

A person with their hair in a bun is seen from the side, looking out of a train window. The view outside shows a landscape with fields and hills under a clear sky. The entire image has a teal color cast.

# RAiLENIUM

RAIL RESEARCH & INNOVATION

**i-TRANS**  
INNOVATION CATALYST



# Vers le déploiement des trains intelligents

Bertrand MINARY – DG IRT  
Railenium



ions

28 septembre 2023

**RAILENIUM**  
RAIL RESEARCH & INNOVATION

# Sommaire

- **L'IRT Railenium & l'Intelligence Artificielle pour le ferroviaire**
- **Les briques du Train Autonome « made in Railenium »**
  - Pour surveiller l'extérieur
  - Pour surveiller le matériel roulant et l'intérieur du train
  - Pour aider à la décision
  - Pour faciliter la vie du voyageur
- **Les perspectives de la filière ferroviaire française et le CORIFER**

# L'Institut de Recherche Technologique au service de la filière ferroviaire

## KEY FIGURES

**2012**

Date of creation

**70**

Projects carried out in 10 years (including 21 ongoing projects)

**140**

Partners involved (major groups, SMEs, start-ups, academics entities)

**32**

Thesis

**5**

Patents / apps

**>200**

Publications

**36M€**

of PIA funding

**3**

Platforms and equipments in operation (autonomous train, modelling) and 2 under construction (digital twin, digital test center)

**93**

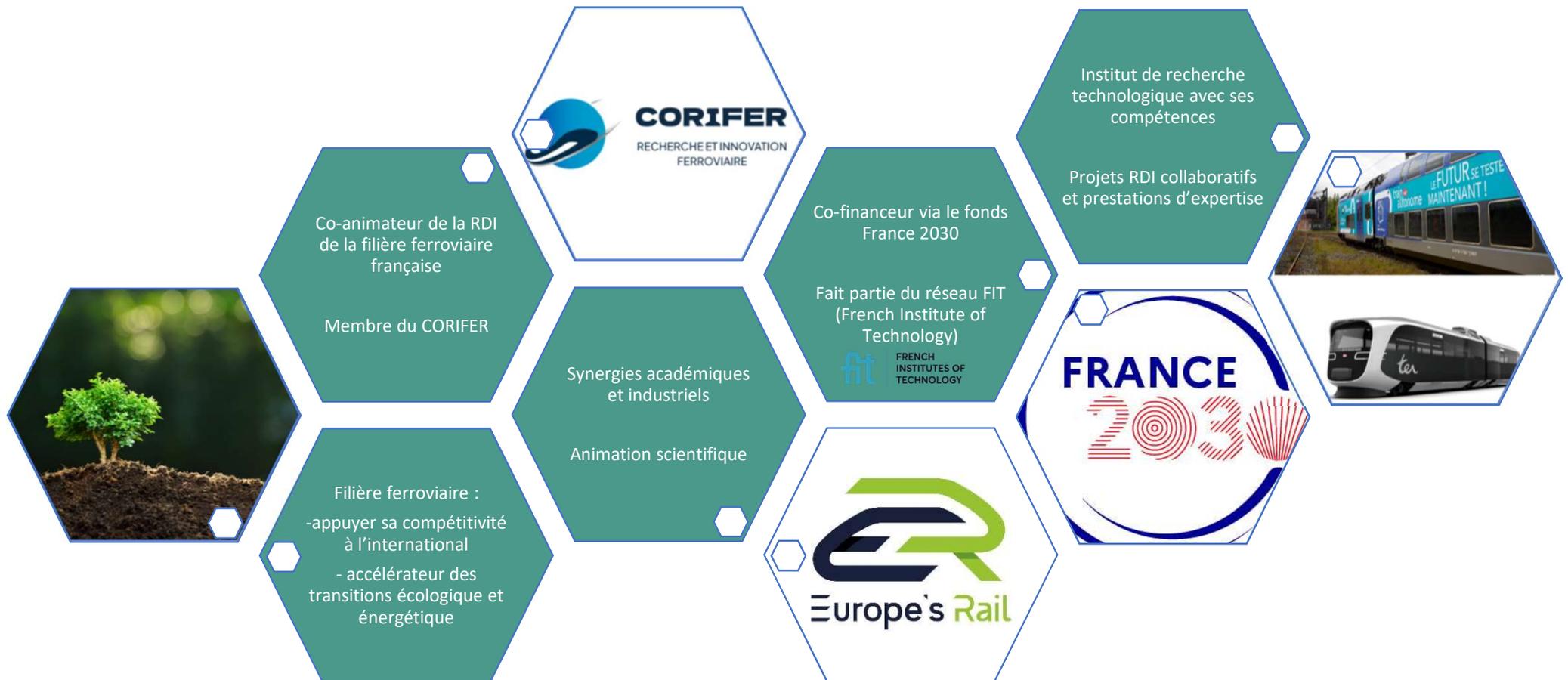
Employees and >100 academic or industrial staff available for projects

**3**

Locations Valenciennes, Villeneuve d'Ascq (Hauts-de-France region), and Saint-Denis (Parisian region)



