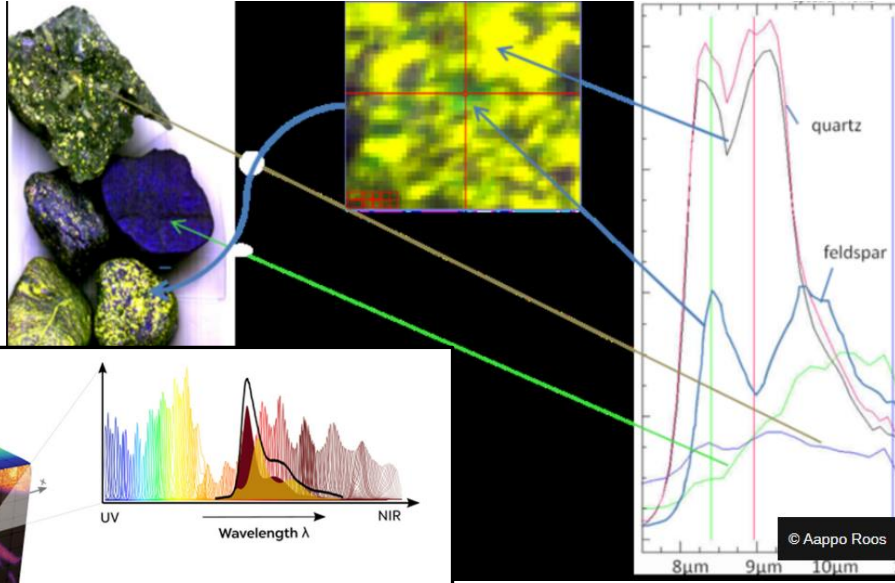
### Robotics & HMI

- Robotique interactive
- Contrôle basé capteurs
- Intra-logistique
- RH
- Applications robotiques (ROS2)

### Smart design & Agile manufacturing

- Modélisation, simulation, assimilation de données
- MDAO-MBSE
- Calcul scientifique, optimisation, monitoring de systèmes et de procédés

# Imagerie hyperspectrale pour la classification des matériaux et leur couplage avec d'autres imageurs



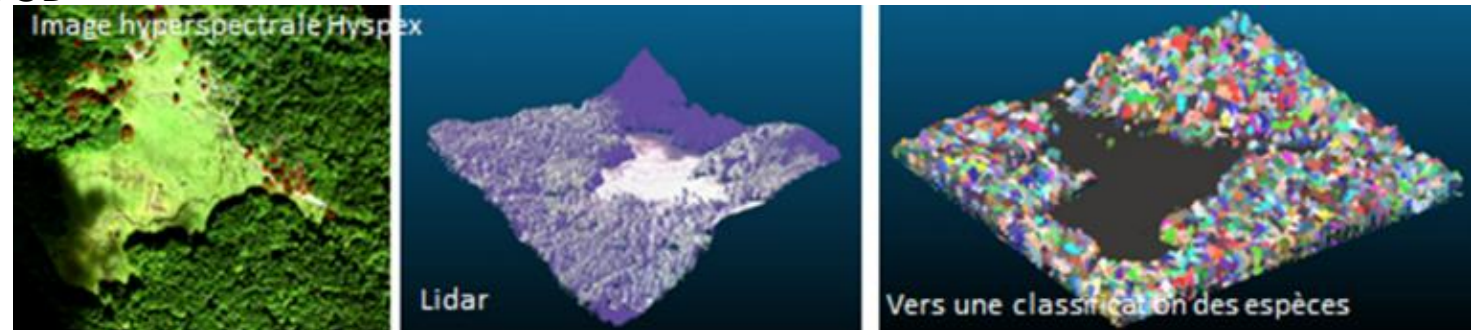
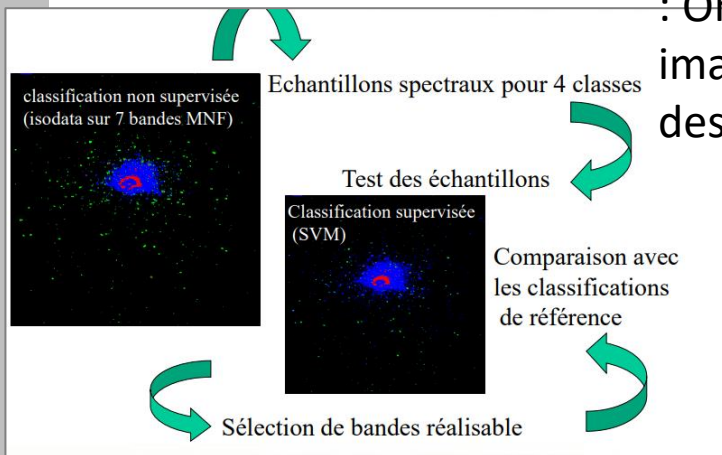
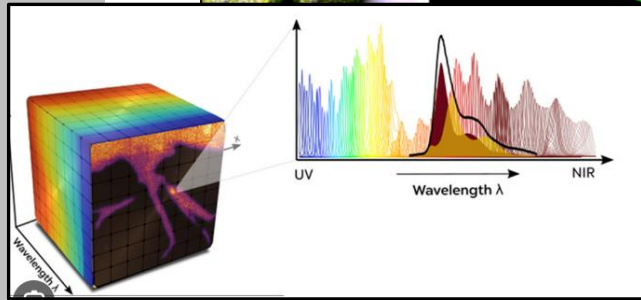
**Image hyperspectrale** est en réalité toute une série d'images de la même scène, mais prises dans plusieurs dizaines de longueurs d'onde. Une telle mesure fournit de nombreuses informations sur les propriétés physiques des objets observés

