

A person is seen from the side, looking out of a train window. The scene is dimly lit with a teal tint. The person's hair is tied up. The window shows a landscape with fields and hills under a clear sky. The overall mood is contemplative and forward-looking.

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

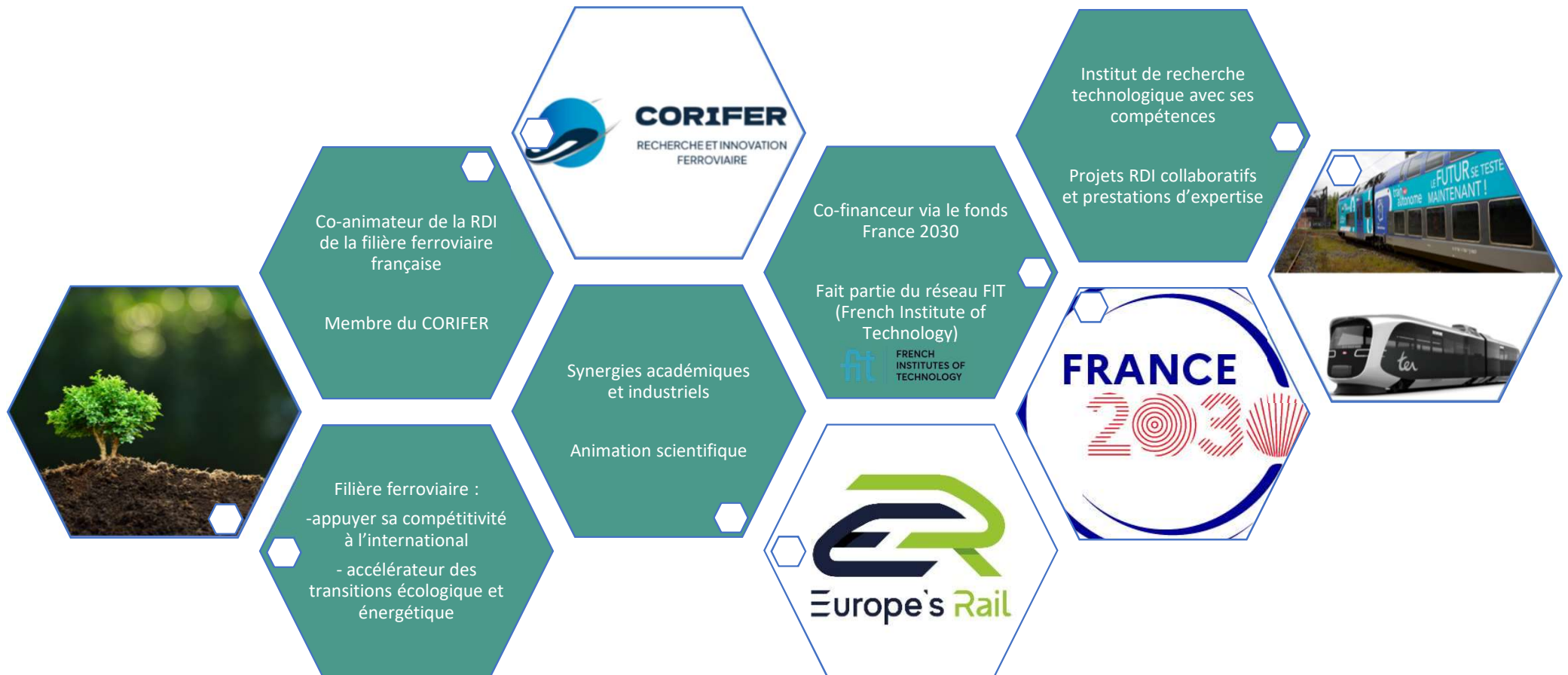
Employees and >100 academic or industrial staff available for projects

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

<p>ARTIFICIAL INTELLIGENCE Machine learning, data analysis and data science</p>	<p>BIM RTM Ontology, conceptual data models, modelling and programming language</p>	<p>DIGITAL MODELING Numerical solution of a problem, modelling the behaviour or design of railway systems</p>
<p>FORMAL METHODS Knowledge of languages and techniques for the specification and development of systems, as well as the automatic verification of properties of these systems</p>	<p>ORGANIZATIONAL & HUMAN FACTORS Understanding work (safety - performance - comfort - systems) to transform it Improving working conditions Renewing complex systems</p>	<p>ENERGY CONVERSION Energy and asset management</p>
<p>GESTION DE PROJET Gestion de projets collaboratifs Reportings financiers opérateurs / ANR Projets européens Communication</p>		