# Les missions de l'institut de recherche technologique Railenium



# Projets clés de l'IRT Railenium

~20M€ / an



**Autonomous train**



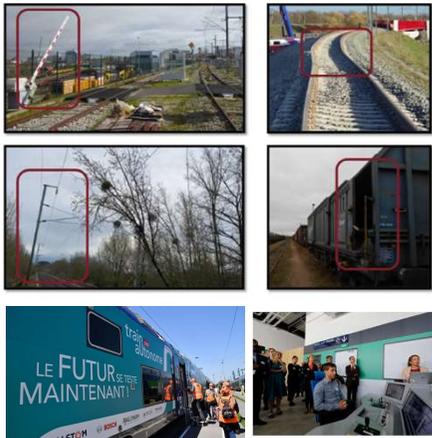
**Railway modelling & forecasting**



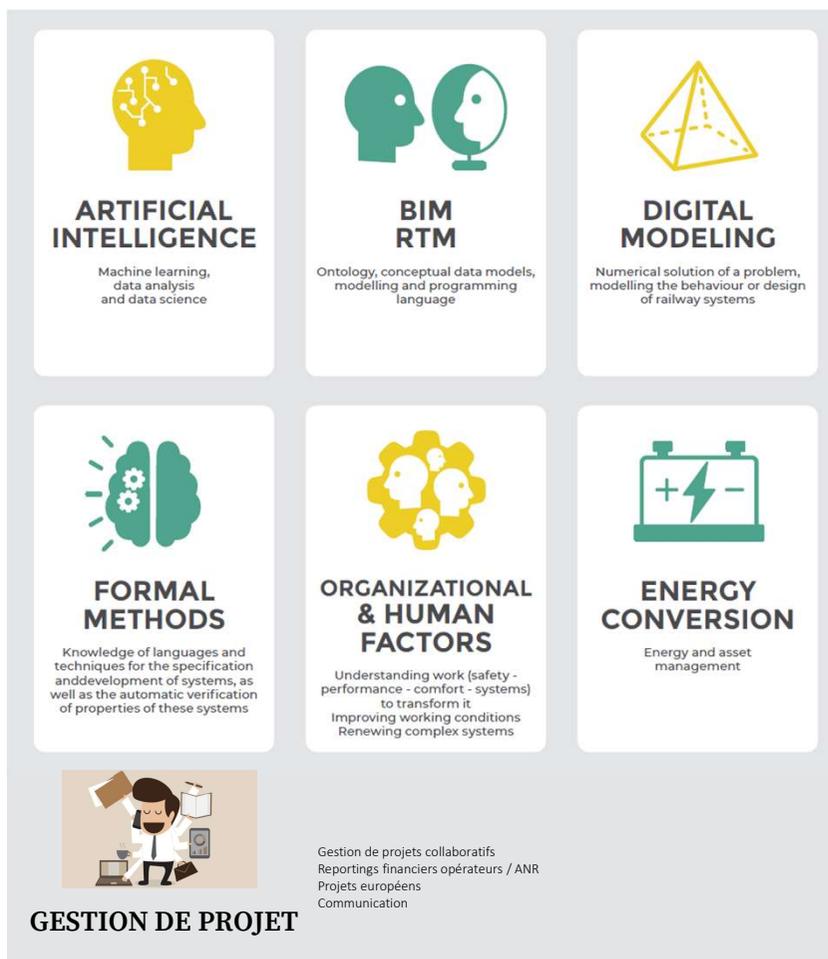
**Virtual tests**



**Light trains**



# Compétences Railenium mises pour la filière ferroviaire



RAILENIUM has implemented skills centers in order to:

- **Develop differentiating expertise for the railway sector**
- **Ensure high quality scientific expertise**
- **Serve our projects and our partners**
- **Explore technological innovations**

# Intelligence Artificielle @Railenium en 2023

## ■ Quelques chiffres

- 18 collaborateurs
- 6 thèses
- 10 projets R&D
- 27 publications scientifiques

## ■ Compétences

- Apprentissage machine
- Classification, prédiction, inférence, détection
- Ingénierie et analyse des données
- Traitement du signal : image, vidéo, audio, séries temporelles, nuage de points, etc.
- Fusion de données
- Robustesse, optimisation et déploiement des modèles

## ■ Actifs principaux

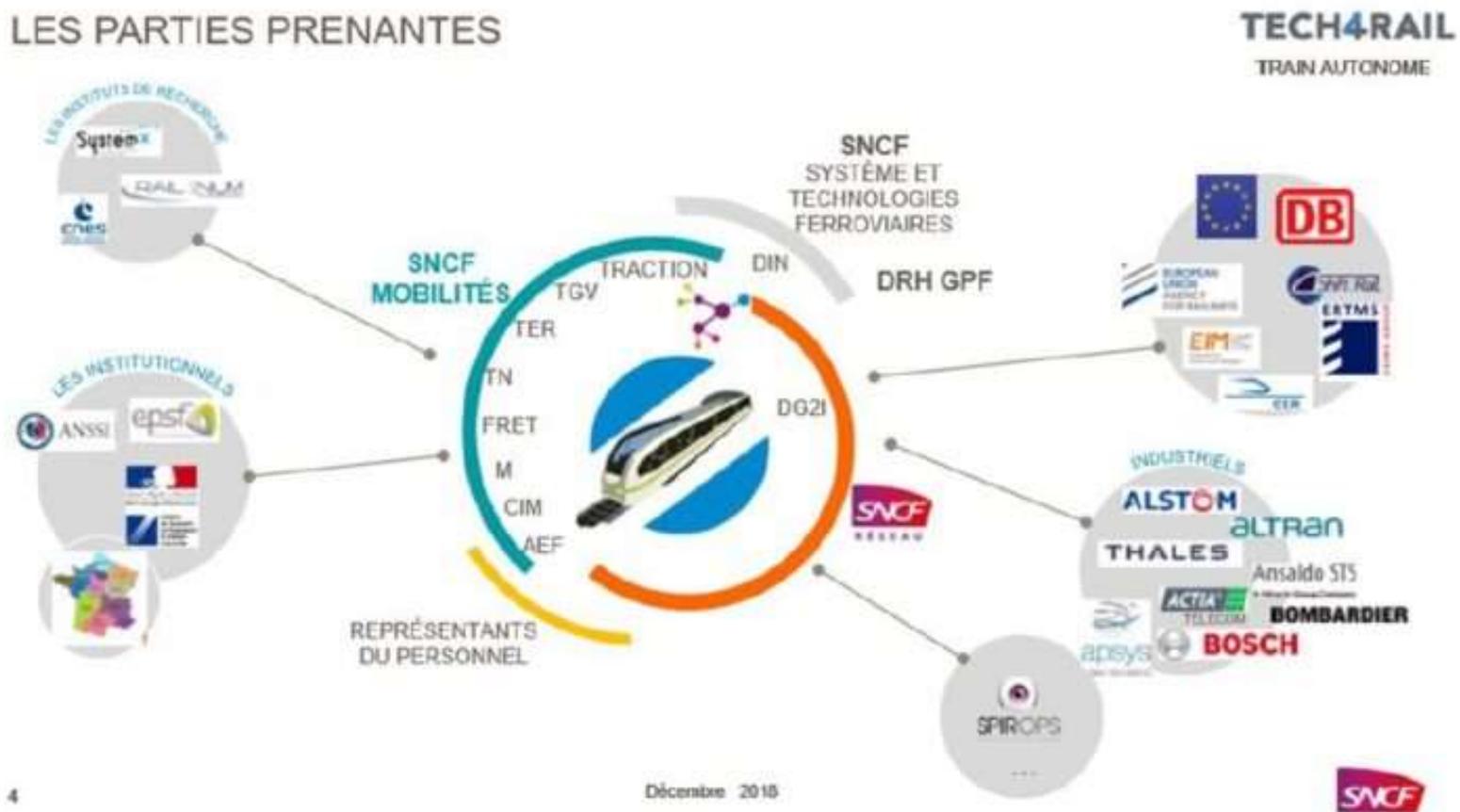
- Système de surveillance de l'environnement
- Système de surveillance de la voie
- Chariot pour la détection des défauts de surface
- Bases de données spécialisées : images de l'environnement du train, lidar, audio, etc.

