

15 instituts au service de la compétitivité  
industrielle et économique

# FIT BOOK 2023

fit

FRENCH  
INSTITUTES OF  
TECHNOLOGY



# IMPACT

technologique • écologique • numérique • économique

# Éditorial

« Cap vers 2030 et au-delà »

**Claude Arnaud**  
Président, FIT



**15** instituts, 3000 chercheurs, 200 brevets par an, 1000 publications annuelles, 2000 projets et collaborations, l'Association FIT est le fer de lance de la recherche technologique française. Dans des thématiques très variées : énergies renouvelables et mobilités décarbonées, villes intelligentes, nanotechnologies et photovoltaïque, efficacité des vaccins et souveraineté des réseaux de télécommunications, transports maritimes véliques et trains légers, matériaux composites et transport de l'électricité en courant continu, modélisation des systèmes complexes et IA de confiance.

Les instituts qui composent FIT répondent à deux enjeux essentiels pour la France : réindustrialiser notre pays et réussir sa mutation énergétique.

Grace à un partenariat innovant alliant un engagement fort des entreprises et l'excellence académique, ils ont démontré au cours des 10 dernières années l'efficacité de ce modèle qui accélère le passage de la recherche aux applications industrielles sur le terrain. Les résultats obtenus valident ainsi l'anticipation et l'intuition de l'État d'avoir permis de rassembler « Science et Pragmatisme » dans ces structures légères, toutes créées entre 2010 et 2014. Elles ont développé des savoir-faire, des outils, des méthodes de calculs, des plateformes d'essais et su faire émerger des talents. Le FIT Book 2023 que vous avez entre les mains vous donne un aperçu assez complet de nos réalisations et de nos compétences.

Si le bilan de ces 10 années est déjà une belle satisfaction, il convient de poursuivre les efforts pour gagner le pari du futur. Nos instituts s'inscrivent dans la trajectoire fixée par l'État d'une neutralité carbone et d'un retour à une souveraineté

industrielle renforcée en 2050. Nous avons proposé une vingtaine de projets emblématiques au Secrétariat général pour l'investissement (SGPI) dont un tiers sont en cours d'instruction. Ils s'inscrivent tous dans les objectifs de France 2030 et notre ambition est justement de participer étroitement à la réalisation de ce plan dans les spécialités qui sont les nôtres.

2030 est la première étape majeure dans la transformation de notre industrie et dans le basculement des énergies fossiles vers des énergies décarbonées. Grande étape mais défi important qui va se traduire par un changement d'échelle pour nos établissements. Il faut en effet passer de l'expérimentation au déploiement, du prototype à la production de série, du démonstrateur à sa généralisation. Changer d'échelle, participer aux lancements de start-up, faire grandir des PME et des ETI, rassembler toutes les conditions pour créer des champions français, être acteur de la recherche européenne, voilà notre feuille de route pour les nouvelles 10 années à venir. Tout cela nécessitera des changements de dimension et d'organisation, nous y sommes prêts. Nos membres industriels et nos partenaires académiques nous soutiennent. Le SGPI et les différents ministères concernés nous soutiennent et nous aident fortement à travers les financements du plan France 2030. Nous les remercions tous très vivement pour leur coopération sans faille depuis 10 ans.

Nos résultats parlent aussi pour nous, fruits du travail de nos chercheurs et experts, tous passionnés et passionnants, engagés dans ces défis, avec un enthousiasme fort qui leur permettra de dire plus tard : j'y étais !

# Sommaire

CHIFFRES CLÉS.....	4
CARTE DE FRANCE FIT.....	5
COLLABORATIONS.....	6
FIT EN QUELQUES DATES CLÉS.....	8
DATES CLÉS POUR NOS INSTITUTS.....	10

## 30 SUCCESS STORIES

<b>b&lt;&gt;com</b> <b>DIGITALISATION :</b> • Aider à la conception d'un environnement complexe en analysant les comportements humains en immersion.....	14
<b>DÉCARBONATION :</b> • Concilier innovation technologique et numérique responsable.....	15
<b>BIOASTER</b> <b>DIGITALISATION :</b> • NextGenBioprocess : prototype innovant pour le suivi et la prédiction numérique des procédés de bioproduction.....	16
<b>DIGITALISATION :</b> • L'analyse multi-omique longitudinale au service de la bioproduction.....	17
<b>EFFICACITY</b> <b>ÉNERGIES RENOUVELABLES / DÉCARBONATION :</b> • Les gisements d'énergies renouvelables et de récupération d'un territoire en un temps record avec EnergyMapper.....	18
<b>DÉCARBONATION :</b> • Massification de l'évaluation environnementale des projets d'aménagement urbain avec UrbanPrint.....	19
<b>FRANCE ENERGIES MARINES</b> <b>ÉNERGIES RENOUVELABLES :</b> • DRACCAR, la 1 <sup>ère</sup> plateforme française de recherche en mer dédiée à l'éolien offshore.....	20
<b>ÉNERGIES RENOUVELABLES :</b> • Eolien flottant : améliorer la fiabilité des câbles électriques sous-marins.....	21

<b>INES.2S</b> <b>ÉNERGIES RENOUVELABLES / DÉCARBONATION :</b> • Driveco lève 250 millions d'euros pour devenir un des leaders européens de la recharge de véhicules électriques.....	22
<b>ÉNERGIES RENOUVELABLES / DÉCARBONATION :</b> • Heliup lance des panneaux ultra légers pour les grandes toitures industrielles et commerciales.....	23
<b>INSTITUT PHOTOVOLTAÏQUE D'ÎLE-DE-FRANCE</b> <b>ÉNERGIES RENOUVELABLES :</b> • Une technologie photovoltaïque de rupture made in France : la Pérovskite.....	24
<b>ÉNERGIES RENOUVELABLES :</b> • Un assemblage photovoltaïque made in France : le tandem Pérovskite / Silicium.....	25
<b>JULES VERNE</b> <b>MATÉRIAUX :</b> • Solution pour la réalisation d'outillages de grande dimension en INVAR® pour le drapage des composites.....	26
<b>DIGITALISATION :</b> • Solution d'assemblage flexible pour des aérostructures de grandes dimensions.....	27
<b>M2P</b> <b>DÉCARBONATION :</b> • De la R&D à l'industrialisation d'une start-up : l'exemple du partenariat entre l'IRT M2P et Gaming Engineering.....	28
<b>MATÉRIAUX :</b> • Projet TiARe : un approvisionnement en titane durable pour l'industrie aéronautique.....	29
<b>NANOELEC</b> <b>DIGITALISATION :</b> • Relocaliser la production d'écrans vidéo en Europe.....	30
<b>DÉCARBONATION :</b> • Une usine pour produire des batteries de nouvelle génération pour l'aéronautique.....	31
<b>NOBATEK/INEF4</b> <b>DÉCARBONATION :</b> • Créer un outil d'aide à la décision sur le poids carbone et le coût d'un projet de construction.....	32
<b>DÉCARBONATION :</b> • Faciliter et optimiser l'exploitation-maintenance et les performances des bâtiments.....	33

<b>RAILENIUM</b> <b>DÉCARBONATION :</b> • Les solutions de trains légers.....	34
<b>ÉNERGIES RENOUVELABLES / DÉCARBONATION / DIGITALISATION :</b> • CORIFER.....	35
<b>SAINT EXUPERY</b> <b>DIGITALISATION :</b> • Le projet DEEL : Une collaboration transatlantique à forte valeur ajoutée pour une IA fiable et explicable.....	36
<b>DÉCARBONATION :</b> • La technologie MOSFET SiC : pour la réduction du volume et du poids des équipements électriques dans les transports de demain.....	37
<b>SYSTEMX</b> <b>DIGITALISATION :</b> • La Data Platform du programme Confiance.ai fait la pluie et le beau temps chez Air Liquide.....	38
<b>DIGITALISATION :</b> • LIPS ( <i>Learning Industrial Physical Systems</i> ) : la première plateforme de benchmarking pour l'hybridation simulation/IA.....	39
<b>SUPERGRID INSTITUTE</b> <b>ÉNERGIES RENOUVELABLES / MATÉRIAUX :</b> • Deux nouveaux bancs d'essais novateurs en courant continu : un gain de temps pour qualifier le vieillissement des matériaux diélectriques.....	40
<b>ÉNERGIES RENOUVELABLES :</b> • Surveiller l'état de santé des semi-conducteurs : des résultats prometteurs pour l'industrie.....	41
<b>VEDECOM</b> <b>DIGITALISATION :</b> • La 5G au service des véhicules automatisés : enseignements du site d'essais français 5G-MOBIX.....	42
<b>DÉCARBONATION :</b> • La recharge des véhicules électriques par induction en roulant : une étape majeure est franchie par VEDECOM.....	43

## PRÉSENTATION DES INSTITUTS

<b>b&lt;&gt;com</b> .....	46
<b>BIOASTER</b> .....	47
<b>EFFICACITY</b> .....	48
<b>FRANCE ENERGIES MARINES</b> .....	49
<b>INES.2S</b> .....	50
<b>INSTITUT PHOTOVOLTAÏQUE D'ÎLE-DE-FRANCE</b> .....	51
<b>JULES VERNE</b> .....	52
<b>M2P</b> .....	53
<b>NANOELEC</b> .....	54
<b>NOBATEK/INEF4</b> .....	55
<b>RAILENIUM</b> .....	56
<b>SAINT EXUPERY</b> .....	57
<b>SYSTEMX</b> .....	58
<b>SUPERGRID INSTITUTE</b> .....	59
<b>VEDECOM</b> .....	60

# Chiffres clés\*

## DE L'INNOVATION AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIES

Produire des résultats  
scientifiques



**1057**  
publications

Publications et articles acceptés  
à comité de lecture et livres blancs

Développer des actifs  
de propriété intellectuelle



**214**  
demandes de brevets  
et de dépôts de logiciels

## 3 SOURCES DE FINANCEMENT

**103 M€**  
Revenus publics  
PIA consommé



**120 M€**  
Revenus privés  
Produits et apports  
privés assimilés



**42 M€**  
Autres revenus  
Appels à projets nationaux  
et européens, collectivités  
territoriales...



\* Chiffres à fin 2022

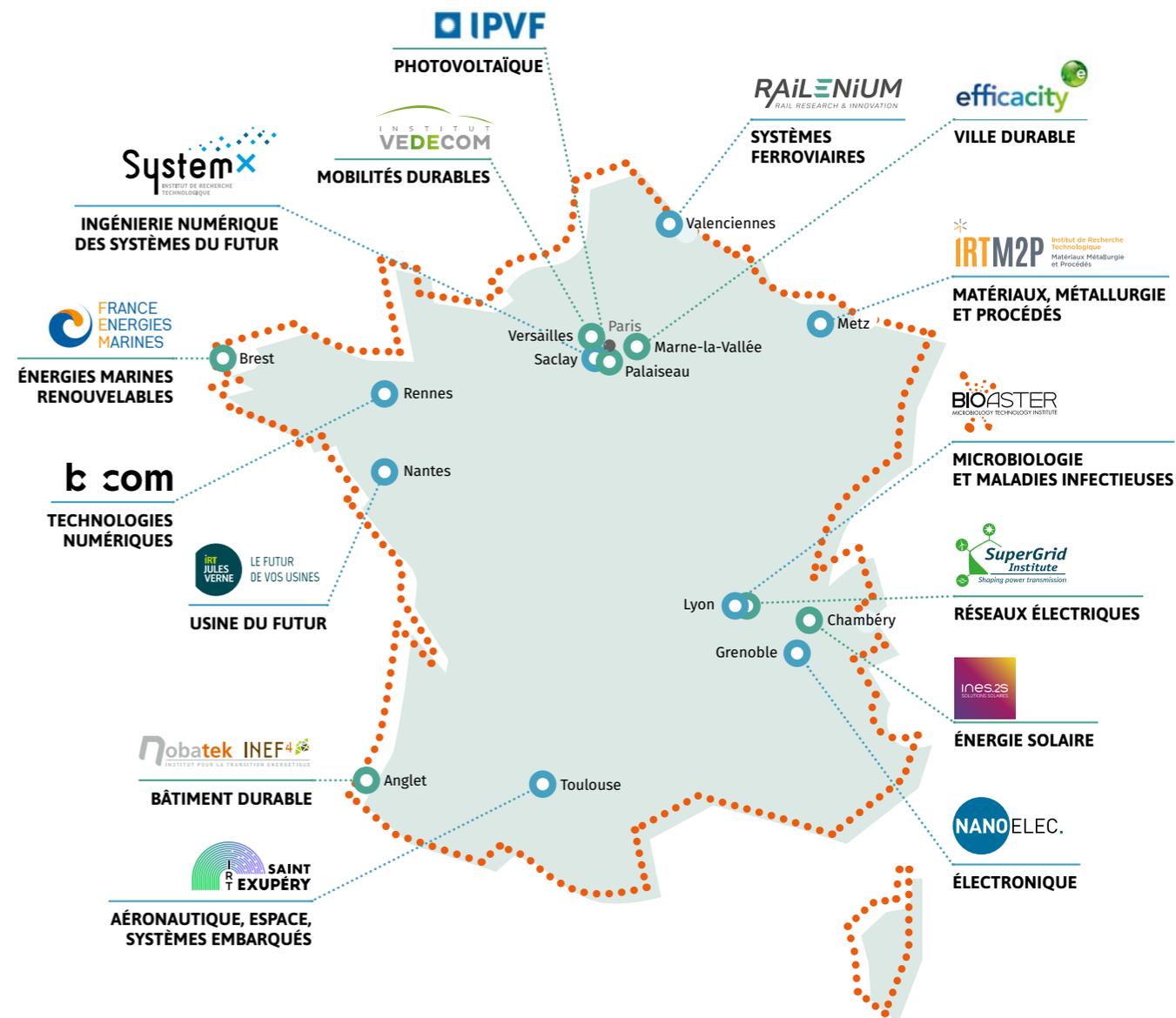
## DES TALENTS DIVERSIFIÉS POUR PRÉPARER DEMAIN

**1889**  
Salariés  
et prestataires  
en régie

**914**  
personnels mis  
à disposition

**361**  
Alternants,  
doctorants et  
stagiaires

# Carte de France FIT



# FIT anime plus de 2000 collaborations

entre les 15 instituts, dans toute la France et à l'international, pour booster la recherche et l'innovation

**663**  
membres et partenaires privés

**384**  
collaborations avec des acteurs nationaux

ITE, IRT, pôles de compétitivité, SATT, organisations professionnelles, associations de groupements d'intérêts, etc.



**638**  
collaborations internationales

**62**  
projets européens

**237**  
membres académiques

**77**  
collectivités partenaires

régions, communautés d'agglomération, Banque des territoires, métropoles, communes, établissements publics d'aménagement, ...

# FIT en quelques dates clés

Recherche multipartenariale au service des transitions technologiques, souveraines et durables : la force de frappe FIT pour accélérer la R&D et l'innovation en France

15 instituts

Octobre 2021

**Hubert de La Grandière**

(Directeur général de SuperGrid Institut) est nommé secrétaire général adjoint de FIT.



Novembre 2021

**L'Association FIT et l'Agence de l'innovation pour les transports (AIT)**

signent un accord de coopération pour une vision commune de l'innovation dans les transports et pour définir ensemble les orientations de leur travail en la matière.



Février 2022

**Magali Vaissiere**

(Présidente de l'IRT Saint Exupéry) est nommée membre du comité ministériel de pilotage sur le spatial de France 2030.

Février 2023

**Les 5 instituts**

Trainium, Efficacy, SystemX, Vedecom et Saint Exupéry présentent ensemble sur le Forum de l'Agence de l'innovation pour les transports (AIT).



Novembre 2023

**FIT, bras armé technologique de France 2030**

présente à la presse son projet stratégique FIT 2030.

Novembre 2023

**Sous l'égide de FIT**

les 6 instituts Nanoelec, Saint Exupéry, Trainium, IPVF, INES.2S et SuperGrid Institute coorganisent le colloque de la caractérisation CARAC'2023 à Paris.



Juin 2020

**Le Gouvernement engage 450 millions d'euros en faveur des Instituts jusqu'en 2025**



Frédérique Vidal (Ministre de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation) et Guillaume Boudy (Secrétaire général pour l'investissement).

Janvier 2021

**Magali Vaissiere**

(Présidente de l'IRT Saint Exupéry) rejoint le Bureau FIT et prend le siège de Geneviève Fioraso en tant que Vice-Présidente.



2018 / 2019

**1<sup>ère</sup> campagne d'évaluation des IRT par le Hcéres\***



Juin 2017

**1<sup>er</sup> accord inter-IRT**

« FIT - Additive Manufacturing » au salon du Bourget.



Avril 2017

**FIT devient membre de l'Alliance Industrie du Futur**



Mars 2017

**Lancement de l'initiative inter-IRT EngageAI**

Une offre de R&D commune des IRT autour de l'intelligence artificielle.



Avril 2020

**Modification des statuts**

L'Association FIT regroupe 16 instituts et élit son nouveau Bureau



De gauche à droite :

Vincent Marcatté (Président IRT b<>.com, Président FIT), Geneviève Fioraso (Présidente IRT Saint-Exupéry, Vice-Présidente FIT), Claude Arnaud (Président ITE Efficacy, Vice-Président FIT), Stéphane Cassereau (Directeur général IRT Jules Verne, Secrétaire FIT), Philippe Watteau (Directeur général ITE Vedecom, Secrétaire adjoint FIT), Alexandre Moulin (Directeur général adjoint IRT Bioaster, Trésorier FIT).

Mars 2015

**Création de l'association FIT**



**Vincent Marcatté**  
Président de l'IRT b<>.com et Président de l'Association des IRT.



**Gilbert Casamatta**  
Président de l'IRT Saint Exupéry et Vice-président de l'Association des IRT.

Octobre 2015

**Signature d'un accord-cadre**

entre le réseau SATT, qui fédère les 13 Sociétés d'Accélération du Transfert de Technologies et l'Association des IRT



De haut en bas, de gauche à droite :

Louis Schweitzer (Commissaire général à l'investissement), Thierry Mandon (Secrétaire d'Etat à l'Enseignement Supérieur et à la Recherche), Michael Matlosz (Président Directeur Général de l'ANR), Vincent Marcatté (Président de FIT) et Norbert Benamou (Président du Réseau SATT).

Octobre 2016

**Le réseau des instituts Carnot**

et FIT signent une convention de partenariat des IRT.



De gauche à droite :

Thierry Mandon (Secrétaire d'Etat à l'Enseignement Supérieur et à la Recherche), Vincent Marcatté (Président de l'Association FIT), Marie-Noëlle Semeria (Présidente de l'Association des Instituts Carnot), Louis Schweitzer (Commissaire général à l'investissement), Pascal Cléré (Président de l'IRT SystemX).

\* Haut conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur.