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

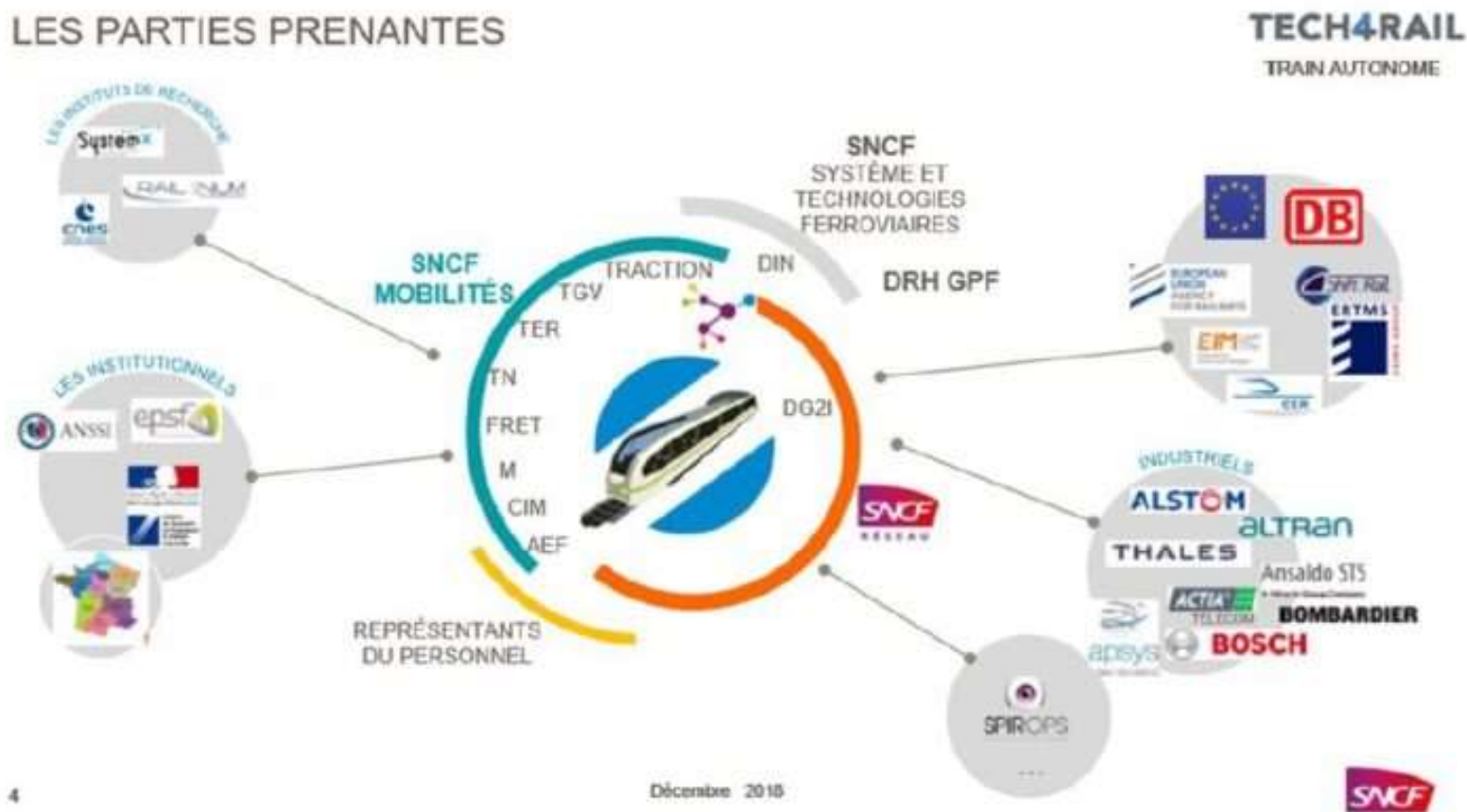
- Système de surveillance de l'environnement
- Système de surveillance de la voie
- Chariot pour la détection des défauts de surface
- Bases de données spécialisées : images de l'environnement du train, lidar, audio, etc.