## ■ Partenariats académiques



# Train autonome : un programme national français de 56M€ sur 2018

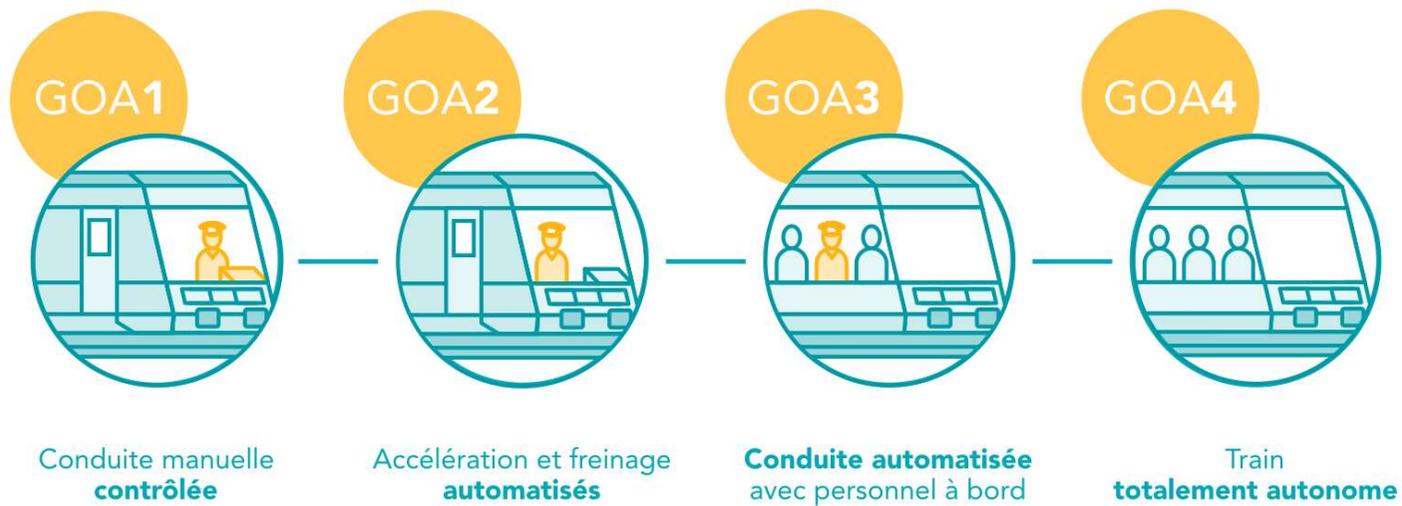
## LES PARTIES PRENANTES



# Train autonome : les degrés

#TrainAutonome

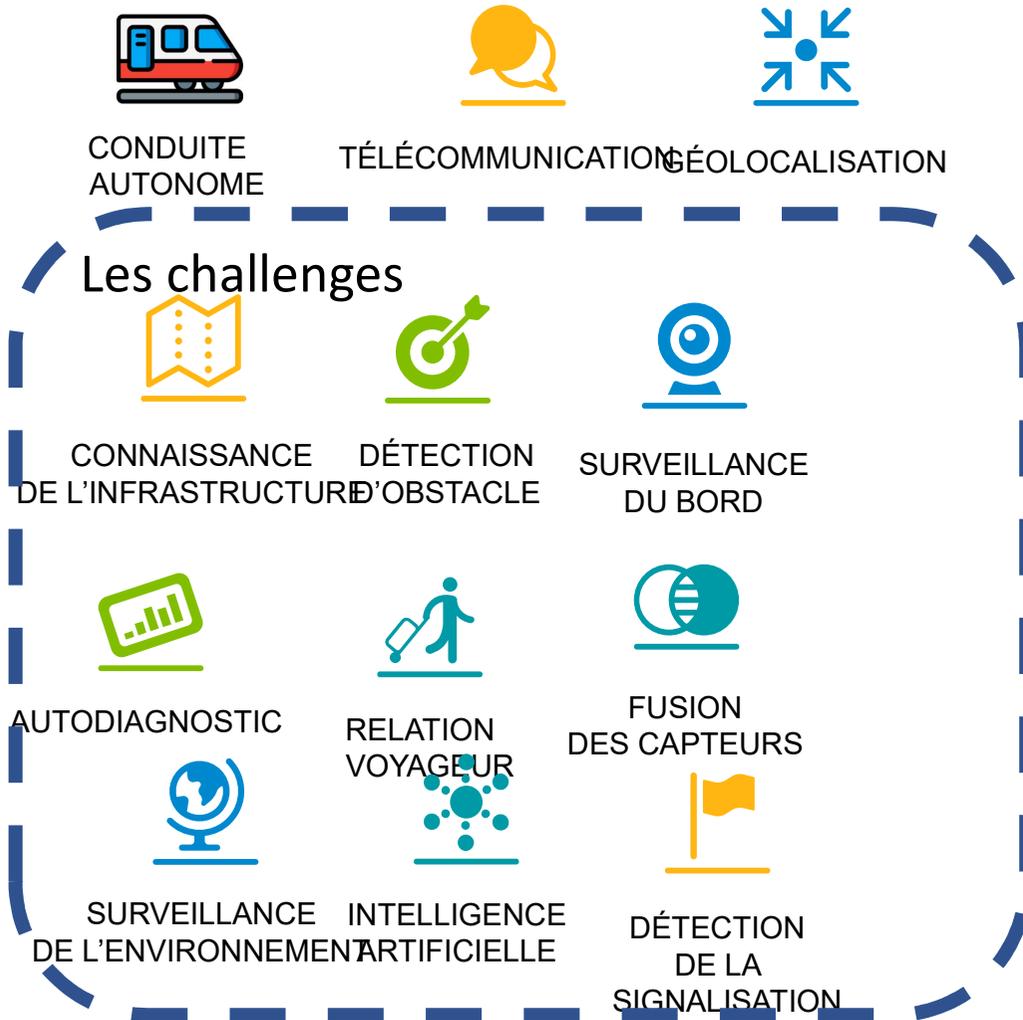
Le futur dès demain



GOA : Grade Of Automation, niveau d'automatisation



# Deux projets majeurs français de Train Autonome GOA4 depuis 2018



## Train de Fret Autonome



ALSTOM Capgemini engineering APSYS

HITACHI Inspire the Next RAIENIUM SNCF

## Train Autonome Service Voyageurs



ALSTOM BOSCH SPIROPS THALES RAIENIUM SNCF



# Systeme de perception

## Capteurs



Base de données

## Multimodalité :

- RGB
- Thermique
- Lidar
- Infra-rouge
- Microphone

## Perception et analyse des alés

**Obstacles** : piétons, animaux, véhicules, etc.

**Anomalies** : portes ouvertes sur trains croiseurs, signaux d'alerte lumineux, pétard, composants train, détection de malaises voyageur, etc.

**Infrastructure** : voie, tunnel, passage à niveau, etc.

## Prise de décision

Évitement de collisions avec les obstacles

Limitation de vitesse

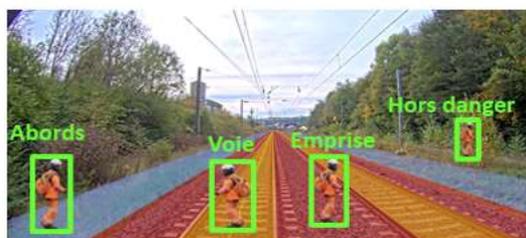
Effort de Traction / Freinage

**Train Autonome**

# Surveillance de l'environnement

## • Système de détections

- Détection d'obstacles (piétons, animaux, véhicules)