**Les traitements** : Un spectre contient des informations spectralement riches mais redondantes. La richesse spectrale des images hyperspectrales s'accompagne par des pertes de performances

Des méthodes de réduction de dimension visent à réduire l'importance de ces deux remarques tout en préservant les informations spectrales significatives.

Une première classe de méthode sélectionne les bandes contenant des informations pertinentes pour un objectif donné.

**Imageurs multi-physiques** : On peut coupler ces imageurs avec notamment des imageurs 3D



# Application des technologies aux opérations suivantes :

- **Rayonnement THz**

La bande TéraHertz (THz) la région spectrale comprise entre 0,3 et 10 THz (1 mm - 30  $\mu\text{m}$ ). Dans cette bande de fréquences, les ondes électromagnétiques ont la particularité de combiner plusieurs propriétés très intéressantes:

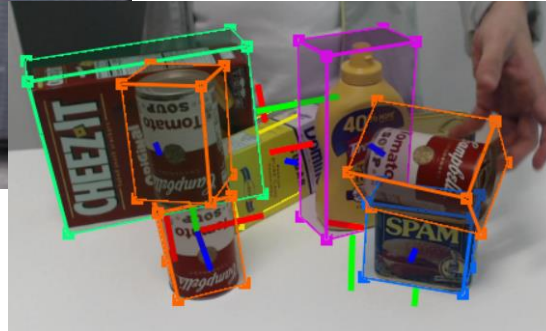
**Vision à travers la matière** : pénétration à travers des matières non polaires comme le tissu, la céramique, le plastique, le cuir et le carton

Accès à **d'autres propriétés** comme teneur en eau, les matières telles que les produits chimiques, les explosifs, etc. De nombreux gaz, liquides et solides ont des signatures spectrales spécifiques.

**Plus sûres** que les rayons X : rayonnement non ionisant, à faible énergie



# Imagerie 2D/3D pour la reconnaissance des formes et l'estimation de la localisation des objets



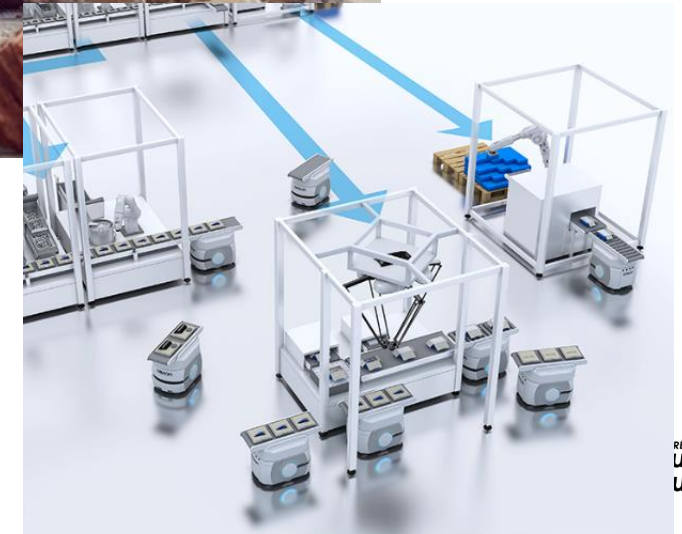
## Utilisation d'imageurs 2D/3D pour

- la reconnaissance des formes (par corrélation d'images),
- a **classification sémantique** des objets (par apprentissage possiblement interactif et données synthétiques),
- **l'estimation de leur « pose »** par apprentissage profond afin de les localiser dans l'espace de travail du robot.