# Dates clés pour nos instituts 2022 / 2023

### Mars 22

**5 mars** : L'IRT Jules Verne a officiellement 10 ans. Le 5 mars 2012, initiée par le Pôle EMC2, la Fondation de coopération scientifique IRT Jules Verne naissait par décret et devenait le premier institut de recherche technologique à démarrer son aventure. L'IRT Jules Verne se positionnait dès lors sur le manufacturing et œuvrait pour la compétitivité des usines des grandes filières industrielles françaises.

**15 mars** : les instituts NANOelec, Saint Exupéry et Vedecom organisent le Colloque national Powergan dont le programme du même nom vise à renforcer et structurer un écosystème national d'industriels et d'académiques de classe internationale dans le domaine de l'électronique de puissance.

**8 mars** : NANOelec lance la première édition du prix "Award for women in technological research".

### Mai 22

**6 mai** : Nobatek annonce l'entrée de 5 nouveaux associés dans la SCIC lors de son assemblée générale.

Lancement du logiciel de simulation énergétique à l'échelle urbaine « PowerDIS »

### Juin 22

Railenium inaugure son showroom.

### Janvier 22

**1<sup>er</sup> janvier** : L'institut Nobatek signe l'avenant du Contrat Stratégique de Filière (CSF) Industries pour la Construction.

# 2022

### Octobre 22

**10 octobre** : Célébration des 10 ans de l'institut.

Railenium opère le lancement du projet TellI en octobre 2022.

### Septembre 22

IPVF accueille les membres de son comité scientifique : "International Scientific Advisory Committee - ISAC2022".

**1<sup>er</sup> septembre** : Lancement du programme structurant Jumeau Numérique Industriel piloté par l'IRT SystemX pour outiller et supporter la résilience des systèmes industriels.

**29 septembre** : Le projet européen SeCoIIA auquel participe l'IRT SystemX, dédié à la sécurité des actifs industriels, a reçu le prix Résilience dans la catégorie Industrie 5.0 aux Journées de la Recherche et de l'Innovation 2022.

Lancement du logiciel d'évaluation de l'impact carbone des projets d'aménagement « UrbanPrint »

### Novembre 22

Réunion de lancement de TRIUMPH, 1<sup>er</sup> consortium européen sur les cellules triple jonction Si/perovskite/perovskite.

**17 novembre** : Dans un contexte de forts enjeux pour l'industrie manufacturière, l'IRT Jules Verne a inauguré le jeudi 17 novembre 2022, Nautilus, ses nouveaux locaux de 7 000 m<sup>2</sup>, dont 4 000 m<sup>2</sup> de surfaces technologiques. Un bâtiment à la pointe dédié à l'innovation technologique dans le domaine des technologies de fabrication.

Les 5 instituts, NANOelec, Saint Exupéry, Railenium, IPVF et SuperGrid Institute, co-organisent la 9<sup>e</sup> édition du Colloque national sur la caractérisation CARAC2022.

**18 novembre** : Lancement du Comité d'Orientation de la Recherche et de l'Innovation de la Filière Ferroviaire (CORIFER) avec, pour objectif, de piloter la feuille de route R&D de la filière et de fédérer les acteurs industriels autour de projets structurants et innovants.

### Décembre 22

**13 décembre** : NOBATEK/INEF4 et GCC renforcent leur partenariat pour une meilleure prise en compte de l'impact carbone des projets de construction.

# 2023

### Mai 23

**30-31 mai** : 4<sup>e</sup> édition du Forum MOBILIT.AI sur les défis de l'intelligence artificielle dans les systèmes critiques à Toulouse. Evènement Franco-Québécois co-organisé par Aniti, CRIAQ, IID, IRT Saint Exupéry & IVADO.

### Juin 23

Publication du nouveau plan stratégique de l'institut : "Ambition 2035, pour un numérique plus responsable".

1<sup>er</sup> passage sans opérateur à bord (No-Op) des navettes autonomes sur le campus d'ArianeGroup.

Expérimentation du label « Ville durable et innovante » au Maroc

### Décembre 23

**7 décembre** : L'IRT SystemX organise le Workshop international AIAE '23 (Artificial Intelligence and Augmented Engineering), dans le cadre du programme IA2 (Intelligence Artificielle et Intelligence Augmentée).

### Novembre 23

création de la spin-off dédiée aux solutions de réseaux mobiles 5G privés.

**10 novembre** : 10 ans de l'IRT Saint Exupéry qui a réuni 400 membres, partenaires et collaborateurs à la Cité de l'Espace à Toulouse.

**28 novembre** : Fin du projet Sécurité et Acceptabilité de la mobilité autonome (SAM) dont SystemX et Vedecom étaient partenaires. Ce projet d'expérimentation nationale concourt au développement de méthodologies de validation de la sécurité, à l'amélioration des connaissances sur les usages, l'acceptabilité et les impacts sociétaux de la mobilité autonome.

**15**

**INSTITUTS**

**30**

**SUCCESS  
STORIES**

## Aider à la conception d'un environnement complexe en analysant les comportements humains en immersion

### Les facteurs humains en immersion au service de l'innovation industrielle

b<>com \*Ngagement\* est un ensemble d'outils logiciels destiné aux experts en facteurs humains, concepteurs de systèmes complexes et innovateurs. Il a pour objectif de les aider à optimiser leurs environnements, produits et services dès les premières étapes de la conception.

L'ambition de \*Ngagement\* est de révolutionner la conception des systèmes complexes grâce à la combinaison d'outils de conception, de technologies immersives et d'analyse comportementale et cognitive. Concrètement, les nouveaux concepts peuvent être explorés en amont de leur production grâce à des technologies de RA/RV.

Ces tests préalables permettent d'accroître l'utilisabilité, l'efficacité et l'acceptabilité des dispositifs d'interaction tout au long de leur conception. Les bénéfices de cette méthodologie :

- Réduction des coûts, des délais et des risques associés à la production réelle de l'innovation.
- Amélioration de l'ergonomie des systèmes complexes.

« Dans le processus d'innovation, la technologie élargit les horizons de ce qui est techniquement faisable, mais c'est la compréhension profonde des interactions et des besoins humains qui définissent ce qui est véritablement utile et utilisable » explique Guillaume Jégou, responsable du labo technologies et facteurs Humains de b<>com.



Outils facteurs humains

### Une méthode et des outils d'aide à la conception industrielle qui ont fait leurs preuves

Plusieurs industriels ont déjà pu tester la solution technologique conçue et fournie par le laboratoire Facteurs Humains de b<>com :

- Conception et tests pilotes en VR d'un nouveau concept d'assistance virtuelle pour le cockpit du futur avec Dassault et Thales.
- Détection du niveau de confort (cinétose) de jeux vidéo en VR avec Ubisoft.
- Conception et tests opérateurs en VR d'une future salle de contrôle dans le domaine de l'Energie avec Technop.
- Analyse d'utilisabilité et d'acceptabilité de dispositifs médicaux pour le Cesim Santé.
- Analyse de la charge mentale d'opérateurs de chaîne de montage en électronique en VR avec Safran et Arfacto.
- Détection du niveau de stress d'utilisateurs d'un prototype de fauteuil roulant robotisé avec le Pole Saint Helier et l'INSA. ■

## Concilier innovation technologique et numérique responsable

### Innover pour le bien commun

Aujourd'hui, la technologie n'a de sens que si elle permet de répondre aux grands enjeux sociétaux du siècle. Quels sont nos besoins et usages futurs ? Comment replacer les enjeux et les impacts environnementaux et sociétaux au cœur des innovations technologiques ?



Ambition 2035\_societe responsable

Pour concilier recherche, innovation et développement durable b<>com mise sur une approche prospective et s'appuie sur les 17 objectifs de développement durable (ODD) fixés par l'ONU. Ils orienteront sa feuille de route technologique, ses recherches et la conception de ses technologies.

De façon concrète, cela se traduit par la mise en place d'une nouvelle méthodologie de travail au sein de l'Institut de Recherche Technologique qui intègre l'innovation responsable comme une source de créativité autant que de contrainte, dès la phase de création des projets de recherche.

b<>com conçoit actuellement deux outils dédiés : un nouveau processus de montage de projet intégrant la décarbonation sera finalisée en septembre 2023. De nouveaux indicateurs de valeurs (Key Value Indicators) vont venir enrichir ses indicateurs de performance (KPI) classiques.

### Innover autrement : la prospective, un cadrage pour accompagner la transition

La prospective éclaire la feuille de route et le cadre d'innovation de b<>com. Les équipes de recherche de l'IRT étudient par exemple les moyens de façonner un numérique responsable à horizon 2040 avec un objectif clair : accélérer la transition écologique et numérique, et favoriser la résilience des organisations.

Les compétences multiples d'experts et chercheurs du numérique, du design, des sciences humaines et sociales se croisent et se confrontent pour imaginer et construire des futurs numériques responsables. A l'occasion d'un projet de recherche, b<>com a noué un partenariat avec Imprudence, studio de design fiction. La collaboration s'est concrétisée autour d'une exploration du numérique responsable à horizon 2040.

Parmi tous les axes de recherche envisagés, la naissance de récits (exercice de design fiction) a notamment permis d'imaginer plusieurs scénarios du numérique responsable dans 20 ans. Ces scénarios sont disponibles sur le site de b-com.com. ■

Thématique FIT 2030 :  
DIGITALISATION

pour en savoir plus :  
[www.b-com.com](http://www.b-com.com)



DOMAINES D'APPLICATION

Tous secteurs



TECHNOLOGIES CLÉS

Technologies immersives

Capteurs

Intelligence artificielle



MOTS-CLÉS

Expérience utilisateur

Usage / Réalité virtuelle

Sûreté de fonctionnement

Optimisation / Sécurité

Efficacité / Identification rapide



DOMAINES D'APPLICATION

Numérique



TECHNOLOGIES CLÉS

Prospective



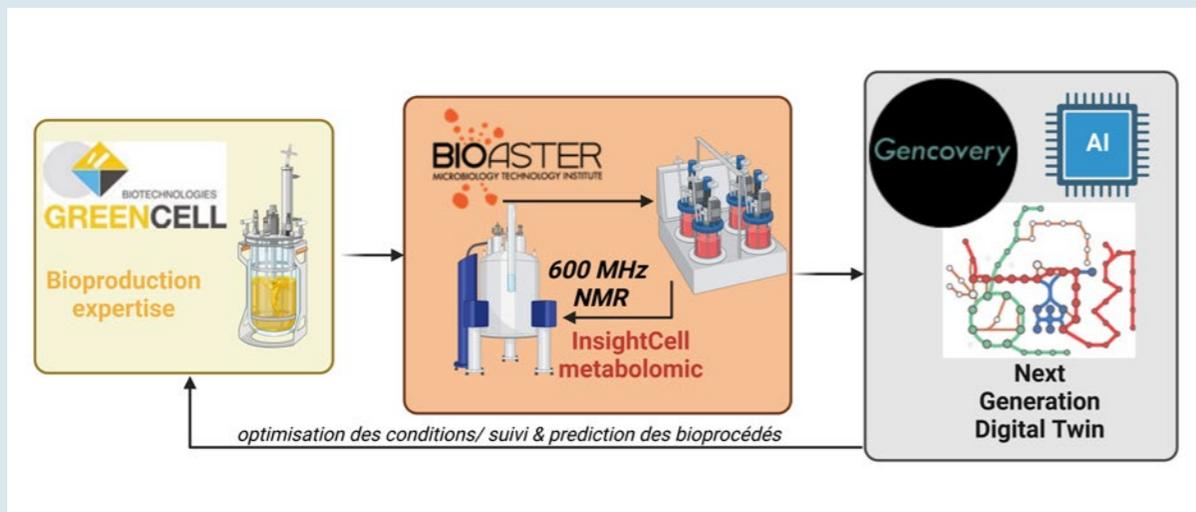
MOTS-CLÉS

Décarbonation

Thématique FIT 2030 :  
DÉCARBONATION

pour en savoir plus :  
[www.b-com.com](http://www.b-com.com)

## NextGenBioprocess : prototype innovant pour le suivi et la prédiction numérique des procédés de bioproduction



NextGenBioprocess est un projet collaboratif entre les équipes de BIOASTER, GREENCELL et GENCOVERY. Chaque partenaire apporte des expertises complémentaires et contribue à l'élaboration d'un prototype innovant pour le **suivi et la prédiction numérique des procédés de bioproduction**.

Dans le cadre de ce projet, les équipes dédiées aux technologies OMIQUES et les microbiologistes de BIOASTER ont permis de développer une technologie InsightCell qui permet de mesurer en temps réel les

modifications de production de petites molécules (métabolites) sous des conditions contrôlées. Il s'agit d'un système fermé sous débit constant où les paramètres de pH et de températures sont régulés de manière précise par un fermenteur. Lors de la croissance bactérienne, des mesures régulières de métabolites sont enregistrées via l'instrumentation RMN. GREENCELL utilise alors ces informations pour **améliorer en profondeur l'ensemble du processus de production industrielle**. Ces données dynamiques complexes sont ensuite intégrées par GENCOVERY dans l'élaboration d'une

approche d'Intelligence Artificielle (IA) par la création de **jumeaux numériques de seconde génération**.

Cette approche combinant l'utilisation de la plateforme **InsightCell et IA**, va permettre aux entreprises, une analyse moléculaire avancée, une optimisation des capacités de production et une prédiction robuste de systèmes de bioproduction. ■

Ce projet est soutenu par



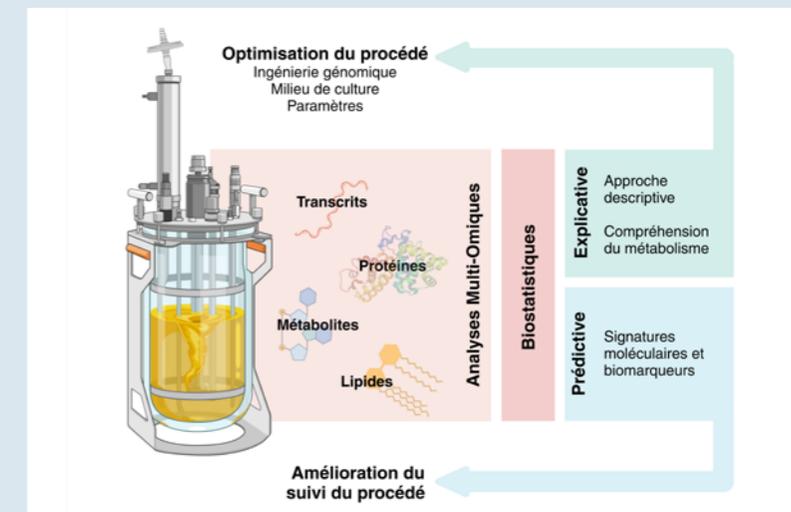
## L'analyse multi-omique longitudinale au service de la bioproduction

Les technologies Omiques, -transcriptomique, protéomique, métabolomique et lipidomique- intégrées dans une approche de biologie des systèmes, sont désormais au cœur de la recherche en microbiologie et maladies infectieuses.

### La multi-omique pour l'optimisation des bioprocédés

Dans le domaine de la bioproduction, le développement de ces technologies omiques et des méthodes biostatistiques associées permet d'envisager une optimisation des procédés de culture basée sur une réelle compréhension du métabolisme de l'organisme cultivé, et non plus uniquement sur une approche traditionnelle de plans expérimentaux. L'analyse à différents niveaux (ARN, protéines, métabolites, lipides...) d'un organisme d'intérêt (bactérie, levure, cellule) au cours du bioprocédé permet de mettre en relation son comportement avec des modifications de l'environnement extracellulaire dans le fermenteur, donnant ainsi des pistes d'améliorations du procédé.

Ces dernières peuvent concerner le milieu de culture, les paramètres du procédé ou même l'organisme cultivé qui peut être modifié par ingénierie génomique.



### Des approches explicatives ou prédictives

Les vaccins contre la coqueluche reposent sur des antigènes vaccinaux qui sont produits par culture de souches spécifiques de la bactérie responsable de la maladie, *B. pertussis*. Fort de son expertise dans les technologies omiques, l'Institut de Recherche Technologique BIOASTER a publié en 2023 dans le journal *Frontiers Microbiology* une étude multi-omiques longitudinale de *B. pertussis* cultivée en fermenteurs. Cette étude, en collaboration avec Sanofi, a permis de comprendre le métabolisme bactérien au cours de la

Optimisation de procédés guidée par les analyses omiques. Crédit Illustration BioRender.com

fermentation, s'intéressant notamment aux mécanismes de régulation influençant la production d'antigènes vaccinaux. Au-delà d'une démarche descriptive et explicative des procédés, le déploiement de méthodes biostatistiques dites prédictives pourraient permettre, à l'avenir, d'identifier des biomarqueurs pertinents pour le suivi du procédé. La mesure de ces biomarqueurs à un stade précoce de la culture permettrait d'anticiper une dérive et d'appliquer des mesures correctives, améliorant ainsi la robustesse du procédé. ■

Thématique FIT 2030 :  
DIGITALISATION

pour en savoir plus :  
[www.bioaster.org](http://www.bioaster.org)



DOMAINES D'APPLICATION

Santé



TECHNOLOGIES CLÉS

Bioproduction  
Prédiction numérique  
Omiques



MOTS-CLÉS

IA  
Maladies infectieuses



DOMAINES D'APPLICATION

Santé  
Médecine du futur



TECHNOLOGIES CLÉS

Biomarqueurs  
Omiques  
Bioproduction



MOTS-CLÉS

Procédés  
Prédiction  
Optimisation  
Vaccins  
Maladies infectieuses

Thématique FIT 2030 :  
DIGITALISATION

pour en savoir plus :  
[www.bioaster.org](http://www.bioaster.org)

## Les gisements d'énergies renouvelables et de récupération d'un territoire en un temps record avec EnergyMapper

### La genèse d'EnergyMapper

Le potentiel des gisements d'énergie renouvelable et de récupération (ENR&R) d'un territoire n'est généralement pas connu de façon exhaustive et quantitative par les divers acteurs concernés. Cela freine considérablement le déploiement des ENR&R à l'occasion des projets d'aménagement à l'échelle d'un quartier, ou à l'occasion des exercices de planification bas carbone à l'échelle d'une collectivité. EnergyMapper a été développé pour répondre à ce problème. Il intervient en phase de conception des projets et des stratégies bas carbone et permet de faire des premiers choix structurants, rapidement et avec peu de données, avant d'engager des études plus détaillées.

### L'utilisation d'EnergyMapper

Dans un premier temps, EnergyMapper permet de localiser sur une carte et de caractériser les sources ENR&R :

- Solaire thermique et photovoltaïque.
- Géothermie.
- Biomasse bois-énergie.
- Biométhane.
- Chaleur fatale urbaine et industrielle.

Dans un second temps, EnergyMapper permet de simuler dynamiquement la valorisation énergétique des sources et de proposer les mixes énergétiques les plus intéressants selon des critères environnementaux (taux d'ENR&R) et économiques (LCOE), en testant différents dimensionnements et



combinaisons des sources identifiées lors de la première étape.

