

Vendredi 21 octobre 2022  
à Valenciennes

Institut des Mobilités et des Transports Durables  
9h – 17h



La FR TTM 2020 - 2024



Bilan du projet CPER ELSAT2020



Challenge Best Paper 2022



Démonstrations de plateformes



# SEMINAIRE FR TTM CNRS 3733

FR TTM



## Les partenaires de la FR TTM

Tutelles



Laboratoires



**LAMIH** - Laboratoire d'Automatique, Mécanique, Informatique industrielles et Humaines - UMR 8201 - L. DUBAR - UPHF - ST6 et ST5

**IEMN** - Institut d'Electronique de Microélectronique et de Nanotechnologie UMR 8520 - T. MELIN - CNRS- ST6 et ST5

**CRISTAL** - Centre de Recherche en Informatique, Signal et Automatique de Lille - UMR 9189 - C. DHAENENS - Université de Lille - ST6

**LaMcube** - Laboratoire de Mécanique, Multiphysique, Multiéchelle - FRE 2016 - JB. COLLIAT - Université de Lille - ST5

**LMFL** - Laboratoire de Mécanique des Fluides de Lille Kampé de Fériet - FRE 2017 - J-P. LAVAL – CNRS - ST5



21 octobre 2022

Direction de la FR TTM : Eric MARKIEWICZ (Directeur) PR - Université Polytechnique Hauts-de-France- section 9 du CNRS  
Maan EL BADAoui EL NAJJAR (Directeur-adjoint) PR - Université de Lille – section 7 du CNRS

Comité de Direction :



**LAMIH** - Laboratoire d'Automatique, Mécanique, Informatique industrielles et Humaines - UMR 8201 –L. DUBAR - UPHF - ST6 et ST5



**IEMN** - Institut d'Electronique de Microélectronique et de Nanotechnologie - UMR 8520 - T. MELIN - CNRS- ST6 et ST5



**CRISTAL** - Centre de Recherche en Informatique, Signal et Automatique de Lille - UMR 9189 - C. DHAENENS - Université de Lille - ST6



**LaMCUBE** - Laboratoire de Mécanique, Multiphysique, Multiéchelle - FRE 2016 - J-B. COLLIAT - Université de Lille - ST5



**LMFL** - Laboratoire de Mécanique des Fluides de Lille Kampé de Fériet - FRE 2017 - J-P. LAVAL – CNRS - ST5

Comité de pilotage constitué des tutelles de la FR TTM :



Comité Opérationnel autour de thèmes multidisciplinaires

# Une gouvernance collaborative

La FR CNRS n°3733 TTM, créée le 01/01/2016, a été renouvelée pour la période 01/01/2020 – 31/12/2024 avec l'ensemble des établissements désignés en tutelles principales.

L'ONERA et IMT NE, tutelles de la FR TTM au travers le LMFL et CRISTAL, soutiennent la FR depuis 2021 avec une dotation de fonctionnement de 5 k€.

Des conventions ont été signées en 2021 entre les tutelles soutenant financièrement la FR TTM (ULILLE, CLI, ONERA, IMT NE) et l'UPHF.

## Les laboratoires UMR CNRS de la FR TTM et leurs tutelles



UMR 8201



UMR 9189



UMR 8520



UMR 9014



UMR 9013



## Les disciplines scientifiques de la FR TTM

Modélisation, Signaux/estimation, Fusion de données/informations, Commande/observation, Supervision, Micro-capteurs et actionneurs, Matériaux actifs, Contrôle non destructif, Connectivité et mobilité, Intelligence artificielle, Optimisation et Recherche opérationnelle, Services mobiles, Systèmes embarqués, Mécanique des fluides et Contrôle d'écoulement, Transferts thermiques pariétaux, Matériaux-procédés-comportement mécanique, Dynamique rapide, Surfaces, Milieux hétérogènes, Biomécanique.

# Nos six objectifs stratégiques



**2 - Concentrer les synergies multidisciplinaires**

**1 - Fédérer les compétences scientifiques**

**3 - Mutualiser les moyens**

**6 - Assurer un rôle d'interlocuteur privilégié avec l'écosystème**

**4 - Développer des partenariats public-privé et répondre aux AAP**

**5 - Favoriser et faciliter les interactions entre les acteurs**

- CR HdF et DRARI : SRESRI, DAS T&M, CPER
- Institut des Mobilités et Transports Durables
- Technopole TRANSALLEY

- Soutien co-organisation manifestations scientifiques
- Séminaire annuel
- 2 nouvelles thèses collaboratives LAMIH/CRISTAL et LAMIH/IEMN s'ajoutent aux 3 qui seront soutenues prochainement

- Programme d'Investissements Stratégiques Mutualisés dans le CPER
- Convention de mutualisation de plateformes régionales : souffleries CONTRAERO,
- Laboratoire Commun SWIT Lab : VALDUNES MA Steel / LAMCube / LAMIH
- Dynamique de réponses collectives aux AAP : 9 projets dont PIA3 EUR Trans@Mob
- Pilotage du CPER ELSAT2020
- Nouveau projet RITMEA CPER 2021 – 2027
- Partenariats entre membres pour développer des projets :
  - BREAQ (BRaking Emissions characterisation & mitigation for Air Quality improvement ) LAMIH – LAMCUBE
  - GLOCATY (GéoLOCALisation d'ATtaques sur réseaux sans fil) LAMIH et IEMN
  - VITECOCO - Effet de la vitesse et de la température sur le comportement en compression des composites à matrice organique LAMIH – ONERA
  - ...

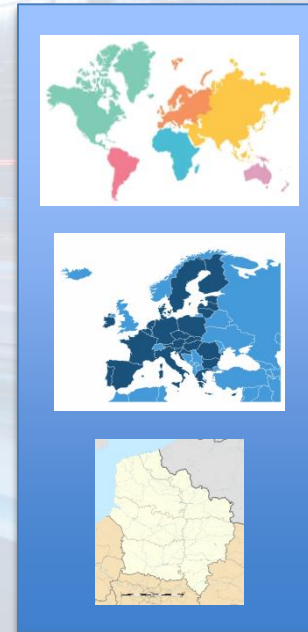


# Comité Opérationnel

## Mise à jour des thèmes de la FR TTM

L'identité scientifique de la FR TTM et sa déclinaison thématique ont été mises en cohérence avec :

- Les **objectifs de développement durables (ODD)** tels que définis par l'ONU
- Les **pôles** et leurs déclinaison en **thèmes scientifiques** du **pilier II** du programme **Horizon Europe**
- La **stratégie régionale de recherche pour une spécialisation intelligente (SRESRI, S3)** telle que définie par la région Hauts-de-France et notamment le CPER RITMEA porté par la FR TTM
- **MAIS EGALEMENT** avec les axes et priorités scientifiques des laboratoires membres de la FR TTM



# Comité Opérationnel

## Mise à jour des thèmes de la FR TTM

### THEME Matériaux fonctionnalisés pour une Mobilité Sûre et Durable

- Matériaux et fluides au voisinage des surfaces et interfaces
- Matériaux, Structures et Procédés

### THEME Mobilité à Faible Émission

- Optimisation Energétique : bas carbone, électrique et hydrogène
- Optimisation Aérodynamique
- Réduction des nuisances

### THEME Mobilité Autonome

- Capteurs et perception
- Communication et Traitement de données
- Planification et commande
- Interactions Humain-Véhicule

### THEME Logistique du Futur

- Flux Logistique Intelligents
- Production Durable

### THEME Mobilité Inclusive

- Maintien et amélioration de la mobilité – vieillissement et handicap

# Comité Opérationnel

## Mise à jour des thèmes de la FR TTM

Positionnement des unités sur les thèmes scientifiques de la FR TTM

FR TTM		LAMIH	CRITAL	IEMN	LMFL	LAMCUBE
THEME Matériaux Fonctionnalisés pour la mobilité Sûre et Durable	Matériaux et fluides au voisinage des surfaces et interfaces	X		X		X
	Matériaux Structures et Procédés	X		X		X
THEME Mobilité à faible émission	Optimisation Énergétique : bas carbone, électrique et hydrogène	X	X	X		X
	Optimisation Aérodynamique	X	X	X	X	
	Réductions des nuisances	X		X		X
THEME Mobilité Autonome	Capteurs et perception		X	X		
	Communication et traitement de données	X	X	X		
	Planification et commande	X	X			
	Interactions Humain Véhicule	X	X			
THEME Logistique du futur	Flux Logistique Intelligents	X	X	X		
	Production Durable	X	X			
THEME Mobilité Inclusive	Maintien et amélioration de la mobilité – vieillissement et handicap	X	X	X		

Adéquation avec les axes du projet CPER RITMEA

FR TTM		LAMIH	CRITAL	IEMN	LMFL	LAMCUBE	AXES	WP RITMEA
THEME Matériaux Fonctionnalisés pour la mobilité Sûre et Durable	Matériaux et fluides au voisinage des surfaces et interfaces	X		X		X	AXE 1	WP 4 O2eDeF
	Matériaux Structures et Procédés	X		X		X		WP 1 KDPro WP 2 SeSNOM WP 3 OTSD
THEME Mobilité à faible émission	Optimisation Énergétique : bas carbone, électrique et hydrogène	X	X	X		X	AXE 2	WP 1 OPTIMOT4.0 WP 4 TIM
	Optimisation Aérodynamique	X	X	X	X			WP 2 OCTAVE
	Réductions des nuisances	X		X		X		WP 3 TriboGreen
THEME Mobilité Autonome	Capteurs et perception		X	X			AXE 3	WP 1 LOPNA
	Communication et traitement de données	X	X	X				WP 2 @V-Trust
	Planification et commande	X	X					WP 3 PROBUS-ESC
	Interactions Humain Véhicule	X	X					WP 4 Coopération Conducteur-Véhicule
THEME Logistique du futur	Flux Logistique Intelligents	X	X	X			AXE 4	WP 1 CASENE WP 2 OSA MOLO WP 3 NOMTU
	Production Durable	X	X					WP 4 La chaîne logistique du futur, la Supply chain 4.0
THEME Mobilité Inclusive	Maintien et amélioration de la mobilité – vieillissement et handicap	X	X	X			AXE 5	WP 1 Fauteuil roulant connecté WP 2 Orthèse robotisée Connectée



# Comité Opérationnel

## Actualisation des membres

AXES STRATÉGIQUES FR TTM	Thèmes scientifiques	LAMIH	CRISTAL	IEMN	LMFL	LAMCUBE
Matériaux Fonctionnalisés pour la mobilité Sure et Durable	Matériaux et fluides au voisinage des surfaces et interfaces	Romain VAYRON		Julien CARLIER (MAMINA)		Anne-Lise CRISTOL
	Matériaux Structures et Procédés	Tarik SADAT		Farouk BENMEDDOUR (TPIA)		Ahmed EL BARTALI
Mobilité à faible émission	Optimisation Energétique : bas carbone, électrique et hydrogène	Sébastien DELPRAT	Belkacem OULD BOUAMAMA	Farid MEDJDOUB (Wind)		Jean-François BRUNEL
	Optimisation Aérodynamique	Jérémy BASLEY	Nicolas ESPITIA	Abdelkrim TALBI (AIMAN-FILMS)	Jean-Marc FOUCAUT	
	Réductions des nuisances	Franck MASSA		Denis REMIENS (MAMINA)		Philippe DUFRENOY
Mobilité Autonome	Capteurs et perception		Cindy CAPPELLE	Mickael BOCQUET (COMNUM)		
	Communication et traitement de données	Hamza OUARNOUGH	Antoine NONGAILLARD	Eric SIMON (TELICE)		
	Planification et commande	Michael DEFOORT	Vincent COCQUEMPOT		Bruno MIALON	
	Interactions Humain Véhicule	Chouki SENTOUH	Laurent GRISONI			
Logistique du futur	Flux Logistique Intelligent	Abdelghani BEKRAR	Rochdi MERZOUKI	Atika RIVENQ (COMNUM)		
	Production Durable	Christophe WILBAUT	Blaise CONRARD			
Mobilité Inclusive	Maintien et amélioration de la mobilité – vieillissement et handicap	Mathias BLANDEAU	Othman LAKHAL Gilles TAGNE	Yassin EL HILLALI (COMNUM)		

### La mission du comité opérationnel

- Organiser et animer des séminaires pour faire émerger des actions/projets collaboratifs
- Faire un compte-rendu qualitatif annuel de l'activité scientifique
- Réaliser un bilan quantitatif annuel sur les indicateurs de collaboration : Nb thèses codirigées, publications cosignées, projets collaboratifs (dont public-privé), manifestations scientifiques co-organisées, ...
- Présenter les activités du thème lors du séminaire annuel de la FR
- Promouvoir la FR TTM

### Les moyens

- AAP Soutien aux initiatives de co-organisation de manifestations scientifiques entre les membres de la FR TTM ,
- AAP Soutien au recours d'un stagiaire en laboratoire pour un projet entre au moins deux membres de la FR TTM,
- AAP Soutien au montage de projets collaboratifs entre au moins deux membres de la FR TTM, incluant frais d'accueil d'un potentiel futur partenaire du projet de type « conférencier invité »,
- Soutien à l'animation scientifique et à l'organisation des séminaires sous la forme d'un budget de fonctionnement.