**La robotique de manipulation** utilisant les informations visuelles en temps réel pour la saisie par asservissement visuel

**La robotique d'intra-logistique** assurant la mobilité de la matière et la gestion des flux par la mobilité autonome (ou assistée par la sécurité de la mobilité) des engins





**Robotique pour le démontage sécurisé des produits pour et la séparation des matières utilisant des technologies de la cobotique pour l'apprentissage des gestes techniques compte-tenu de la forte variabilité des produits.**







Project n° 101083886 Dihnamic



Cofinancé par  
l'Union européenne



RÉGION  
**Nouvelle-  
Aquitaine**

Projet cofinancé par la  
Région Nouvelle-Aquitaine



***Plate-forme ADDVISIA***

**Florian Pantaleao, Captronic**

# Plateforme d'imagerie ADDVISIA

## ADDVISIA

Faciliter l'exploration de nouvelles applications à base d'imageurs



Modulable  
et évolutive

Capteurs toujours à jour fournis  
par nos partenaires



Imageurs multispectraux  
et multimodaux

Capteurs Visible  
Capteurs IR (NIR – SWIR - LWIR)  
Capteurs mesure de distance (dTOF)  
Capteurs événementiel (Event based)



Environnement  
logiciel dédié

Une solution unique

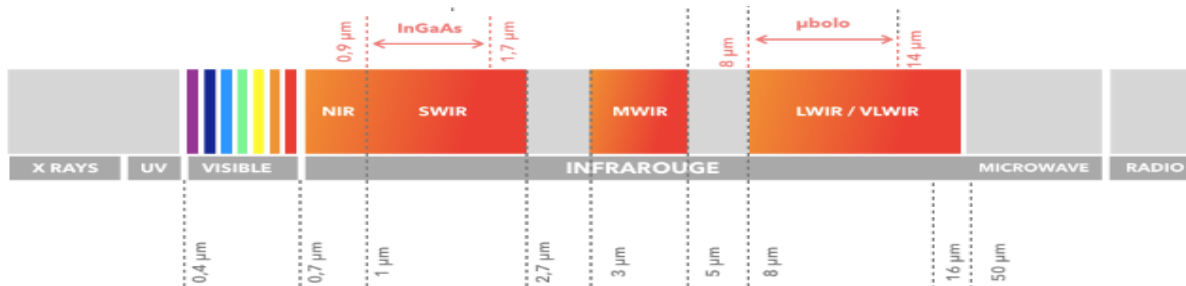
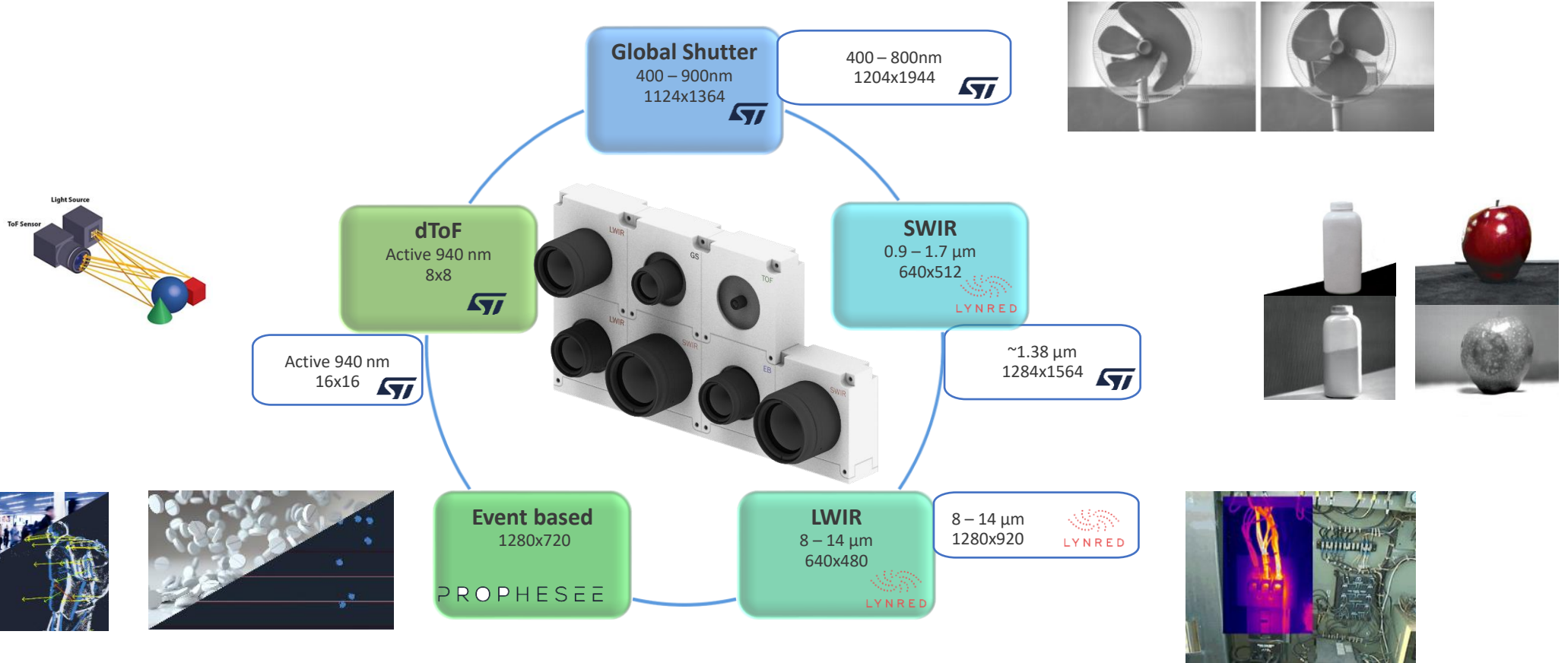