L'utilisation d'EnergyMapper facilite le déroulement de toutes les études relatives à l'identification des meilleurs gisements d'ENR&R à différentes échelles de territoires et au choix de ces gisements pour la création/extension de réseaux de chaleur et de froid urbain (RCFU), en particulier dans les cas d'usage suivant :

- Les études réalisées à la demande des collectivités (par un AMO/BE) comme les schémas directeurs de RCFU, les SCOT, les PCAET, ou encore les études de pré-faisabilité pour la création ou l'extension de RCFU.
- Les réflexions/études en phase de réponse à appel d'offres (réalisées par un exploitant ou un BE).
- Études prospectives (réalisées par des industriels ou organismes de R&D).

### Mise en pratique sur la Communauté Urbaine du Grand Poitiers (CUGP)

Une étude EnergyMapper a été réalisée sur la CUGP dans le cadre d'une mise à jour de son schéma directeur des énergies. En seulement un jour, il a permis de géolocaliser et de quantifier l'ensemble des gisements ENR&R (une trentaine au total) présents sur les 40 communes du CUGP, et d'identifier ceux les plus pertinents à raccorder au réseau thermique existant. Il a, en outre, été possible d'évaluer très rapidement les bâtiments raccordables à la future extension du RCFU. ■

## Massification de l'évaluation environnementale des projets d'aménagement urbain avec UrbanPrint

### Importance de l'évaluation quantitative des performances environnementales des projets d'aménagement urbain

Les performances environnementales d'un projet d'aménagement dépendent à la fois de caractéristiques inhérentes à ce dernier (e.g. contexte, localisation, programmation), mais aussi de plusieurs contributeurs à son échelle (bâtiments, réseaux, espaces extérieurs, mobilité). Il n'existe ainsi pas de solution évidente et répliquable pour limiter l'impact environnemental des projets d'aménagement. Une méthode d'évaluation quantifiée s'adaptant aux particularités de chaque projet, s'avère donc nécessaire pour répondre au besoin d'objectiver les performances environnementales et

d'identifier les meilleures actions pour améliorer ces performances. Dans ce contexte, la méthode Quartier Energie carbone (QEC) a été développée, notamment par Efficacity et le CSTB, avec le soutien de l'ADEME et publiée en 2022<sup>1</sup>. Cette méthode propose une approche normée sur l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) et permet, entre autres, la comparaison à un quartier de référence<sup>2</sup> afin de mesurer l'effort consenti par l'aménageur.

### Applications de la méthode Quartier Energie Carbone avec le logiciel UrbanPrint

Efficacity et le CSTB ont développé UrbanPrint qui est le premier logiciel à appliquer la méthode QEC.

Commercialisé depuis septembre 2022, il permet d'accompagner la collectivité ou l'aménageur dans les phases amont de conception urbaine peu outillées jusqu'à présent pour la définition d'objectifs ambitieux et chiffrés.

Plusieurs séries d'opérations pilotes (e.g. l'expérimentation Quartier Energie Carbone de l'ADEME, l'AMI EcoQuartier ADEME, DHUP, Efficacity et CSTB) ont permis d'appliquer le logiciel sur des projets réels. Depuis, son utilisation s'intensifie et on compte aujourd'hui près d'une centaine d'applications (effectives ou prévues) via des AMI avec trois grands acteurs nationaux (la fédération des EPL, l'UNAM, l'USH, etc.), des collaborations avec de grands « aménageurs » (e.g. Oppidea/Europolia, Solideo, Aire Nouvelle, Nexity, LinkCity, Eiffage, EpaMarne, SNEF). Aujourd'hui la DHUP recommande très fortement son utilisation dans le cadre de la démarche EcoQuartier. La feuille de route de la décarbonation de l'aménagement a également mis en évidence le besoin d'outils d'aide à la décision s'appuyant sur l'impact carbone et la nécessité d'aller vers une obligation d'évaluation de celui-ci. ■



1. Méthode Quartier Energie Carbone  
2. Le quartier de référence n'intègre aucun effort particulier permettant la réduction des impacts environnementaux (respect des minimums réglementaires ou business as usual)

Thématique FIT 2030 :  
ÉNERGIES RENOUVELABLES /  
DÉCARBONATION  
  
pour en savoir plus :  
<https://efficacity.com>



DOMAINES D'APPLICATION  
Environnement  
Énergie



TECHNOLOGIES CLÉS  
Modélisation, simulation  
et ingénierie numérique



MOTS-CLÉS  
Stockage de données  
Visualisation  
Optimisation  
Aide à la décision  
Efficacité



DOMAINES D'APPLICATION  
Environnement  
Énergie



TECHNOLOGIES CLÉS  
Modélisation, simulation



MOTS-CLÉS  
Optimisation  
Aide à la décision  
Efficacité

Thématique FIT 2030 :  
DÉCARBONATION  
  
pour en savoir plus :  
<https://efficacity.com>

## DRACCAR, la 1<sup>ère</sup> plateforme française de recherche en mer dédiée à l'éolien offshore



Déploiement d'enregistreurs acoustiques pour le suivi des oiseaux sur la plateforme

### La nécessité d'une recherche de terrain menée à l'échelle de la façade

La façade Manche, qui concentre déjà beaucoup d'activités humaines, est particulièrement concernée par le déploiement de l'éolien en mer. Or, qualifier à l'échelle locale les effets des parcs commerciaux, et à l'échelle de la façade les impacts cumulés des différents usages de la mer sur l'environnement, reste un enjeu de recherche majeur. Pour y répondre, il est nécessaire d'acquérir sur le long terme des données de terrain et d'élaborer des outils permettant un traitement pertinent et automatisé de ces données.

### DRACCAR, une plateforme en mer couplée à programme de R&D multidisciplinaire

C'est dans ce but que France Energies Marines a fait l'acquisition d'un mât de mesures situé dans la zone du parc éolien en mer de Fécamp. Il constitue une véritable plateforme de recherche offshore où une instrumentation de pointe est déployée et des protocoles innovants de suivi sont développés. C'est une première sur le territoire national pour accompagner les industriels du secteur et l'Etat avec des études de terrain, tout en favorisant leur collaboration avec les différents acteurs de la recherche. Un programme de R&D

multidisciplinaire adossé à cette plateforme a été élaboré par l'Institut et officiellement lancé en mars 2023. Doté d'un budget initial de 8,2 M€ et fortement soutenu par la région Normandie, DRACCAR fédère trois acteurs académiques clés du territoire : les universités de Caen et du Havre, ainsi que l'INSA de Rouen. France Energies Marines assure la coordination globale du programme, tout en contribuant scientifiquement à l'ensemble des travaux.

### Vers un réseau national d'observation des effets des futurs parcs éoliens en mer

DRACCAR vise à améliorer la compréhension des interactions entre l'éolien en mer et l'environnement, et à optimiser le dimensionnement des éoliennes. Six thématiques sont ainsi étudiées : l'écosystème marin dans son ensemble, la mégafaune marine - comprenant principalement les mammifères, les poissons et les oiseaux -, le biofouling et les espèces vivant au fond de l'eau, le vent, le comportement du mât soumis à l'action des courants et des vagues, ainsi que les processus hydrosédimentaires. Les premiers capteurs ont été déployés à l'été 2023 et de nombreux autres instruments seront installés très prochainement. DRACCAR se positionne ainsi comme le démonstrateur d'un réseau national d'observation qui pourra être déployé sur les futurs parcs éoliens offshore en vue d'un suivi de leurs effets à l'échelle des façades maritimes. ■

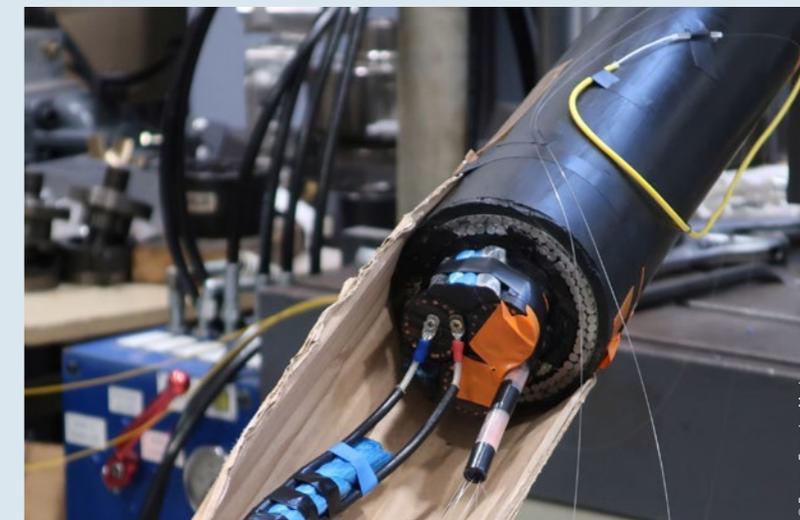
## Eolien flottant : améliorer la fiabilité des câbles électriques sous-marins

### Le suivi des câbles dynamiques en fonctionnement : un sujet crucial

Les câbles dynamiques sous-marins, nécessaires pour exporter l'électricité produite par les systèmes flottants, sont des composants critiques soumis à des contraintes beaucoup plus variées que les câbles statiques. Les technologies utilisées pour la surveillance des câbles sous-marins montrent leurs limites et ne sont pas toujours adaptées pour le suivi d'un câble dynamique en opération. Le sujet est crucial pour le secteur de l'éolien offshore flottant. Les développeurs de parcs et les assureurs exigent une grande fiabilité vis-à-vis de ce composant. Fournir des outils et méthodologies permettant de faire les bons choix en matière de surveillance des câbles dynamiques est donc majeur.

### Une approche couplant bilan de l'existant et expérimentations

France Energies Marines initie dès 2016 des travaux sur le suivi en service des câbles dynamiques au travers de différents projets de recherche multipartenariale. DYNAMO, le dernier en date, a mis l'accent sur l'identification des paramètres critiques à surveiller, afin de donner une vue d'ensemble de ce qui peut être réalisé en termes de suivi, et de déterminer les besoins en matière de développements et d'essais futurs pour mettre en œuvre une stratégie fiable. Une identification des modes de défaillance a



Test de flexion réalisé sur une portion de câble dynamique multi-instrumentée

été réalisée sur la base d'une synthèse bibliographique et du retour d'expérience du secteur industriel. En parallèle, un état de l'art exhaustif a été mené quant aux technologies permettant de détecter des défaillances structurelles, thermiques et électriques des câbles dynamiques. Les technologies ont été évaluées en fonction de leurs avantages, de leur maturité et de leurs limites. Des essais ont été réalisés sur de véritables portions de câbles multi-instrumentées pour tester les technologies identifiées comme prometteuses.

### Des recommandations qui font déjà référence

En combinant l'ensemble de ces travaux, une méthodologie de déploiement d'un réseau de capteurs à l'échelle d'un parc éolien a été élaborée, puis expérimentée numériquement sur différents cas d'études. Un rapport de recommandations synthétisant les différents travaux conduits dans le cadre du projet DYNAMO a été édité à l'automne 2023 et fait d'ores et déjà référence auprès des industriels du secteur. ■

Thématique FIT 2030 :  
ÉNERGIES RENOUVELABLES

pour en savoir plus :  
[www.france-energies-marines.org](http://www.france-energies-marines.org)



#### DOMAINES D'APPLICATION

Environnement  
Energie



#### TECHNOLOGIES CLÉS

Modélisation, simulation  
Capteurs  
Intelligence artificielle



#### MOTS-CLÉS

Suivi en temps réel / Ecosystème  
Mégafaune marine / Biofouling  
Vents / Structures en mer  
Processus hydrosédimentaire



#### DOMAINES D'APPLICATION

Energie



#### TECHNOLOGIES CLÉS

Capteurs



#### MOTS-CLÉS

Fiabilité / Câble dynamique  
Câble électrique sous-marin  
Mode de défaillance  
Défaillance électrique  
Défaillance mécanique

Thématique FIT 2030 :  
ÉNERGIES RENOUVELABLES

pour en savoir plus :  
[www.france-energies-marines.org](http://www.france-energies-marines.org)

## Driveco lève 250 millions d'euros pour devenir un des leaders européens de la recharge de véhicules électriques

Driveco, pionnier français de la recharge de véhicules électriques, a annoncé début mai 2023 une levée de fonds de 250 millions d'euros. C'est un record dans le secteur des bornes de recharge en France, et l'une des plus importantes à l'échelle mondiale.

Driveco a l'ambition de devenir un acteur majeur des infrastructures de recharge pour véhicules électriques en France et en Europe. Ces fonds doivent permettre à l'entreprise de renforcer son maillage territorial, en déployant ses propres stations de recharge, d'accélérer sa stratégie d'internationalisation et de consolider ses innovations technologiques. L'opération est marquée par l'arrivée au capital d'APG, investisseur international de renom, et par le soutien renouvelé des actionnaires historiques Mirova et Corsica Sole qui conservent une part majoritaire du capital. Créé en 2010, l'entreprise dispose de plus de 8000 points de recharge électrique en exploitation ou en cours de déploiement sur l'ensemble du territoire français, et exploite le 1er réseau français ouvert au public. Elle a multiplié par 3 son chiffre d'affaires en 2022 pour atteindre 25 millions d'euros, une très forte croissance soutenue par l'engagement de plus de 100 collaborateurs.



### Le rôle clé des Energy Management System

Driveco est l'un des partenaires historiques du CEA et de l'ITE INES.2S avec lesquels il a mené des développements technologiques notamment en matière de systèmes de gestion de l'énergie avancés (EMS ou Energy Management System), aujourd'hui embarqués dans ses solutions de recharge de véhicules électriques couplées à la production d'énergie solaire. Les EMS sont des outils logiciels qui permettent d'appliquer des stratégies de pilotage et d'optimisation des systèmes énergétiques. Ils sont clés pour gérer les nouveaux besoins des systèmes et réseaux électriques.

### L'ambition de Driveco

Cette levée de fonds vient soutenir la vision long terme de Driveco avec des objectifs ambitieux d'ici 2030 :

- Renforcer son maillage territorial pour consolider sa position en France.
- Accélérer l'expansion internationale de manière à proposer 60 000 points de charge au sein de 7 pays européens. L'objectif est de permettre l'ensemble des recharges de plus de 1,2 million de véhicules par an et d'éviter ainsi l'émission de 3 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>.
- Consolider la stratégie d'innovation technologique visant à proposer l'expérience-client la plus simple sur la station et sur son application mobile. ■

## Heliup lance des panneaux ultra légers pour les grandes toitures industrielles et commerciales

Après plus de deux ans de R&D, Heliup lance des panneaux photovoltaïques ultra-légers et simples à poser sur le marché. Ils sont adaptés aux limitations structurelles des bâtiments à ossature métallique, un marché potentiel de 500 millions de m<sup>2</sup> en France.

Les toitures de bâtiments tertiaires ne sont pas compatibles avec les panneaux photovoltaïques classiques, qui pèsent 15 kg/m<sup>2</sup>, structure de pose comprise. Heliup lève cette limitation grâce à une innovation qui permet une réduction du poids supérieur à 60% tout en conservant des niveaux de rentabilité équivalents (€/MWh).

### Seulement 5 kg par m<sup>2</sup> ajoutés sur les toits

Les panneaux photovoltaïques Heliup pour toiture terrasse, installés, pèsent 5 kilos/m<sup>2</sup>, contre 15 kg/m<sup>2</sup> pour installations utilisant des panneaux classiques.

Le gain de poids est dû notamment au remplacement du cadre en aluminium et du verre épais (3,2 mm) par un verre ultra-mince qui conserve la protection mécanique et physico-chimique des cellules photovoltaïques. Tout l'enjeu est d'utiliser un tel composant tout en assurant le même niveau de garantie, notamment la résistance à la grêle.

L'innovation réside aussi dans un système de pose qui ne rajoute pas de poids supplémentaire, les panneaux étant fixés



Julien GAUME, CTO HELIUP avec panneau léger STYKON pour toitures terrasses (5 Kg/m<sup>2</sup>)

directement sur le revêtement d'étanchéité de la toiture terrasse par exemple. Cette innovation est protégée par 2 brevets CEA pour lesquels Heliup détient une licence exclusive. Les panneaux sont en cours de certification et des chantiers échelle 1 auront lieu au dernier trimestre 2023

### Levée de fonds réussie de 10 M€ dont 4.5 M€ en fonds propres

La start-up commercialisera ses produits au second semestre 2023 auprès de grands acteurs du bâtiment et d'énergéticiens.

Elle collabore en R&D avec le CEA et l'ITE INES.2S pour optimiser ses panneaux, évaluer leurs performances, qualifier de nouveaux matériaux et mener des analyses de leur cycle de vie.

Elle installe à l'automne sa première ligne de production pilote dans ses locaux du Bourget du Lac et vient de réussir sa première levée de fonds pour 4.5 millions d'euros auprès d'acteurs financiers et du secteur bâtiment. ■

Thématique FIT 2030 :  
ÉNERGIES RENOUVELABLES /  
DÉCARBONATION

pour en savoir plus :  
[www.ines2s.org](http://www.ines2s.org)



#### DOMAINES D'APPLICATION

Énergie  
Mobilité  
Mobilité écologique



#### TECHNOLOGIES CLÉS

Modélisation, simulation  
et ingénierie numérique /  
algorithmie  
caractérisation, modélisation  
des systèmes de stockage batteries  
ingénierie, optimisation  
des systèmes électriques



#### MOTS-CLÉS

Expérience utilisateur / Usage /  
Prédiction / Supervision / Fiabilité  
/ Optimisation / Aide à la décision  
/ Smart cities / Efficacité / énergie  
photovoltaïque / véhicule électrique  
/ Recharge / autoproduction-  
autoconsommation



#### DOMAINES D'APPLICATION

Environnement  
Énergie



#### TECHNOLOGIES CLÉS

Photovoltaïque  
Matériaux avancés  
Infrastructures



#### MOTS-CLÉS

Haute cadence / Procédés  
Fonctionnalisation des surfaces  
Smart city  
Énergie renouvelable  
Bâtiment

Thématique FIT 2030 :  
ÉNERGIES RENOUVELABLES /  
DÉCARBONATION

pour en savoir plus :  
[www.ines2s.org](http://www.ines2s.org)

## Une technologie photovoltaïque de rupture made in France : la Pérovskite

L'IPVF, labélisé ITE, est un centre d'excellence né pour fédérer et renforcer la recherche nationale au service des industries françaises et européennes du photovoltaïque. L'IPVF collabore au développement de produits pour tous les marchés (centrale solaire, BIPV, AgriPV, IoT, etc...), et plus particulièrement les technologies de cellules tandem à base de pérovskite.

La cellule solaire à pérovskite a révolutionné la recherche dans le photovoltaïque. En seulement dix ans, le rendement obtenu avec ce matériau est passé de 3,5% (en 2009) à plus de 25% aujourd'hui pour des cellules de petite taille (<1cm²). Cela fait de la pérovskite le rival de technologies établies (CIGS, CdTe) et la rapproche des records du silicium cristallin (c-Si). L'abondance des matériaux constitutifs et le dépôt peu coûteux par traitement en solution de la pérovskite lui promettent un succès industriel. Les deux principaux verrous à ce succès sont la réalisation de dépôts de grande taille et la stabilité du rendement.