■ Partenariats académiques



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

LES PARTIES PRENANTES



4

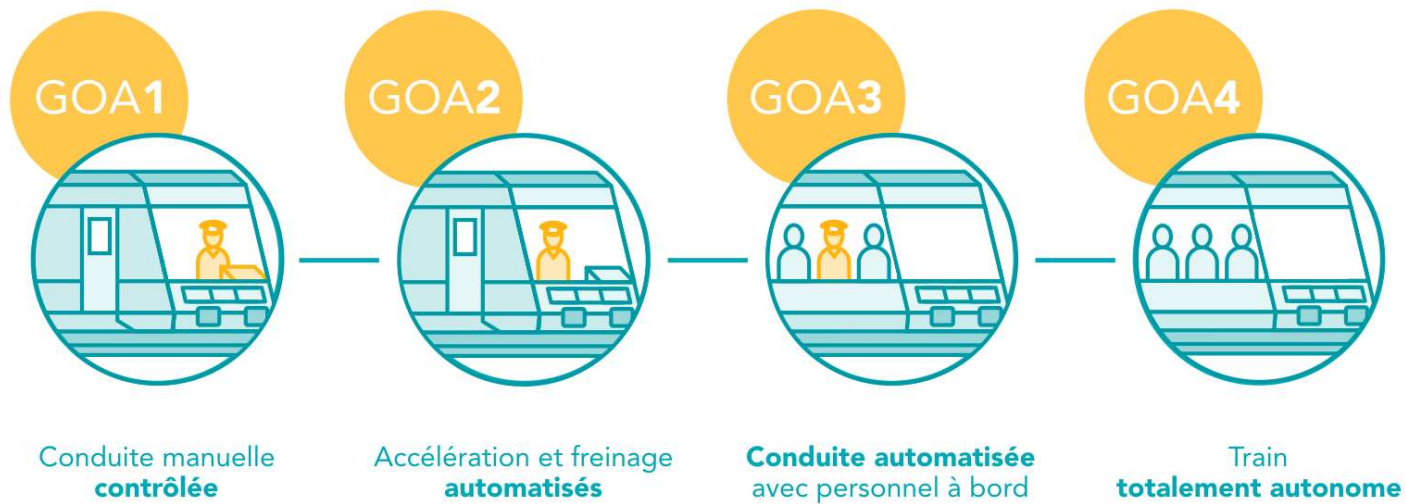
Décembre 2018



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

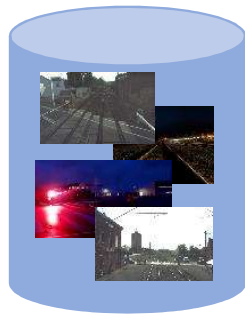


ALSTOM BOSCH SPIROPS THALES RAIENIUM SNCF



Systeme de perception

Capteurs



Base de données

Multimodalité :

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

Perception et analyse des aléas

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

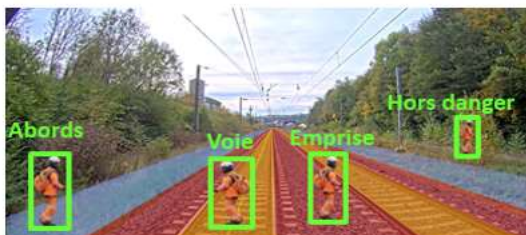
Train Autonome



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)



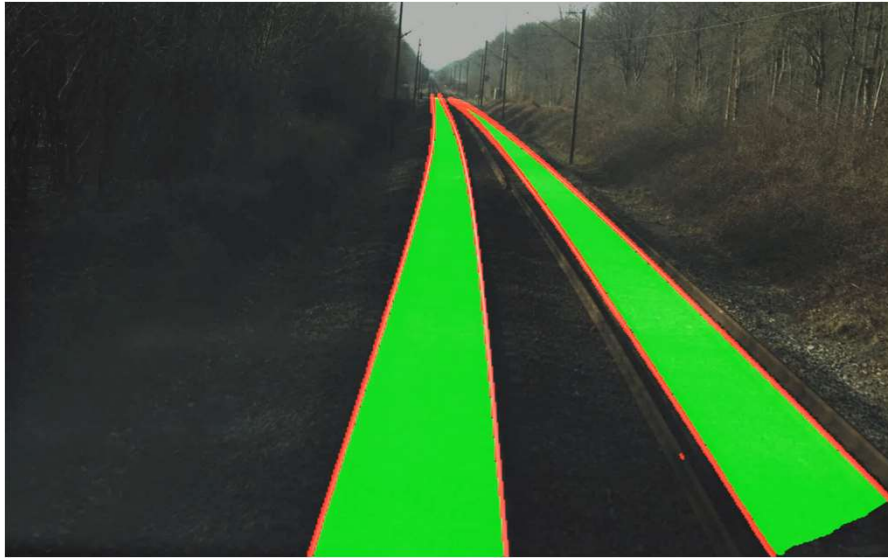
Zone 0 Voie circulée + adjacentes
Zone 1 Zone dangereuse
Zone 2 Abords de voie