# Budget 2022 (au 20/10/22)

	VENTILATION DES RESSOURCES ACQUISES							
	TOTAL	Dont Report 2021	CNRS	U LILLE	UPHF	CENTRALE LILLE INSTITUT	ONERA	IMTNE
<b>RESSOURCES</b>	<b>62 000 €</b>	<b>18 000 €</b>	<b>10 000 €</b>	<b>10 000 €</b>	<b>10 000 €</b>	<b>4 000 €</b>	<b>5 000 €</b>	<b>5 000 €</b>
<b>A</b> Fonctionnement courant, fourniture bureau	1 000 €		1 000 €					
<b>B</b> Fournitures & Equipements scientifiques, Valorisation	12 150 €	- €	3 150 €	3 000 €	3 000 €	1 000 €	1 000 €	1 000 €
<b>C 1</b> Missions, Déplacements,	9 700 €	- €	1 450 €	2 000 €	2 000 €	1 000 €	1 500 €	1 750 €
<b>C 2 C3</b> Colloques et Communication	12 250 €	- €	2 000 €	3 000 €	3 000 €	1 000 €	1 500 €	1 750 €
<b>D</b> INFORMATIQUE	2 400 €		2 400 €	- €	- €	- €	- €	- €
<b>H</b> CONTRAT DE COURTE DUREE	24 500 €	18 000 €		2 000 €	2 000 €	1 000 €	1 000 €	500 €
<b>DEPENSES A</b>	- €		- €	- €	- €	- €	- €	- €
<b>DEPENSES B</b>	- €		- €	- €	- €	- €	- €	- €
<b>DEPENSES C</b>	15 000 €	- €	10 000 €	- €	5 000 €	- €	- €	- €
<b>DEPENSES D</b>	380 €	- €	- €	- €	380 €	- €	- €	- €
<b>DEPENSES H</b>	14 125 €	14 125 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
<b>SOLDE A CONSOMMER</b>	<b>32 495 €</b>	<b>3 875 €</b>	<b>- €</b>	<b>10 000 €</b>	<b>4 620 €</b>	<b>4 000 €</b>	<b>5 000 €</b>	<b>5 000 €</b>

## AAP Soutien aux manifestations 2022

## AAP 2023 – Dossier sans échéance

Du 27 juin 2022 au 01 juillet 2022 – 9th European Conference of Aerospace Sciences, Lille Grand Palais.

Du 31 mai au 3 juin 2022 - Congrès National de la Société Française de Thermique, IMTD UPHF.

Du 16 au 20 mai 2022 - Colloque du CSMA, Giens,

Les 6 et 7 avril 2022 Journées du Groupe de Travail Automatique et Transports Terrestres, IMTD UPHF.

## AAP Best Paper 2022



## Lauréats 2022 .....

## AAP Stagiaire 2022

## AAP 2023 – Échéance de clôture 15 Décembre 2022

Laboratoires	Formation	Thème FR TTM / Sujet	Commentaire
IEMN - I ALOUANI INSA CRISTAL - P BOULET UL	INSA – Master 2 Cybersécurité et défense des systèmes (stage de 6 mois mars à aout)	Mobilité Autonome / Neuromorphic Computing - IA Embarquée	Projet de thèse en cotutelle
CRISTAL - C CAPPELLE UL LAMIH - C SENTOUH INSA	BAC + 5 Master Automatique (stage de 5 mois mars à juillet)	Mobilité Autonome / Fusion multi-capteur pour la localisation, le contrôle haptique, la coopération HM pour véhicule autonome	Projet de thèse en cotutelle
LMFL - JM FOUCAULT CL LAMIH - L KEIRSBULCK UPHF	BAC + 4 / 5 – Formation Ingénieur (stage de 6 mois février à juillet)	Mobilité à faible émission / Développer un logiciel de détection de particules et de leur suivi pour estimer leur trajectoire et leur vitesse	
CRISTAL - H WANNOUS LAMCUBE - V MAGNIER	BAC + 5 - informatique et/ou mécanique (stage de 6 mois mars à aout)	Mobilité à faible émission / mettre en place un schéma de type deep learning (GAN etc.) qui permettra de faire le lien entre les topographies obtenus entre chaque séquence de freinage	

## 3 nouvelles thèses en codirection

LAMIH / CRISTAL  
CRISTAL / IEMN  
CRISTAL / IEMN

## 5 thèses en codirection en cours

4 LAMIH / CRISTAL  
1 EMN / LAMIH

## 3 nouveaux projets collaboratifs

BREAQ : LAMIH – LAMCUBE  
GLOCATY : LAMIH – IEMN  
VITECOCO : LAMIH – ONERA

## Les projets CPER

a généré

32 Publications à comité de lecture entre membres de la FR TTM de 2016-2020

29 Conférences, communication entre membres de la FR TTM 2016-2020



Montage et lancement coordonnés de la phase 1 de financement

## Les nouvelles thèses en codirection

- « Tolérance aux fautes de la coopération homme-machine pour la conduite autonome de niveau 3 et plus » entre CRIStal et le LAMIH,
- « Surveillance des réseaux embarqués des véhicules autonomes : une approche conjointe signal et système » entre CRIStal et IEMN,
- « Méthodes de fusion multi-capteurs tolérantes aux défauts. Localisation et caractérisation collaboratives d'un système multi-véhicule » entre CRIStal et IEMN.

## Les projets collaboratifs

Mise en oeuvre du grand projet fédérateur RITMEA (Recherche et Innovation en Transports et Mobilité Ecoresponsables et Autonomes) du CPER 2021-2027, impliquant l'ensemble des UMR fondatrices de la FR TTM ainsi que le versant Sud de la région HdF, notamment des unités de l'UTC.

Le projet « BREAQ » pour BRaking Emissions characterisation & mitigation for Air Quality improvement financé par l'ADEME sur 2021-2025. Il est piloté par ALSTOM en partenariat avec le LAMIH et LamCube et traite de l'impact du matériel ferroviaire roulant sur son environnement en termes d'émissions.

GLOCAT GéOLOcalisation d'ATtaques sur réseaux sans fil (action STIMULE 2021-2023 du CR HdF) coordonné par UGE et impliquant le LAMIH et l'IEMN. Ce projet se focalise sur les cyber-attaques contre des réseaux sans fil.

VITECOCO (action STIMULE 2021-2023 du CR HdF) mené en partenariat entre le LAMIH et l'ONERA/DADS concerne l'effet de la vitesse et de la température sur le comportement en compression des composites à matrice organique.

## Le projet CPER 2015 - 2020



Présentation du bilan par  
Jean-Christophe POPIEUL

A télécharger sur

<http://www.frttm.fr/elsat-2020>



## Le projet CPER 2021 - 2027



A consulter sur

<http://www.frttm.fr/ritmea>



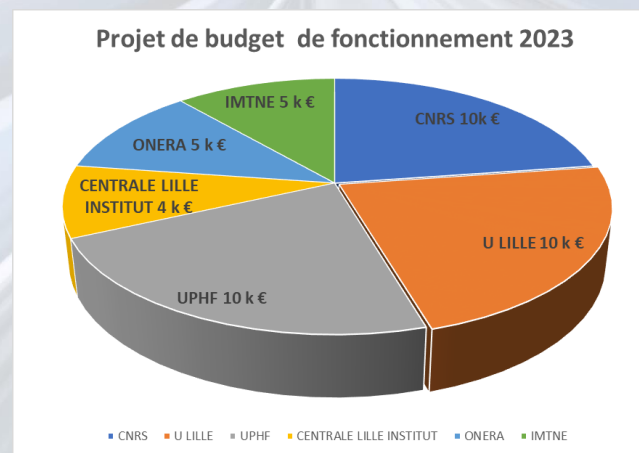
# Les objectifs pour 2023

- Soutien à l'animation scientifique et à l'organisation des séminaires
- AAP Soutien aux manifestations scientifiques co-organisées
- AAP Soutien au montage de projets collaboratifs
- AAP Best Paper
- AAP Stagiaire

Le projet CPER



- + de publications cosignées entre membres de la FR TTM
- + de conférences, communication entre membres de la FR TTM
- + de thèses en codirection
- + de projets collaboratifs



44 k € de fonctionnement

# RITMEA

Nos recherches. Vos innovations

Prof. Jean-Christophe POPIEUL

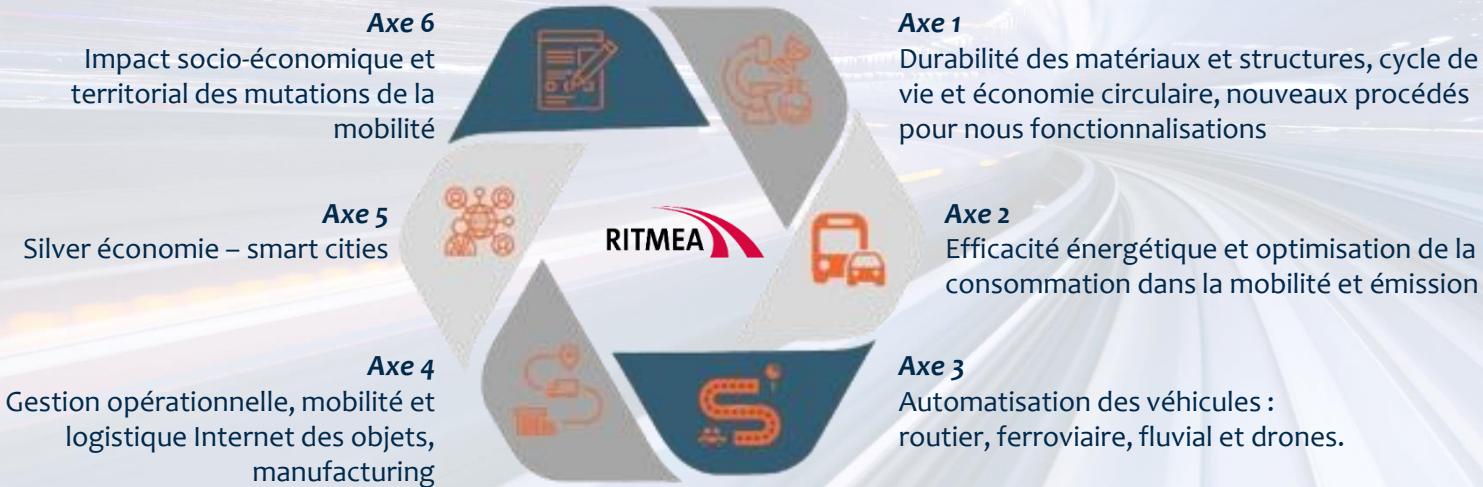
INSA Hauts-de-France  
UPHF LAMIH UMR CNRS 8201



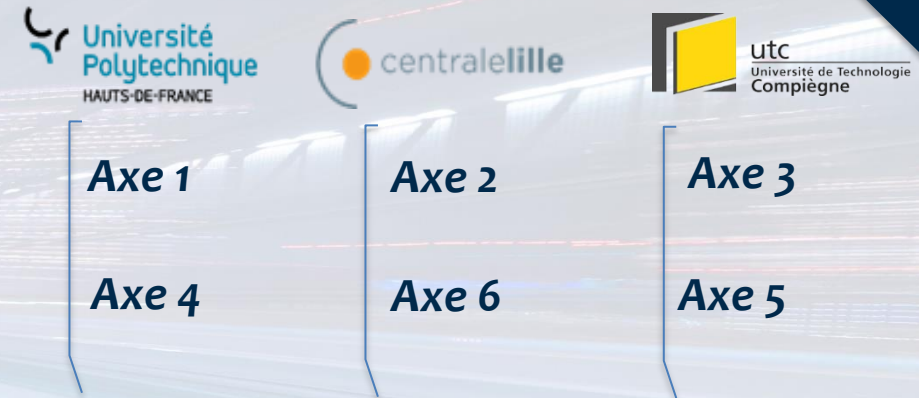
Projet CPER PO Fédér 2021 - 2027



## Les axes du projet RITMEA CPER 2021 – 2027

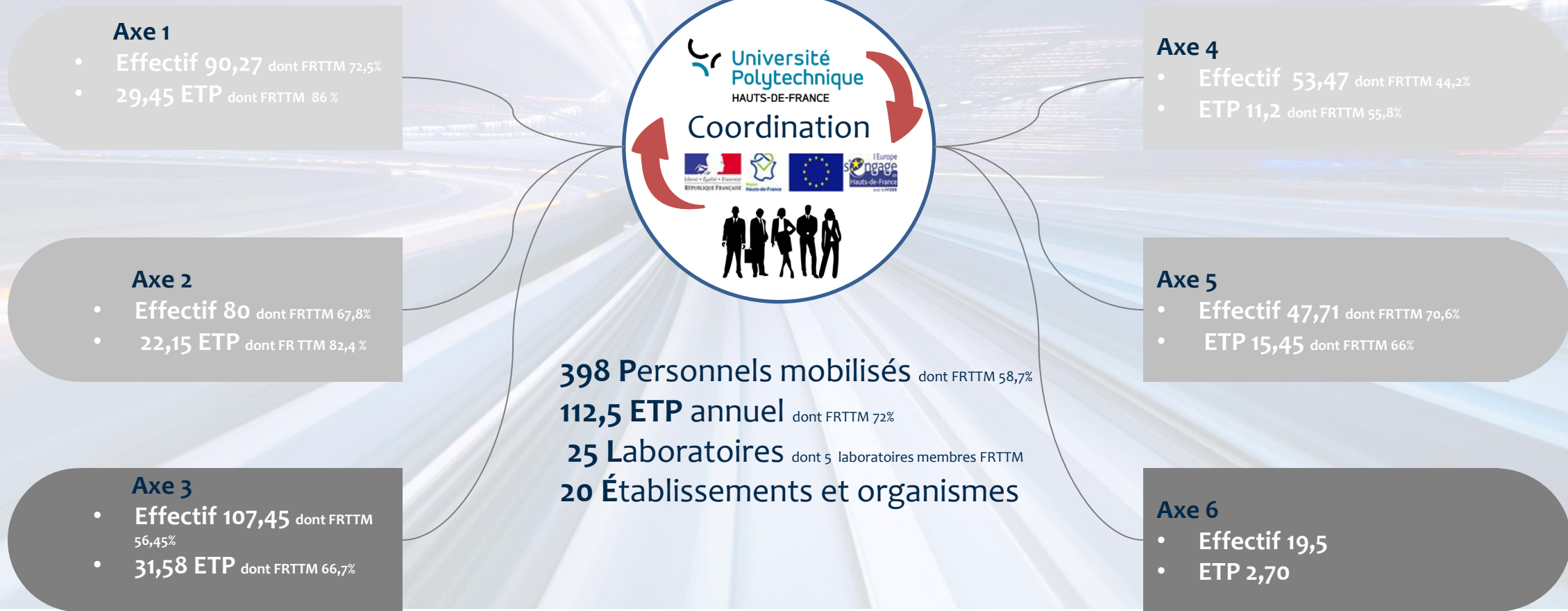


## Un portage des dossiers par axes scientifiques



## Le consortium







## Budget du projet RITMEA

40Md'€ de coût total estimé dont 20% de fonds propres (hors personnels permanents)  
Equipement : 25 M€ avec subvention 20 M€, fonds propres 5 M€  
Ressources humaines : 15 M€ avec subvention 12 M€, fonds propres 3M€

## Développement de grandes plateformes régionales mutualisées :

**DM2SE** (Défectologie Multiaxiale des Matériaux et des Structures en conditions Extrêmes)

Eupipement unique permettant de réaliser des sollicitations multiaxiales de l'éprouvette à la structure allant de la statique à la dynamique très haute vitesse

**PEGASE** (Plateforme Embarquée de Gestion de l'Aérodynamique véhicule et des Systèmes Energétiques de propulsion)

Plateforme composée de bancs moteurs, banc dynamométrique et véhicules prototypes pour l'étude en vraie grandeur de l'aérodynamique et des rejets de combustion adaptable à différents types et architectures de véhicules

**CONTRAERO** : Ensembles des soufflerie régionales complémentaires (microfluidique, couche limite, horizontales et verticale)

**TriboSurf**: Plateforme régionale permettant d'étudier les leviers de réduction des sources d'émissions sonores, particulières et de COV (composé organique volatil) et de caractérisation des surfaces issues des surfaces en contact frottant

**AV-Lab** (Automated Vehicles Design and Validation Laboratory) : Plateforme mutualisant plusieurs véhicules laboratoires complémentaires d'architecture commune pour le développement et l'intégration des modules nécessaires aux véhicules automatisés : perception-localisation, planification-commande, communication, décision coopération avec le conducteur. Cette plateforme exploitera la piste d'essais du technopole Transalley

**MULTIMODE** : Plateforme originale de simulation de transport multi-modal, incluant le fluvial, mutualisée entre UPHF, I-Site ULNE et UArtois. □ PMR-Lab □ Plateforme conçue pour la simulation de déplacement en fauteuil et l'étude de la marche pour la prévention de la chute par modélisation et orthèse robotisée mutualisée entre UPHF, I-Site ULNE, CHRU et l'UTC.