Le programme IMPACTS vise à développer des cellules tandem pérovskite/Si. Les verrous technologiques à lever pour la fabrication de ces dispositifs tandem concernent en 1er lieu la technologie pérovskite.

Au sein de ce programme de nombreuses actions sont entreprises pour produire des couches de pérovskite sur grande surface. En particulier un procédé de dépôt de couche de pérovskite hybride est en cours



Mini-modules de pérovskite de 16 cm² semi-transparents colorés fabriqués à l'IPVF.

de développement. Celui-ci a permis l'obtention de résultats prometteurs avec, la production à l'IPVF d'un mini module de 64cm² avec un rendement de 15,5%. Côté stabilité, une optimisation de l'encre par l'utilisation d'additifs de type PbSCN a permis d'atteindre des temps d'illumination de 1150h avec une perte de rendement inférieure à 5% de la valeur initiale.

Cette recherche se poursuit en 2023 et 2024 avec pour objectif d'obtenir des rendements de 19% sur des mini modules de 15x15cm² en n'utilisant que des matériaux et des procédés compatibles avec une industrialisation.

Citons comme avancées majeures :

- 18,5% pour une cellule semi-transparente.
- Stabilité >92% après 500 heures d'illumination continue.
- Stabilité de 1150h avec une perte de rendement inférieure à 5% de la valeur initiale (2022).

- 15,5% sur mini-module de 64cm² (2022).
- Cellules de rendement >20% (2022).

Le programme inclut également des actions pour comprendre et limiter les phénomènes de dégradation qui apparaissent au cours du temps (évolution de la composition de la pérovskite, phénomènes d'interface...). Deux types de mécanismes sont à distinguer. Le premier concerne la stabilité intrinsèque. Afin de diminuer ces effets nous nous intéressons notamment à des solutions de passivation des joints de grain de la pérovskite. Le deuxième type de dégradation est lié à l'exposition des dispositifs solaires à différents types d'atmosphères. Pour y remédier nous travaillons à isoler les dispositifs photovoltaïques par la mise en œuvre de méthodes d'encapsulation efficaces.

Trois résultats illustrent les avancées de l'IPVF:

- 2020, tenue de la performance d'un module pendant 200h sous illumination.
- 2021, tenue d'un module pendant 2000h en outdoor.
- 2022, stabilité en exposition outdoor d'un mini-module à son efficacité initiale (13%) pendant plus de 4000h.

La recherche se poursuivra dans les années à venir afin d'atteindre des durées de vie compatibles avec la commercialisation de cette technologie.

À ce jour, le programme IMPACTS a donné lieu à une vingtaine de publications scientifiques en 2 ans. ■

## Un assemblage photovoltaïque made in France : le tandem Pérovskite / Silicium

Le rendement actuel des cellules photovoltaïques silicium à simple jonction approche de la limite théorique de 29,5%. Pour le dépasser, il est nécessaire d'y associer d'autres technologies solaires comme la pérovskite, afin de convertir plus efficacement la gamme de longueur d'onde UV-visible. Ces architectures, dites tandems, repoussent la limite théorique à 42%.

Les programmes COMPASS et IMPACTS portent sur les conditions nécessaires au succès industriel des cellules tandems pérovskite/Si. COMPASS inclut des travaux d'évaluation du coût de cette technologie ainsi que des études de cycle de vie et recyclabilité, alors qu'IMPACTS vise à développer des cellules tandem pérovskite/Si.

Une étude technico économique de référence a été publiée sur la technologie tandem pérovskite/Si en 2020 (<https://doi.org/10.1002/pip.3305>). Cette étude a montré que pour avoir une pertinence commerciale, l'efficacité des modules tandem devait atteindre 30%, tout en respectant la durée de vie et le taux de dégradation des modules silicium cristallin (c-Si). Dans ces conditions les modules tandem pourraient avoir un coût d'environ 5-10c\$/W supérieur aux modules c-Si et atteindre des valeurs de coûts énergétiques nivelés égaux.

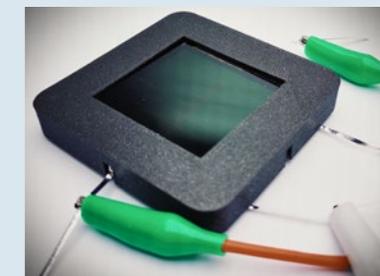
Une autre étude sur le cycle de vie de ce type de tandem (Salas-Redondo et al. 2020)

a montré que les principaux facteurs d'impact environnemental étaient la partie Si, l'onduleur et le système de montage mais que la contribution de la pérovskite au bilan global n'était que de 2%.

En 2022, une analyse des coûts de production a porté sur la comparaison des coûts des tandems Pérovskite/Si en configuration 2 et 4T. Il s'avère que le processus 2T a des coûts légèrement plus élevés (4,8 contre 4,0c/Wp) que le processus 4T, en raison de coûts d'équipement et de main-d'œuvre plus élevés. Ce type d'analyse alimente les réflexions autour des choix technologiques de l'institut.

De nombreux verrous technologiques pour la fabrication de ces dispositifs concernent la pérovskite (cf. success story sur la technologie en rupture Pérovskite), notamment sur le dépôt de pérovskite sur plus grande surface et sur sa stabilité. Des avancées significatives ont été atteintes à l'IPVF en peu de temps. En effet, un rendement de 21% et de 15,5% ont été obtenus respectivement sur des modules tandem de 16cm² (2021) et sur mini-module de 64cm² (2022). Une tenue de la performance d'un module pendant 200h sous illumination a été obtenue en 2020, puis pendant 2000h en outdoor sur un module en 2021, et enfin une stabilité en exposition outdoor d'un mini-module à son efficacité initiale (13%) pendant plus de 4000 heures (2022).

Le dernier verrou technologique porte sur l'architecture de la cellule tandem.



Mini-modules 4T pérovskite/Silicium 16 cm².

Les approches tandem existent actuellement dans de nombreuses configurations comportant 2, 3 ou 4 contacts électriques (configurations dites 2, 3 ou 4T). Dans la configuration 4T, les propriétés opto-électriques de chaque sous-cellule peuvent être réglées séparément sans avoir à tenir compte de l'adaptation du courant, indispensable dans la configuration 2T. La réalisation du tandem ne présente pas de véritable verrou matériau dans ce cas-là.

Depuis 2020, l'IPVF travaille également en étroite collaboration avec l'INES.2S sur la configuration 2T, Un travail spécifique sur la/les couche(s) intermédiaire(s) ainsi que sur la pérovskite est nécessaire. Ces travaux ont permis d'atteindre des efficacités de 15% sur des surfaces de 1cm² et de 11% sur 9cm².

Ces programmes ont donné lieu à une trentaine de publications scientifiques sur la technologie tandem pérovskite/Si. ■

Thématique FIT 2030 : ÉNERGIES RENOUVELABLES

pour en savoir plus : [www.ipvf.fr](http://www.ipvf.fr)



DOMAINES D'APPLICATION

- Photovoltaïque
- Environnement
- Technologies pour l'industrie du futur
- Energie



TECHNOLOGIES CLÉS

- Technologies en rupture
- Technologies immersives
- Matériaux avancés
- Modélisation, simulation



MOTS-CLÉS

- Pérovskites / Procédés
- Matériaux / Fiabilité
- Excellence Technologique
- Impact Business / Souveraineté
- Réindustrialisation



DOMAINES D'APPLICATION

- Photovoltaïque
- Environnement
- Technologies pour l'industrie du futur
- Energie



TECHNOLOGIES CLÉS

- Technologies en rupture
- Technologies immersives
- Matériaux avancés
- Modélisation, simulation



MOTS-CLÉS

- Tandem / Pérovskites
- Procédés / Matériaux / Fiabilité
- Stabilité / Excellence Technologique
- Impact Business / Souveraineté
- Réindustrialisation

Thématique FIT 2030 : ÉNERGIES RENOUVELABLES

pour en savoir plus : [www.ipvf.fr](http://www.ipvf.fr)

## Solution pour la réalisation d'outillages de grande dimension en INVAR® pour le drapage des composites

### Développer un procédé pour répondre aux enjeux du secteur aéronautique

Le projet ARWEN, initié en 2018 avec AIRBUS, APERAM, DASSAULT AVIATION et LOIRETECH, s'inscrit dans la problématique de l'augmentation des cadences industrielles et de l'emploi des matériaux composites dans le secteur aéronautique. Actuellement, les outillages sont réalisés par des procédés de fonderie générant des problèmes de non-qualité, des temps d'approvisionnement longs et des coûts trop élevés. L'objectif du projet est de développer un procédé alternatif à la fonderie pour la réalisation des bruts de moules de grandes dimensions pour le drapage des matériaux composites. Plus précisément, il s'agit de mettre au point un procédé hybride d'assemblage de pavés par soudage robotisé, couplé à de la fabrication additive pour la réalisation de coques d'une surface non développable en INVAR® (alliage de fer et de nickel).

### Des résultats technologiques au rendez-vous pour un impact industriel concret

Les briques technologiques développées dans le cadre du projet sont les suivantes :

- Un algorithme de discrétisation afin de déterminer les pavés constituant la surface outillage.
- Des outils d'optimisation couplés à un logiciel de modélisation du procédé de soudage pour minimiser les déformations



Cellule wire arc additive manufacturing implantée chez LOIRETECH - Projet ARWEN

- et un algorithme de discrétisation pour minimiser le coût (sous contraintes métiers).
- Des stratégies robotiques pour la mise en œuvre des trajectoires de mise en position des pavés, du soudage et de la fabrication additive.
- Des paramètres procédés de soudage et de fabrication additive.

Le développement de cette technologie s'est ensuite poursuivie dans le cadre du projet européen INTEGRADDE dans lequel LOIRETECH et l'IRT Jules Verne sont impliqués aux côtés de 24 partenaires européens pour un budget de 17 millions d'euros.

Aujourd'hui, LOIRETECH dispose d'un moyen industriel à échelle 1, avec des impacts industriels concrets :

- Meilleure qualité du produit fini : qualité améliorée du brut réalisé, entraînant une diminution forte des temps de reprise des non-qualités.
- Diminution par cinq du temps de fabrication et d'approvisionnement.
- Baisse du coût de fabrication.
- Réinternalisation de la valeur ajoutée chez LOIRETECH : possibilité de modifier ou réparer des outillages par fabrication additive et ainsi d'éviter la sous-traitance des fonderies. ■

## Solution d'assemblage flexible pour des aérostructures de grandes dimensions

### La flexibilité des lignes de production : un enjeu majeur pour l'aéronautique

Les évolutions rapides du marché et la demande forte des clients pour des produits personnalisés impliquent toujours plus de flexibilité dans les moyens de production. Pour rester compétitive, l'industrie aéronautique a besoin de lignes d'assemblage capables :

- d'offrir une flexibilité vis-à-vis des cadences et des variantes de produits,
- de se libérer de l'usage intensif de ponts roulants, aujourd'hui goulots d'étranglement des ateliers d'assemblage aéronautique,
- de supprimer le recours à des outillages ancrés au sol.

### Une technologie modulaire et légère, pour des lignes d'assemblage d'aérostructures plus performantes

Lancé par l'IRT Jules Verne en juin 2018 avec Airbus, ACsystème SA, le CNRS (LS2N), l'IMT Atlantique et l'INRIA, le projet HAPPY avait pour objectif de répondre aux besoins du marché en développant des procédés d'assemblage automatisé de grandes structures. Le système proposé est constitué de positionneurs légers, embarquables sur des bases mobiles et pilotés par un système de commande par asservissement continu. Le résultat majeur obtenu est le développement d'une loi de commande qui compense la flexibilité des pièces et des outillages à

partir de mesures locales :

- à l'aide de caméras sur le cas d'usage tenon / chape,
- à l'aide de profilomètres laser sur le cas jonction orbitale.

### Vers l'industrialisation : un démonstrateur transféré et un deuxième projet lancé

Fort de ce résultat, le démonstrateur issu du projet « HAPPY » a été transféré sur le site d'AIRBUS ATLANTIC de Montoir de Bretagne (44). Le démonstrateur est actuellement en phase de pré-industrialisation : une évaluation des performances est en cours avant déploiement en usine.

En parallèle, un projet suite HAPPY2 a été lancé en août 2022 pour maturer cette technologie avec des applications aéronautiques plus complexes et l'intégration d'un cas d'usage dans le secteur naval :

- L'accostage de viroles avant soudage pour la fabrication de chaudières nucléaires.
- La jonction voilure / fuselage en aéronautique.
- L'assemblage de la poutre ventrale sur le caisson central.

Ces cas d'applications en aéronautique au plus proche de la production marquent une étape supplémentaire vers l'industrialisation de la technologie d'asservissement initiée dans le projet HAPPY. ■



Assemblage automatisé d'éléments de fuselage par une commande référencée capteurs - Projet HAPPY

Thématique FIT 2030 :  
MATÉRIAUX

pour en savoir plus :  
[www.irt-jules-verne.fr](http://www.irt-jules-verne.fr)



DOMAINES D'APPLICATION

Technologies pour l'industrie du futur



TECHNOLOGIES CLÉS

Fabrication additive  
Soudage robotisé



MOTS-CLÉS

Procédés  
Robotique industrielle



DOMAINES D'APPLICATION

Technologies pour l'industrie du futur



TECHNOLOGIES CLÉS

Cobotique  
Capteurs



MOTS-CLÉS

Haute cadence  
Procédés  
Robotique industrielle  
Optimisation

Thématique FIT 2030 :  
DIGITALISATION

pour en savoir plus :  
[www.irt-jules-verne.fr](http://www.irt-jules-verne.fr)

## De la R&D à l'industrialisation d'une start-up : l'exemple du partenariat entre l'IRT M2P et Gaming Engineering

La collaboration entre l'IRT M2P et Gaming Engineering, start-up issue de la French Tech Est spécialisée dans la conception et la fabrication de composants de fixation innovants pour le marché automobile, est initiée en 2018. Dès lors, des synergies s'opèrent : Gaming Engineering s'appuie sur l'expertise de l'IRT M2P dans le développement et l'industrialisation de procédés et de composants d'assemblages multi-matériaux tandis que l'IRT M2P bénéficie du soutien d'une entreprise dynamique en pleine croissance, leur permettant ainsi de mutualiser leurs compétences communes pour créer un processus unique de R&D.

### Une solution d'assemblage pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub> du marché automobile

Ensemble, les deux entités se structurent pour accompagner les constructeurs automobiles dans le processus de décarbonation de la mobilité. A partir de 2019, le partenariat permet le lancement de projets ambitieux aux côtés de grands groupes industriels et l'investissement de nouvelles plateformes technologiques dédiées aux assemblages mécaniques.

Les projets EF\_GAMM, COMMERWIN, HPDC<sup>2</sup> et AIRWIN portent sur la montée en maturité d'ERWin®, technologie innovante d'assemblages multi-matériaux développée par Gaming Engineering en vue de son intégration dans les caisses en blanc à l'horizon 2025. Elle permettra d'optimiser

le potentiel d'allègement des véhicules de grandes séries via l'introduction de matériaux composites et de fonderies d'aluminium recyclées adaptées aux contraintes des pièces de structure, le tout à coûts maîtrisés. Les travaux de R&D et d'industrialisation menés par les deux partenaires accélèrent l'introduction de cette innovation : une

première application série sur un véhicule STELLANTIS est engagée en 2023. Au-delà d'exploiter les pleins potentiels d'ERWin®, l'IRT M2P et GAMING ENGINEERING travaillent également au développement de nouveaux types de fixations adaptées à la production multi-matériaux grande cadence, du concept jusqu'à l'obtention de produits intégrables sur lignes de production avec une réduction des coûts et des émissions de CO<sub>2</sub>.

### Conquérir de nouveaux secteurs pour soutenir la transition écologique des industriels

L'IRT M2P accompagne GAMING ENGINEERING dans le développement de nouveaux produits pour élargir leur gamme de solutions d'assemblage, en mettant



L'IRT M2P et Gaming Engineering innovent avec ERWin® : émissions réduites, gains énergétiques et économiques avec les designs multi-matériaux.

à disposition ses compétences et plateformes dans les domaines des traitements de surface, des traitements thermiques et thermochimiques, de la modélisation numérique et de l'analyse de cycle de vie. Ce partenariat permet aujourd'hui de proposer aux constructeurs automobiles internationaux des études sur des cas d'applications spécifiques permettant l'accélération du développement de la société. De nouveaux projets devraient prochainement émerger. Une dynamique synonyme de réindustrialisation : ces fondamentaux R&D permettent aujourd'hui à GAMING ENGINEERING de passer à l'échelle, recruter et démarrer la construction d'une nouvelle usine à Commercy (55). ■

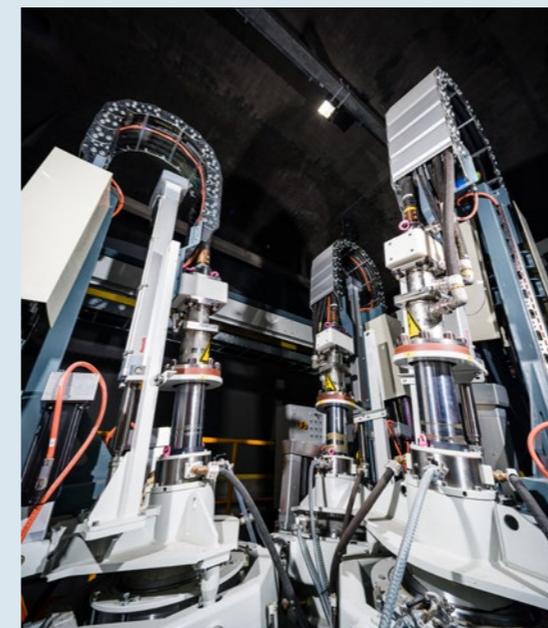
## Projet TiAre : un approvisionnement en titane durable pour l'industrie aéronautique

Matériau clé en raison de ses propriétés mécaniques et de sa faible densité par rapport aux aciers et superalliages, le titane reste cependant sous-utilisé du fait de son coût élevé, dû à la complexité de sa méthode d'extraction et de production. Cependant, il est indispensable à de nombreuses applications nécessitant des contraintes en termes de température et

d'allègement, notamment dans les secteurs aéronautiques et nucléaires, pour lesquelles le niveau d'exigence est incomparable. La demande en alliages de titane est aujourd'hui satisfaite en Europe et en France par des importations intégrant une faible part de matière recyclée, matière elle-même revalorisée par des producteurs hors Europe.

d'alliages classiques TA6V et TiAl et d'étudier l'impact de ces paramètres et de la matière première sur la qualité du produit final (lingot PAM).