Essai en condition réelle

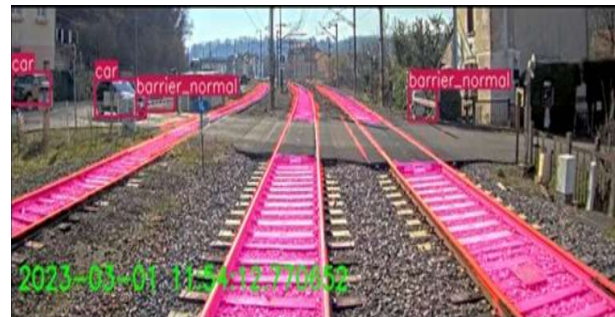


Surveillance de l'infrastructure



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

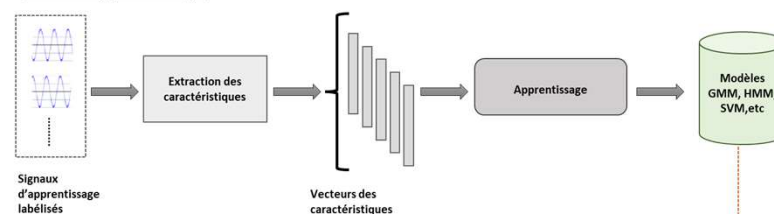


Surveillance du matériel roulant

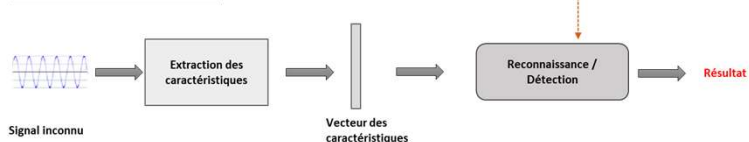
Reconnaissance et détection audio

- 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

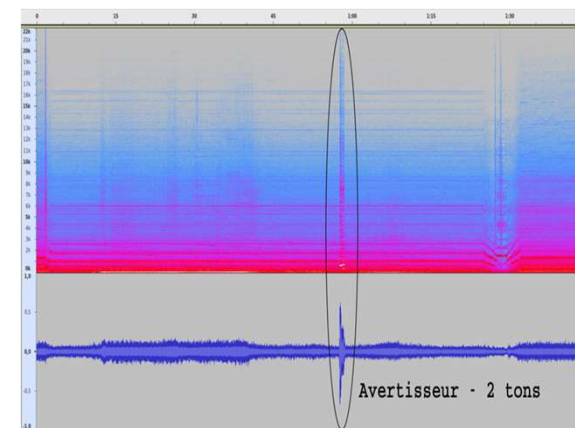


Phase de reconnaissance