**ATTENTION : Les réorganisations des plateformes au sein des établissements n'impacteront pas cette structure régionale**

## Evènement de lancement du CPER le 11 octobre 2022

- 7 novembre 2022 signature du Fédér
- Programmation premier trimestre 2023

Réunion du bureau RITMEA :

Doodle pour réunion début décembre

Réunion du bureau RITMEA :

Ordre du jour.

- ☞ Arbitrage budgétaire des axes selon retour du CPER Fédér
- ☞ Priorisations
- ☞ Montage programmation 2023
- ☞ Organisation

# ELSAT2020

Nos recherches. Vos innovations.

Prof. Jean-Christophe POPIEUL  
INSA Hauts-de-France  
UPHF LAMIH UMR CNRS 8201

## Un consortium de 16 partenaires



Les laboratoires des sciences pour l'ingénieur et sciences et technologies de l'information et de la communication membres de la Fédération de recherche Transports Terrestres et Mobilité CNRS 3733 :

LaMcube UMR CNRS 9013, LAMIH UMR 8201, LMFL UMR 9014, IEMN UMR 8520, CRISTAL UMR 9189,

Les laboratoires des sciences humaines et sociales :

CHRU Lille Neuromusculaire, Clersé UMR 8019, LARSH 1384, LEM UMR 9221, PSITEC EA 4072, TVES EA 4477, Gustave Eiffel SPLOTT - LVMT - DEST, CEREMA Transport Mobilités.

Les laboratoires associés : IMT MP et NE, L2EP EA 2697, LGI2A EA 3926, LMCPA EA 2443, LISIC EA 4491, LSIS UMR 7296, Gustave Eiffel COSYS/LEOST-ESTAS, ONERA DMA et DAAP,

## 3 Défis sociétaux



## 4 Secteurs applicatifs



## Nos recherches Vos innovations



## 6 Objectifs stratégiques

### Les objectifs stratégiques et leurs déclinaisons

<b>L'humain dans les transports et sa mobilité</b>	<b>Optimisation des systèmes de mobilité et Logistique</b>	<b>Nouveaux matériaux et concepts structuraux</b>	<b>Dimensionnement et performances des fonctions véhicule</b>	
Vers une mobilité propre et efficace  Mobilité et Sécurité des Personnes à Mobilité Réduite  Interactions rail-route Sûre et Durable	Approches hybrides en logistique : Transport et Mobilité  Planification et ordonnancement de la maintenance  Chaîne logistique durable  Service mobile incitatif à l'inter-modalité	Tribologie et Surfaces  Procédés d'obtention des nouveaux matériaux  Simulations numériques et conceptions robustes  Optimisation des nouveaux procédés composites	<b>Mobilité Intelligente</b>	<b>Energie Environnement</b>
			Performance des infrastructures urbaines et sécurité de la mobilité  Systèmes de communications et de localisations fiables et intelligents  Maintenance prédictive autonome des systèmes de transports câblés  Cyber-sécurité dans les systèmes communicants  Techniques et outils pour la compétitivité ferroviaire	Performance des infrastructures urbaines et sécurité de la mobilité  Contrôle réactif en aérodynamique par des technologies innovantes

#### Systèmes de mobilité et changements de comportements

Système de mobilité et d'accessibilité durable à la croisée de l'économique, du juridique et du social

L'innovation par les TIC et les changements de comportements

### 3 Défis sociétaux



### 4 Secteurs applicatifs

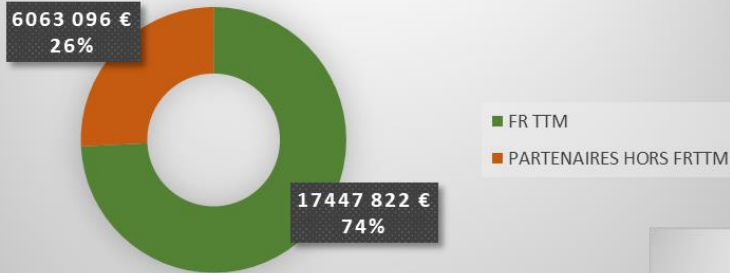
- Ferroviaire
- Automobile
- Logistique
- Nouvelle mobilité

### Nos recherches Vos innovations



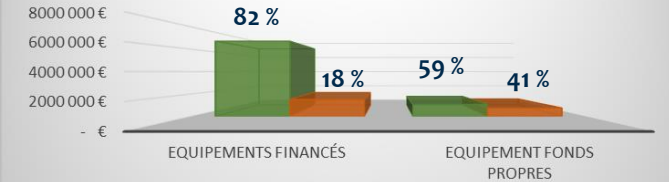
## La FR TTM dans ELSAT2020

### Budget ELSAT2020 Part FR TTM dans le projet



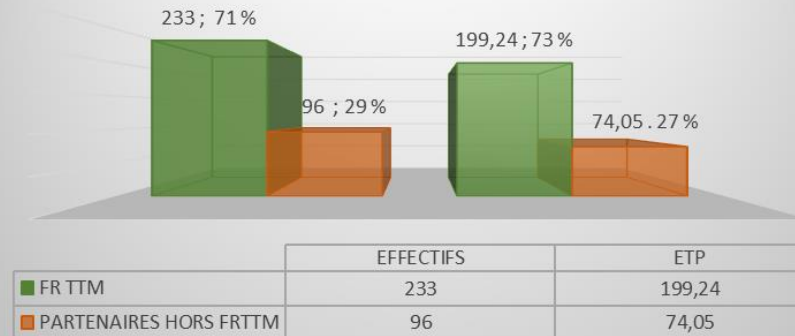
## La part financière en investissement

### Equipements



	Equipements financés	Equipement Fonds Propres
FR TTM	6 718 233 €	1 058 470 €
PARTENAIRES HORS FRTTM	1 512 533 €	750 560 €

### Personnels mobilisés des partenaires Part FR TTM dans le projet



## La part financière en RH

### Ressources humaines



	Personnels recrutés	Personnels valorisés
FR TTM	6 914 654 €	2 756 464 €
PARTENAIRES HORS FRTTM	2 998 880 €	801 124 €

## Le co-financement du projet ELSAT2020

Financiers	Montants	Parts	Equipement	Part	Personnel	Parts
FONDS PROPRES	5 425 844 €	23%	1 772 031 €	18%	3 653 813 €	27%
ETAT	2 500 000 €	11%	2 500 000 €	25%	- €	0%
REGION	7 058 377 €	30%	3 120 247 €	31%	3 938 130 €	29%
FEDER	8 527 078 €	36%	2 610 519 €	26%	5 916 559 €	44%
Total	23 511 299 €	100%	10 002 797 €	100%	13 508 502 €	100%

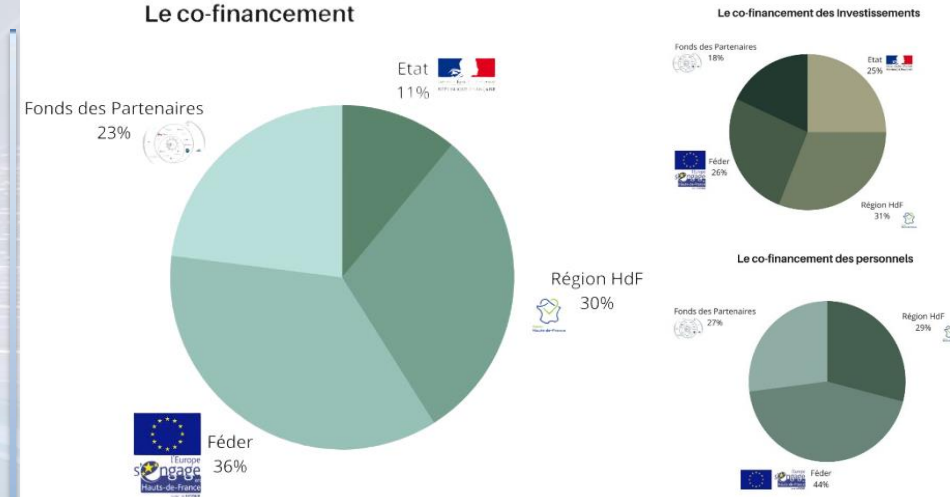
Personnels permanents non valorisés par les partenaires 2016 – 2022 :

- 560 ETP soit 80 ETP annuel
- Soit 33,3 M€ de coûts non environnés

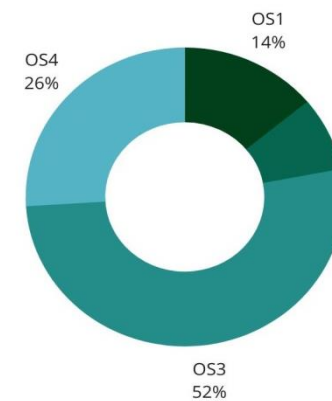
## Le co-financement du projet ELSAT2020 par objectif stratégique

Affectations	Equipement	Parts	Personnel	Parts2
OS1	1 401 253 €	14%	1 264 711 €	9%
OS2	56 105 €	1%	2 794 735 €	21%
OS3	4 891 133 €	49%	2 816 479 €	21%
OS4	3 625 306 €	36%	4 821 856 €	36%
OST	- €	0%	705 885 €	5%
Pilotage	29 000 €	0%	1 104 835 €	8%
Total	10 002 797 €	100%	13 508 501 €	100%

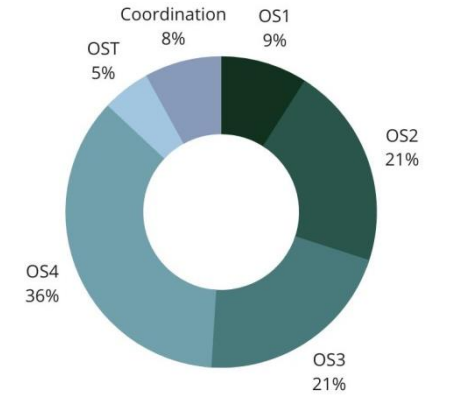
## Le co-financement



## Budget Investissement 10 M d'€

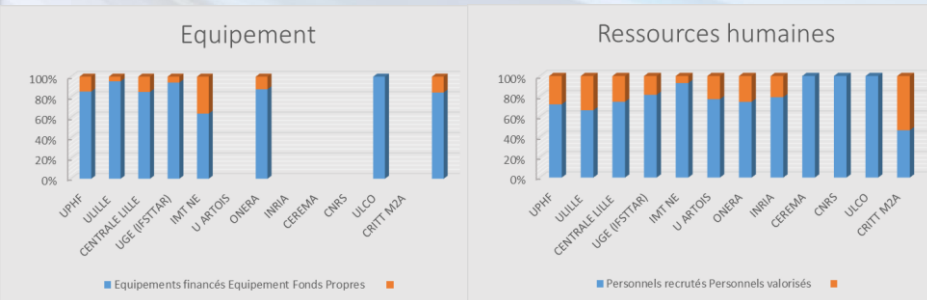
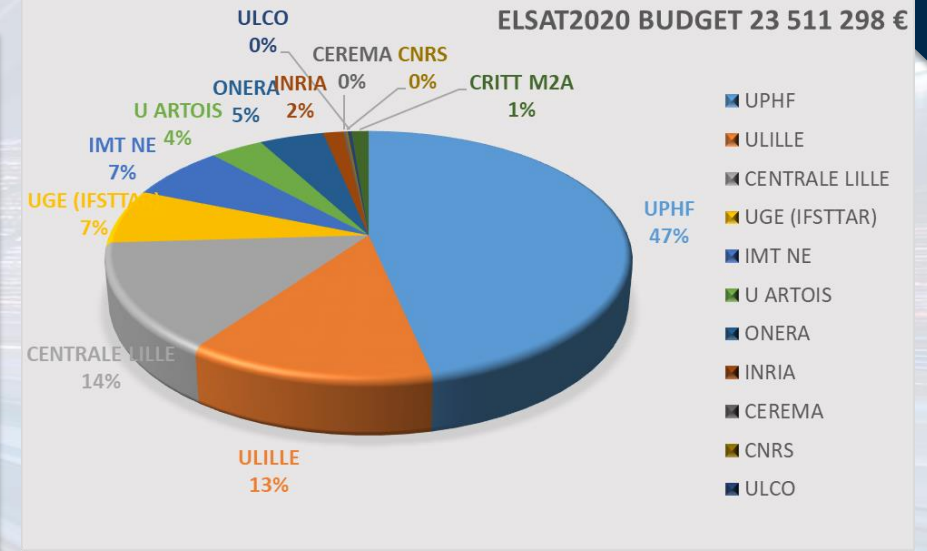