Briques logicielles de  
processing image

Cohérence spatiale  
et temporelle  
IA



# Plateforme d'imagerie ADDVISIA



Project n° 101083886 Dihnamic



Cofinancé par  
l'Union européenne



RÉGION  
**Nouvelle-  
Aquitaine**

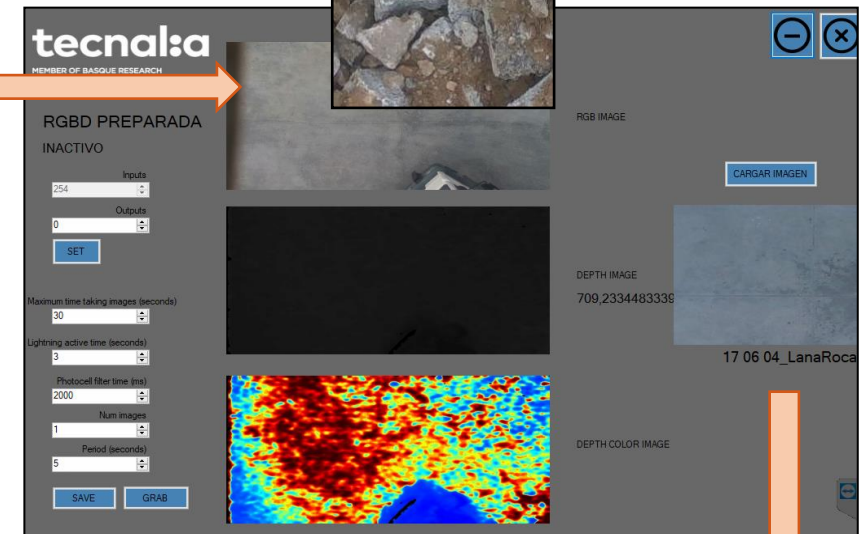
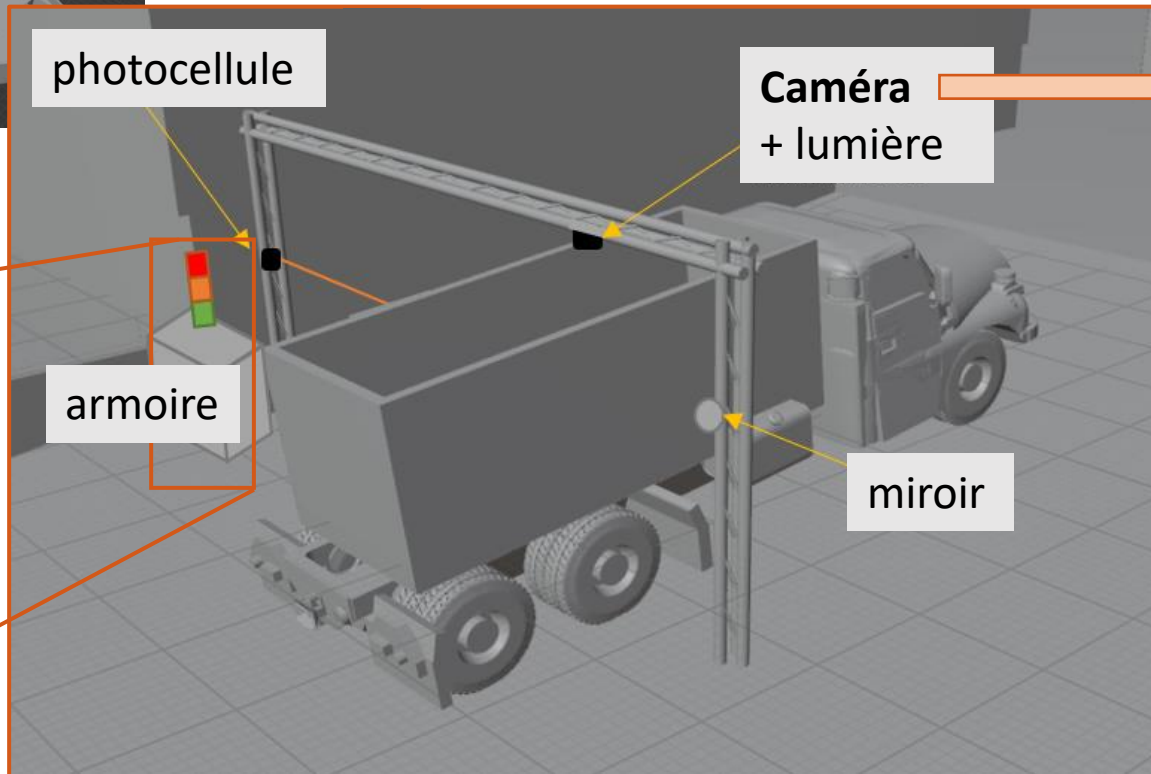
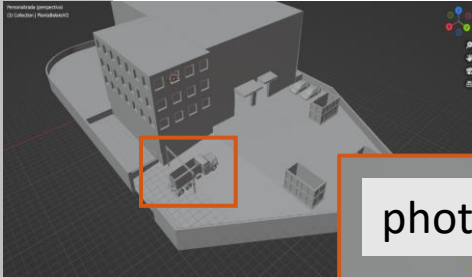
Projet cofinancé par la  
Région Nouvelle-Aquitaine