Principe de reconnaissance audio

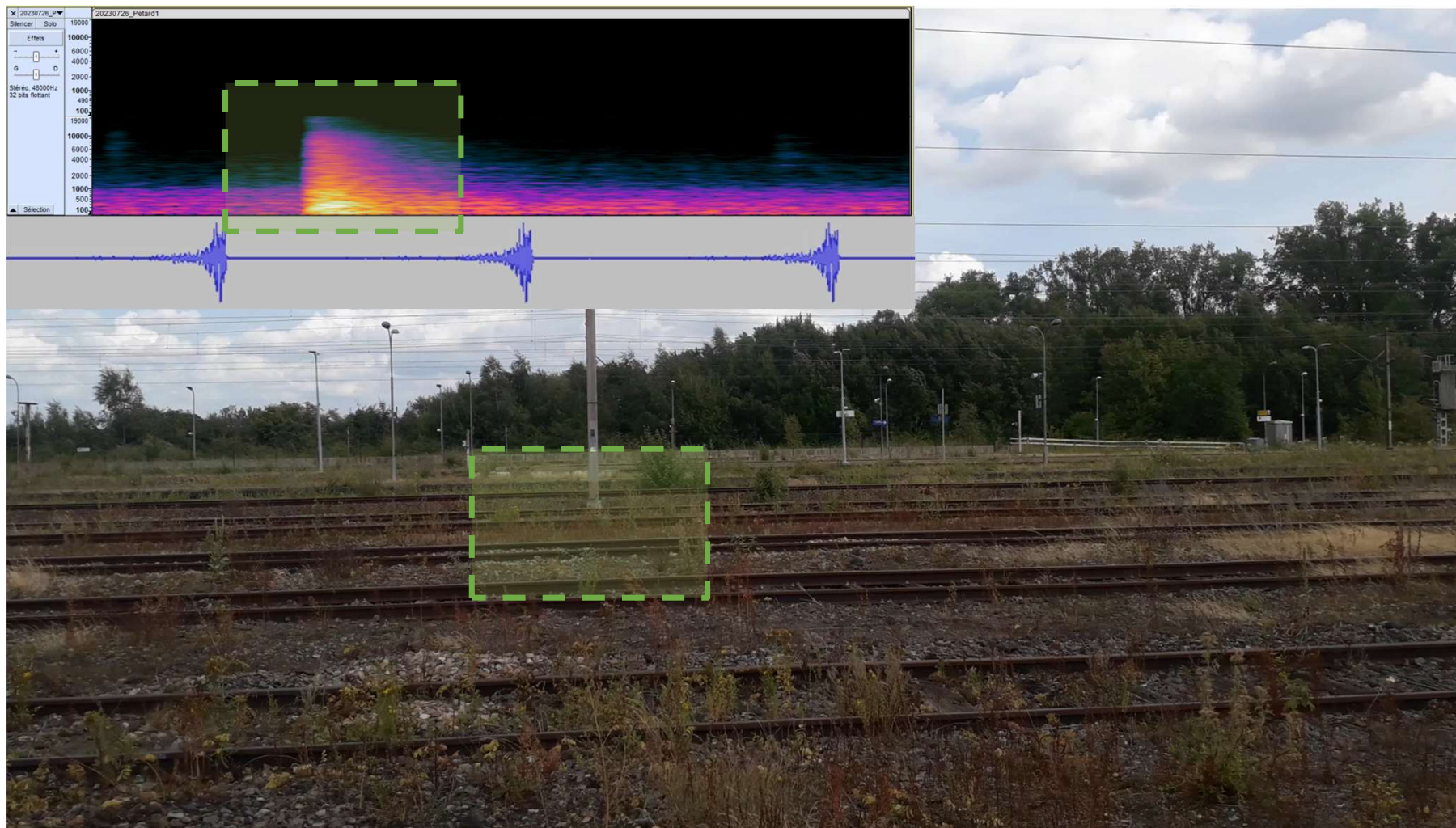
	Nb de flux audio	Nb de trames	Architecture des réseaux			Nb paramètres			Scores			
						normalisation	réseau	total	accuracy	recall	precision	
Les 2 paires de micros stéréo en coursive	4	20	F128 – F128 – F128			F3	512	688899	689411	99,5	99,5	99,5
			F128 – F128			F3	512	672387	672899	99,9	99,9	99,9
			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