## Budget ressources humaines 13.5 M d'€



## Le co-financement du projet ELSAT2020

Tutelles	Equipements financés	Equipement Fonds Propre	Personnels recrutés	Personnels valorisés
UPHF	4 433 066 €	756 029 €	4 153 306 €	1 605 594 €
ULILLE	1 067 361 €	51 011 €	1 322 797 €	671 578 €
CENTRALE LILLE	1 217 805 €	214 432 €	1 409 304 €	479 291 €
UGE (IFSTTAR)	330 414 €	20 375 €	1 079 596 €	245 044 €
IMT NE	746 809 €	424 012 €	454 957 €	33 601 €
U ARTOIS			694 375 €	205 016 €
ONERA	640 245 €	90 632 €	267 636 €	91 280 €
INRIA			272 973 €	71 654 €
CEREMA			42 642 €	
CNRS			29 250 €	
ULCO	10 606 €		51 750 €	
CRITT M2A			135 000 €	154 529 €
<b>Total</b>	<b>8 446 306 €</b>	<b>1 556 491 €</b>	<b>9 913 586 €</b>	<b>3 594 915 €</b>





### Le projet ELSAT2020 production scientifique en chiffres

300 Enseignants chercheurs, chercheurs, Ingénieurs de recherche et d'études permanents pour 33 M d'€



23,5 M€ BUDGET



495 Conférences et communications



39 Prix et distinctions



77 Thèses



485 Articles scientifiques



4 START-UP



89 Projets collaboratifs



11 brevets



## Les CDD recrutés sur le projet ELSAT2020 ont :

- Intégré une entreprise industrielle en CDI pour la majorité,
- Rejoint des institutions comme la Métropole Européenne de Lille, la Métropole de Lyon, le Ministère de l'intérieur,
- Poursuivi leur parcours de formation ou de recherche académique,
- Enseigné en établissement et écoles
- ....

Nos recherches Vos innovations





## Bilan de l'OS 1

## L'Humain dans les transports et sa mobilité

## L'humain dans les transports et sa mobilité

Vers une mobilité propre et efficace

Mobilité et Sécurité des Personnes à Mobilité Réduite

Interactions rail-route Sûre et Durable

### 1. Vers une mobilité propre et efficace

- Développer des véhicules propres prenant en compte la complexité des usages,
- Adapter les assistances aux besoins particuliers de chacun,
- Développer une plateforme originale couplant véhicule réel et simulateur en transversal avec l'objectif stratégique de concevoir, prototyper et tester des fonctions avancées sur véhicule.

### 2. Mobilité et Sécurité des Personnes à Mobilité Réduite

- Disposer d'infrastructures urbaines adaptées au partage de la mobilité.
- Sécuriser les usagers (PMR) dans leur mobilité urbaine.
- Favoriser l'intégration des PMR dans la société mobile.

### 3. Interactions rail-route Sûre et Durable

- Amélioration de la sécurité des interactions rail – route (tramway-automobile, passages à niveaux),
- Assistance à la conduite ferroviaire pour l'économie d'énergie.



**Valorisation**  
L'humain dans les transports et sa mobilité

Les sous projets	GLOBAL	1	2	3
Reuves à comité de lecture	18	14	2	2
Communications conférences Internationales	22	11	9	2
Communications conférences Vulgarisation	18	6	9	3
<b>Total par sous projet</b>	<b>58</b>	<b>31</b>	<b>20</b>	<b>7</b>

**Partenaires impliqués**  
L'humain dans les transports et sa mobilité

Tutelles	LAMIH	CERISIAL	PSI/EC	UMI
1 Vers une mobilité propre et efficace	✓		✓	
2 Mobilité et Sécurité des Personnes à Mobilité Réduite	✓	✓	✓	
3 Interactions rail-route Sûre et Durable	✓			✓

### Plateformes :



SHERPA



DS 7



PSCHITT

### Les investissements sur SHERPA du laboratoire LAMIH ont consisté à :

- ☞ Transformer le simulateur de conduite en plateforme de prototypage et de test de systèmes coopératifs pour la développement du véhicule automatisé
- ☞ Dorénavant, il est possible de tester directement des prototypes développés en simulation numérique (Matlab/Simulink) sur le simulateur interactif avec un conducteur dans la boucle

### Les investissements sur DS7 du laboratoire LAMIH ont consisté à :

- ☞ Développer un véhicule laboratoire DS7 pour disposer d'une plateforme capable de tester en situation réelle sur piste et route ouverte les prototypes de systèmes coopératifs validés sur le simulateur SHERPA
- ☞ Grâce à cet outil, il est possible de tester en condition réelle, intégrant ainsi les problèmes de bruit et d'erreurs de mesure que présentent les capteurs sur véhicule réel, les algorithmes de contrôle qui sont développés.

➔ Grâce à ces deux plateformes trois projets ANR ont été obtenus (ANR AutoConduct en 2017, ANR CoCoVeIA en 2019 et ANR HM Science avec Singapour en 2021) et 4 thèses de doctorat

### Les investissements sur PSCHITT du laboratoire LAMIH ont consisté à :

- ☞ Ouvrir la partie ferroviaire pour être compatible avec les besoins du développement du train autonome et étendre la partie PMR (banc fauteuil à rouleaux et tapis de marche deux bandes) pour l'assistance au déplacement des personnes à mobilité réduite
- ☞ Grâce à ces investissements nous avons obtenu un projet ANR (CapaCITIES en 2019) un projet Région STIMULE (SAMDI en 2020) et un projet avec le STRMTG (en 2021) ainsi que 4 thèses de doctorat



## Les exemples de projets

- ☞ **CoCoVeIA** - Coopération Conducteur-Véhicule Intelligent Autonome- financé par l'Agence Nationale de la Recherche (734 K€) avec le LAMIH, Stellantis, CONTINENTAL , SPIR OPS, Valéo et COMETE-INSERM.  
Le projet vise à intégrer au système de conduite automatisée des capacités d'auto-apprentissage, lui donnant la faculté d'analyser et comprendre les actions du conducteur durant les phases de conduite partagée et manuelle, pour atteindre deux objectifs essentiels :
  - Apprendre sur des situations simples à partir des actions effectuées par le conducteur pour adapter le comportement de l'automate aux préférences du conducteur
  - Apprendre sur des situations complexes (au niveau tactique), pour étendre les compétences du système à des situations plus variées2 thèses en cours
- ☞ **HM-Science** (Human-Machine Shared Control for Intelligent Safety and Energy of Smart Vehicles) financé par l'ANR (560 k€) avec UPHF-LAMIH & NTU Nanyang Technological University / School of Mechanical and Aerospace Engineering  
L'objectif du projet est de développer de nouvelles approches de contrôle et de nouvelles architectures de contrôle des véhicules automatisés pour concevoir des systèmes de contrôle partagés dans une approche générique centrée sur l'humain.  
1 thèse en cours
- ☞ **CapaCITIES** (Quantifier le coût biomécanique des déplacements urbains en fauteuil roulant pour l'accessibilité » des villes de demain) financé par l'Agence Nationale de la Recherche (524 K€) avec le LAMIH, l'ENSAM – IBHGC, l'IRISA, l'INI/CERAH.  
Ce projet vise à définir des coûts biomécaniques attribués aux différentes situations de locomotion, et qui pourront être implémentés dans de futurs algorithmes de recherche de trajets optimaux  
1 thèse en cours

**ELSAT2020**  
Nos recherches. Vos innovations.

## Bilan de l'OS 2

## Organisation des systèmes de mobilité et logistique

## Optimisation des systèmes de mobilité et Logistique

Approches hybrides en logistique : Transport et Mobilité

Planification et ordonnancement de la maintenance

Chaîne logistique durable

Service mobile incitatif à l'inter-modalité

### 1. Approches hybrides en logistique : Transport et Mobilité

- ☞ Définir la localisation optimale des plateformes multimodales.
- ☞ Optimiser l'affectation de ressources, les taux de remplissage.
- ☞ Faciliter l'approche multimodale de la logistique

### 2. Planification et ordonnancement de la maintenance

- ☞ Adapter les systèmes de transport aux évolutions des attentes des clients.
- ☞ Améliorer la disponibilité des moyens et infrastructures.
- ☞ Fiabiliser l'usage de la logistique multimodale.

### 3. Chaîne logistique durable

- ☞ Construire une chaîne logistique durable basée sur le concept de l'Internet Physique (collaboration pour consolider et massifier les flux).
- ☞ Construire une chaîne de valeur multimodale compétitive
- ☞ Considérer l'impact environnemental comme un facteur clé de succès et d'innovation),
- ☞ Développer des modèles entrepreneuriaux : étendus et collaboratifs.

### 4. Service mobile incitatif à l'inter-modalité

- ☞ Eveiller les consciences de l'impact environnemental des temps perdus dans les embouteillages, recherche de stationnement en temps réel par un conducteur
- ☞ Informer pour favoriser la prise de décision d'une alternative à la voiture : disponibilité des transports collectifs, temps de parcours, empreinte carbone.



**Partenaires impliqués**  
Optimisation des systèmes de mobilité et logistique

Tutelles: Université Polytechnique, CITE, Université de Lille, Centrale Lille, LAMIA, Université Gustave Eiffel

Laboratoires: LAMIH, URISIAL, LGI2A, REEF

	LAMIH	URISIAL	LGI2A	REEF
1. Approches hybrides en logistique Transport et Mobilité	✓	✓	✓	✓
2. Planification et ordonnancement de la maintenance	✓	✓	✓	
3. Chaîne logistique durable	✓		✓	
4. Service mobile incitatif à l'inter-modalité	✓	✓	✓	

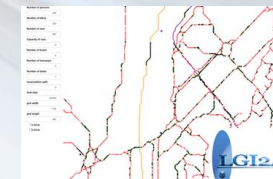
**Valorisation**  
Optimisation des systèmes de mobilité et logistique

Les sous projets	GLOBAL	1	2	3	4
● Revues à comité de lecture	64	27	17	18	2
● Communications conférences Internationales	56	21	12	16	7
● Communications conférences Vulgarisation	21	9	7	4	1
● Total par sous projet	141	57	36	38	10

### Plateformes :



MULTIMODE



Similar2Logo



Routing Simulator



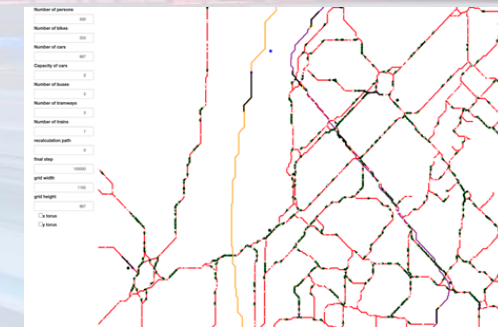
## Les investissements sur MULTIMODE du laboratoire LAMIH ont consisté à :

- En faire une plateforme capable de simuler un système de stockage automatisé (convoyeurs, capteurs, système de stockage automatisé AS/RS, etc). L'objectif est d'évaluer l'apport de l'Internet Physique sur les plateformes de stockage multi-modales (PI-hub) au travers d'indicateurs de performances.
- L'étude sur cette plateforme sera étendue sur la chaîne logistique globale et interconnectée en considérant plusieurs PI-hubs. L'étape suivante est d'évaluer l'apport de l'Internet Physiques sur toute une chaîne logistique multi-modale..



## Les investissements sur Similar2Logo du laboratoire LGI2A ont consisté à :

- En faire une plateforme capable de développer facilement des modèles multi-agents, et qui peut dorénavant être utilisée dans différents environnements type cloud, cluster, ou simple ordinateur de bureau.
- Grâce aux investissements dans cet outil, nous avons pu prendre place dans le développement de la plateforme technologique Tech3E sur le pôle de la faculté des sciences appliquées à Béthune, et également au niveau de l'université.



## Les investissements sur Routing Simulator du laboratoire LGI2A ont consisté à :

- En faire une plateforme de simulation des tournées d'inspection et de maintenance d'un réseau ferroviaire.
- Il s'agit d'abord d'envoyer une flotte de drones pour l'inspection des défaillances sur un réseau ferroviaire en prenant en compte les contraintes liées à la charge. Par la suite, une flotte de techniciens procédera à la réalisation des tâches de maintenance sur l'ensemble des défaillances détectées. Un ensemble de contraintes est à prendre en compte ici également liées aux pièces de rechange et aux compétences des techniciens.
- L'organisation des tournées est décidée à base d'algorithmes de recherche opérationnelle et d'intelligence artificielle.
- Grâce aux investissements dans cette plateforme, nous avons pu prendre place dans le développement de la plateforme technologique Tech3E qui sera dédiée à l'utilisation des drones en logistique (inventaire dans un entrepôt, inspection, ...).