***Quelques exemples d'application  
technologique ?***

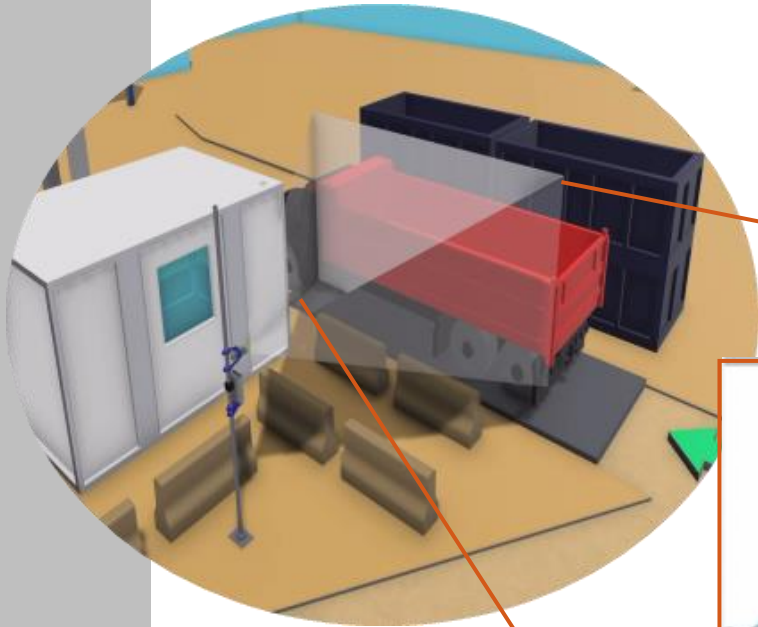
**Jabier Martinez, TECNALIA**

**Objectif:** Classification à haut niveau (bois, terre, déchets du BTP avec différents degrés de mélanges, laine de verre et EPS)



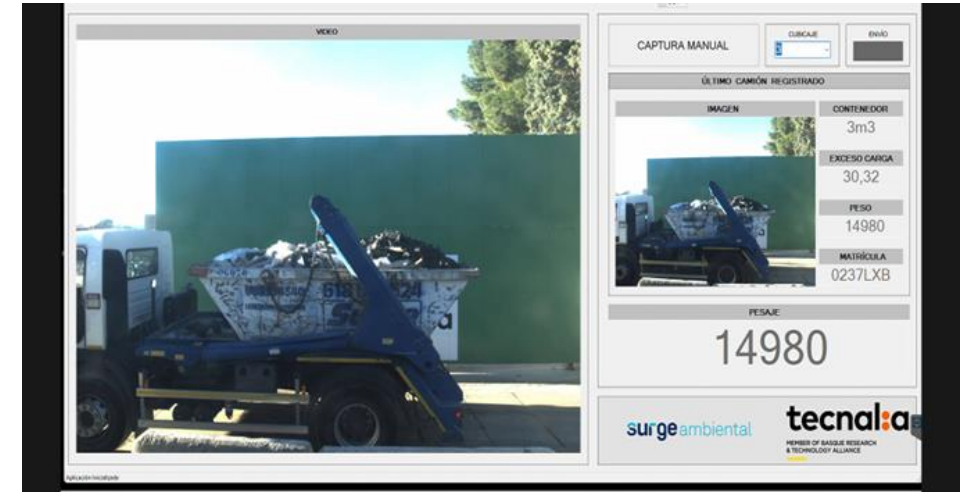
Codes basés sur le Catalogue Européen des Déchets (CED)