Exemple de signaux

Résultats pour la reconnaissance des avertisseurs sonores

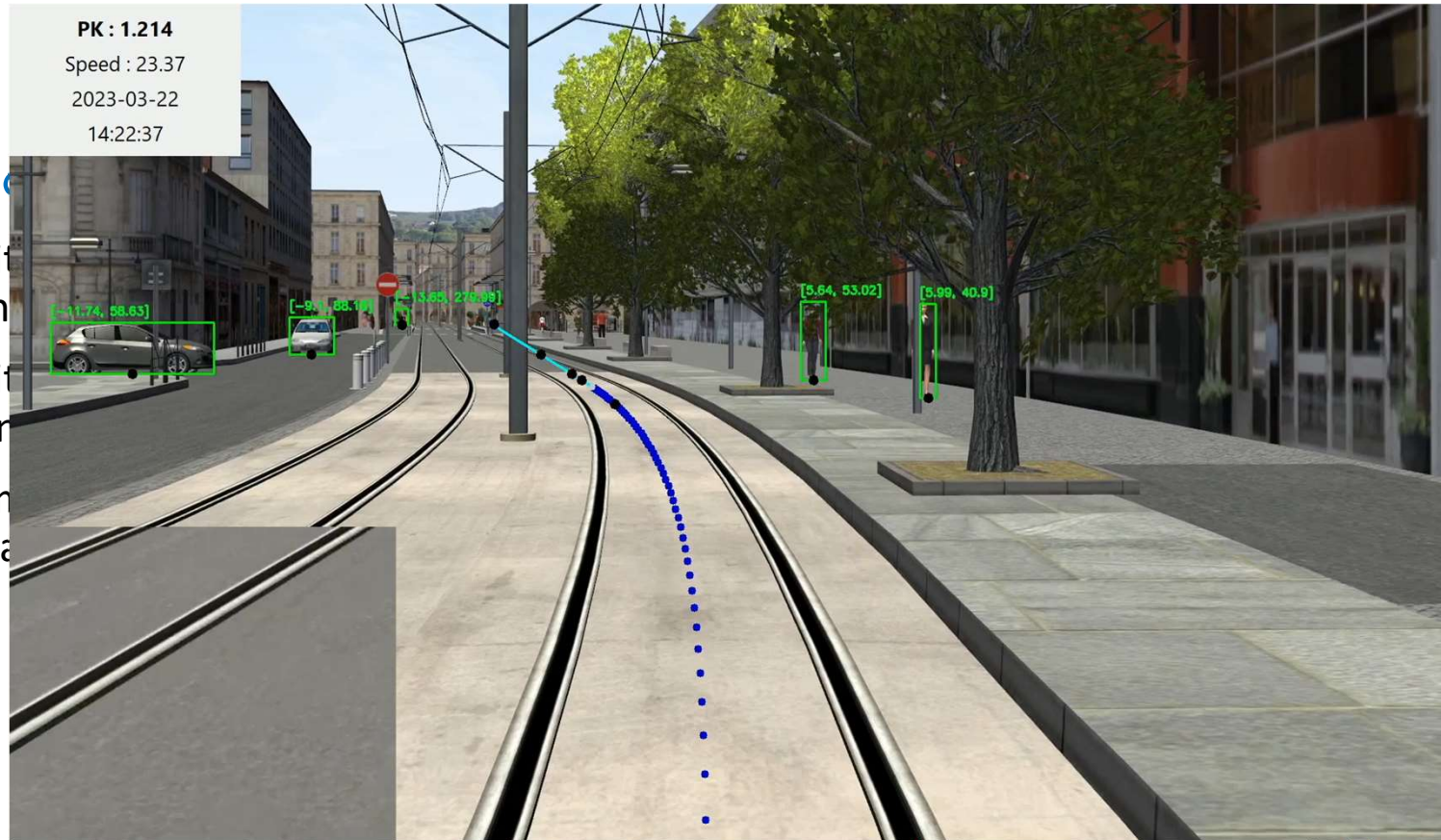
Détection des signaux d'alerte sonores



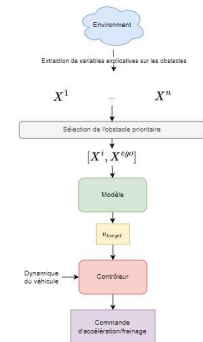
Prise de décision de conduite autonome

Gestion

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



Méthode par imitation

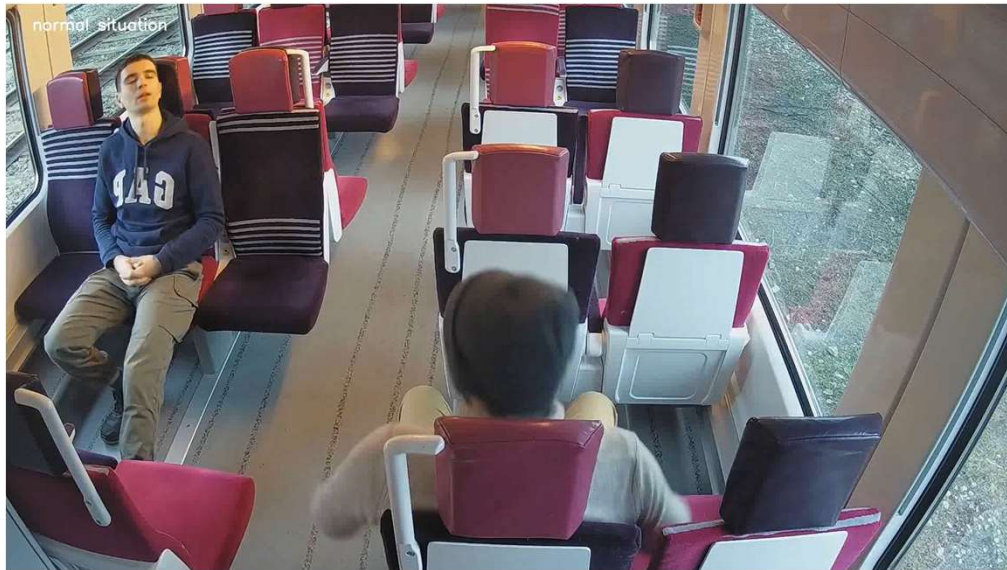


Application tramway



Tests sur simulateur avant tests réels