## Les exemples de projets

- ☞ **ANR-France RELANCE** sur la 'Digitalisation de la Logistique' (120K€): L'objectif principal de ce projet de collaboration entre l'entreprise TRANSPORTS BRAY et le LGI2A est de définir une nouvelle organisation basée sur la digitalisation pour la chaîne logistique existante afin d'offrir un ensemble de services logistiques aux différents acteurs et d'analyser les besoins de cette nouvelle organisation en matière d'accompagnement et de soutien ainsi que les impacts économiques, sociaux et environnementaux.
- ☞ **PIA4 EUR IFSEA:** (Transdisciplinary graduate school for marine, Fisheries and SEAfood sciences). Ce projet porté par l'ULCO vise à promouvoir en France le modèle des Graduate Schools en rassemblant des formations de master et de doctorat adossées à des laboratoires de recherche de haut niveau, va bénéficier d'une dotation de 8,1 M€. Il s'agit de la première École Universitaire de Recherche dans la Région des Hauts-de-France. Le LGI2A est partenaire de ce projet sur la partie supply chain du produit de la mer jusqu'à l'assiette.
- ☞ **Projet FUI ENCETRE** (Energie Non Conventionnelle Et TRaitement des Eaux) : le sujet porte sur la valorisation des farines animales de catégorie 1 basée sur le principe de l'économie circulaire. Il réunit plusieurs acteurs de l'entreprise et plusieurs universitaires. Le LGI2A s'est positionné sur la partie logistique en collaboration avec le laboratoire TVES. Le budget global du projet est de 8.12 M€ avec une aide de 1.48 M€.
- ☞ **AutoConduct** (Adaptation de la stratégie d'automatisation des véhicules autonomes aux besoins et à l'état des conducteurs en conditions réelles), financé par l'Agence Nationale de la Recherche (1.1 M€) avec entre autres UPHF- LAMIH UMR CNRS 8201 et l'UGE Site de Lille (en lien avec l'objectif stratégique intitulé « Dimensionnement et performance de véhicule – Mobilité Intelligente.
- ☞ **H2020 'IW-NET'** avec un consortium de 26 entreprises institutions de recherche et organisations publiques d'Autriche, Belgique, France, Allemagne, Grèce, Italie, Pays Bas, Roumanie et Espagne s'est associé afin de développer et proposer des solutions technologiques et des améliorations pour le transport fluvial. La vision pour les années à venir est la création d'un « réseau collaboratif de transport fluvial européen basé sur l'innovation. (8 302K€) <https://www.iw-net.eu>.



## Les exemples de thèses :

- ☞ Vers un modèle prédictif intelligent des demandes pour les systèmes de production et de distribution dans un contexte d'internet physique, UPHF LAMIH, encadrement Abdelghani Bekrar, Yves Sallez, Abdessamad ait el Cadi
- ☞ Optimisation et simulation des opérations de cross-docking dans le contexte de l'internet physique, UPHF LAMIH, Damien Trentesaux, Abdelghani Bekrar, Mohamed Reguoui
- ☞ Planification d'une chaîne logistique collaborative dans le cadre d'une approche DDMRP, U ARTOIS LGI2A encadrement Hamid ALLAOUI et Tienté HSU
- ☞ Meta-heuristics approaches for environment protection and transportation security, U ARTOIS LGI2A, encadrement Hamid ALLAOUI
- ☞ Une nouvelle politique d'exécution de simulations stochastiques fondée sur des principes de partitionnement, de sélection et de clonage, U ARTOIS LGI2A, encadrement David Mercier, Frédéric Pichon, Gildas Morvan

**ELSAT2020**  
Nos recherches. Vos innovations.

## Bilan de l'OS 3

## Nouveaux matériaux et concepts structuraux

## Nouveaux matériaux et concepts structuraux

Tribologie et Surfaces

Procédés d'obtention des nouveaux matériaux

Simulations numériques et conceptions robustes

Optimisation des nouveaux procédés composites

### 1. Tribologie et Surfaces

- La caractérisation et la modélisation de surfaces frottées,
- La mise en place des liens entre les matériaux et les sollicitations tribologiques,
- L'identification des mécanismes initiateurs d'émissions (de particules et sonores) dans un contact.

### 2. Procédés d'obtention des nouveaux matériaux

- La caractérisation de l'influence des procédés d'élaboration et de fabrication de fabrication sur les microstructures et la tenue mécanique des pièces métalliques développées pour le transport terrestre, l'idée étant à terme d'accroître la durée de vie des pièces dès la phase de conception,
- Le développement de lois de comportement à base physique afin d'améliorer la précision de modèles numériques et de quantifier l'effet des conditions de contact et de frottement sur l'intégrité de surface des pièces métalliques fabriquées pour le domaine des transports.



Partenaires impliqués					
Nouveaux matériaux et concepts structuraux					
Tutelles	Université Lille	CEP	Université de Lille	ONERA	IMT Nord Europe
Laboratoires	LAMH	IMM	LaMUE	ONERA	IMT Nord Europe
1 Tribologie et Surfaces	✓	✓	✓	✓	✓
2 Procédés d'obtention des nouveaux matériaux	✓		✓		
3 Simulations numériques et conceptions robustes	✓				
4 Optimisation des nouveaux procédés composites	✓	✓		✓	✓

Valorisation					
Nouveaux matériaux et concepts structuraux					
Les sous projets	GLOBAL	1	2	3	4
Revue à comité de lecture	113	69	22	1	21
Communications conférences internationales	38	23	6	2	7
Communications conférences Nationalisation	93	65	11	2	15
Total par sous projet	244	157	39	5	43



4MAAT MORPHOMECA WAVESURF CERALAB

## Nouveaux matériaux et concepts structuraux

Tribologie et Surfaces

Procédés d'obtention des nouveaux matériaux

Simulations numériques et conceptions robustes

Optimisation des nouveaux procédés composites

### 3. Simulations numériques et conceptions robustes

- La définition de modèles réduits pour les problèmes aux valeurs propres quadratiques,
- L'identification des topographies des surfaces réelles de plaquettes de freinage, à la quantification des incertitudes associées et à l'intégration des surfaces réelles dans les simulations numériques,
- La mise en place d'une modélisation mixte éléments finis/éléments discrets dans le but d'analyser la stabilité de systèmes frottants.

### 4. Optimisation des nouveaux procédés composites

- La caractérisation et l'analyse de la relation « procédé – (micro)structure – propriétés », pour concilier cadences et qualité de production et optimiser les performances fonctionnelles,
- Le développement d'outils de modélisation et de simulation numérique multi-échelle et multi-physique des différents procédés de fabrication de pièces industrielles en composites à renforts textiles puis de leur comportement thermomécanique en service.



**Partenaires impliqués**  
Nouveaux matériaux et concepts structuraux

Tutelles	Laboratoires	1	2	3	4
Université Polytechnique, Université de Lille, ONERA	LAMH, LaMUSE, ONERA	✓	✓	✓	✓
		✓		✓	
		✓			
		✓	✓		✓

**Valorisation**  
Nouveaux matériaux et concepts structuraux

Les sous projets	GLOBAL	1	2	3	4
Revue à comité de lecture	113	69	22	1	21
Communications conférences internationales	38	23	6	2	7
Communications conférences vulgarisation	93	65	11	2	15
Total par sous projet	244	157	39	5	43



POPCOM



Dynamique Rapide

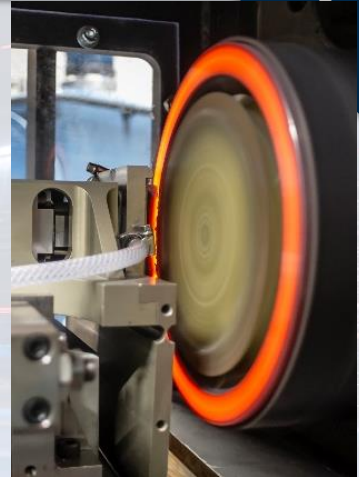
### Les investissements sur 4MAAT du laboratoire LaMcube ont consisté à :

#### Pour 4MAAT-Tribologie :

- En faire une plateforme capable **d'élaborer, de caractériser et de tester des couples de matériaux à différentes échelles et niveaux de sollicitations de frottement**, le tout appuyé par **une instrumentation multimodale** (mécanique, thermique, acoustique, optique...)
- Dorénavant, les équipements acquis permettent de réaliser des études de compréhension de situations tribologiques pour différentes problématiques: émissions de particules, émissions sonores, usure, performance, etc.
- 4MAAT-Tribologie a été amenée à **un niveau unique au monde, reconnu internationalement** (8 projets obtenus, incluant 7 thèses + 1 post-doc)

#### Pour 4MAAT-Hydrau

- En faire une plateforme capable **de caractériser mécaniquement des matériaux et des structures à de multiples échelles et sous différents environnements contrôlés**, le tout appuyé par **une instrumentation multimodale** (mécanique, thermique, optique, cristallographique,...)
- Dorénavant, les équipements acquis permettent de réaliser le lien comportement-mécanismes de déformation et d'endommagement- microstructure hétérogène et sollicitations complexes.
- 4MAAT-Hydrau a servi de support à 4 projets, 9 thèses+1 Post-doc.



### Les investissements sur MORPHOMECA du laboratoire LAMIH ont consisté à :

- En faire une plateforme capable de construire des outils d'exploration morphologique de la surface, aux échelles où les phénomènes physiques, chimiques ou biologiques apparaissent (tailles des cellules en biologie, des particules abrasives en usure...).
- Dorénavant Il est possible de mener l'exploration et l'analyse morphologique des surfaces, des échelles décimétriques aux échelles nanométriques
- Grâce à cela nous avons obtenu la création et le pilotage d'un GDR CNRS Surf Topo 2077

**GDR** Groupement de recherche  
**Surf Topo - 2077**  
Topographie des Surfaces



### Les investissements sur MCM (Mesure et Caractérisation des Matériaux aux différentes échelles) du LAMIH ont consisté à :

- Nous avons investi dans MCM pour en faire une plateforme capable de caractériser les métaux à haute température, avec un contrôle accru des vitesses de sollicitation et des températures,
- Dorénavant nous avons une plus grande précision dans nos mesures expérimentales sur le simulateur Gleeble

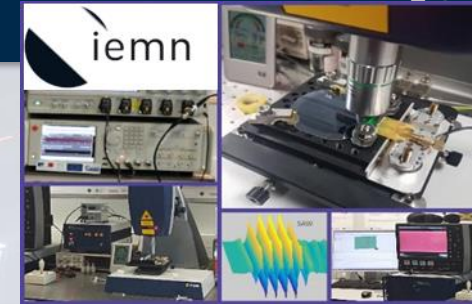
### Les investissements sur Dynamique Rapide du laboratoire LAMIH ont consisté à :

- Nous avons investi dans Dynamique Rapide pour en faire une plateforme plus performante dans l'observation et l'analyse des phénomènes physiques à hautes vitesses et à différentes échelles.
- Dorénavant, nous sommes capables de capturer des événements sur des temps très court ( 10 million images/seconde), d'associer des mesures thermiques rapides et de mesurer de très petites déformations viscoélastiques.
- Grâce à cela nous avons obtenu des thèses avec FAURECIA, NOVARES, l'ONERA et SAFRAN sur le comportement des polymères et composites en dynamique.



## Les investissements sur WAVESURF du laboratoire IEMN DOAE ont consisté à :

- Compléter la plateforme WAVESURF capable de contrôler et caractériser de manière non destructive des surfaces et revêtements par ultrasons.
- Les caractérisations en termes d'épaisseur, de module d'Young, de porosité, de contraintes résiduelles, etc.), peuvent notamment être réalisés par ultrasons via les ondes acoustiques de surface (SURface Acoustic WAVE) hautes fréquences (10-250 MHz).
- Effets leviers : projets interreg TRANSPORT, CUBISM



## Les investissements sur CERALAB du laboratoire CERAMATHS ont consisté à :

- Nous avons investi dans CERALAB pour en faire une plateforme capable de caractériser finement les microstructures et d'analyser tout type de matériaux sous forme massive et sous forme de couches fonctionnelles.
- Dorénavant nous avons développé une plus grande expertise dans l'observation et l'analyse des microstructures
- Grâce à cela nous avons obtenu différents projets:
  - Projets interreg Tech2fab, Transport, Cubism, projet ANR (Economics, stockcar)
  - Projet Rapid DGA (Pyfree), projet régional Stimule partenarial (Regcat), projet régional industrie du futur (Companum)
  - Thèses qui portaient sur l'élaboration de céramique et de matériaux nanostructurés par des procédés innovants, sur l'étude des phénomènes de densification de procédés innovants.



## Les investissements sur POPCOM du laboratoire IMT MP ont consisté à :

- En faire une plateforme polyvalente d'optimisation expérimentale et numérique des technologies de fabrication de pièces en composites structuraux thermoplastiques ou thermodurcissables,
- Dorénavant sont opérationnels toutes les variantes de procédés 'Liquid Composite Molding' avec moules prototypes et périphériques, ainsi qu'un enroulement filamentaire (en sus des autoclave, presse de compression, banc d'infusion et robot de placement de fibres déjà existants)
- Effets levier (pour CERI MP d'IMT) : 3 contrats (ANR, FUI, Interreg) et 2 thèses sur les composites haute performance à renforts textiles.