Dans la continuité de RecyTiAl, le projet « Titanium Aerospace Recycling » (TiAre), a pour finalité le soutien à la filière française de recyclage du titane et réunit les mêmes partenaires autour d'une ambition commune : développer de nouvelles solutions de recyclage du titane à impact environnemental réduit dans le respect des exigences qualité de l'industrie aéronautique. Au-delà du procédé de fusion, TiAre s'attache à lever des verrous technologiques liés au recyclage de pièces aéronautiques en fin de vie ou de poudres de titane issues de l'atomisation ou de la fabrication additive par le procédé PAM-CHR. Axé sur le secteur aéronautique, le projet TiAre participera à l'instauration d'une filière complète de recyclage de titane en France qui à terme, pourra bénéficier à tout type d'application industrielle et permettra de gagner en souveraineté et de s'affranchir ainsi de notre dépendance aux acteurs du marché situés en dehors de l'Union Européenne. ■



PAM-CHR (Four de fusion par arc à plasma) | IRT M2P - Site d'Uckange

Pour contribuer à l'indépendance de filières industrielles en matière d'approvisionnement de ce matériau stratégique, l'IRT M2P a accompagné ses partenaires Aubert & Duval et Safran dans le cadre du projet RecyTiAl, avec la mise à disposition de ses plateformes d'essais à échelle industrielle et de son savoir-faire associé. L'objectif était une montée en maturité dans la refusion de titane par le procédé Plasma Arc Melter - Cold Hearth Refiner (PAM-CHR : four de fusion par arc à plasma en creuset froid) en lien étroit avec la création d'EcoTitanium®, première usine de recyclage de titane aéronautique en Europe mise en service à Saint Georges de Mons (Auvergne-Rhône-Alpes). Les essais menés au cours du projet ont permis d'établir des paramètres optimaux pour la fusion

Thématique FIT 2030 : DÉCARBONATION

pour en savoir plus : [www.irt-m2p.fr](http://www.irt-m2p.fr)



#### DOMAINES D'APPLICATION

- Transports de demain
- Ferroviaire
- Mobilité
- Mobilité écologique



#### TECHNOLOGIES CLÉS

- Composites
- Matériaux avancés
- Modélisation, simulation et ingénierie numérique



#### MOTS-CLÉS

- Haute cadence / Procédés
- Robotique industrielle
- Fonctionnalisation des surfaces
- Traitement des matériaux
- Sécurité / Efficacité



#### DOMAINES D'APPLICATION

- Technologies pour l'industrie du futur
- Transports de demain



#### TECHNOLOGIES CLÉS

- Matériaux avancés
- Modélisation, simulation et ingénierie numérique



#### MOTS-CLÉS

- Procédés
- Recyclage

Thématique FIT 2030 : MATÉRIAUX

pour en savoir plus : [www.irt-m2p.fr](http://www.irt-m2p.fr)

## Relocaliser la production d'écrans vidéo en Europe

**B**asé en France, Aledia compte fabriquer des pixels trois couleurs pour l'affichage vidéo haute performance, grâce à une technologie disruptive

Aledia est un partenaire majeur du programme Displed de Nanoelec, dont l'ambition est de relocaliser en Europe des moyens de production d'écrans vidéos de haute performance. En 2022, l'entreprise a finalisé l'installation de sa ligne pilote à Echirrolles. Elle poursuit la construction de son site de production à Champagnier; les premiers équipements sont installés en 2023 ; le premier bâtiment s'étend sur 5000m<sup>2</sup> et quelques centaines d'emplois seront créés. En intégrant le savoir-faire développé avec le CEA, SET et EVGroup,

dans le cadre de Nanoelec, Aledia entend développer des smartpixels trois couleurs (rouge-vert-bleu) sur le même wafer CMOS afin d'accéder à la maîtrise d'une technologie plus performante en termes de qualité d'image. Le procédé est démontré sur des plaques de silicium standard de 200 mm de diamètre mais l'objectif est de passer au standard 300 mm afin d'assurer des volumes de production importants à un coût compétitif.

Les tous premiers résultats sur la technologie de nanofils implantés sur un substrat en nitrure de gallium ont été présentés par Philippe Gilet, directeur technique d'Aledia, lors de la Display Week (mai 2022, USA). « Le marché international des écrans

grand public est estimée à 120 milliards de dollars par an et ses opérateurs sont à la recherche d'une technologie de nouvelle génération », explique Philippe Gilet, en soulignant les avantages prometteurs des MicroLED par rapport aux technologies LCD et OLED actuelles. Il ajoute que « des puces MicroLEDs 3D, à faible densité de courant, de petite taille et moins chères, peuvent être plus efficaces que des MicroLEDs 2D fabriquées sur un substrat de saphir. Cette technologie doit permettre des écrans plus lumineux, plus efficaces en terme énergétique, une nouvelle architecture pour l'intégration électronique ainsi qu'une intégration monolithique native-RVB (rouge-vert-bleu) sur une seule puce. » ■



Aledia construit sa nouvelle usine à Champagnier, dans la région de Grenoble.



Des salles blanches prêtes à recevoir des équipements de microélectronique dans la nouvelle usine d'Aledia.

## Une usine pour produire des batteries de nouvelle génération pour l'aéronautique

Limotech est une startup industrielle deep-tech qui développe des batteries lithium innovantes pour des applications aéronautiques. L'entreprise contribue à la transition vers une aviation durable sur le marché international. Ses batteries de rupture sont dotées d'une électronique de protection très innovante, rendant la batterie lithium plus fiable et plus précise, intégrant toutes les fonctions de sécurité et une mécanique capable de résister aux conditions environnementales les plus extrêmes (températures, vibrations, compatibilité électromagnétique...).

### Première usine en Isère

Limotech a bénéficié d'un projet Nanoelec/Easytech en 2017 pour le développement, avec le CEA, de la gestion électronique embarquée d'une toute première batterie « plug & play » pour l'aviation légère, comprenant les protections en sur-tension et sous-tension (BMS : Battery Management System). En 2022, la société est une des 18 lauréates du dispositif national « Première usine » : la subvention opérée par BPI France lui permet la construction d'une ligne de production en Isère. La pose de la première pierre de l'usine a eu lieu le 16 mai 2023. L'entreprise compte une vingtaine de salariés et vise un CA de 180 M€ en 2030. Depuis sa création en 2016, Limotech a levé 6 M€.



Vue des batteries au lithium Limotech, le 16 mai 2023, lors de la pause de la première pierre de l'usine de production de l'entreprise, en Isère.

### Des batteries plus performantes que les technologies traditionnelles

Les batteries Limotech ne sont pas directement destinées à la propulsion ; elles permettent de mettre en marche des turbines ou des moteurs thermiques. Elles sont trois fois plus légères, 2,5 fois plus efficaces et durent 2,5 fois plus longtemps que les technologies au plomb-acide et

nickel-cadmium.

Pour la commercialisation de ses produits, Limotech a obtenu début 2023 la certification PART21 G délivrée par l'EASA suite à un audit de l'OSAC. Moins de 500 entreprises dans le Monde possèdent cet agrément production. Il autorise Limotech à proposer ses batteries au lithium sur le marché de l'aviation commerciale. ■

Thématique FIT 2030 :  
DIGITALISATION

pour en savoir plus :  
[www.irtnanoelec.fr](http://www.irtnanoelec.fr)



#### DOMAINES D'APPLICATION

Environnement  
Technologies pour l'industrie du futur / Technologies numériques et digitalisation de l'industrie

Énergie / Mobilité / Mobilité écologique



#### TECHNOLOGIES CLÉS

Nanoélectronique  
Technologies immersives



#### MOTS-CLÉS

TV du futur  
Écrans souples  
Écrans interactifs



#### DOMAINES D'APPLICATION

Environnement  
Technologies pour l'industrie du futur

Transports de demain  
Énergie / Mobilité / Mobilité écologique



#### TECHNOLOGIES CLÉS

Systèmes embarqués  
Technologies pour la propulsion



#### MOTS-CLÉS

Optimisation  
Nanoélectronique  
Efficacité  
Stockage de données

Thématique FIT 2030 :  
DÉCARBONATION

pour en savoir plus :  
[www.irtnanoelec.fr](http://www.irtnanoelec.fr)

## Créer un outil d'aide à la décision sur le poids carbone et le coût d'un projet de construction

Après un premier partenariat en 2021, NOBATEK/INEF4 investi avec GCC, un nouveau projet de recherche sur l'impact carbone des projets de construction.

### Une réponse à la nouvelle réglementation environnementale

L'entrée en vigueur de la RE 2020 au 1/01/2022 généralise l'évaluation en cycle de vie des projets de construction neufs, ce qui induit des évolutions profondes dans les pratiques et les interactions entre les parties prenantes. Face au volume de données à traiter et à la diversité des acteurs concernés, la maquette numérique du bâtiment représente une solution pour centraliser et optimiser les études d'Analyse de Cycle de Vie (ACV). Des éditeurs de logiciels, ambitionnent de mettre des solutions intégrées multi-métiers à disposition de la filière. Néanmoins, ces solutions ne traitent pas la phase de conception/construction de la maquette numérique, phase cruciale pour son exploitation par les différents corps d'état. Il est donc fréquent de reprendre, parfois intégralement, sa création pour la rendre utilisable, notamment pour des études énergétiques ou ACV, ce qui remet en question ses gains d'efficacité. Parallèlement, les solutions actuellement sur le marché, se limitent à automatiser l'évaluation des projets, sans intégrer d'approches d'optimisation ni proposer de leviers d'amélioration, sans opérateur.

### Un outil pour gagner en productivité et en performance

GCC travaille depuis plus de 3 ans sur un processus complet allant de la création de la maquette numérique à son exploitation dans les différents logiciels métiers. Dans la continuité de ses travaux, GCC a fait appel à NOBATEK/INEF4 pour y intégrer les volets coût et carbone. L'outil développé par les équipes de l'Institut permettra d'automatiser différentes configurations de projets sur la base de leur performance environnementale et économique afin de répondre à 3 objectifs : réduire le temps des études d'ACV d'un bâtiment, faire émerger et évaluer des propositions de projets sur la base de leur performance environnementale et économique et enfin proposer une solution intégrée au projet d'(E)volution digitale de GCC. « Cette nouvelle étape est primordiale pour GCC. Elle va nous permettre de renforcer et de déployer l'usage de la maquette numérique et surtout de prendre en compte un facteur essentiel de nos chantiers : leurs poids en carbone. Être capable de chiffrer ce paramètre rapidement, selon des critères définis, mais aussi de connaître et de maîtriser les coûts d'un chantier grâce à des informations fiables est un véritable atout », affirme Jacques Marcel, Président du Directoire de GCC. ■



Julien Szabla, Directeur Général NOBATEK/INEF4 et Jacques Marcel, Président du Directoire GCC renforcent leur partenariat le 7 décembre 2022 au Salon SIMI 2022.

## Faciliter et optimiser l'exploitation-maintenance et les performances des bâtiments

Grâce au BIM\*, NOBATEK/INEF4 et ses partenaires cherchent à faciliter l'exploitation-maintenance des bâtiments et à optimiser leurs performances via de algorithmes d'intelligence artificielle dans le but de réduire les coûts et les consommations.

### Le BIM sous-estimé en exploitation-maintenance

Les atouts du BIM en phase exploitation sont encore trop méconnus ou sous-estimés et les retours d'expériences comme les outils adaptés manquent. Cependant, les objectifs du BIM sur la phase d'exploitation-maintenance et pour la gestion patrimoniale sont particulièrement importants pour les maîtres d'ouvrage : les sommes investies pour l'exploitation, la maintenance puis la démolition d'un bâtiment représentent en moyenne 75% du coût global du bâtiment (calculé sur l'ensemble du cycle de vie). Les études en phase conception représentent quant à elles seulement 5% de ce coût et la construction 20 %.

De plus, pour une entreprise, l'ensemble des activités liées à l'exploitation des bâtiments est la deuxième plus grande source de dépenses, derrière celles liées aux ressources humaines. Par conséquent, l'usage du BIM Gestion-Exploitation-Maintenance peut constituer un investissement et un levier très rentables pour réduire ces coûts sur le long terme.



Bâtiment SIRAH8692 - SEML Route des lasers - Pessac (33)

### Les jumeaux numériques d'exploitation - un atout pour la transition énergétique et environnementale des bâtiments

Le projet de R&D BIM GEM-E s'inscrit dans les axes stratégiques de transition numérique et énergétique déployés par la SEML Route des lasers sur son patrimoine immobilier (25 bâtiments / 50 ha). Il vise le développement d'un système de reporting intelligent qui centralise des données dynamiques et statiques pour permettre un pilotage optimisé du patrimoine via un jumeau numérique (notamment la réduction

des consommations énergétiques), un contrôle prédictif des équipements et une meilleure prise en compte des usages. Le projet associe les compétences en exploitation-maintenance d'Eiffage Energie Systèmes Aquitaine (le futur utilisateur), de Spinalcom (fournisseur du jumeau numérique) et celles de NOBATEK/INEF4 sur les aspects métier et IA. ■

\* Le BIM, « Building Information Modeling » (peut être traduit par Modélisation des informations du bâtiment), est une nouvelle méthode de gestion des projets de construction, basée sur une maquette numérique 3D contenant des données fiables et structurées.

Thématique FIT 2030 :  
DÉCARBONATION

pour en savoir plus :  
nobatek.inef4.com



#### DOMAINES D'APPLICATION

Bâtiment  
Environnement  
Numérique



#### TECHNOLOGIES CLÉS

Modélisation  
Simulation



#### MOTS-CLÉS

Optimisation  
Analyse de Cycle de Vie  
Poids Carbone  
Aide à la décision



#### DOMAINES D'APPLICATION

Bâtiment  
Environnement  
Numérique



#### TECHNOLOGIES CLÉS

Modélisation, simulation  
et ingénierie numérique



#### MOTS-CLÉS

Intelligence Artificielle  
Aide à la décision  
Optimisation

Thématique FIT 2030 :  
DÉCARBONATION

pour en savoir plus :  
nobatek.inef4.com

## Les solutions de trains légers

Les « lignes de desserte fine du territoire », couramment appelées « petites lignes », représentent un tiers du réseau ferré français. L'exploitation de ces quelques 9 000 km de voies peu électrifiées est un enjeu majeur pour les Régions, qui souhaitent redynamiser le transport ferroviaire dans les territoires ruraux en proposant une alternative à la voiture individuelle et favoriser le report modal, tout en maîtrisant les coûts d'achat et d'exploitation. Railenium travaille aux côtés des industriels de la filière ferroviaire pour faire évoluer l'offre de trains régionaux en développant des trains légers voir très légers destinés à relancer les petites lignes et redynamiser les territoires.

gestion des circulations, tout en garantissant un très haut niveau de sécurité, de confort et de régularité.



**Drais** est un petit train modulaire entièrement électrique de 30 voyageurs assis destiné aux lignes ou aux segments de lignes d'une centaine de kilomètres à faible trafic qui offrira une souplesse d'usage comme des arrêts « à la carte ». Totalement propre, il permettra d'augmenter la fréquence de passage sur ces lignes et d'offrir une solution pour permettre des réouvertures de ligne.



**Telli** est une solution décarbonée qui enrichit l'offre TER. Grâce à une approche système incluant à la fois l'infrastructure, le matériel et l'exploitation, ce projet redynamise les petites lignes en offrant plus de services à coûts maîtrisés à plus de voyageurs. Plus léger qu'un TER classique, il usera moins la voie, consommera moins d'énergie et ses technologies digitales « allégeront » la



**Flexy** est un projet de navette bi-mode de 14 places assises, mobile électrique capable de rouler à la fois sur rail et sur route.

Cette approche hybride rail-route permettra d'assurer une desserte particulièrement fine des zones d'habitation situées dans un voisinage proche de la ligne ferroviaire actuellement fermée en quittant la voie ferrée pour emprunter la route et acheminer les voyageurs.



**Taxirail** est un projet d'un petit autorail de 15 places assises (40 places au total) conçu pour circuler en mode autonome à l'électricité grâce à des batteries rechargées par un prolongateur d'autonomie d'origine thermique à base de GNV (gaz naturel pour véhicules) dans un premier temps. Son autonomie avoisinera 600 kilomètres et sa vitesse de croisière variera entre 90 et 110 km/h même s'il sera capable d'atteindre 135 km/h. ■

## CORIFER

Le CORIFER (Conseil d'Orientation de la Recherche et de l'Innovation de la filière Ferroviaire) vise à établir une stratégie d'innovation ambitieuse et à piloter la feuille de route de la filière ferroviaire afin de faciliter le montage et d'inciter les acteurs (industriels, collectivités, laboratoires de recherche) à se mobiliser en consortium pour répondre aux appels à projets et ce en coordination avec les services de l'Etat. Cette feuille de route répond aux ambitions du plan d'investissement « France 2030 » dans lequel le ferroviaire jouera un rôle déterminant.



Le CORIFER garantit la collaboration entre les acteurs de la filière et les donneurs d'ordre publics (Etat, Régions, ou plus généralement les Autorités Organisatrices de la Mobilité), établit les priorités de la filière et œuvre pour la mise effective sur le marché des innovations développées.

La feuille de route du CORIFER se décline en 4 thèmes prioritaires. Ils couvrent à la fois des programmes d'innovation et d'industrialisation qui joueront un rôle central dans l'atteinte des objectifs fixés par les décideurs publics:

- **Industrie et infrastructure du futur** : soutenir l'industrialisation des futurs systèmes ferroviaires grâce à des filières 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'un 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.

Railenium a travaillé de concert aux côtés de la FIF (Fédération des Industries Ferroviaires) et de ses partenaires pour définir une feuille de route ambitieuse et adoptée par la filière ferroviaire et soutenue par l'Etat, pour favoriser l'émergence de projets collaboratifs de recherche et de développement à forte dimension industrielle. L'IRT a eu pour mission d'éclairer cette feuille de route sous l'angle "scientifique" en mobilisant les acteurs de la recherche et les industriels. ■

Thématique FIT 2030 :  
DÉCARBONATION

pour en savoir plus :  
[www.railenium.eu](http://www.railenium.eu)



DOMAINES D'APPLICATION

- Environnement / Numérique
- Transports de demain
- Énergie
- Mobilité
- Mobilité écologique



TECHNOLOGIES CLÉS

- Systèmes embarqués
- Infrastructures
- Intelligence artificielle
- Technologies pour la propulsion



MOTS-CLÉS

- Prévention / Prédiction
- Dynamique ferroviaire
- Sûreté de fonctionnement / Fiabilité
- Optimisation / Multimodalité
- Sécurité / Efficacité



DOMAINES D'APPLICATION

- Environnement / Numérique
- Transports de demain / Trains intelligents
- ferroviaire / Énergie / Mobilité
- Mobilité écologique



TECHNOLOGIES CLÉS



MOTS-CLÉS

Thématique FIT 2030 :  
ÉNERGIES RENOUVELABLES /  
DÉCARBONATION /  
DIGITALISATION /

pour en savoir plus :  
[www.railenium.eu](http://www.railenium.eu)

## Le projet DEEL : une collaboration transatlantique à forte valeur ajoutée pour une IA fiable et explicable

Le projet DEEL<sup>1</sup> visant à développer des briques technologiques d'intelligence artificielle fiables, robustes, explicables et certifiables, appliquées à des systèmes critiques, a été lancé par l'IRT Saint Exupéry, IVADO<sup>2</sup> et le CRIAQ<sup>3</sup> en octobre 2018. La phase une de DEEL se terminera en décembre 2023 et sera poursuivie par une phase deux dès janvier 2024. Ce programme transatlantique Franco-Québécois a réuni 14 entreprises et 16 universitaires, dont IVADO en tant que partenaire principal à Montréal. Il rassemble des chercheurs, des Data Scientists, des ingénieurs et des experts détachés par les partenaires industriels. Ensemble, ils s'attaquent à des défis tels que la robustesse, l'explicabilité, la quantification de l'incertitude, la détection des erreurs de distribution et les biais industriels.



fonctionnement, en IA et en systèmes embarqués, ainsi que par des chercheurs (en statistiques, en optimisation et en IA).