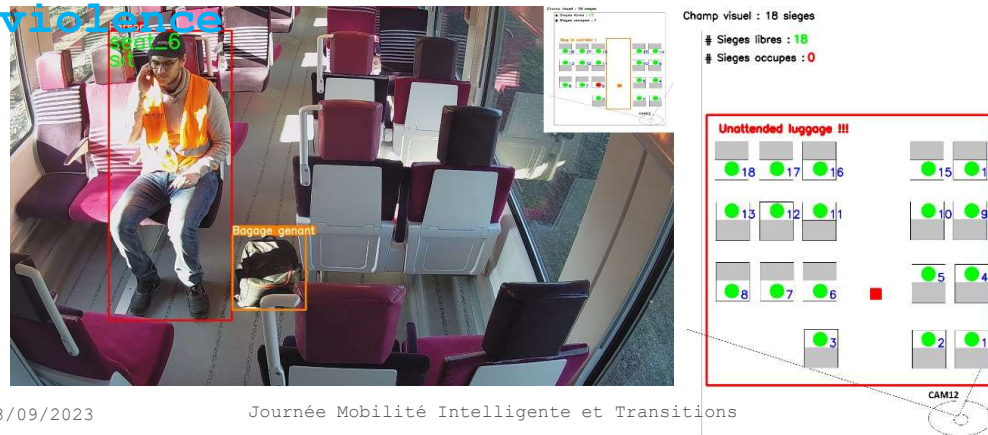
Relation voyageurs



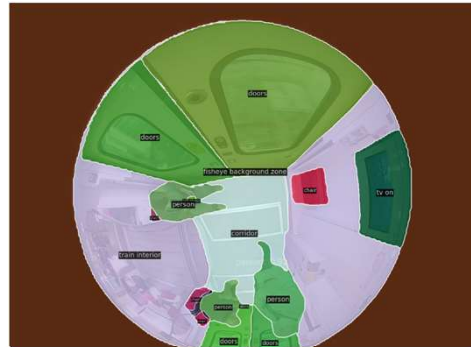
Perception du contexte à bord

- 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

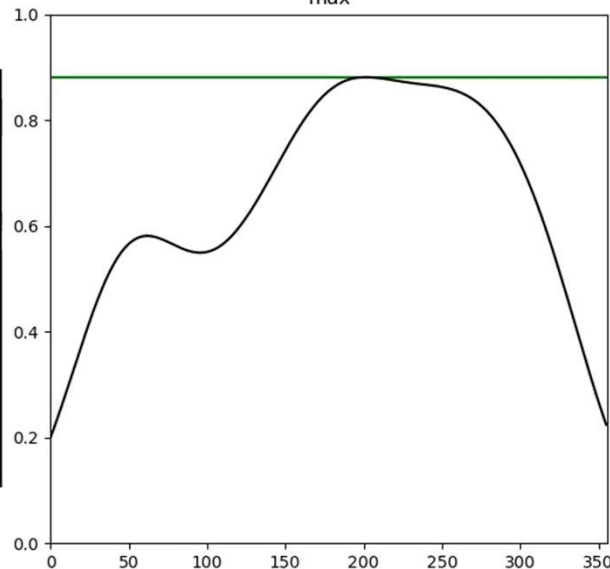


Accès voyageurs



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

RAILENIUM
RAIL RESEARCH & INNOVATION



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** »