- Détection des anomalies (signal d'alerte lumineux, mouvements anormaux)
- Localisation par rapport au train
- Evaluation du niveau de danger par rapport au contexte
- Approche non supervisée de détection d'anomalies (comportements ou obstacles anormaux, rares ou inattendus)



Zone 0 Voie circulée + adjacentes  
Zone 1 Zone dangereuse  
Zone 2 Abords de voie



51.2983

Essai en condition réelle

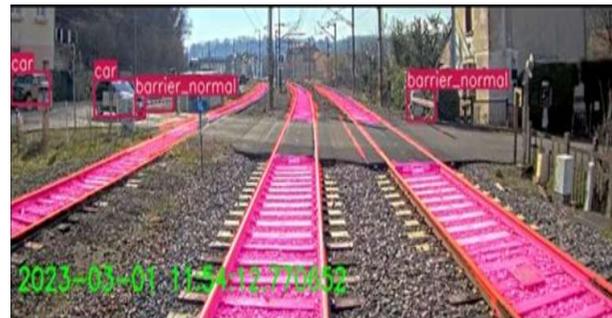


# Surveillance de l'infrastructure



## Analyse des défauts

- Délimitation de la voie circulée du train, des voies adjacentes, zones inter-rails et de l'emprise ferroviaire
- Analyse de la géométrie de la voie
- Analyse du niveau de ballasts et du placement des traverses
- Détection des anomalies sur les passages à niveau
- Détection des ouvrages d'arts (entrée/sortie de tunnels, ponts, etc.)



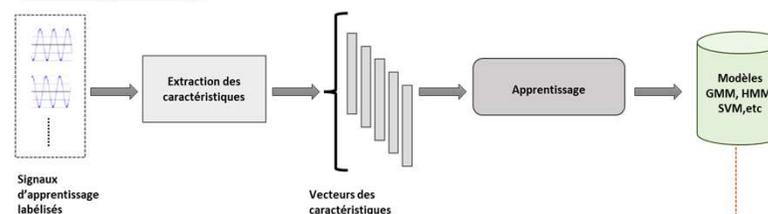
## Détection d'incendie sur des images hyperspectrales

# Surveillance du matériel roulant

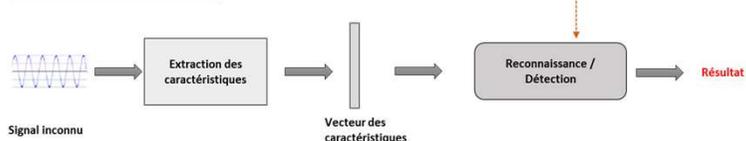
## Reconnaissance et détection audio

- Reconnaissance de motifs sonores: avertisseur, avertissements/sifflet des autres trains, etc.
- Détection de situations anormales basée sur l'audio : Pétards, Plats aux roues, Impact sous caisse, etc.