## Les projets :

### International & National

- Projet BREAQ (PIA ADEME avec ALSTOM, IMT, LAMIH) sur l'usure et les émissions de particules en freinages (1 thèse + 1 thèse en cotutelle IMT, 1.1M€),
- Projet PICUBE (franco-allemand MESRI-BMBF avec TU Hambourg, HITACHI, VOLKSWAGEN et AUDI) sur le développement de système de pilotage de freinage pour véhicules électrique avec recours à l'IA pour une réduction des émissions sonores et de particules (1 post-doc + 1 IE, 331k€),
- Projet DAMAS (institut Carnot Arts) sur la digitalisation des procédés de fabrication (7 laboratoires de recherche, budget total 1,8 M€)
- INTERREG (IEMN, CERAMATHS) TRANSPORT, CUBISM, et ALLIHENTROP - Synthèse et mise en œuvre de revêtements à base d'ALLIages à Haute ENTROPIe, Contrat Interreg BIOCOMPAL (240 k€) sur les composites biosourcés allégés pour applications structurelles ,
- FUI DESTINY (236 k€) sur les composites thermoplastiques pour le ferroviaire et l'aéronautique dans le secteur des transports...
- ANR Sinus Surf, MustImplant et MIFASOL «Microstructure à la demande en fabrication additive par une synergie entre commande, mesures et simulations (1 thèse , 303 k€ ),
- DEFECTO sur la déféctologie des rails en mieux froid (British steel, SNCF, RAILENIUM ; 42 k€), ANR Economics : projet partenarial pour la conception de surfaces « anti-encrassantes » pour les industries agro-alimentaires; montant 571 k€ tous partenaires (Université Lille1, INRA Lille, ENSCL, Institut Chevreul, IEMN, Université Lorraine, INRA Rennes, UPHF),
- ANR COMP3DRE (313 k€) sur les composites épais de forme complexe ...
- Chaire professeur Junior : topographie et propriétés mécaniques

### Régional :

- Laboratoire commun SWITLAB sur le continuum «procédés -microstructure - sollicitations cycliques» (MG-Valdunes, LAMIH, 5 thèses dont 2 CIFRE, 1 post-doc, 2 IE, 1IR, 3,15 M€)
- Entreprise APERAM sur les émissions de particules (1 thèse),
- ONERA sur l'atterrissage d'urgence en aéronautique, couplage thermomécanique-usure (1 thèse, 60k€),
- « REGCAT » Stimule partenarial: développement d'une expertise régionale en matériaux catalytiques adaptés à la conversion de la biomasse(196 k€ tous partenaires (UPHF-CERAMATHS-DMP / UCCS – ULille / TIMR – UTC)



## Les projets :

### Contrats industriels :

- Accord partenarial avec Digital Surf, Bruker, Alicona et Altimet.
- SAFRAN AICRAFT ENGINES sur la maîtrise de l'interaction aube-carter pour l'efficacité énergétique des turboréacteurs (1 thèse CIFRE, 90k€),
- HITACHI sur l'influence des localisations de contact sur le crissement en freinage (1 thèse, 60k€),
- ALSTOM sur le vieillissement des matériaux de friction (1 thèse CIFRE, 30k€), STELLANTIS sur le phénomène de Hot Judder (1 IE, 48 k€),
- PTP Industry sur l'influence de paramètres d'élaboration sur la microstructure et les propriétés mécaniques d'usage de fontes GS ductiles (1 thèse CIFRE, 80 k€)
- SEBBIN : Influence de la texture de surface sur la biocompatibilité des implants mammaires
- SELENIUM MEDICAL : Implant orthopédique
- L'Oréal : Peau et propriétés rhéologiques
- ANTHOGRYR : Intégration osseuse, texturation
- ESSILOR : Projet de création d'un Laboratoire Commun du CNRS (abrasion, nettoyage des surfaces, propriétés optiques)
- ROLEX : Propriétés esthétiques
- RTE : Effet Corona (brevet mondial)
- VALLOUREC : Transport de l'hydrogène et capture du carbone (Chaire en cours de construction)
- STELLANTIS : Vibration dans les engrenages et état de surfaces.
- MAGGOTEAUX : Usure concasseur de roche.
- « PYFREE » Rapid DGA portant sur le développement et l'intégration de céramiques sans plomb dans des dispositifs piézoélectriques industrialisés pour le compte de l'entreprise Pythé montant 152 k€ pour Ceramaths-DMP.
- « Tech2fab » Interreg (FEDER); projet partenarial portant sur le développement de techniques avancées de fabrication et de densification de matériaux céramiques (fabrication additive, frittage par chauffage microondes); montant 1820k€ financement FEDER tous partenaires (CRITT MDTS, Matérianova, UPHF-Ceramaths, CRIBC)
- Contrat CDD Post Doctorant avec SAFRAN, Stratégie de modélisation de structure collée en dynamique, S. Treutenaere (budget total affecté LAMIH:75k€)
- ....



## Les exemples de thèses :

- Thèse CSC sur les couplages thermomécaniques en plasticité cristalline sous chargement cyclique d'un acier inoxydable 316L
- Thèse Etablissement – Région sur les mesures stéréoscopiques à l'échelle de la microstructure sous chargement cyclique
- Thèse Etablissement – Région sur le lien élaboration et mécanismes de déformation d'un alliage d'aluminium pour application automobile
- Thèse cadre Eunice : Etude des formes topographiques, Thèse région sur l'art et la topographie. Thèse INSA/Digital Surf : Incertitude mesure.
- Thèse CIFRE sur la tribologie à froid des aciers martensitiques
- Thèse CIFRE sur le couplage MEF-DEM
- Thèse CIFRE sur la durabilité des outillages de forge à chaud
- Thèse Etablissement sur le grippage des alliages d'aluminium
- Thèse Etablissement – Région sur la tribologie à haute température de l'acier
- Thèse financement étranger sur la tribologie à chaud des alliages d'aluminium (partenariat avec la Northwestern University, USA, et la Toyama University, Japon)
- Thèse sur contrat avec FAURECIA, Caractérisation et modélisation du comportement et de la rupture de thermoplastiques pour une large gamme de vitesse de déformation et de température, V. Dordans (budget total affecté LAMIH:125k€)
- Thèse CIFRE avec SAFRAN en collaboration avec l'ONERA, Caractérisation expérimentale de la rupture d'interfaces collées sous chargement dynamique multiaxial, N. Dagorn (budget total affecté LAMIH:25k€)
- Thèse financée FAURECIA (125K€) **Caractérisation et modélisation du comportement et de la rupture de thermoplastiques pour une large gamme de vitesse de déformation et de température** dans le cadre du projet POLYMODE
- Thèse financé par NOVARES et la Région Hauts de France (170k€) **Intégration de la variabilité des propriétés constitutives géométriques et mécaniques des fibres végétales dans la modélisation du comportement de thermoplastiques renforcés par des fibres courtes** dans le cadre du projet BIOFIVAR
- Thèse financé par ONERA et la Région Hauts de France (120k€) **Effet de la vitesse et de la température sur le comportement en compression des composites à matrice organique**
- Thèse CIFRE financé par SAFRAN (160k€) et en collaboration avec l'ONERA **Caractérisation de la rupture d'interfaces collées titane-composites sous chargement dynamique multiaxial**
- Thèse cofinancé Région/NOVARES: **Intégration de la variabilité des propriétés constitutives géométriques et mécaniques des fibres végétales dans la modélisation du comportement de thermoplastiques renforcés par des fibres courtes**, J. Proy (budget total affecté LAMIH:120k€)



## Bilan de l'OS 4

# Dimensionnement et performance des fonctions véhicule

A - Mobilité Intelligente

B - Energie Environnement

## Dimensionnement et performances des fonctions véhicule

### Mobilité Intelligente    Energie Environnement

- Performance des infrastructures urbaines et sécurité de la mobilité
- Performance des infrastructures urbaines et sécurité de la mobilité
- Systèmes de communications et de localisations fiables et intelligents
- Maintenance prédictive autonome des systèmes de transports câblés
- Contrôle réactif en aérodynamique par des technologies innovantes
- Cyber-sécurité dans les systèmes communicants
- Techniques et outils pour la compétitivité ferroviaire

## 1. Performance des infrastructures urbaines et sécurité de la mobilité

- La protection des personnes vulnérables à l'aide de radar opportunistes d'une part,
- L'observation des performances des infrastructures urbaines et de la mobilité d'autre part.

## 2. Systèmes de communications et de localisations fiables et intelligents

- La radio intelligente pour les communications train-sol ou entre objets connectés,
- La localisation sûre et intègre.

## 3. Maintenance prédictive autonome des systèmes de transports câblés

- Le développement d'une méthodologie et d'outils permettant de suivre l'état de santé des réseaux filaires assurant le transfert de données au sein des véhicules autonomes.

**Budget 4.2 M d'€**  
EQUIPEMENT 1.3 M €  
RESSOURCES HUMAINES 2.9 M €



### Partenaires impliqués

Dimensionnement et performance des fonctions véhicule  
Mobilité Intelligente

Tutelles	Université Polytechnique de Lille	CFR	Université de Lille	Centrale Lille	ulco	Université Gustave Eiffel	IMT Nord Europe
Laboratoires	LAMH	UMR	RESIAL	ulco	Université Gustave Eiffel		
1 Performance des infrastructures urbaines et sécurité de la mobilité	✓	✓			✓	✓	
2 Systèmes de communications et de localisations fiables et intelligents	✓	✓	✓		✓		
3 Maintenance prédictive autonome des systèmes de transports câblés		✓	✓		✓		
4 Cyber sécurité dans les systèmes communicants	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5 Techniques et outils pour la compétitivité ferroviaire	✓		✓		✓		

### Valorisation

Dimensionnement et performance des fonctions véhicule  
Mobilité Intelligente

Les sous projets	GLOBAL	1	2	3	4	5
Revue à comité de lecture	157	10	100	1	33	13
Communications conférences internationales	76	6	7	8	45	10
Communications conférences Vulgarisation	34	5	3	3	8	16
Total par sous projet	267	21	110	12	86	39

## Plateformes :



## Dimensionnement et performances des fonctions véhicule

Mobilité Intelligente	Energie Environnement
Performance des infrastructures urbaines et sécurité de la mobilité	Performance des infrastructures urbaines et sécurité de la mobilité
Systèmes de communications et de localisations fiables et intelligents	
Maintenance prédictive autonome des systèmes de transports câblés	Contrôle réactif en aérodynamique par des technologies innovantes
Cyber-sécurité dans les systèmes communicants	
Techniques et outils pour la compétitivité ferroviaire	

### 4. Cyber-sécurité dans les systèmes communicants

Le développement d'architectures de systèmes embarqués efficaces pour le traitement d'images lors de gestion des situations d'urgences et de crises

Les solutions de communication V2V (véhicule à véhicule) rapides et économes pour la GSUC (gestion des situations d'urgences et de crises),

La cyber-sécurité afin de protéger les communications et informations lors de GSUC d'éventuelles mises en défaillance volontaires.

### 5. Techniques et outils pour la compétitivité ferroviaire

Les travaux sur l'ingénierie des exigences, avec comme application les spécifications (SRS – Software requirements specification) de l'ERTMS/ETCS,

La prise en compte de nouvelles formes de fautes de manière à couvrir un plus large spectre des défaillances dans les systèmes ferroviaires réels,

Le développement de techniques de fluidification et d'optimisation de la gestion de trafic ferroviaire, sous différentes contraintes.



#### Partenaires impliqués

Dimensionnement et performance des fonctions véhicule Mobilité Intelligente

Tutelles	Université Polytechnique	CNRS	Université de Lille	Université Gustave Eiffel	IMT Nord Europe
1 Performance des infrastructures urbaines et sécurité de la mobilité	✓	✓		✓	✓
2 Systèmes de communications et de localisations fiables et intelligents	✓	✓	✓	✓	✓
3 Maintenance prédictive autonome des systèmes de transports câblés		✓	✓	✓	✓
4 Cyber sécurité dans les systèmes communicants	✓	✓	✓	✓	✓
5 Techniques et outils pour la compétitivité ferroviaire	✓		✓	✓	✓

#### Valorisation

Dimensionnement et performance des fonctions véhicule Mobilité Intelligente

Les sous projets	GLOBAL	1	2	3	4	5
Revue à comité de lecture	157	10	100	1	33	13
Communications conférences internationales	76	6	7	8	45	10
Communications conférences Vulgarisation	34	5	3	3	8	15
Total par sous projet	267	21	110	12	86	28

### Plateformes :



## Les investissements sur PRETIL du laboratoire CRISAL ont consisté à :

- ✦ En faire une plateforme capable de supporter des expérimentations de conduite autonome et de diagnostic des applications embarquées, des systèmes et composants électroniques (câbles, inter-connexion, calculateurs) pour la mobilité autonome,
- ✦ Dorénavant les partenaires peuvent solliciter le laboratoire CRISAL pour intégrer leurs développements et réaliser des expérimentations en conduites réelles et de fait récupérer des jeux de données avec vérité terrain,
- ✦ Grâce à cela nous avons obtenu un projet ANR LOCSP sur les problématiques de localisation tolérante aux fautes, la responsabilité du Work Package Open Infrastructure de l'Equipex+ TIRREX portant sur la robotique et trois thèses (Zaynab El Mawas, Nesrine Harbaoui, Abdel Karim Abdel Karim, Khoder Makkawi et Bilal Daass). La plateforme est également fortement impliquée sur le CPER RITMEA. La plateforme fait partie de l'Infrastructure de Recherche National (IR) ROBOTEX 2.0.



## Les exemples de projets

- ANR LOCSP (2020-2024) : projets ANR AAPG 2019 sur les problématiques de localisation tolérante aux fautes pour les véhicules autonomes. Responsabilité du Work Package Localisation coopérative de véhicules autonomes et connectés – thèse (Zaynab El Mawas)
- PEPR Agroécologique et numérique – Projet NINSAR « Robots Agricoles »
- Equipex+ TIRREX :
  - Axe « Véhicule terrestre » travaux sur la ZOE Automatisé. Thèses de Nesrine Harbaoui, Abdel Karim Abdel Karim
  - Axe « Infra-num » Jumeau Numérique MACC. Thèses de Nesrine Harbaoui
- Infrastructure de Recherche National (IR) ROBOTEX 2.0
- ✦ Dépôt du projet ANR VisuaLoc - phase AAPG 2023

## Les exemples de thèses

- ✦ Thèse Localisation collaborative multi-véhicules tolérante aux défauts (Zaynab El Mawas)
- ✦ Thèse Surveillance des réseaux embarqués des véhicules autonomes : une approche conjointe signal et système (Abdel karim Abdel karim)
- ✦ Thèse Région/ULILLE CRISAL : Tolérance aux fautes pour la navigation autonome d'un véhicule par Nesrine Harbaoui
- ✦ Thèse Région/ULILLE CRISAL : Méthodes de fusion multi-capteurs tolérantes aux défauts. Localisation et caractérisation collaboratives d'un système multi-robots (Nawal Alsaleh)
- ✦ Formalisme adaptative pour la fusion tolérante aux fautes avec application à la localisation précise, disponible et sûre (Khoder Makkawi)
- ✦ Thèse Région/Ulille CRISAL: Approches informationnelles pour une navigation autonome collaborative de robots d'exploration de zones à risques. (Bilal Daass)

## Les investissements sur COPEFE du laboratoire UGE - COSYS ont consisté à :

- En faire une plateforme d'équipements matériels et logiciels capable de réaliser des campagnes de mesures, de tests et de modélisation de nouveaux systèmes ou services dans les domaines de la communication, perception et sûreté de fonctionnement pour les transports terrestres et exploitation ferroviaire.
- Dorénavant nous sommes notamment capable de spécifier, modéliser et évaluer des protocoles de communication V2X, d'analyser la susceptibilité de technologies V2X face à certaines cyberattaques, de développer des approches de surveillance et de détection d'attaques critiques pour contribuer à la résilience de ces systèmes V2X, de mesurer la surface équivalente radar en réponse à des signaux réels à courte et longue portée en chambre anéchoïque.
- Grâce à cela nous avons obtenu les projets européens XRAIL-1 à XRAIL-5 de XShif2Rail (2016-2023), INDiD (2019- 2023) et nationaux CYCLOPE (2015-2019), DEPOSIA (2022-2024).