L'année 2022 a permis aux équipes de DEEL de franchir une étape supérieure, avec 9 papiers retenus à la conférence NeurIPS 2022, 1 Best Paper à la conférence WAISE et 2 Best Papers lors d'ERTS 2022.

### Mobili.AI, une conférence scientifique organisée par les équipes DEEL

De plus, en mai 2023, s'est tenue la 4<sup>e</sup> édition du Forum Mobili.AI, organisée par IVADO, l'IRT Saint Exupéry, l'IID<sup>5</sup>, le CRIAQ et ANITI, et elle a rejoint deux événements majeurs dans l'écosystème de l'intelligence

artificielle : le Mobility Solutions Show et le Future Intelligence. Au cours de cet événement, 140 experts de l'intelligence artificielle ont eu l'occasion de participer à des conférences de haut niveau, avec des Keynotes de renom tels que le Dr. Luc Julia, Directeur Scientifique de Renault et co-créateur de SIRI pour Apple, Aaditya Ramdas, professeur à la Carnegie Mellon University, Catuscia Palamidessi, directrice de recherche à l'INRIA, ainsi que François Sillion, directeur technique et numérique du CNES. 130 experts ont eu l'occasion de participer à des conférences de haut niveau avec des Keynotes de renom tels que le Dr. Luc Julia, Directeur Scientifique de Renault, Aaditya Ramdas, professeur à Carnegie Mellon University, Catuscia Palamidessi, directrice de recherche à l'INRIA ainsi que François Sillion, directeur technique et numérique du CNES.

Grâce aux résultats de la phase 1 de DEEL, le projet est parfaitement reconnu comme un contributeur majeur aux organismes de certification. Pour le lancement de sa phase 2 en 2024, le programme est actuellement ouvert à des partenariats supplémentaires.. ■

1. DEpendable EXplainable Learning
2. Consortium de recherche, de formation et de mobilisation des connaissances en intelligence artificielle
3. Consortium de recherche et d'innovation en aérospatiale au Québec
4. Artificial and Natural Intelligence Toulouse Institute
5. Institut d'Intelligence des Données

## La technologie MOSFET SiC : pour la réduction du volume et du poids des équipements électriques dans les transports de demain

Le projet SICRET<sup>1</sup> est la première initiative française publique-privée à échelle nationale et européenne qui est entièrement dédiée à la fiabilité des interrupteurs de puissance de type transistor à effet de champs (MOSFET) à base de Silicium Carbide (SiC). Il réunit les principaux acteurs industriels de la chaîne de valeur de la transition énergétique ainsi que les meilleurs laboratoires du domaine. Grâce à la qualité technique et scientifique de ce consortium, le projet a pu attirer les principaux fournisseurs en électronique de puissance tels que STMicroelectronics (EU), MITSUBISHI (Japon), Infineon (EU), Rohm (Japon) et Wolfspeed (USA). Dans un contexte d'électrification massive de la mobilité terrestre et aéronautique, où le poids et le volume des équipements électriques sont cruciaux, cette technologie, dotée de performances thermiques et électriques exceptionnelles, offre une réelle alternative aux solutions conventionnelles basées sur la technologie silicium. En effet, elle permet une réduction significative en termes de volume et de poids des équipements électriques. L'adoption de cette technologie est néanmoins limitée aujourd'hui en raison du manque de recul et de connaissances sur les principaux mécanismes de dégradation. Pour ce faire, le projet a développé de nouvelles méthodologies de tests capables de saisir,



en particulier, les remarquables propriétés électriques et thermiques des interrupteurs MOSFET SiC.

Trois ans après son lancement, le projet a permis de structurer l'écosystème scientifique et industriel, apportant une valeur ajoutée considérable en termes de transfert de connaissances et de bonnes pratiques industrielles. La valeur de ces réalisations a été largement reconnue par les principales parties prenantes nationales et internationales (JEDEC<sup>2</sup>, AEC<sup>3</sup>, ECPE<sup>4</sup>, CFF<sup>5</sup>, etc.).

La confiance en SICRET a été renouvelée et élargie avec la suite du projet, SICRET+, dont le périmètre s'étend aux modules de puissance SiC et englobe une communauté industrielle et scientifique encore plus large. ■

1. SiC (MOSFET) Reliability Evaluation for Transport
2. Joint Electron Device Engineering Council
3. Automotive Electronics Council
4. European Center for Power Electronics
5. Centre Français de Fiabilité

Thématique FIT 2030 :  
DIGITALISATION

pour en savoir plus :  
[www.irt-saintexupery.com](http://www.irt-saintexupery.com)



#### DOMAINES D'APPLICATION

- Numérique / Confiance numérique
- Économie des données
- Technologies pour l'industrie du futur
- Transports de demain Mobilité



#### TECHNOLOGIES CLÉS

- Systèmes critiques
- Intelligence des données massives
- Intelligence artificielle



#### MOTS-CLÉS

- Systèmes multi-agents
- Machine Learning
- IA certifiable, explicable & robuste



#### DOMAINES D'APPLICATION

- Technologies pour l'industrie du futur
- Transports de demain Mobilité



#### TECHNOLOGIES CLÉS

- Électronique de puissance
- Technologies SiC



#### MOTS-CLÉS

- Semi-conducteurs
- Robustesse électronique
- Fiabilité

Thématique FIT 2030 :  
DÉCARBONATION

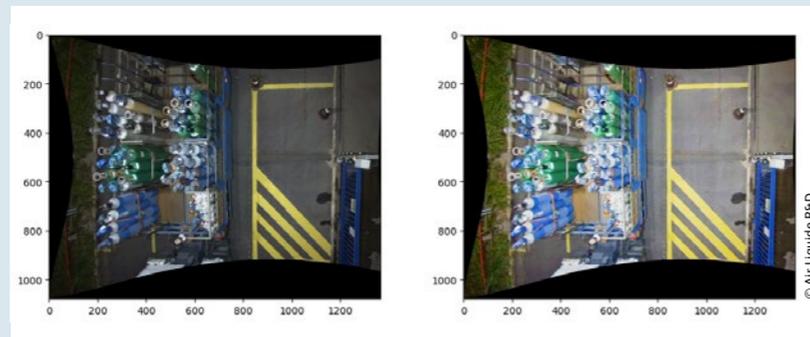
pour en savoir plus :  
[www.irt-saintexupery.com](http://www.irt-saintexupery.com)

## La Data Platform du programme Confiance.ai fait la pluie et le beau temps chez Air Liquide

Pour apprendre, les modèles de *machine learning* ont besoin de s'entraîner sur la base d'une immense quantité de données. Leur apprentissage doit, en principe, porter sur tous les scénarios possibles. Mais des scénarios imprévisibles apparaissent inexorablement dans un contexte industriel où interviennent des facteurs humains et environnementaux. De plus, certaines données sont difficiles à obtenir et à exploiter. Le défi réside donc dans la capacité à proposer des modèles de *machine learning* qui maintiennent leur fonctionnement sur des scénarios pour lesquels aucune ou peu de données réelles ne sont disponibles. Les données synthétiques, produites artificiellement par des approches d'IA générative, représentent ainsi une réponse efficace à cette problématique et un moyen, pour les acteurs industriels, de créer des modèles d'IA plus performants et plus robustes.

### Compréhension d'une scène à l'aide d'une caméra

Air Liquide utilise des caméras dotées d'un système à base d'IA pour le comptage automatique d'inventaire en plein air. Entraîné majoritairement de jour et par temps ensoleillé, cet outil de comptage s'avère sensiblement moins performant la nuit ou en cas d'intempérie (ex : pluie et nuit peuvent aboutir à une altération visible de l'image due aux réverbérations, baisse de résolution, flou de bougé, etc.). Les défis à relever sont donc multiples : comment détecter en temps



Prétraitement par la Data Platform d'une scène de nuit (gauche) par translation en scène de jour (droite)

réel ces nouveaux scénarios, dresser une analyse de sensibilité du système face à ces perturbations, proposer un outil garantissant le bon fonctionnement du système dans ce contexte, recueillir, annoter et augmenter la quantité de ces nouvelles données pour des entraînements ultérieurs ?

La Data Platform, développée dans le cadre du programme Confiance.ai piloté par l'IRT SystemX, a contribué à améliorer la robustesse et la fiabilité de fonctionnement des modèles d'Air Liquide pour le comptage automatique d'objets dans des conditions météorologiques adverses. Elle a notamment permis de réduire de moitié l'erreur de comptage de nuit, pour arriver à des performances de précision au-dessus de 98% :

- Grâce à un prétraitement des données consistant à éliminer des gouttes de pluie

et éventuellement des flocons de neige/ transformer des images de nuit en jour. Ce prétraitement a permis au système de traiter, sans entraînement supplémentaire, ces données comme en conditions normales d'apprentissage.

- Grâce à une meilleure maîtrise de ces nouvelles données (étude, visualisation, caractérisation) et à la complétion de la base de scénarios d'entraînement. Des méthodes synthétiques peuvent permettre d'annoter automatiquement ces données, voire de générer davantage d'images de nuit/ neige susceptibles d'être exploitées par Air Liquide. ■

## LIPS (*Learning Industrial Physical Systems*) : la première plateforme de benchmarking pour l'hybridation simulation/IA

La simulation numérique est aujourd'hui un outil indispensable dans la conception et le pilotage des systèmes physiques complexes, notamment grâce à son coût relativement faible par rapport aux essais réels. Cependant, le coût de calcul important, souvent associé aux simulations physiques, rend difficile leur utilisation dans un contexte industriel. Ce constat a conduit les récents travaux de recherche à hybrider les méthodes de simulation classiques avec des techniques d'intelligence artificielle (IA) - plus précisément d'apprentissage automatique - afin d'améliorer le compromis coût de calcul/précision des simulations physiques et permettre ainsi leur utilisation dans un contexte industriel.

La démocratisation de ce type d'approches innovantes se heurte néanmoins à plusieurs limites. L'une des plus importantes reste, sans conteste, la validation des simulateurs ainsi « augmentés ». C'est justement l'objet de la plateforme de benchmarking LIPS. Il s'agit de la première plateforme permettant de comparer et d'évaluer plusieurs solutions candidates, facilitant ainsi le choix du modèle optimal pour un cas d'usage précis.

LIPS est une plateforme open source (<https://lips.irt-systemx.fr>) qui s'articule autour de trois modules : données, modèle et évaluation. Le module d'évaluation est

organisé en quatre catégories illustrées (cf. visuel), qui couvrent différents aspects des simulateurs physiques basé sur l'IA.

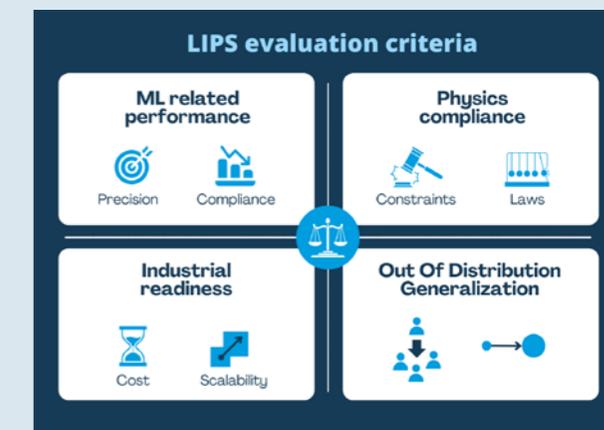
### LIPS appliquée aux réseaux électriques de RTE

Dans le cadre de la modélisation de ses réseaux électriques, RTE utilise la simulation numérique pour aider l'opérateur dans sa prise de décision en préconisant des actions à réaliser (ex : un changement topologique pour éviter le risque de coupure sur le réseau). Cependant, comme cette prise de décision doit se faire en temps réel, l'hybridation avec des méthodes d'apprentissage apparaît comme une solution prometteuse pour disposer de modèles capables de fournir des solutions instantanées, tout en préservant des niveaux de précision satisfaisants.

La plateforme LIPS a été utilisée avec succès sur ce cas d'usage et a permis de mener une étude comparative efficace en considérant

l'ensemble des critères. La solution retenue a permis de bénéficier de l'apport de l'IA qui montre une réduction possible du temps de calcul d'un facteur 100, tout en préservant un niveau de précision acceptable et en réussissant les tests de passage à l'échelle de l'équivalent d'une zone de réseau opérée par un opérateur.

Le modèle sélectionné sera utilisé chez RTE au sein d'outils d'aide à la décision pour les opérateurs. Il permettra de prédire en temps réel les actions à réaliser sur le réseau en cas de difficulté (surcharge d'une ligne électrique, pannes, etc.). ■



Catégories d'évaluation des simulateurs physiques augmentés dans la plateforme LIPS.

Thématique FIT 2030 :  
DIGITALISATION

pour en savoir plus :  
[www.irt-systemx.fr](http://www.irt-systemx.fr)  
[www.confiance.ai](http://www.confiance.ai)



#### DOMAINES D'APPLICATION

- Numérique
- Confiance numérique
- Économie des données
- Technologies pour l'industrie du futur



#### TECHNOLOGIES CLÉS

- Technologies de conception de contenu et d'expérience
- Modélisation, simulation et ingénierie numérique
- Intelligence artificielle
- Intelligence des données massives



#### MOTS-CLÉS

- Prédiction / Supervision / Visualisation
- Sécurité de fonctionnement
- Robustesse électronique / Fiabilité
- Aide à la décision / Big data



#### DOMAINES D'APPLICATION

- Numérique
- Confiance numérique
- Technologies pour l'industrie du futur
- Transports de demain



#### TECHNOLOGIES CLÉS

- Modélisation, simulation et ingénierie numérique
- Intelligence artificielle
- Intelligence des données massives



#### MOTS-CLÉS

- Expérience utilisateur
- Usage / Prédiction
- Visualisation / Optimisation
- Aide à la décision
- Big data

Thématique FIT 2030 :  
DIGITALISATION

pour en savoir plus :  
[www.irt-systemx.fr](http://www.irt-systemx.fr)  
<https://lips.irt-systemx.fr>

## Deux nouveaux bancs d'essais novateurs en courant continu : un gain de temps pour qualifier le vieillissement des matériaux diélectriques

Pour permettre aux industriels de relever les défis technologiques liés à l'intégration massive des énergies renouvelables dans nos réseaux, SuperGrid Institute a mis sur pied deux bancs de vieillissement uniques afin d'optimiser la maintenance préventive des appareils électriques en courant continu. Ces bancs de tests, conçus et développés en interne par les experts de l'Institut, offrent un gain de temps considérable pour les équipementiers et les fabricants de convertisseurs en reproduisant le cycle de vie des équipements en quelques semaines, quelques mois.

### Vieillessement simultané de 24 échantillons

Pour tester la performance de matériaux pour des traversées électriques en courant continu (DC) d'un industriel, les ingénieurs de SuperGrid Institute se sont appuyés pour la première fois sur une maquette singulière : un banc de vieillissement, avec ceinture chauffante, permettant de tester simultanément 24 échantillons de matériaux jusqu'à 150 kV et 90°C. Selon le besoin du client, deux cuves supplémentaires peuvent être ajoutées pour monter jusqu'à 72 échantillons. Ce dispositif innovant permet de conduire le cycle de tests, sans perturbation, même en cas de claquage d'un ou plusieurs échantillons. Grâce à ce banc de tests, SuperGrid Institute est en mesure d'indiquer la durée de la tenue du matériau en exploitation et



Maquette de vieillissement simultané de 24 échantillons de matériau DC et AC.

d'améliorer son dimensionnement pour lui permettre une plus grande fiabilité.

### La caractérisation des isolants Moyenne Tension

Ce 2<sup>e</sup> banc de vieillissement permet de réaliser différentes conditions d'essais pour comprendre le comportement des matériaux face aux excitations subies dans des fréquences élevées. Ces excitations présentent un réel défi pour les industriels dans les systèmes électriques avec une présence accrue d'électronique de puissance. Pour répondre à ce besoin, SuperGrid Institute a imaginé et

développé ce nouveau moyen d'essai unique. La plateforme permet d'appliquer des excitations en forme d'onde sinusoïdale ou carrée jusqu'à 8 kV et 100 kHz. Pour les applications en fort courant, un courant de 500A peut être atteint avec une tension aux alentours de 1 kV. Cela procure l'avantage de tester les matériaux en conditions analogues aux conditions d'opération, afin d'investiguer leur comportement avant leur implantation. Une compétence clé pour les industriels en Moyenne Tension, qui rejoignent l'Institut pour développer des collaborations sur le sujet et mieux cerner les limites de leurs appareillages. ■

## Surveiller l'état de santé des semi-conducteurs : des résultats prometteurs pour l'industrie

SuperGrid Institute se rapproche encore plus du besoin du marché avec ses derniers développements sur la surveillance de l'état de santé des composants IGBT présents dans les convertisseurs. Pouvoir pronostiquer leur durée de vie suscite un réel intérêt des industriels, étant donné ses nombreuses applications (ferroviaire, aviation, réseaux électriques...).

L'entretien des convertisseurs, souvent difficiles d'accès et coûteux (par exemple sur un parc éolien éloigné en mer), est une lourde tâche pour les exploitants. Imaginez qu'il soit possible de planifier au mieux leurs maintenances ; il serait alors possible de réduire le nombre de sous-modules de secours et *in fine* la place et le coût des convertisseurs. C'est l'objet de dernières

recherches réalisées par SuperGrid Institute sur les modules IGBT : des composants très fiables, mais critiques pour le bon fonctionnement des convertisseurs.

A travers ses travaux, l'Institut a été capable de déterminer le nombre de sous-modules redondants et nécessaires jusqu'à la fin de vie d'un convertisseur et de tester différentes méthodes de maintenance.