**Objetif:** Identification du camion, de la benne et du volume de déchets (contrôle volume et gestion excédent) pendant la mesure du poids



Excédent de matière

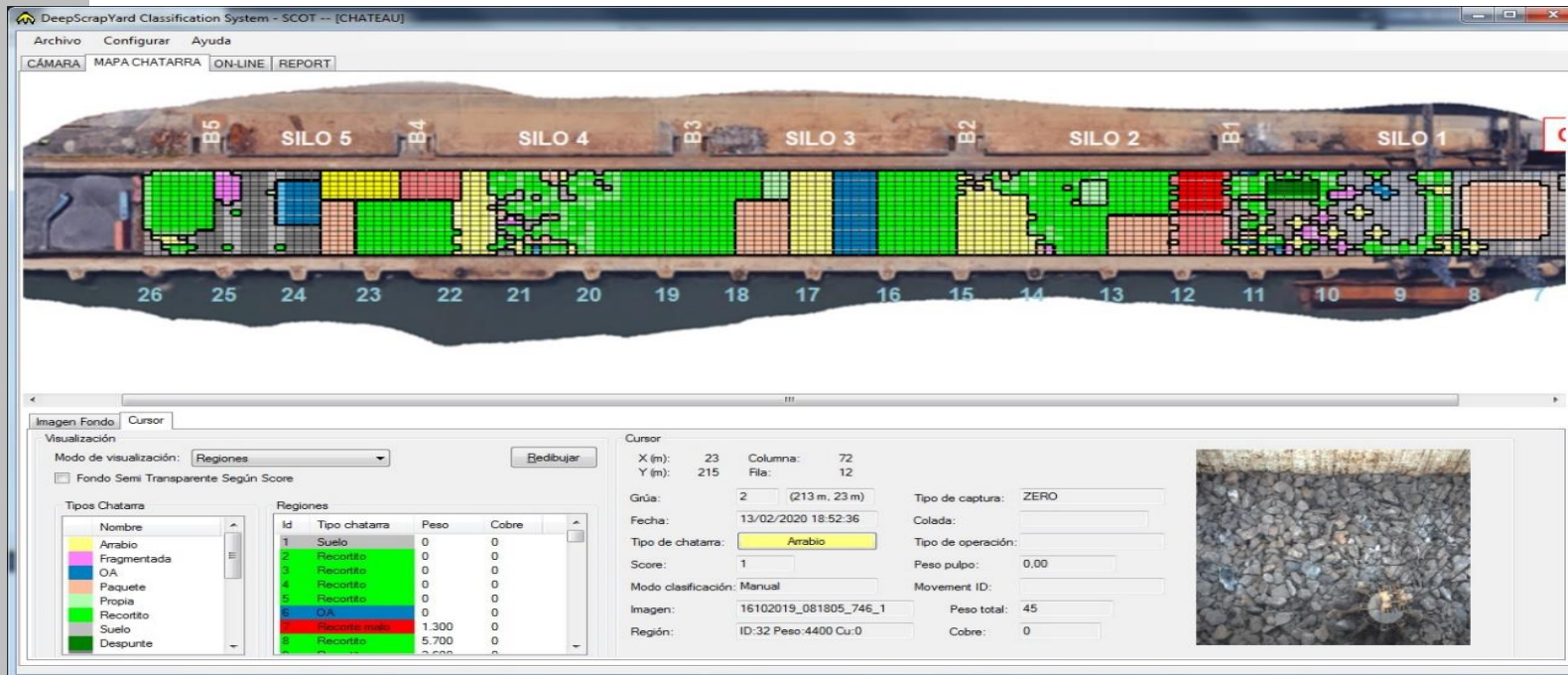
Type de conteneur



- ✓ Numérisation des données
- ✓ Automatisation de l'estimation du volume de chargement
- ✓ Taux de Précision > **95%**
- ✓ Réduction du temps de gestion à l'entrée < **50%**

**Objectif:** Contrôler la variabilité des déchets afin d'obtenir la qualité nécessaire pour la production d'acier basée sur le recyclage de la ferraille