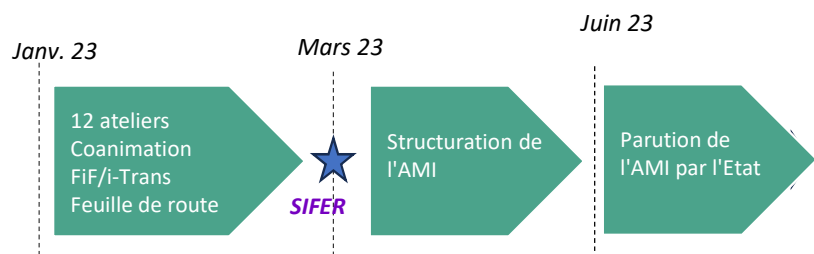


GOUVERNEMENT

*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

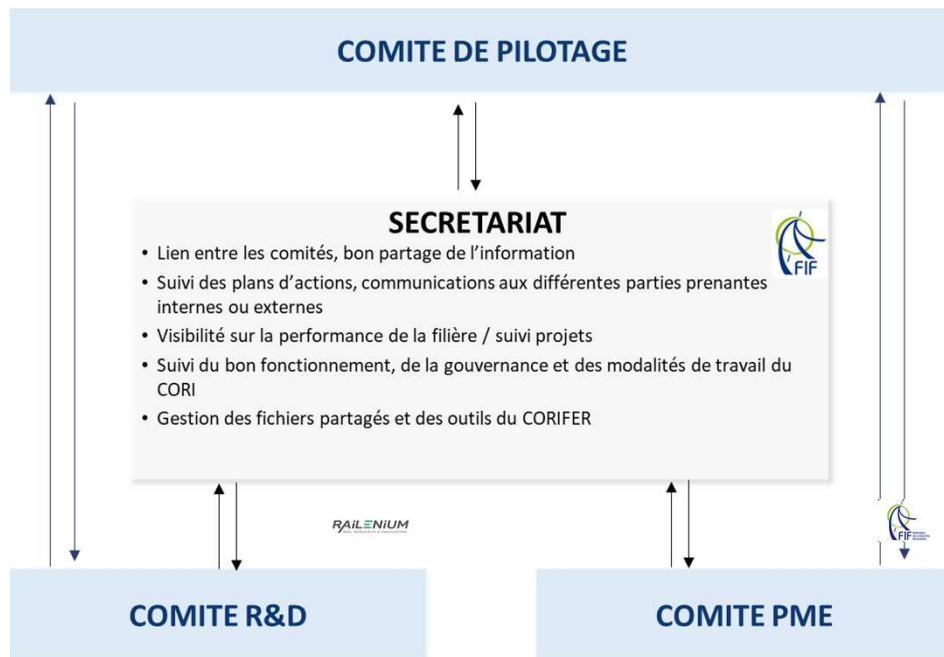
« Mettre sur les rails les trains intelligents et les systèmes embarqués pour améliorer l'efficacité du transport des personnes et des marchandises »



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, ...

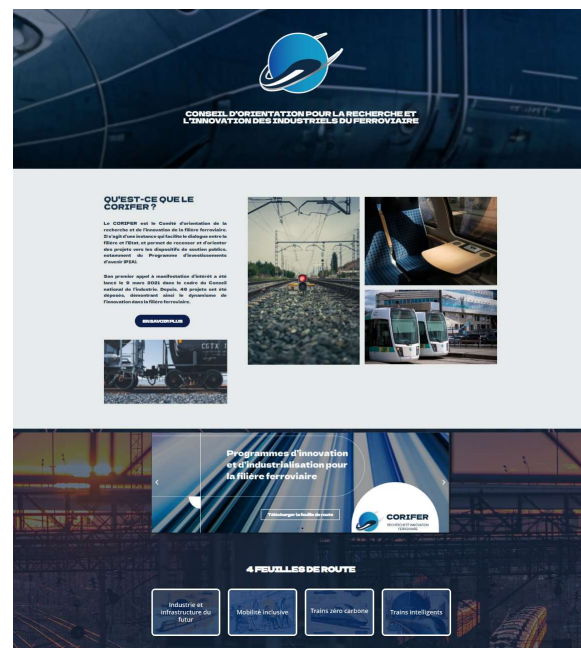
Plus d'informations sur le CORIFER

AMI CORIFER 2023

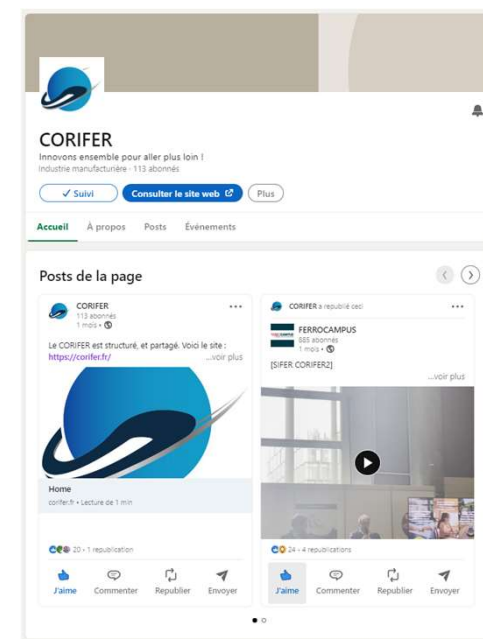
<https://www.bpifrance.fr/nos-appels-a-projets-concours/apel-a-manifestations-dinteret-corifer-2023>



Feuilles de route

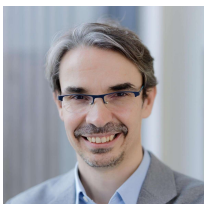


www.corifer.fr



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   


i-TRANS
INNOVATION CATALYST