### Un banc de vieillissement d'IGBT avec cyclage thermique

Conçu et développé par les experts de l'Institut, ce banc d'essais permet d'analyser le temps de dégradation des équipements avec un cyclage extrême : en passant la température de jonction des IGBTs de 40°C à 125°C toutes les deux secondes. En deux semaines, les modules subissent ainsi ce qu'il

verra sur le terrain en plusieurs années. Un banc de test unique, qui permet de mesurer le nombre de cycles de l'équipement et sa dégradation.

Les essais s'effectuent en courant sinusoïdal avec une amplitude de 230 ampères et 600 volts en continu, à l'aide de 5 convertisseurs identiques. Des modèles de prédictions de temps de vie restant des IGBTs sont ainsi créés sur la base des données acquises.

### Des résultats prometteurs

SuperGrid Institute s'associe maintenant à un industriel pour explorer cette approche novatrice dans le domaine des composants de l'électronique de puissance. Objectif final : pouvoir planifier la maintenance pour changer les composants au bon moment ! ■



Maintenance prédictive : des perspectives intéressantes pour les exploitants des éoliennes en mer.

Thématique FIT 2030 :  
ÉNERGIES RENOUVELABLES /  
MATÉRIAUX  
pour en savoir plus :  
[www.supergrid-institute.com](http://www.supergrid-institute.com)



#### DOMAINES D'APPLICATION

- Environnement
- Technologies pour l'industrie du futur
- Énergie



#### TECHNOLOGIES CLÉS

- Matériaux avancés
- Modélisation, simulation
- Systèmes embarqués



#### MOTS-CLÉS

- Semi-conducteurs
- sûreté de fonctionnement
- Robustesse électronique
- Fiabilité / Optimisation
- Aide à la décision
- Efficacité / Identification rapide



#### DOMAINES D'APPLICATION

- Technologies pour l'industrie du futur
- Transports de demain
- Énergie / Mobilité
- Mobilité écologique



#### TECHNOLOGIES CLÉS

- Matériaux avancés
- Modélisation, simulation
- Systèmes embarqués



#### MOTS-CLÉS

- Ressourcement scientifique
- Semi-conducteurs
- sûreté de fonctionnement
- Fiabilité / Optimisation
- Aide à la décision

Thématique FIT 2030 :  
ÉNERGIES RENOUVELABLES  
pour en savoir plus :  
[www.supergrid-institute.com](http://www.supergrid-institute.com)

## La 5G au service des véhicules automatisés : enseignements du site d'essais français 5G-MOBIX

Le projet 5G-MOBIX évalue l'apport de la 5G sur la mobilité connectée et automatisée (CAM) dans des contextes transfrontaliers. Ce projet comprend deux corridors transfrontaliers (Grèce-Turquie et Espagne-Portugal), ainsi que six sites de tests locaux en France, en Allemagne, aux Pays-Bas, en Finlande, en Chine et en Corée du Sud.

### Conduite sécurisée et efficace avec la 5G

Le site d'essais français à Paris, à travers ses quatre membres (VEDECOM, Catapult, Akka et Valeo) a développé un cas d'usage de "conduite avancée assistée par l'infrastructure" où une infrastructure 5G MEC (Multi Access Edge Computing) permet à un véhicule automatisé et connecté de s'adapter lors de l'insertion d'un autre véhicule sur sa voie.

**VEDECOM joue un rôle actif dans de nombreux projets liés à la 5G : 5G MED, 5G routes, 5G META au niveau européen, projets ANR HYS et 5G Open Road au niveau national.**

Le site français a étudié plusieurs solutions telles que la connectivité multi-PLMN (Public Land Mobile Network), l'adaptation prédictive de la qualité de service (QoS), la connectivité dans la bande d'ondes millimétriques (mmWave) et l'utilisation de la communication satellitaire pour permettre une communication transfrontalière compatible avec les exigences des véhicules automatisés et connectés. Les réseaux 5G NSA fournis par trois opérateurs français, Orange, Bouygues et TDF, ont été utilisés pour tester le cas d'usage évoqué et les solutions envisagées.



Présentation du projet 5G-MOBIX

### Déploiement d'infrastructure MEC

Le site français a déployé une infrastructure 5G basée sur une plateforme MEC afin de déployer des services V2X (communication véhicule-environnement) et des applications en support aux véhicules automatisés et connectés (analyse des risques sur une zone d'insertion, de la prédiction de la qualité du service). Six unités 5G embarquées par VEDECOM et VALEO ont été intégrées dans des véhicules de niveau 4. Les tests ont eu lieu sur des routes privées, des routes ouvertes et sur le corridor Espagne-Portugal et leurs résultats ont été évalués grâce à une collecte d'indicateurs de performance.

### Des résultats convaincants

Les résultats ont montré les avantages de la 5G dans l'insertion d'un autre véhicule, notamment les nombreux avantages de la connectivité multi-PLMN pour assurer la continuité de la connectivité. Le 21 avril 2022, le site français a organisé une démonstration publique chez VEDECOM à Versailles, rassemblant des autorités publiques, des industriels, des PME et des universités. L'événement comportait une session d'ateliers, des démonstrations sur pistes et une table ronde inédite. ■

## La recharge des véhicules électriques par induction en roulant : une étape majeure est franchie par VEDECOM

La recharge par induction dynamique est l'une des solutions technologiques candidates pour le déploiement de la "Route Electrique" en France et en Europe. Elle permet de recharger les véhicules électriques en roulant. Le principal avantage est la réduction de la taille des batteries des véhicules électriques tout en augmentant leur autonomie. Cette technologie répond tout particulièrement aux besoins du secteur logistique et du transport routier longue distance.

### Une technologie d'avenir nécessitant une approche collective.

La recharge dynamique sans contact présente un potentiel considérable en tant que solution de recharge à la fois écologique et polyvalente à condition d'être interopérable. VEDECOM travaille pour une offre assurant une compatibilité non seulement entre différents véhicules, mais aussi entre différents fournisseurs de services de recharge. VEDECOM travaille avec ses partenaires pour un déploiement de la technologie qui soit esthétique et durable notamment pour un déploiement en environnements urbains, où l'espace dédié aux infrastructures est souvent restreint et où les limites de vitesse sont davantage propices à la recharge.

### Une étape dans l'expérimentation est franchie.

Après une première mondiale en 2018, avec le projet H2020 FABRIC où deux véhicules se chargent à 20 kW en roulant chacun à



Pose de la piste à induction INCIT-EV

100 km/h en même temps sur une piste sur la base d'une technologie Qualcomm, VEDECOM a développé avec Renault, Stellantis et EDF, une nouvelle technologie de recharge en roulant par induction, propre et innovante. Le système est composé de bobines et de convertisseurs intégrés dans la route. 30kW est la puissance crête par bobine, c'est la puissance nécessaire et suffisante pour recharger un véhicule léger sur autoroute. Les véhicules utilitaires (plus longs) pouvant tirer jusqu'à 90kW en mobilisant trois bobines à la fois.

D'après les premiers résultats des tests sur une plateforme d'essai, le rendement obtenu

atteint plus de 90% ! Des tests supplémentaires ont permis de valider le respect des normes de champ électromagnétique. Les travaux du consortium de recherche porté par VEDECOM, avec le support de l'ANR, sont portés dans le projet Européen INCIT-EV pour une validation en conditions réelles d'utilisation. En 2023, ces efforts ont finalement abouti au développement complet du système. Cela inclut : la création de prototypes de véhicules équipés et l'installation d'une piste de recharge inductive opérationnelle. Prochaine étape : le déploiement de cette technologie novatrice dans un environnement réel, sur route ouverte. ■

Thématique FIT 2030 :  
DIGITALISATION

pour en savoir plus :  
[www.vedecom.fr](http://www.vedecom.fr)



#### DOMAINES D'APPLICATION

Transports de demain  
Mobilité  
Mobilité écologique



#### TECHNOLOGIES CLÉS

Systèmes embarqués  
Infrastructures  
Intelligence des données massives



#### MOTS-CLÉS

Expérience utilisateur  
Usage  
Connectivité



#### DOMAINES D'APPLICATION

Technologies pour l'industrie du futur  
Transports de demain  
Mobilité  
Mobilité écologique



#### TECHNOLOGIES CLÉS

Modélisation, simulation et ingénierie numérique  
Systèmes embarqués  
Infrastructures



#### MOTS-CLÉS

Expérience utilisateur / Usage  
Connectivité / Systèmes distribués / Contrôles / IHM de conduite  
Communication radio / sûreté de fonctionnement  
Fiabilité / Optimisation / Sécurité

Thématique FIT 2030 :  
DÉCARBONATION

pour en savoir plus :  
[www.vedecom.fr](http://www.vedecom.fr)

# PRÉSENTATION DES INSTITUTS

Activités, partenariats,  
collaborations nationales  
et internationales,  
plateformes  
technologiques...

L'IRT b<>com explore, conçoit et fournit les technologies numériques de demain. Accélérateur de transition, l'Institut de Recherche Technologique défend une innovation numérique plus responsable. Il apporte des réponses innovantes aux besoins des marchés ainsi qu'aux enjeux de confiance numérique. Ses chercheurs

développent des technologies au service des grandes filières industrielles européennes au croisement de six piliers : connectivité, cybersécurité, jumeau numérique, immersion/interaction, informatique du futur et intelligence artificielle.

## PARTENAIRES

### MEMBRES INDUSTRIELS

Airbus Défense & Space | Ekinops | EXFO | Harmonic Inc. | Human Design Group | Mitsubishi Electric Corporation | Naval Group | Orange | Secure-IC | TDF | Viaccess-Orca

### MEMBRES ACADÉMIQUES

CHU de Rennes | CHRU de Brest | ENIB | ENSTA Bretagne | Rennes School of Business | Inria | INSA | IMT Atlantique | Université de Bretagne Occidentale | Université de Rennes

### COLLECTIVITÉS PARTENAIRES

Brest Métropole | Lannion-Trégor Communauté | Rennes Métropole | Région Bretagne

## COLLABORATIONS

### AVEC ACTEURS NATIONAUX

SATT Ouest Valorisation | Emergys | MEDEF 35 | IRT Jules Verne | IRT Saint Exupéry | IRT SystemX | IRT Nanoelec | IHU de Strasbourg | Digiworld Institute | Pôle de compétitivité Images & Réseaux | Pôle Mer Bretagne | Id4car | Valorial | Institut du Numérique Responsable | Pôle eMC2 | Pôle d'Excellence Cyber

### AVEC ACTEURS EUROPÉENS ET INTERNATIONAUX

Organes de standardisation : 16

18 projets européens :

XR 4ALL | 5G PPP | Celtic+ SENDATE | NGpaas | WORTECS | DIGITAL INNOVATION HUB BRETAGNE | 5G-Transformer | EDINAF | MonB5G | Hexa-X | 5G Ensure | ONE5G | 5GINFIRE | MEDIRAD | Orpheus | 5G EVE | 5G-TOURS | ARDITO | ARTWIN

## PLATEFORMES

- Plateforme commune : capacité de stockage, calculs haute performance
- Plateforme b<>com \*xG Testbed\* 5G / Internet des Objets
- Plateforme de réalité virtuelle et réalité augmentée
- Plateforme e-Santé (salle de chirurgie du futur)
- Plateforme d'Intelligence Artificielle



PRÉSIDENT :  
François Picand

DIRECTRICE GÉNÉRALE (par intérim):  
Emmanuelle Garnaud-Gamache

[www.b-com.com](http://www.b-com.com)

[twitter.com/IRT\\_BCom](https://twitter.com/IRT_BCom)

[linkedin.com/company/irt-b-com/](https://www.linkedin.com/company/irt-b-com/)

## IMPLANTATIONS



- Rennes
- Paris
- Lannion
- Brest

### ADRESSE :

1219, avenue des Champs Blancs  
35510 Cesson-Sévigné

Contact communication :  
Marion Carcreff  
[marion.carcreff@b-com.com](mailto:marion.carcreff@b-com.com)



BIOASTER est un IRT, Institut de Recherche Technologique, spécialisé en microbiologie et en infectiologie. BIOASTER conçoit, développe et utilise des innovations technologiques transformantes pour répondre aux besoins des industries. À travers des projets collaboratifs publics / privés, il contribue à accélérer le développement de solutions médicales et nutritionnelles à forte valeur ajoutée au service de la santé humaine et animale.

Au quotidien, notre métier est d'apporter à nos partenaires et clients des solutions scientifiques et technologiques innovantes i.e. :

- conception et mise en œuvre des solutions technologiques adaptées pour leur ouvrir de nouveaux champs d'opportunités ou leur permettre de s'attaquer aux barrières technologiques identifiées dans leurs développements
- production de données robustes et de qualité, répondant aux besoins industriels.

BIOASTER est impliqué dans quatre domaines d'application :

- Antimicrobiens : lutter contre la résistance aux antimicrobiens
- Vaccins : améliorer la sécurité et l'efficacité des vaccins
- Microbiote : tirer pleinement parti du microbiote humain et animal
- Diagnostic : diagnostiquer rapidement les infections au chevet du patient

## PARTENAIRES

● MEMBRES INDUSTRIELS  
107 partenaires industriels dont 5 membres fondateurs et 11 PME

● MEMBRES ACADÉMIQUES  
54 partenaires académiques dont 5 membres fondateurs

● COLLECTIVITÉS PARTENAIRES  
Métropole de Lyon | Région Auvergne-Rhône-Alpes | Pôle de compétitivité LyonBiopôle

## COLLABORATIONS

● AVEC ACTEURS NATIONAUX  
Accord SATT Nord | SATT Sud-Est | SATT Pulsalys

● AVEC ACTEURS EUROPÉENS ET INTERNATIONAUX  
8 projets européens actifs : INCENTIVE | Transvac2 | Transvac-DS | FunHoMic | Value-Dx | GNA-NOW | ERA4TB | Immunosep

## PLATEFORMES

- Microbiology & Molecular Engineering.
- Pre-Clinical Models & Imaging
- Bioassays, Microsystems & Optical Engineering
- OMICS
- Data Science, Data Management & Digital Solutions
- Clinical Operations



PRÉSIDENT :  
Philippe Archinard

DIRECTEUR GÉNÉRAL :  
Xavier Morge

[www.bioaster.org](http://www.bioaster.org)

[www.linkedin.com/company/bioaster/](https://www.linkedin.com/company/bioaster/)

<https://twitter.com/BIOASTER>

## IMPLANTATIONS



- Lyon
- Paris

### ADRESSE :

40, avenue Tony Garnier  
69007 Lyon

Contact communication :  
Olivier Charzat  
[olivier.charzat@bioaster.org](mailto:olivier.charzat@bioaster.org)

Créé en 2014, Efficacity est l'Institut français de R&D dédié à la transition énergétique et bas carbone des villes. L'institut rassemble 100 chercheurs et experts de tous horizons, travaillant au sein d'équipes pluridisciplinaires pour développer des solutions innovantes au service de la ville de demain.

Notre mission est de développer, expérimenter et diffuser à grande échelle auprès de l'ensemble des acteurs de la filière de la ville (collectivités, aménageurs, opérateurs de services urbains, ingénieries, etc.) des méthodes et outils innovants qui vont accélérer la décarbonation des villes.

## PARTENAIRES

- **MEMBRES INDUSTRIELS**  
ENGIE | EDF | VEOLIA | VINCI | EIFFAGE | TOTAL Energies
- **AUTRES PARTENAIRES DE STATUT PRIVÉ**  
ABMI | ARCADIS | INGEROP | SETEC | SUEZ Consulting
- **MEMBRES ACADÉMIQUES**  
Université Gustave Eiffel | Cerema | CSTB | École des Ponts | École des Mines
- **COLLECTIVITÉS PARTENAIRES**  
Un grand nombre de collectivités : Grand Paris | Paris-Saclay | Dunkerque | Marseille | Rouen | Poitiers | Cannes | Territoire de la Côte Ouest de La Réunion, etc.  
Un grand nombre d'aménageurs publics et privés : EPAMARNE | Paris la Défense | EPA Paris Saclay | Euromed | SEM Europolia | SNEF | Bouygues Aménagement | Nexity | SOGEPROM, etc.

## COLLABORATIONS

- **AVEC ACTEURS NATIONAUX**  
Pôle de compétitivité Cap Digital | Pôles de compétitivité énergie
- **AVEC ACTEURS EUROPÉENS ET INTERNATIONAUX**  
Europe (European Energy Award) | Maroc | Sénégal | Inde | etc.

Ces méthodes et outils de nouvelle génération comprennent :

1. Des outils logiciels d'aide à la conception et à l'exploitation de quartiers bas carbone, afin d'optimiser la stratégie énergétique et de minimiser l'empreinte carbone de ces quartiers ;
2. Une boîte à outils pour optimiser l'élaboration et le pilotage des plans d'action bas carbone à l'échelle des collectivités (plans climat ou PCAET) ;
3. En complément des outils : des dispositifs partenariaux visant à mobiliser les acteurs d'un territoire et à assurer le passage à l'échelle et la réplique des innovations les plus performantes.

créé en  
2014

**PRÉSIDENT :**  
Claude Arnaud

**DIRECTEUR GÉNÉRAL :**  
Michel Salem-Sermanet

<https://efficacity.com/>

[www.linkedin.com/company/efficacity/](https://www.linkedin.com/company/efficacity/)

[@efficacity\\_lab](https://www.twitter.com/efficacity_lab)  
[www.twitter.com/efficacity\\_lab](https://www.twitter.com/efficacity_lab)

## IMPLANTATIONS



● Paris

### ADRESSE :

Cité Descartes  
Bâtiment Bienvenüe  
14, boulevard Newton  
77420 Champs-sur-Marne

**Contact communication :**  
Kian Shahmaei  
01 61 44 13 35

France Energies Marines est l'Institut pour la transition énergétique dédié à l'éolien offshore et aux énergies océaniques. C'est un centre d'expertises mutualisées reconnu pour ses réalisations à forte valeur ajoutée à destination du secteur industriel européen. Il s'appuie pour cela sur le développement de ses talents en interne et son réseau d'experts académiques. L'Institut accompagne le développement du secteur par la R&D de façon à réduire l'ensemble des coûts d'investissement et d'exploitation. Il se distingue ainsi par une approche transversale permettant d'apporter à l'ensemble de la filière des outils éprouvés pour réduire les délais et les coûts.