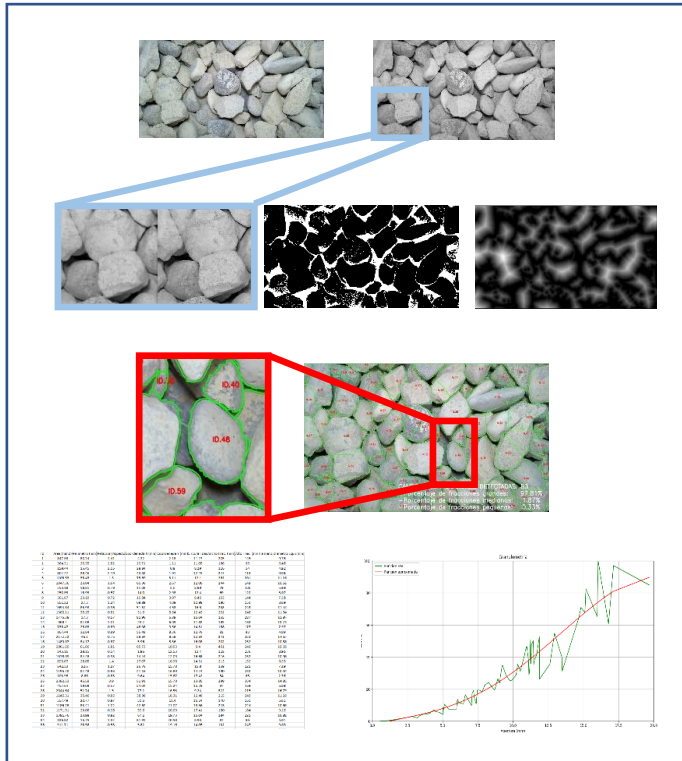
caméras installées sur les grues qui déplacent la ferraille



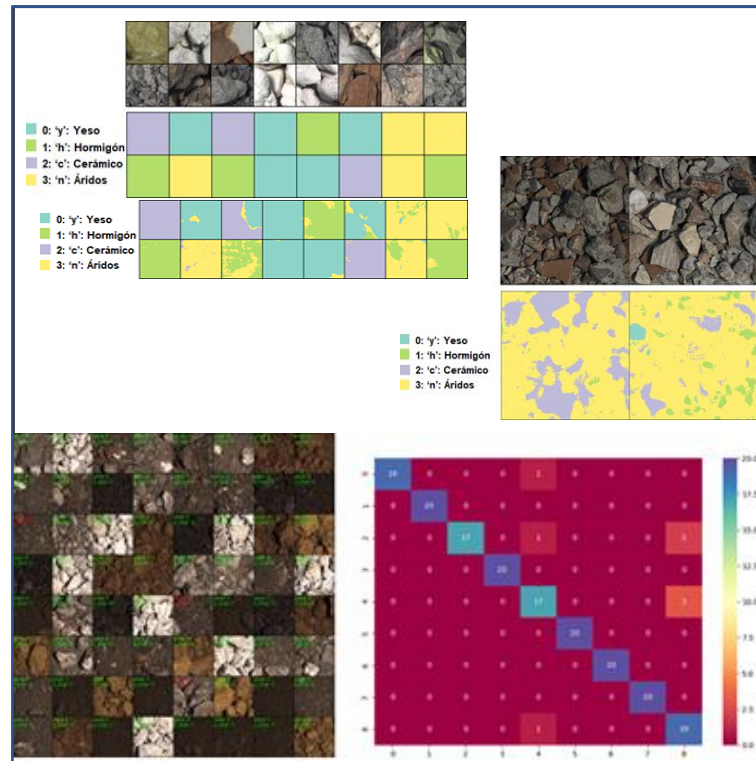
- ✓ Trier les types de déchets dans le panier pour optimiser le processus.
- ✓ Réduction du coût des matières premières (utilisation de matières premières moins chères).
- ✓ Le système peut automatiser le processus ou aider le travailleur dans sa décision.
- ✓ Optimisation de l'utilisation des matières premières avec impact direct sur l'empreinte carbone.