### Phase d'apprentissage

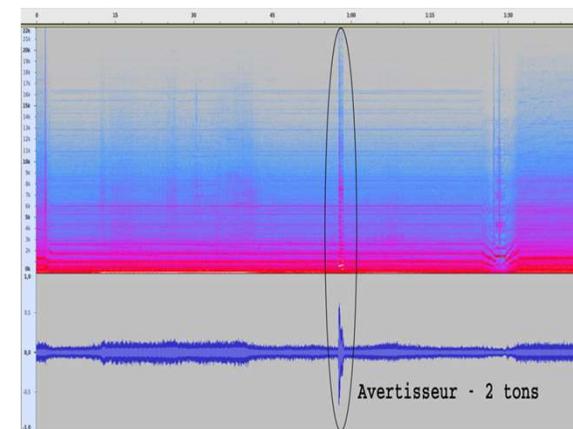


### Phase de reconnaissance



## Principe de reconnaissance audio

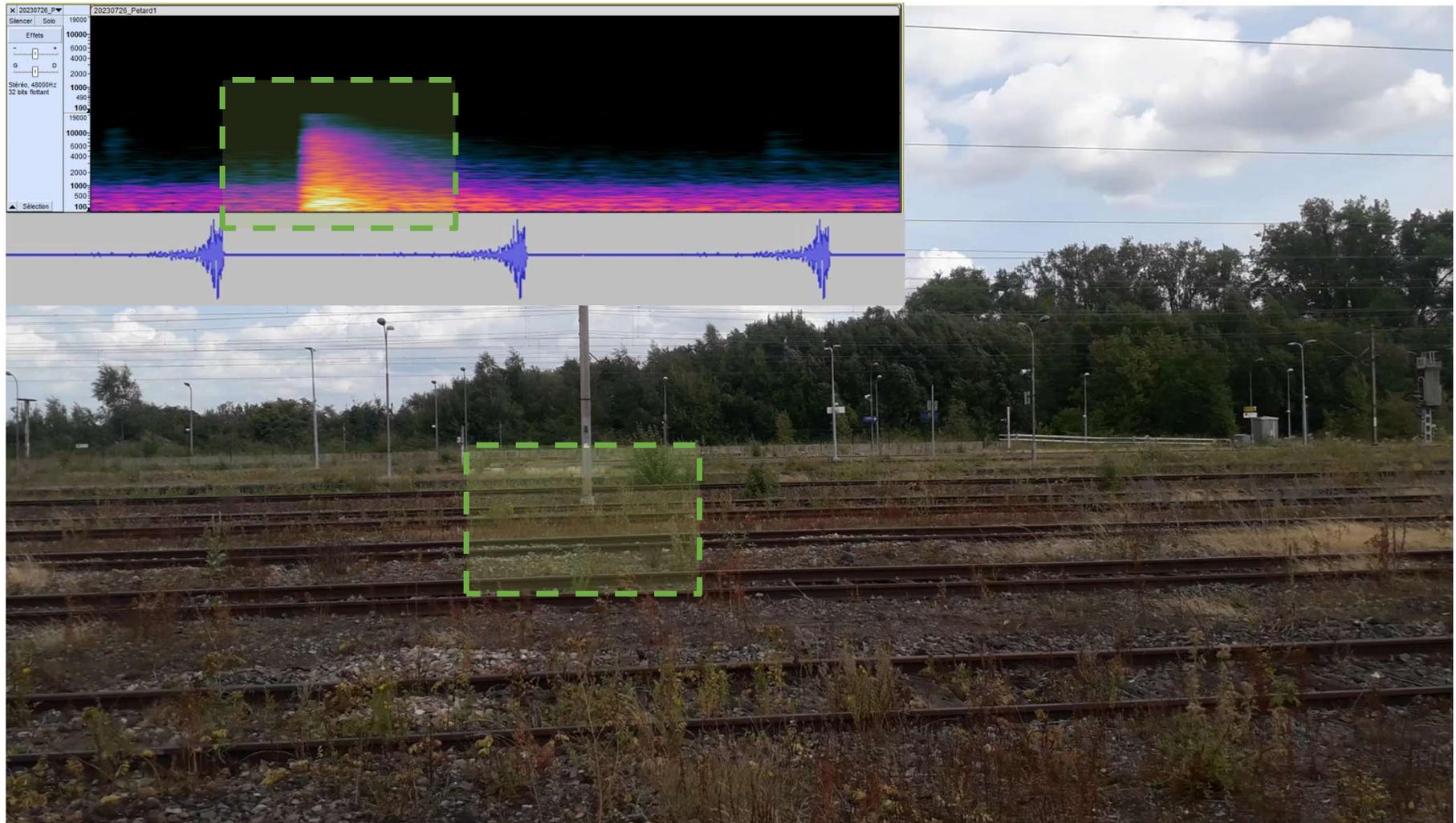
	Nb de flux audio	Nb de trames	Architecture des réseaux			Nb paramètres			Scores			
						normalisation	réseau	total	accuracy	recall	precision	
Les 2 paires de micros stéréo en coursive	4	20	F128 – F128 – F128			F3	512	688899	689411	99,5	99,5	99,5
			F128 – F128			F3	512	672387	672899	99,9	99,9	99,9
			C64 – C128 – C128	R32 – R32	F32 – F32	F3	512	288035	288547	100	100	100
			C32 – C64 – C64	R32 – R32	F32 – F32	F3	512	95619	96131	100	100	100
			C32 – C64 – C64	R16 – R16	F8 – F8	F3	512	72747	73259	100	100	100
			C32 – C64 – C64	R8 – R8	F8 – F8	F3	512	64027	64539	98,4	98,4	98,4
			C32 – C64	R8 – R8	F8 – F8	F3	512	53051	53563	98,3	98,3	98,3
			C64 – C128 – C128	R32 – R32	F32 – F32	F3	256	286883	287139	96,4	96,4	96,4
			C32 – C64 – C64	R8 – R8	F8 – F8	F3	256	64347	64603	97,2	97,2	97,2
			C32 – C64	R8 – R8	F8 – F8	F3	256	33307	33563	88,6	85,7	90,5
Les 2 canaux gauches des micros stéréo en coursives	2	20	F128 – F128 – F128			F3	512	361219	361731	100	100	100
			F128 – F128			F3	512	344707	345219	99,8	99,8	99,8
Les canaux 0 des micros ambisoniques en cabine 1 et cabine 2	2	20	C64 – C128 – C128	R32 – R32	F32 – F32	F3	256	286883	287139	100	100	100
			C32 – C64 – C64	R8 – R8	F8 – F8	F3	256	63771	64027	100	100	100
			C64 – C128 – C128	R32 – R32	F32 – F32	F3	256	286883	287139	100	100	100
			C32 – C64 – C64	R8 – R8	F8 – F8	F3	256	63699	63955	99,7	99,7	99,7