### Grâce à cela nous avons obtenu les thèses :

- Thèse Hela Kadri sur le sujet « Gestion des modes de systèmes à événements discrets : application au passage de frontière sous ERTMS », soutenue le 20 janvier 2020
- Thèse de Lucile Brethomé, en contrat Cifre SNCF Transilien/I&R, sur le sujet « Passenger-oriented modelling and optimization of the railway transportation plan in a mass transit system », soutenue le 20 novembre 2018
- Thèse de Sélim Cornet, en contrat Cifre SNCF Transilien sur le sujet « Des horaires robustes pour les réseaux ferrés denses », soutenue le 29 juin 2020.
- Thèse de Lucas Rivoirard, ITPE en mise à disposition, sur le sujet de « Applications coopératives Communications véhicules-à-Véhicules Protocoles de réseaux d'ordinateurs Routage Réseaux ad hoc de véhicules Réseaux routiers intelligents Systèmes d'information Sécurité routière », soutenue le 21 septembre 2018.
- Thèse de Hussein SROUR, « Augmentation de la surface équivalente radar des cyclistes », ANR Cyclope, Soutenue le 29 juin 2018 (2015-2019)

### Projets européens :

- XRAIL-1 à XRAIL-5 de Shif2Rail** (2016-2023), financement RAILENIUM avec mise à disposition de la plateforme et de personnel de Univ. Eiffel, Cosys, Objet: travaux portant sur les futurs systèmes de communication sans fil adaptatifs pour le contrôle-commande, virtualisation des essais (obtention du WP Zero One site testing), la cybersécurité des systèmes, localisation GNSS pour servir le concept de balise virtuelle ERTMS...
- CEF 2014-2020 INDiD** (Infrastructure Digitale de Demain) (01/06/2019- 31/12/2023) sur le déploiement pilote d'ITS coopératifs sur des nœuds urbains en lien avec des corridors. (montant total 21,5 M€ dont 1,6M€ coût complet pour Univ. Eiffel)
- ANR
  - **DEPOSIA: ASTRID IA** (03.01.2022-01.09.2024) sur « Intelligence Artificielle pour la détection et géolocalisation d'une source électromagnétique illégitime », Objectif: la détection et la géolocalisation de sources de signaux radio fréquence variées dans le but de déjouer des attaques sur des infrastructures et systèmes connectés. (300 K€ d'aide, montant total: 696 K€)
  - **CYCLOPE** (2015-2019), financeur ANR, « protection électronique pour les cyclistes » (Aide de l'ANR 698 590 euros)



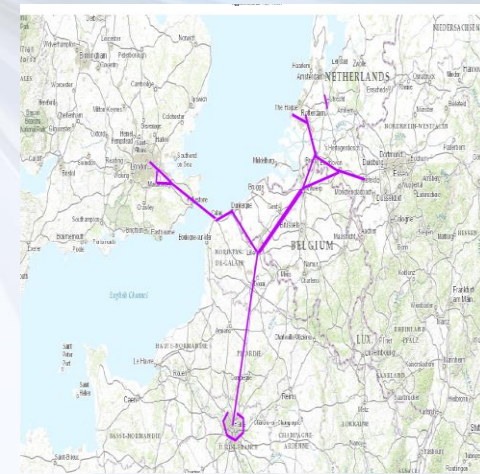
## Les investissements sur SYFRA du laboratoire UPHF-IEMN ont consisté à :

- En faire une plateforme capable de proposer des techniques innovantes de perception de l'environnement avec interaction avec l'infrastructure via les C-ITS
- Dorénavant nous avons un démonstrateur véhicule instrumenté et connecté
- Grâce à cela nous avons obtenu ( 3 projets (2 CEF INTERCOR / INDID et un ANR CYCLOPE) et 4 Thèses qui portaient sur le véhicule connecté et la perception de l'environnement).
- Nous avons aussi obtenu un prix du dispositif STARS de la Région HdF (Chaire RIVA) co-financée par Valenciennes Métropole



## Les projets en lien avec la plateforme SYFRA

- Projet INTERCOR, projet européen CEF, (Financement global: 30M €)
  - Interconnecter plusieurs autoroutes en France, Belgique, Angleterre et Pays-Bas Cas d'usages C-ITS et Logistique, Participation à plusieurs Test-Fests Période: 2016 – 2019
- Projet INDID, projet européen CEF, (Financement global: 10 766 707 €)
  - Infrastructure Digitale de Demain (2019-2023):HDMap/Cas Urbains/5G
  - Appel à projets du Mécanisme pour l'Interconnexion en Europe (MIE)
- Projet ANR CYCLOPE, 2015-2018 (Budget de 2 700 000)
  - Détection des personnes vulnérables (piétons, cyclistes et moto-cyclistes, ...)



Projet ANR CYCLOPE  
Période: 2015 – 2018





## Les investissements sur UNIRAIL du laboratoire CRISAL ont consisté à :

- En faire une plateforme capable de développer les systèmes de contrôle et signalisation pour les systèmes ferroviaires du futur complètement automatisé. **Dorénavant nous pouvons :**
- Développer** et tester des modèles et algorithmes pour le contrôle automatique des lignes ferroviaires et des nœuds ferroviaires.
- Tester**, les modèles de contrôle avec de la communication ponctuelle par balises (KVB, TVM 300, ERTMS niveau 1 ...) ou continue (ERTMS niveau 2 et 3), la robustesse des modèles de contrôle en faisant de l'injection de fautes au niveau infrastructure, les mécanismes de handover au niveau de GSM-R

### Grâce à cela nous avons obtenu les projets

- VASCO qui portait sur le management de flottes d'Autonomous Intelligent Vehicles dans les ports du futur
- IN2TRACK2 qui portait sur le diagnostic des défaillances des aiguillages ferroviaires



Projet **VASCO** : Financier : BPI (100 k€ CRISAL/MOSES), Période : 01/03/2016 au 31/12/2019, Objet du projet : Automatisation du transport des containers par Autonomous Intelligent Vehicles (AIV) dans les ports du futur (port 4.0). L'objectif était de concevoir des AIVs uniquement guidés par localisation satellitaire (GPS ...) et gérant en temps réel les flux de containers entre les bateaux et les stocks. Nous avons travaillé sur le diagnostic des fautes des AIVs pour la reconfiguration des lois de contrôle en cas de défaillance et sur la fluidification des flux au sein du port.



Projet **IN2TRACK2** : Financier : RAILENIUM (105 k€ CRISAL/PERSI) Période : 01/05/2010 au 09/08/2021  
Objet du projet : Diagnostic des défaillances des aiguillages ferroviaires pour la mise en œuvre d'une maintenance prédictive. Il s'agissait de développer des algorithmes à base de modèles et à base de données pour diagnostiquer en temps réel les fautes affectant le fonctionnement d'un aiguillage ferroviaire.



Projet **PERFORMINGRAIL** Financier : Europe (Shift2Rail) – Budget 1,33 M€, Période : 2020 - 2023  
Objet du projet : Les principaux objectifs du projet sont d'améliorer et de vérifier les spécifications existantes pour la signalisation des blocs mobiles, tout en développant des modèles formels, des algorithmes et des preuves de concepts pour tester et valider une future architecture intégrée de système de bloc mobile qui fournira des performances opérationnelles sûres et efficaces.



### Grâce à cela nous avons obtenu 3 thèses :

- Thèse de Paul Cazenave (2016-2020) : Synthèse de contrôleurs des Systèmes à Evènements discrets : Application aux systèmes ferroviaires.
- Thèse de Quoc-Khanh Dang (2017-2021) : Augmentation de la capacité des nœuds ferroviaires par fluidification du trafic par contrôle automatisé
- Thèse de Brian Freitas de Iglesias (2021 à 2025) : Diagnosticabilité et opacité des Systèmes à Evènements discrets : Application aux systèmes ferroviaires.

## Les investissements sur VLAD du laboratoire IMT NE ont consisté à :

- Nous avons investi dans VLAD pour en faire une **plateforme capable de réaliser des acquisitions de données multimodales** relatives à la **circulation de surface en milieu urbain** (vidéo, LIDAR et radar) et de générer des descriptions à « haut niveau » des scènes observées s'appuyant sur des outils de « *Machine Learning* » .
- Dorénavant, nous sommes capables de produire de grands « **datasets** » multimodaux et de générer des **modèles « guidés par les données »** pour les **réseaux de transport**. Nous pouvons de plus développer des « **jumeaux numériques** » utilisant la **réalité virtuelle** et intégrant les comportements des usagers au travers d'algorithmes « **d'agentification** ».
- Grâce à cela nous avons obtenu les projets **TRANSIMMERSIUM**, qui portait sur la simulation immersive des zones accidentogènes, et **ECOTRAIN**, portant sur la mise en place de train légers autonomes pour le transport de fret et de personnes, en lien avec les thèses de Tuan Vu (détection de situations « anormales » sur la base de vidéo) et Mayssa ZAIE( trajectographie piétonne prédictive sensible au contexte basée « *Deep Learning* »).



① Caméra PTZ haute résolution    ② LIDAR 3D Velodyne    ③ Radar Ultra Large Bande



Projet **ECOTRAIN** : Financier : ADEME (500 k€ IMT NE), période : mars 2022 à mars 2025, objet : participation au projet **Ecotrain** pour le développement d'un **système de détection de collision précoce** avec les obstacles mobiles ou fixes susceptibles d'être présents sur la voie et le **développement des communications sécuritaires** entre navettes et avec l'infrastructure.

Partenaires : IMT, SOCOFER, STRATIFORME, CELAD, SPHEREA, SINTONY, CLEARSY,

Site : <https://navetteferroviaire.org/2021/03/01/ecotrain-en-2021/>



Projet **TRANSIMMERSIUM** : **TRANsport and IMMERSive simulation for the safety of Urban Mobility infrastructure**. Financier : FEDER (INTERREG France-Wallonie-Vlaanderen) 30 k€ (dont 15 k€ pour l'IMT NE), période : du 01/12/2019 au 31/12/2019, objet : construction de jumeaux numériques basés « réalité virtuelle » de zones accidentogènes pour la simulation immersive intégrant la mesure de l'attention visuelle des piétons.

Partenaire : U-MONS (Numediart).

Site : <https://www.interreg-fwvl.eu/fr/transimmersium>

## Dimensionnement et performances des fonctions véhicule

### Mobilité Intelligente    Energie Environnement

- |  |   |
|--|---|
| Performance des infrastructures urbaines et sécurité de la mobilité    | Performance des infrastructures urbaines et sécurité de la mobilité |
| Systèmes de communications et de localisations fiables et intelligents |   |
| Maintenance prédictive autonome des systèmes de transports câblés      | Contrôle réactif en aérodynamique par des technologies innovantes   |
| Cyber-sécurité dans les systèmes communicants                          |   |
| Techniques et outils pour la compétitivité ferroviaire                 |   |

### 1. Vers une mobilité propre et efficace

- Développement de plateformes d'évaluation d'algorithmes d'optimisation de la consommation énergétique de véhicules
- La première plateforme est un banc de batteries pour tester leur comportement dans le cadre de véhicules électriques par la technique de HIL (Hardware-in-the-Loop) testing.
- La seconde est une plateforme énergétique pour le banc dynamométrique qui permet d'étudier le couplage loi de commande/matériel le plus adapté à l'usage du véhicule.

### 2. Contrôle réactif en aérodynamique par des technologies innovantes

- Pour des solutions performantes en laboratoire sur le contrôle réagissant rapidement aux perturbations, robustesse vis-à-vis des conditions d'utilisation, technologiquement et énergétiquement satisfaisant,
- Dans la perspective encore plus ambitieuse de conditions Industrielles avec l'intégration et l'embarquement de capteurs, actionneurs, algorithmes et processeurs, sous contraintes d'encombrement et de coût.

**Budget 4.3 M d'€**  
EQUIPEMENT 2.4 M €  
RESSOURCES HUMAINES 1.9 M €



#### Partenaires impliqués

Dimensionnement et performance des fonctions véhicule  
Energie Environnement

Tutelles: Université d'Artois, C2F, Université de Lille, Centrale Lille, Loria, ONERA, IMT Nord Europe, IMT Lille Dunkerque

Laboratoires: LAMIH, BRISIAL, LEEP, ONERA

1	Mobilité propre et efficace	✓	✓	✓	✓	✓
2	Contrôle réactif d'écoulements aérodynamiques	✓	✓	✓	✓	✓

#### Valorisation

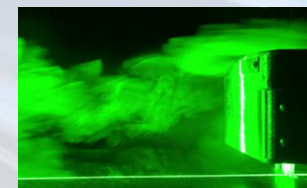
Dimensionnement et performance des fonctions véhicule  
Energie Environnement

Les sous projets	GLOBAL	1	2
Revisés à comité de lecture	123	3	120
Communications conférences internationales	93	3	90
Communications conférences vulgarisation	33	1	32
Total par sous projet	249	7	242

### Plateformes :



BANC DYNAMOMETRIQUE



CONTRAERO

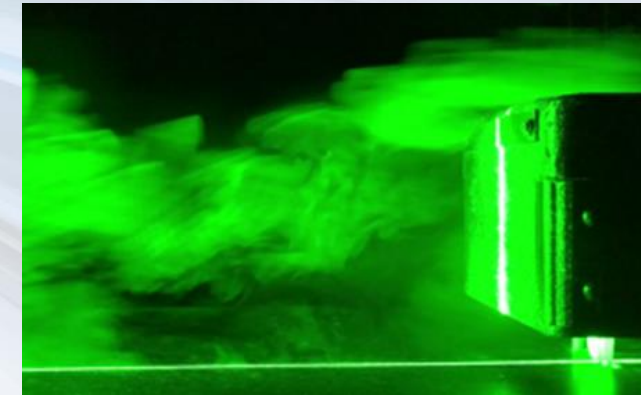
### Les investissements sur BANC DYNAMOMETRIQUE du laboratoire LAMIH ont consisté à :

- ☞ Faire évoluer le banc dynamométrique pour en faire une plateforme capable d'étudier l'énergétique des véhicules électriques, hybrides et/ou à hydrogène
- ☞ Dorénavant nous pouvons réaliser des cycles de conduites parfaitement reproductibles
- ☞ Grâce à cela nous avons obtenu un projet Interreg ISHY sur l'hybridation des navires et 1 thèse.