**Objectif:** Identification et quantification des paramètres des granulats recyclés (>4 mm)

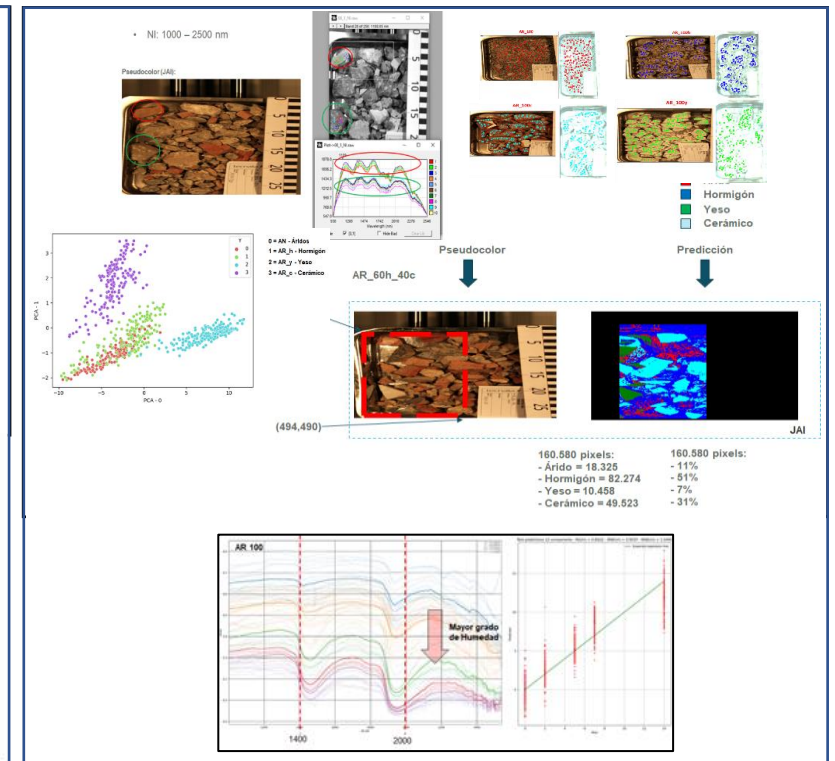
## GÉOMÉTRIE



## IDENTIFICATION



## COMPOSITION





**Objectif:** Caractérisation de la composition des granulats recyclés fins (<4 mm)



## Catégorisation selon sa composition

- Granulats de béton recyclé
- Granulats mixtes recyclés
- Granulats céramiques recyclés

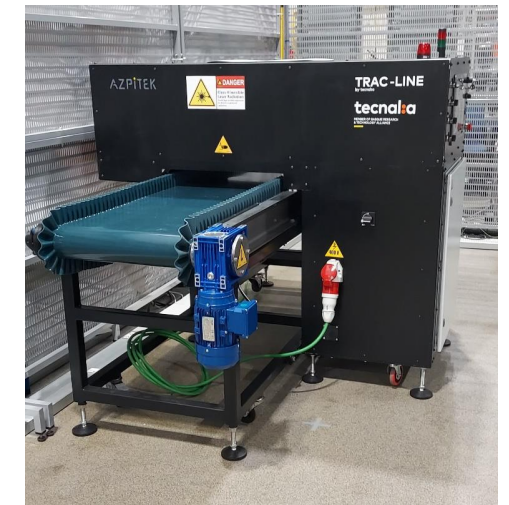
Teneur en pâte de ciment

Humidité



**Objectif:** Empêcher les polluants d'entrer sur le site

Caractérisation de l'humidité et **pollution par hydrocarbures** des terres d'excavation





Project n° 101083886 Dihnamic



Cofinancé par  
l'Union européenne



RÉGION  
Nouvelle-  
Aquitaine

Projet cofinancé par la  
Région Nouvelle-Aquitaine



***Webinaire Dihnamic :  
Robotique & IA au service de la  
gestion des déchets***

jabier.martinez@tecnalia.com  
jabier.martinez@tecnalia.com  
jabier.martinez@tecnalia.com  
jabier.martinez@tecnalia.com  
jabier.martinez@tecnalia.com  
+33 (0) 698660440



# Merci !

Maria EL JAUDI  
[m.eljaoudi@adi-na.fr](mailto:m.eljaoudi@adi-na.fr) | (+33)6 20 46 93 67

Philippe BIDAUD  
[philippe.bidaud@onera.fr](mailto:philippe.bidaud@onera.fr) | (+33)6 89 34 76 92

Florian PANTALEAO  
[pantaleao@captronic.fr](mailto:pantaleao@captronic.fr) | (+33) 06 79 49 06 37

Jabier Martinez  
[jabier.martinez@tecnalia.com](mailto:jabier.martinez@tecnalia.com) | (+33)6 98 66 04 40



[www.dihynamic.eu](http://www.dihynamic.eu)

 DIHNAMIC  @dihynamic

**Avertissement :** Le projet Dihynamic est cofinancé par l'Union Européenne au titre du programme Digital Europe et par la Région Nouvelle-Aquitaine. Les points de vue et les opinions exprimés ici n'engagent que les auteurs et ne reflètent pas nécessairement ceux de l'Union européenne ou de l'Agence Exécutive européenne de la Recherche. Ni l'Union européenne ni l'agence ne peuvent être tenues pour responsables de ces opinions.



Cofinancé par l'Union européenne



Projet cofinancé par la Région Nouvelle-Aquitaine