## Résultats pour la reconnaissance des avertisseurs sonores

## Exemple de signaux

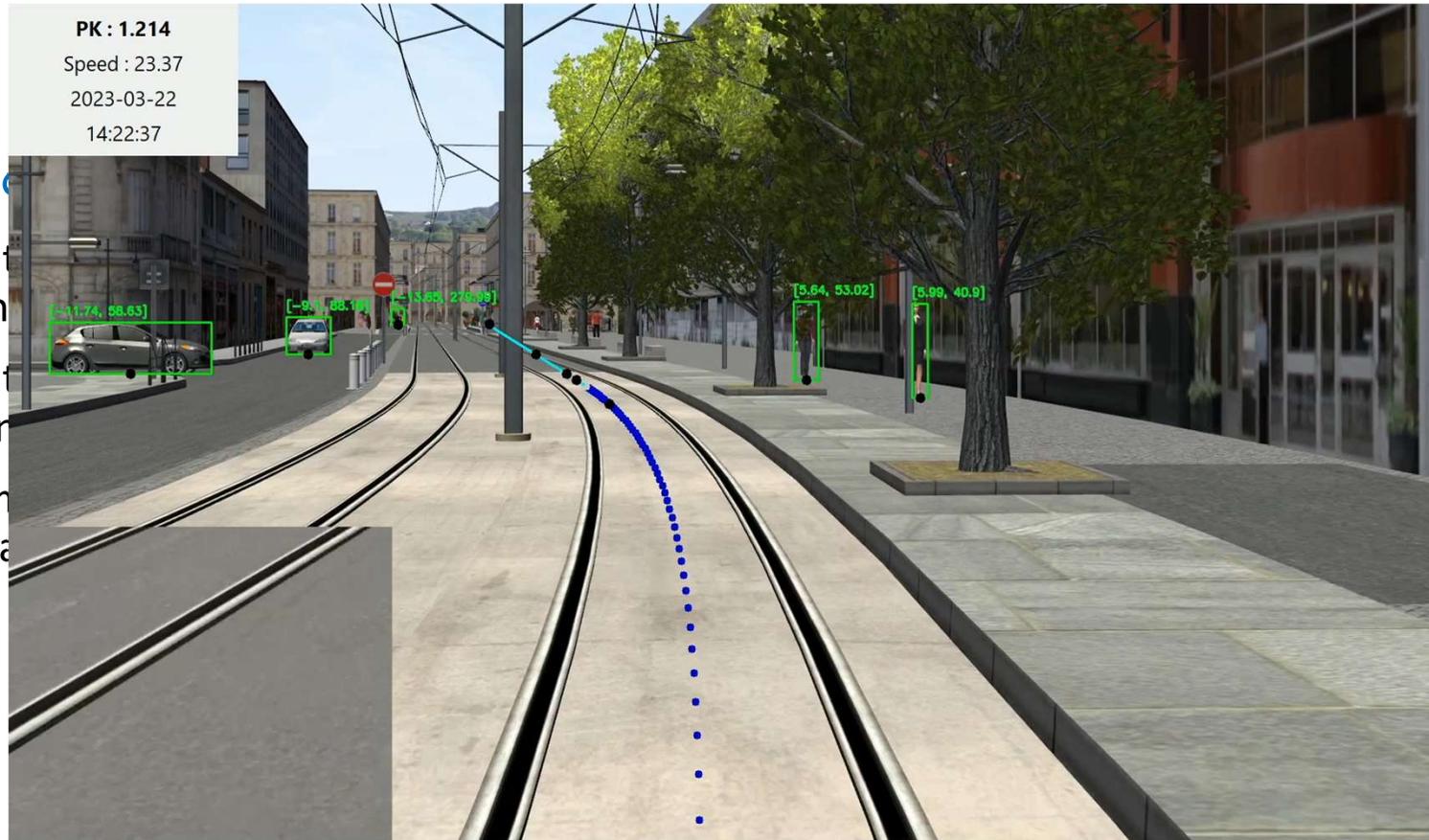
# Détection des signaux d'alerte sonores



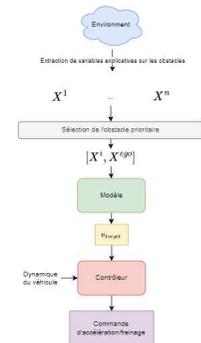
# Prise de décision de conduite autonome