### Les investissements sur CONTRAERO des laboratoires LAMIH ONERA LMFL IEMN ont consisté à :

- ☞ Nous avons investi dans **CONTRAERO** pour en faire une plateforme capable de caractériser la physique des écoulements à contrôler et contrôlés notamment au moyen de la métrologie optique, de réaliser le design, le prototypage et l'intégration des capteurs et actionneurs pour le contrôle et de proposer des lois de contrôle,
- ☞ Dorénavant nous avons avancé dans l'utilisation de contrôle aérodynamique pour proposer des solutions afin de réduire la consommation des véhicules,
- ☞ Grâce à cela nous avons obtenu 6 projets et 8 Thèses qui portaient sur le contrôle d'écoulement et la caractérisation de la turbulence pour les écoulements à contrôler, la réalisation des capteurs et actionneurs et la génération d'algorithme de contrôle.



## Les projets :

### ☞ Interreg ISHY : Implementation of Ship HYbridization

- ☞ Le projet ISHY a pour objectif de développer, tester et valider des outils techniques et des modèles socio-économiques de mise en œuvre pour l'hybridation ou l'alimentation par des piles à combustibles de navires. Le périmètre du projet inclue également les aspects approvisionnement en hydrogène dans les ports.
- ☞ Le projet permettra de démontrer l'efficacité, en termes de réduction d'émission de CO<sub>2</sub>, de ces approches par la mise à jour et la construction de plusieurs types de navires (CTV, barges, bateau de croisière, etc.) ainsi que les solutions de stockage portuaires associées.
- ☞ Montant : 15 M€ dont 350 k€ pour le LAMIH UMR CNRS 8201

### ☞ ASPIC (ANR ONERA) 2016 + Jet synthétique haute performance, montant 150 k€

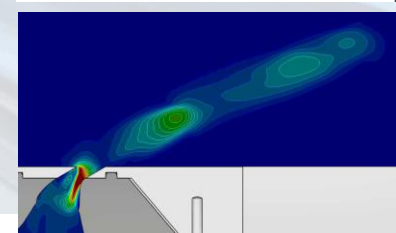
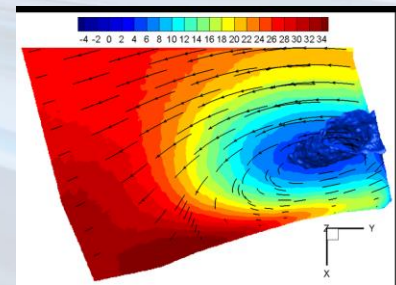
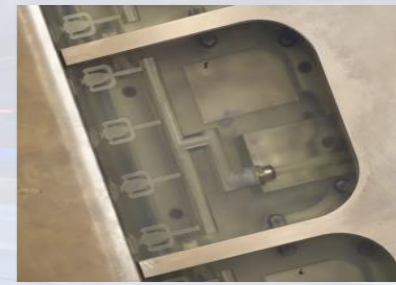
- ☞ Le projet ASPIC s'est intéressé au contrôle du décollement
- ☞ Des actionneurs novateurs de type jets balayants (sweeping jets) ont été mis en œuvre
- ☞ Ceux-ci ont démontré des performances très supérieures aux jets pulsés utilisés classiquement

### ☞ EVAPOR (ANR ONERA) 2016+ Evaluation de la Pression et des fORces par diagnostic optique, montant 132 K€

- ☞ Le projet EVAPOR a consisté à développer la technique de visualisation 3D TomoPIV
- ☞ Le cas test choisi est celui d'un écoulement tourbillonnaire typique de nombreuses applications
- ☞ En outre, un algorithme permet de reconstruire le champ de pression à partir du champ de vitesse

### ☞ SYNJET3C (UE Clean Sky 2 ONERA) 2017+ Contrôle d'écoulement par jet synthétique, CFD et caractérisation, montant 200 K€

- ☞ Le projet SYNJET3C a été dédié à la conception et à la fabrication d'un actionneur de type jet synthétique de haute performance
- ☞ L'actionneur a été optimisé numériquement et des caractérisations ont été effectuées avec et sans écoulement transverse
- ☞ Une vitesse de jet de 100 m/s a été démontrée ce qui constitue une performance remarquable pour ce type d'actionneur
- ☞ Il est désormais disponible pour une application de type contrôle du décollement



## Les projets :

- ☞ **Exploit (ANR LMFL/CEA) 2017** sur l'Etude expérimentale des structures dissipatives en turbulence (445 K€)
  - ☞ Etude de la dissipation
  - ☞ Etude des singularités dans les écoulements turbulents
  - ☞ Développement d'une nouvelle expérience et de la métrologie PTV 4D.....
  
- ☞ **DYNEOL (ANR LMFL) débutée en 2018** sur la DYNAmique de la turbulence sur des profils EOLiens et hydroliens (582 K€)
  - ☞ Développement d'un outil de simulation d'éolienne prenant en compte la déformation des pâles
  - ☞ Expérience d'interaction de tourbillons avec une pôle dans un écoulement incident avec et sans gradient de vitesse
  - ☞ Expérience sur une éolienne Darieus dans un écoulement incident avec et sans gradient de vitesse .....
  
- ☞ **ANR CAMELOTT-MATVAL (IEMN/ONERA/SECAPEM) 01/2019 -12/2022 500 K€ + Thèse DGA/Région des Hauts de France (IEMN/ONERA 110 K€)** : Maturation & Valorisation de Capteurs et Actionneurs MEMS pour Le contrôle réactif d'écoulements.
  - ☞ Démonstration réussie en soufflerie d'un contrôle en boucle fermée d'instabilité de cavité ouverte par des micro-actionneurs.
  - ☞ Démonstration réussie en soufflerie d'un contrôle réactif de décollement sur un volet sans fente à calage variable (motorisé).
  - ☞ Démonstration réussie de l'intégration d'un réseau de micro-capteurs MEMS avec l'ensemble des électroniques embarquées, stockage et transmissions radio, sur un engin volant réel de taille modeste ULM. Les essais sur avion de chasse sont prévus pour décembre 2022.



## Bilan de l'OS Transversal

Systemes de mobilité et changements de comportements



## Systèmes de mobilité et changements de comportements

Système de mobilité et d'accessibilité durable à la croisée de l'économique, du juridique et du social

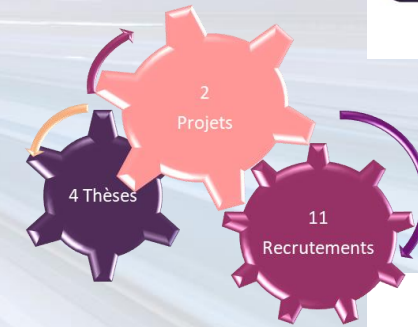
L'innovation par les TIC et les changements de comportements

### 1. Système de mobilité et d'accessibilité durable à la croisée de l'économique, du juridique et du social - Penser la mobilité durable et inclusive

- Construire des indicateurs d'accessibilité et d'inégalités d'accessibilités,
- Etudier les choix de modes de transports, en particulier Domicile-Travail à partir d'une base de données régionale,
- Tester des scénarios de politique de mobilité durable à l'aide d'une modélisation des déplacements. La question centrale est comment conjuguer durabilité des transports et inclusion.

### 2. Innovations par les TIC et changements de comportements

- S'agissant des TIC et les évolutions de la logistique et du transport de marchandises, l'ambition est d'apprécier les possibilités de mise en œuvre du fret intelligent, tout comme les conditions de production d'une logistique collaborative. Par ailleurs, la maturité des prestataires logistiques et de transport à faire face aux nouveaux enjeux pour une logistique urbaine durable a été analysée développement d'architectures de systèmes embarqués efficaces pour le traitement d'images lors de gestion des situations d'urgences et de crises.



Partenaires impliqués				
Systèmes de mobilité et changements de comportements				
Tutelles	Université Polytechnique	Université de Lille	Université Gustave Eiffel	Cerema
Laboratoires	LARSH	LEM	CRTE	Université Gustave Eiffel
1	Penser la mobilité durable et inclusive	✓	✓	
2	Comportements TIC & évolution du transport de marchandises et de la logistique		✓	✓
3	Changements de mobilité des personnes, comprendre les comportements et définir les aménagements et les services		✓	✓

Valorisation				
Systèmes de mobilité et changements de comportements				
Les sous projets	GLOBAL	1	2	3
Revue à comité de lecture	10	2	6	2
Communications conférences internationales	5		5	
Communications conférences vulgarisation	6		3	3
Total par sous projet	21	2	14	5



## Les projets :

- ☞ **Mobility4EU** – projet européen H2020 – (VDIVDE; CETH; U.Libre de Bruxelles) Projet européen H2020 ayant pour but d'établir un plan d'action pour la mobilité et la logistique en Europe à l'horizon 2030
- ☞ **FALCON**- projet européen CEDR- (VTI; TNO; U.Cambridge)
  - ☞ Les déterminants des changements en matière de transport de marchandises
  - ☞ Définir un cadre potentiel de normes basées sur les performances pour le transport routier transfrontalier de marchandises en Europe. Ce cadre permettrait de prendre en compte les véhicules à grande capacité.
- ☞ **Uberisation du transport de marchandises –projet pour la DGITM**
  - ☞ La plateformes de la logistique: réalités et modèles économiques
- ☞ **E-commerce et logistique- projet pour la DGITM**
  - ☞ Quelle évolution de la demande de transport avec l'augmentation du e-commerce
- ☞ **SEGIACS**, Ségrégation spatiale, Générations imbriquées, Automates cellulaires et Capital social, appel à projets VisionAIRR, 127k€ Conseil régional Hauts-de-France (2016-2017)
- ☞ **IMP2ULCE**, Incitation à une Mobilité Propre, Impact de l'iMage sur la Perception et Usages alternatifs au sein des Collectivités publiques et des Entreprises: nudges vs incitation financière, une expérimentation de terrain dans les Hauts-de-France, 200k€, appel à projets STIMULE, Conseil régional Hauts-de-France (2019-2022)



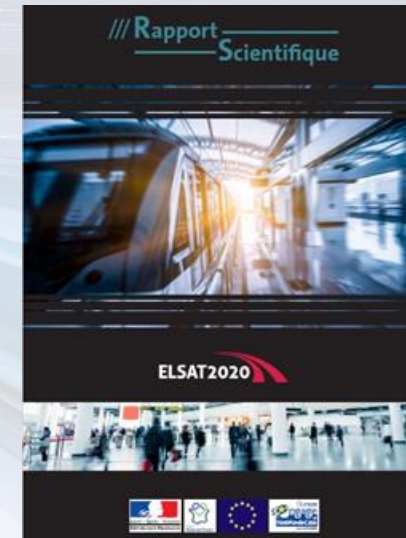
- ☞ Un outil de recherche collaborative en région
  - ☞ Principaux acteurs académiques dans le transport, projets communs sur le long terme
  - ☞ Actions transversales (économie, santé, sciences sociales, ...)
  - ☞ Production scientifique importante (effet d'échelle)
- ☞ Un outil de mutualisation des investissements publics
  - ☞ Investissements rationnels de moyens d'essais mutualisés
  - ☞ Développement de gros démonstrateurs
- ☞ Un creuset pour la genèse de projets
  - ☞ ANR, FUI, Europe
  - ☞ Laboratoires communs, ...
- ☞ Un outil de « visibilité » et d'attractivité régionale
  - ☞ Dynamique inter-laboratoires
  - ☞ Plateformes et démonstrateurs visibles à l'échelle internationale

# ELSAT2020

Nos recherches. Vos innovations.

Merci de votre attention

<http://www.frttm.fr/elsat-2020>



# Challenge Best Paper

## 2022 première édition

### Conditions d'éligibilité :

- Être personnel permanent ou contractuel de l'un des laboratoires membres de la FR TTM,
- Le papier soumis peut-être, soit un papier publié dans une revue internationale à comité de lecture, soit notamment pour la communauté des informaticiens un papier de conférence internationale de renom, très sélective, publié dans un « proceedings » référencé avec ISBN ou DOI, ...
- L'objet du papier s'inscrit dans au moins une thématique de la FR TTM,
- La date de publication du papier n'est pas antérieure à janvier 2021,
- Le papier, issu d'une recherche collaborative, est cosigné par des auteurs relevant d'au moins deux laboratoires de la FR TTM,
- Les expertises du papier ayant amené à son autorisation de publication doivent être transmises, de même que toutes informations permettant au jury d'apprécier la qualité du support de publication (référencement JCR, IF, ...),
- Si le papier a déjà reçu un prix suite à sa publication ou sa présentation en conférence, l'information doit être communiquée. A noter que cela n'est qu'une information permettant au jury de mieux apprécier la qualité reconnue par la communauté scientifique concernée et qu'elle ne desservira pas la candidature au « Prix Best Paper » de la FR TTM.

Les lauréats seront dotés en bons d'achats en fonction du rang des co-auteurs (6 maxi) :

- 300 € pour le premier auteur,
- 150 € pour les auteurs suivants.

# Challenge Best Paper

## Les lauréats 2022

«Experimental investigation of early strain heterogeneities and localizations in polycrystalline alpha-Fe during monotonic loading»

Publié dans la revue « International Journal of Plasticity »

IF 7,081

Le 01/06/2022



« Homotopy perturbation technique for improving solutions of large quadratic eigenvalue problems: Application to Friction-Induced vibration »

Publié dans la revue « Mechanical Systems and Signal Processing »

IF 6,8623

Le 15/05/2021

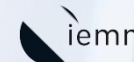


«Susceptibility of LoRa Communications to Intentional Electromagnetic Interference with Different Sweep Periods»

Publié dans la revue « Sensors MDPI »

IF 3,847

Le 02/07/2022



# Challenge Best Paper

## Les lauréats 2022



Une pensée à notre collègue  
Thierry Tison †

# Après midi 14h 16h00 Visites des moyens technologiques mutualisés développés dans ELSAT2020



## Cocktail déjeunatoire 12h30 – 14h