## Gestion

- Proposition pour un
- Proposition intégrant
- Expérimentation et de tra



## Méthode par imitation

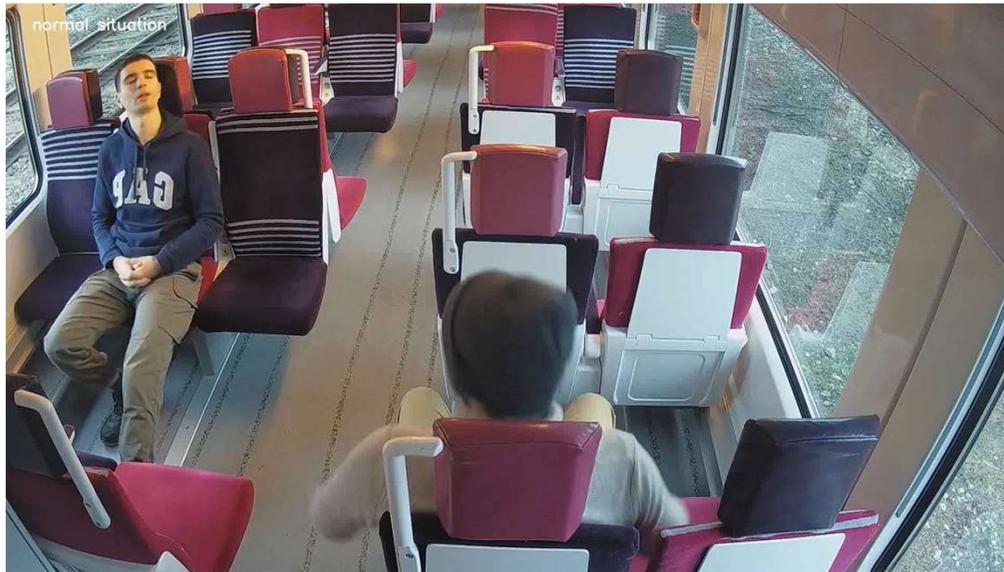


## Application tramway



Tests sur simulateur avant tests réels

# Relation voyageurs



## Perception du contexte à bord

- Reconnaissance d'activité normale : détection des bagages abandonnés ou gênants, des disponibilités des sièges, porte-bagages et emplacements vélo
- Détection de situations anormales : malaise ou chute de voyageur dans la rame, agression, harcèlement et vol
- Détection d'actes de malveillances : endommagement du train, tag des vitres, signal d'alerte enclenché

## Reconnaissance de scènes de violence

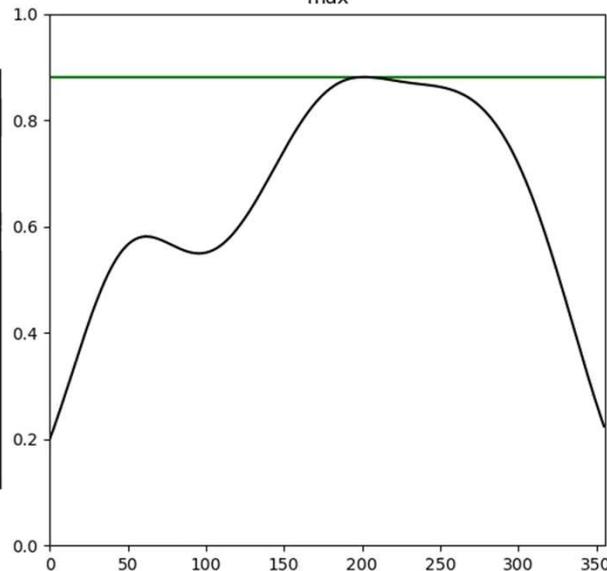


# Accès voyageurs



## Flux de voyageurs

- Analyse situation globale en intérieur (disponibilité sièges, comptages, détection de bagages abandonnés et gênants, disponibilité porte-bagage, etc.)
- Analyse de l'état sanitaire des toilettes
- Comptage, suivi et analyse des flux montants / descendants
- Remontée d'information sur les obstacles entre les portes et anomalies de fonctionnement



## Prédiction des zones d'anomalies potentielles

18/09/2023

Journée Mobilité Intelligente et Transitions

19

# Les perspectives de l'IA dans le ferroviaire...

Expérience voyageurs

Jumeau numérique

Optimisation énergétique

Certification de l'IA

Maintenance prédictive

Cybersécurité

Télécommunications



La filière ferroviaire structure sa R&D sur 2023 – 2023  
Le Conseil d'Orientation de la Recherche et de  
l'Innovation de la filière FERroviaire (CORIFER)



**CORIFER**

RECHERCHE ET INNOVATION  
FERROVIAIRE

« Le CORIFER établit une **stratégie d'innovation ambitieuse** et pilote la **feuille de route de la filière ferroviaire**. Ce travail collectif a pour but d'éclairer les décisions d'investissement, ainsi que la politique de **soutien de la puissance publique**. Il fera également émerger des projets collaboratifs fondés sur la **complémentarité entre les mondes industriel et académique** »

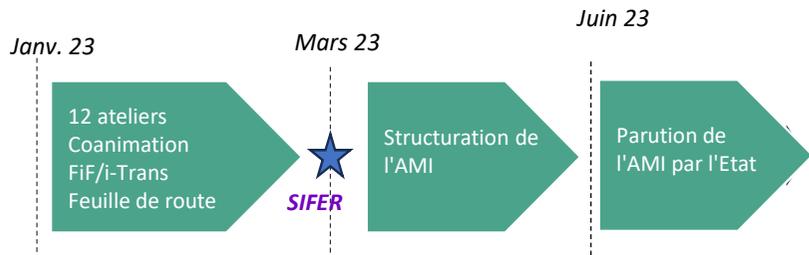


**GOUVERNEMENT**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# La feuille de route du CORIFER : une création collective de la filière



UNE FEUILLE DE ROUTE 2023 - 2030 AMBITIEUSE, DEFINIE ET ADOPTEE PAR LA FILIERE ET SOUTENUE PAR L'ETAT, POUR FAVORISER L'EMERGENCE DE PROJETS COLLABORATIFS DE RECHERCHE ET DE DEVELOPPEMENT A FORTE DIMENSION INDUSTRIELLE.

# Feuille de route CORIFER 2023 - 2030

## 4 thèmes prioritaires identifiés par le CORIFER

### INDUSTRIE & INFRASTRUCTURE DU FUTUR

*« Soutenir l'industrialisation des futurs systèmes ferroviaires grâce à des filières françaises fortes, en mouvement vers les technologies performantes et décarbonées de demain »*

### MOBILITÉ INCLUSIVE

*« Faire du train le choix n°1 des voyageurs sur tous les territoires : plus sûr, plus accessible, plus connecté »*

### TRAIN ZÉRO CARBONE

*« Faire du secteur ferroviaire la colonne vertébrale d'une mobilité interconnectée, durable, décarbonée, résiliente et sobre »*

### TRAINS INTELLIGENTS

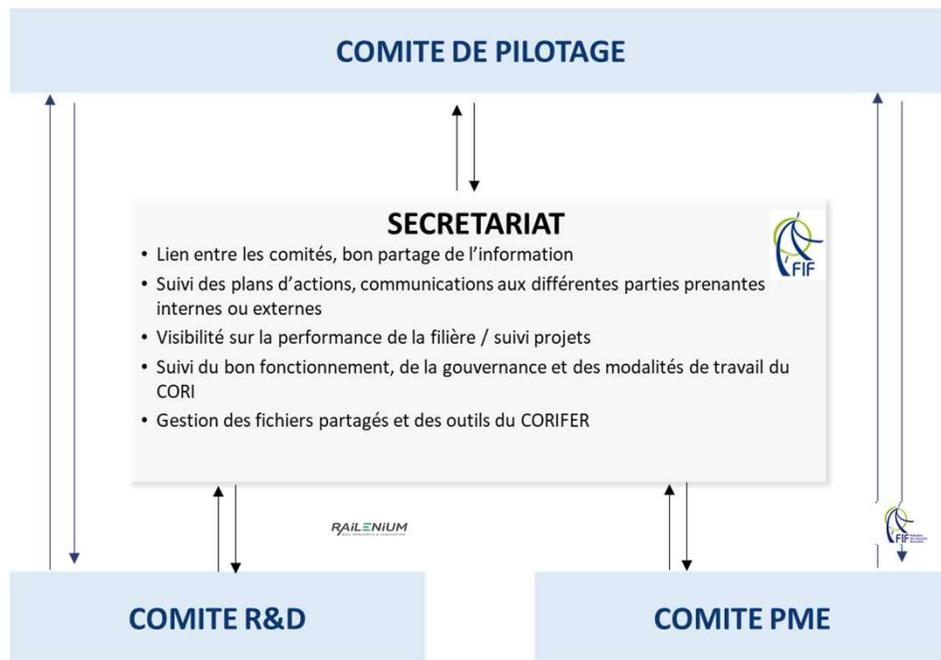
*« Mettre sur les rails les trains intelligents et les systèmes embarqués pour améliorer l'efficacité du transport des personnes et des marchandises »*



# CORIFER : une organisation de la filière ferroviaire + un appel à manifestation d'intérêt support



Carole DESNOST  
Présidente du CORIFER  
Ambassadrice France 2030  
Directrice Technologies Innovation et Projets  
Groupe SNCF



**APPEL À  
MANIFESTATION D'INTÉRÊT**

CORIFER 2023  
15 juin au 28 novembre 2023



# L'AMI CORIFER



## Thématiques

- Train à très faible impact environnemental
- Mobilité du quotidien performante et inclusive
- Numérisation du transport ferroviaire : véhicule, infrastructure et industrie
- Accélération du fret ferroviaire



## Propositions de projets

- > 4 M€ pour un projet individuel ou collaboratif de type R&D
- > 5 M€ minimum pour un projet d'investissement
- 2 à 5 ans pour la durée indicative des projets



## Fonds publics

- Opérateur BPI France
- Subventions et avances récupérables
- Modalités définies au niveau des dispositifs de financement aval par lesquels les projets seront financés.



## Relèves

- [25 juillet 2023 à 12h (midi)]
- 28 novembre 2023 à 12h (midi)

Les trains intelligents de demain se préparent dans le CORIFER !

Quelques projets : trains légers, HPMV, SERM, ...

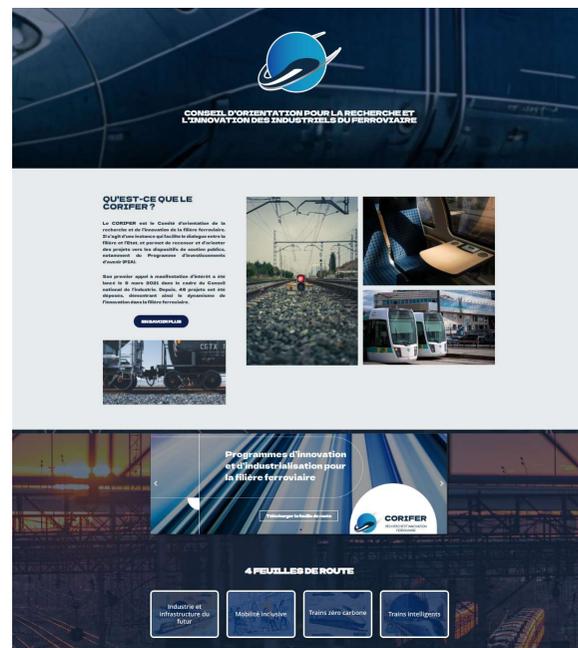
# Plus d'informations sur le CORIFER

AMI CORIFER 2023

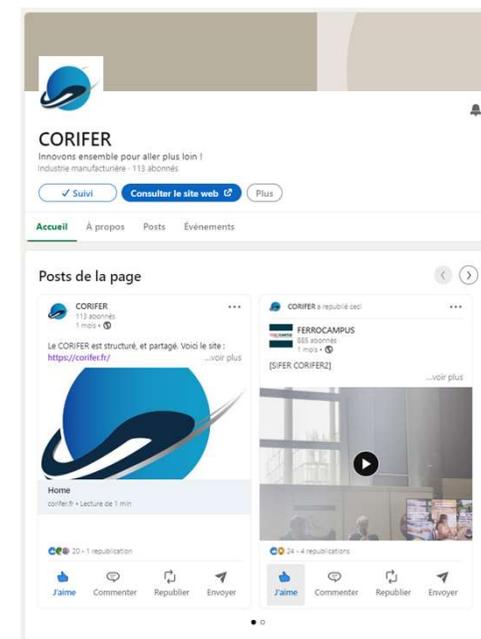
<https://www.bpifrance.fr/nos-appels-a-projets-concours/apel-a-manifestations-dinteret-corifer-2023>



Feuilles de route

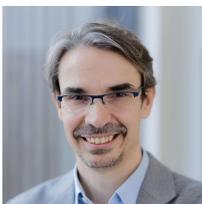


[www.corifer.fr](http://www.corifer.fr)



# MERCI ! Q&R ?

## YOUR CONTACT



**Bertrand MINARY**  
*Directeur Général*  
CEO  
Mob. +33 (0)6 07 37 45 59  
bertrand.minary@railenium.eu

**RAIENIUM**  
RAIL RESEARCH & INNOVATION

RAIENIUM  
180 rue Joseph-Louis Lagrange  
59308 VALENCIENNES Cedex

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

  
i-TRANS  
INNOVATION CATALYST