La R&D est résolument au cœur de ses activités qui s'organisent en cinq axes :

- Le montage, le pilotage et la contribution scientifique à des projets de R&D collaboratifs,
- La réalisation de prestations de recherche et d'expertise,
- L'animation du centre national de ressources RESCORE,
- La construction d'un réseau national d'observation en mer,
- La participation à des comités d'experts et des réseaux.

créé en  
2012

**PRÉSIDENT :**  
Ronan Stephan

**DIRECTRICE GÉNÉRALE :**  
Herveline Gaborieau

[www.france-energies-marines.org](http://www.france-energies-marines.org)

@FrceEnergiesMar

France Energies Marines

France Energies Marines

## PARTENAIRES

- **MEMBRES INDUSTRIELS**  
8 membres industriels : Arkolia | EDF | EOLFI-Shell | Iberdrola | RTE | RWE | Skyborn | TotalEnergies
- **AUTRES MEMBRES DE STATUT PRIVÉ**  
4 membres de statut privé : FEBUS Optics | Innosea | Pôle Mer Bretagne Atlantique | Pôle Mer Méditerranée
- **MEMBRES ACADÉMIQUES**  
10 membres académiques : Ecole Centrale Méditerranée | Ecole des Ponts ParisTech | ENSTA Bretagne | Ifremer | SHOM | Université de Bretagne Occidentale | Université de Bretagne Sud | Université de Caen Normandie | Université Gustave Eiffel | Université de Nantes
- **COLLECTIVITÉS PARTENAIRES**  
5 collectivités membres : Bretagne | Normandie | Occitanie | Pays de la Loire | SUD Provence-Alpes-Côte d'Azur

## COLLABORATIONS

- **AVEC ACTEURS NATIONAUX**  
5 partenaires nationaux : Capenergies | France Energie Eolienne | GDR EOL-EMR | Syndicat des Energies Renouvelables | WEAMEC
- **AVEC ACTEURS EUROPÉENS ET INTERNATIONAUX**  
• Plus de 140 partenaires à l'international dont European Institute for Energy Research (EIFER) | ORE Catapult | Fraunhofer IWES  
• 5 projets européens achevés : ARCWIND | DTOCEAN | DTOCEANPLUS | MEDSEA CHECKPOINT | OCEANSET  
• 4 projets européens en cours : ELEMENT | FISH INTEL | SUBSEE 4D | SEETIP OCEAN  
• Participation à des initiatives et réseaux européens et internationaux : OEE | JPOE-EERA | CEAF | IEA-OES | IEA Wind TCP

## PLATEFORMES

- **Mât de mesures multi-instrumenté situé dans l'emprise du parc éolien en mer de Fécamp**
- **Phare de la Jument au large de l'île d'Ouessant équipé d'un système de caméras en stéréo-vidéo, de capteurs de pression d'accéléromètres**
- **Lidar profilant sur l'île de Planier en Méditerranée**
- **Bouées instrumentées pour le suivi du biofouling**
- **Démonstrateur MONABIOP pour étudier les ancrages en polyamide**

## IMPLANTATIONS



- Brest (siège)
- Le Havre
- Nantes
- Marseille

### ADRESSE :

Bâtiment Cap Océan  
525, avenue Alexis de Rochon  
29280 Plouzané

**Contacts communication :**  
Mélusine Gaillard  
Chargée

de communication scientifique  
[melusine.gaillard@ite-fem.org](mailto:melusine.gaillard@ite-fem.org)

Ronan Rousseau  
Chargé  
de communication scientifique  
[ronan.rousseau@ite-fem.org](mailto:ronan.rousseau@ite-fem.org)



La transition énergétique nécessite une augmentation importante de la part d'énergie solaire dans le mix énergétique. Cette source de production doit être harmonieusement intégrée à nos territoires. La tendance émergente est d'utiliser les surfaces existantes comme les bâtiments, zones industrielles, infrastructures ou encore les véhicules (roulants-flottants-volants). L'ITE INES.2S, un consortium public-privé porté par le CEA, a pour vocation de développer une filière industrielle en France, dédiée à l'intégration technologique, électrique, numérique et économique du solaire photovoltaïque. En développant une R&D multi partenariale publique-privée au meilleur niveau puis en favorisant le transfert des technologies développées vers les acteurs industriels.

L'objectif est de permettre la transition énergétique nationale, faisant appel à une intégration massive de l'énergie solaire dans tout type de systèmes (centrales au sol, bâtiment, mobilité, agriculture, industrie...), et plus généralement son intégration au territoire.

Avec plusieurs années de montée en puissance, l'Institut voit se structurer des axes d'avancées technologiques de premier ordre comme par exemple :

- de nouveaux concepts et procédés pour solariser les bâtiments & infrastructures et la mobilité, dont l'essai-mage de la startup Heliup,
- le développement de moyens de stockage, pilotage et d'exploitation des systèmes et réseaux, exploités par d'autres jeunes entreprises à fort potentiel comme Driveco, PowerUp ou Ener-Pacte,
- la création d'une suite d'outils logiciels et base de données dédiée à l'analyse de cycle de vie et la réduction de l'impact environnemental du photovoltaïque.

## PARTENAIRES

### MEMBRES INDUSTRIELS

74 partenaires industriels dont 5 membres du consortium.

### AUTRES PARTENAIRES DE STATUT PRIVÉ

71 industriels associés additionnels profitant des résultats de l'ITE.

### MEMBRES ACADÉMIQUES

CEA | Grenoble INP | Université Grenoble Alpes | ICF | CSTB | Mines ParisTech | USMB (Université Savoie Mont Blanc) | Cemef | ONERA | INL | Laplace | INES Plateforme Formation & Evaluation

### COLLECTIVITÉS PARTENAIRES

Région Auvergne-Rhône-Alpes | Département de la Savoie | Métropole de Grenoble

## COLLABORATIONS

### AVEC ACTEURS NATIONAUX

IPVF | SuperGrid | Nanoelec | Railenium | Tenerrdis | Solar Academy | ...

### AVEC ACTEURS EUROPÉENS ET INTERNATIONAUX

CSEM | Andritz | Becquerel Institute | CARTIF | CIRCE | CYBERGRID | EASE | EON | EPFL | Fraunhofer | GAMESA | INESC TEC | Tecnalia | TH Ulm | WIP | Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis | ENEA Casaccia | ...

## PLATEFORMES

### Plateau fabrication modules

• Fabrication expérimentale de modules photovoltaïques (PV) à façon et intégrables aux bâtiments et aux véhicules

### Plateau solaire et bâtiment

• Recherche et développement d'architectures système pour l'intégration du solaire dans le bâtiment

### Plateau stockage

• Performance des batteries et leurs algorithmes de contrôle avancé

### Plateau Grid Control Lab

• Nouvelles architectures électriques pour les réseaux  
• Gestion d'intégration PV dans des réseaux et systèmes électriques  
• Laboratoire de conception de convertisseurs statiques basse et moyenne tension

### Plateau performance PV

• Performance des modules photovoltaïques

### Plateau Formation et Rayonnement

• Plateau technique et pédagogique, plateforme multimédia pour la formation aux métiers du solaire ; organisation et/ou coordination de conférences, colloques et salons

créé en  
2014

PRÉSIDENT :  
Frédéric Storck

Directeur Transition Énergétique et Innovation (Compagnie Nationale du Rhône CNR)

DIRECTEUR GÉNÉRAL :  
Jens Merten

CEA - INES (Département des Technologies Solaires du CEA Liten)

www.ines2s.org

www.linkedin.com/company/ines-institut-national-energie-solaire/

## IMPLANTATIONS



- Le Bourget-du-Lac (73)
- Cadarache (13)

### ADRESSE :

50, avenue du Lac Léman  
73375 Le Bourget-du-Lac

Contact communication :  
Céline Cote  
celine.cote@ines-solaire.org



L'IPVF (Institut Photovoltaïque d'Ile-de-France) est une plateforme de recherche collaborative spécialisée dans les technologies solaires photovoltaïques. Labellisé Institut pour la Transition Énergétique (ITE), l'IPVF est un centre d'excellence né pour fédérer et renforcer la recherche nationale au service des industries françaises et européennes. Il incarne l'ambition française de jouer un rôle actif dans la recherche et le développement des nouvelles solutions de transition énergétique. En effet, l'IPVF a construit un modèle original en agrégeant un écosystème français qui réunit des leaders industriels de renommée internationale (EDF, Total, Air liquide), des équipes de recherche académiques (CNRS, Ecole Polytechnique), des équipementiers (Horiba,

Riber), ainsi que 13 laboratoires nationaux impliqués dans des projets de recherche communs.

Avec un bâtiment de plus de 8000 m<sup>2</sup> inauguré en 2018 et implanté au cœur du plateau de Paris-Saclay, dont 3500 m<sup>2</sup> de salles blanches équipées de plus de 100 équipements de pointe, l'institut développe, en lien avec l'ensemble des acteurs de la filière, les prochaines générations de modules photovoltaïques, à haut rendement et à bas coûts. L'institut rassemble près de 150 chercheurs.

Face aux enjeux considérables de la transition énergétique, cet outil novateur engrange déjà des avancées significatives qui laissent envisager d'ici 2024 l'industrialisation de technologies de ruptures.

## PARTENAIRES

### MEMBRES INDUSTRIELS

5 membres industriels

### AUTRES PARTENAIRES DE STATUT PRIVÉ

Voltec Solar | Holosolis | Solar Cloth | Soy-PV | orange

### MEMBRES ACADÉMIQUES

CEA | CNRS | école polytechnique | C2N | université de Paris-Saclay | Chimie Paris | LRCS | IMN Jean Rouxel | Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines

### COLLECTIVITÉS PARTENAIRES

Région Ile de France | Région grand est

## COLLABORATIONS

### AVEC ACTEURS NATIONAUX

SATT Paris Saclay | FEDPV | ITE Ines.2S | IRT Saint Exupery | IRT Jules Verne

### AVEC ACTEURS EUROPÉENS ET INTERNATIONAUX

Participation à 2 projets européens  
Collaboration avec 6 entreprises étrangères

## PLATEFORMES

### Plateforme technologique regroupant + de 120 équipements répartis en 4 pôles

- 1 pôle synthèse des matériaux sous vide ;
- 1 pôle chimie ;
- 1 pôle Intégration et Prototypage, et
- 1 pôle Caractérisation

Parmi ces équipements, nous disposons de MBE | PECVD | ALD | sputtering | RIE | MEB | DRX | évaporateurs | boîtes à gants | spin-coater | slot-die | GDOES | chromatographie | étuves | fours | enceintes climatiques | potentiostat | lasers | AFM | XPS | FTIR | Fluorescence X | Raman | ellipsomètre | photoluminescence | hyperspectral | simulateurs solaire | photolithographie

créé en  
2013

PRÉSIDENT :  
Gérard Creuzet

DIRECTEUR GÉNÉRAL :  
Roch Drozdowski-Strehl

www.ipvf.fr

www.linkedin.com/company/institut-photovoltaïque-d-ile-de-france-ipvf-/

https://www.labexplorer.com/lab/ipvf\_101743

## IMPLANTATIONS



- Plateau de Paris-Saclay (Palaiseau)

### ADRESSE :

18, boulevard Thomas Gobert,  
91120 Palaiseau

Contact communication :  
Isabelle Bouessay  
Directrice partenariats et valorisation  
isabelle.bouessay@ipvf.fr



## LE FUTUR DE VOS USINES

L'IRT Jules Verne est le centre de recherche industriel dédié au manufacturing. Centré sur les besoins de filières industrielles stratégiques – aéronautique, automobile, énergie, navale et équipements de production – il opère la recherche en mode collaboratif en s'alliant aux meilleures ressources industrielles et académiques. Ensemble, ils travaillent à l'élaboration de technologies innovantes sur 5 thématiques : Procédés de formage & préformage | Technologies d'Assemblage & de Soudage | Procédés de Fabrication Additive | Mobilité dans l'Espace Industriel | Flexibilité de la Production. Les résultats ont vocation

à être déployés dans les usines à court et moyen termes. L'IRT Jules Verne propose des solutions globales pouvant aller jusqu'à la réalisation de démonstrateurs industriels à l'échelle 1. Pour cela, il s'appuie sur des compétences de haut niveau et des équipements industriels de pointe. L'IRT Jules Verne s'inscrit au cœur d'un écosystème d'innovation d'excellence et déploie une stratégie coordonnée avec le Pôle de compétitivité EMC2. En 2022, il a intégré ses nouveaux locaux de 7000 m<sup>2</sup>, dont 4000 m<sup>2</sup> de halles technologiques, dans le campus dédié à l'innovation industrielle et à l'industrie du futur de la métropole nantaise.

### PARTENAIRES

#### MEMBRES INDUSTRIELS

62 membres et partenaires industriels dont 16 PME.

#### MEMBRES ACADÉMIQUES

13 membres académiques dont le CNRS, Nantes Université, Ecole Centrale Nantes, l'ENSAM ou encore l'INRIA.

#### COLLECTIVITÉS PARTENAIRES

Région Pays de la Loire | Nantes Métropole

### COLLABORATIONS

#### AVEC ACTEURS NATIONAUX

Pôle de compétitivité EMC2 | IRT Saint-Exupéry | IRT M2P | IRT SystemX | IRT Railenium | ITE France Energies Marines | Isite NEXT | SATT Ouest Valorisation

#### AVEC ACTEURS EUROPÉENS ET INTERNATIONAUX

50+ collaborations internationales. Principales collaborations européennes actives : National Technical University of Athens (NTUA), Grèce | Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO), Pays-Bas | Asociación de Investigación Metalúrgica del Noroeste (AIMEN), Espagne | Centro Tecnológico de Catalunya, EURECAT, Espagne | Danish Technological Institute (DTI), Danemark | Technische Universität München (TUM), Allemagne | CIDETEC, Espagne | TWI, Royaume-Uni | Fraunhofer (ICT, IFF, IFAM), Allemagne | Asociación de Investigación de Materiales Plásticos y Conexas (AIMPLAS), Espagne | Asociación de Empresarios Textiles de la Region de Valenciana (ATEVAL), Espagne | Centre de Investigación cooperativa de energías alternativas fundacion (CIC ENERGIGUNE), Espagne |

#### PROSPECTIONS INTERNATIONALES / ACCORDS-CADRES

National Composites Center Nagoya University, Japon | Ishikawa Composites Center, Japon | Composite Materials Center Gifu University, Japon | Berkeley Energy and Climate Institute, Etats-Unis |

L'IRT Jules Verne est partenaire de 19 projets européens pour un total de 8 M€+ de financement, principalement dans les domaines des procédés composites, de la robotique, de la fabrication additive et de la simulation. Coordination IRT Jules Verne : SUSPENS (Sustainable structural sandwiches and hollow composites parts for automotive, boat and aerospace markets)

Autres projets européens en cours : CARBO4POWER | FIBER4YARDS | SHOP4CF | CAELESTIS | MAVIS | FOREST | SALTO | COGNIMAN | MUSIC | IN TRANSIT

### PLATEFORMES

#### MODÉLISATION ET SIMULATION

Plateforme de simulation numérique  
Calculateur HPC

#### PROCÉDÉS MATÉRIAUX COMPOSITES

Ligne de fabrication automatisée de préformes composites textiles  
Presse horizontale 1300 T robotisée injection bi-matières + four infrarouge  
Presse verticale 200 T robotisée injection + four infrarouge  
Presse 50 T plateau chauffant 400°C  
Robot de soudage par induction thermoplastique  
Machines TFP (Tailored Fiber Placement) grandes dimensions et placement de tapes  
Ligne de matelassage composite

Piston injection résine Isojet  
Etuve grande dimension 200°C  
Etuve grande dimension 400°C  
Malaxeur fibres composites recyclées PCMI  
Machine TFP 3D VETRON

Ilot fabrication additive composites : machine FFF fibres carbonées

#### PROCÉDÉS MATÉRIAUX MÉTALLIQUES

Cellule robotisée de soudage WAAM (Wire Arc Additive Manufacturing)  
Cellule robotisée de fabrication additive haut taux de dépose  
SURVEILLANCE, INSPECTION ET CONTROLE PROCÉDÉS  
Plateformes robotisés multi-techniques de Contrôles Non Destructifs : ultrasons, optique, thermographie infrarouge, courant de foucault...

Plateforme Contrôle Santé Intégré : acousto-ultrasons, fibres optiques, jauges de déformation, électronique embarquée...

Plateforme Surveillance des Procédés pour la collecte et l'analyse temps réel des paramètres procédés

Plateforme d'essais mécaniques modulaires et multi-vérins (25 kN-600kN) de grandes dimensions (4 m x 10 m x 6 m)

#### ROBOTIQUE ET COBOTIQUE

Bras cobotiques  
Bases mobiles omnidirectionnelles  
Robots de soudages  
Capteurs pour géolocalisation  
Robots parallèles à câbles de grandes dimensions

créé en 2012

PRÉSIDENT : François Paynot

DIRECTEUR GÉNÉRAL : Stéphane Cassereau

www.irt-jules-verne.fr

www.linkedin.com/company/irt-jules-verne

### IMPLANTATIONS



Bouguenais (Nantes)

#### ADRESSE :

1, Mail des 20000 Lieues  
44340 Bouguenais

#### Contact communication :

06 85 50 39 12  
landry.chiron@irt-jules-verne.fr



L'Institut de Recherche Technologique Matériaux Métallurgie et Procédés (IRT M2P) met son expertise, ses équipements et son réseau de laboratoires académiques au service des projets de R&D des industriels. Les pilotes industriels de M2P permettent notamment le développement plus rapide de produits et procédés dans un environnement représentatif des contraintes des entreprises partenaires. L'offre de technologies et les plateformes sont au service de tout industriel au travers de projets de R&D privée sur-mesure ou de projets multipartenaires avec un cofinancement privé/public. Déclinées en 9 domaines technologiques clés, les

### PARTENAIRES

#### MEMBRES INDUSTRIELS 100+ PARTENAIRES INDUSTRIELS

Aalberts surface technologies | ABC Swisstech | ABS Centre Métallurgique | AddUp | Airbus | Air Liquide | AkzoNobel | AMtopus | Aperam | Arcaluminum | ArcelorMittal | ArianeGroup | Arkema | Ascometal | Aubert & Duval | Auchlin SA | Audinnov | Axon' Cable | Chromage Dur France | Chromalpes | Chromatlantique Industriel | Chrome Dur Industriel | Chromelec Groupe & Industries | Collins Aerospace | Constellium | Coriolis Composites | Coventya | DALIC | Dassault Aviation | EDF | Egenie | Electropoli | EMAG | Enovasense | ESI Group | Expliseat | Forvia Faurecia | Framatome | Gaming Engineering | General Electric | Galvanoplastie Industrielle Toulousaine | Granges | Hivelix | Hutchinson | Imagine Optic | Institut Maupertuis | IREPA LASER | John Cockerill | Lasalys | Le Chrome Dur SN | L'ELECTROLYSE | Liebherr Aerospace | Lisi Aerospace | Manoir Industries | MBDA | MECAPROTEC Industries | Meliad | Michelin | Micronics Systems | Minitubes | MISTRAS Group SAS | Naval Group | Nexter | Nord Chrome | NTN | Oerlikon Balzers | Ovako France | PINETTE PEI | PRST | RCD | Renault | Safran | Saint-Gobain | Saint-Gobain PAM | Satys | Schneider Electric | SFTS | SIAé | SIMETS | SNCF | SOCOMORE | Stellantis | Stryker | Technogenia | TEM Traitement Electrolytique des Métaux | Thales | Ugitech | Valeo | Veolia | Volum-e [...]

#### MEMBRES ACADÉMIQUES

5 membres fondateurs : Arts et Métiers | CNRS | Université Bourgogne Franche-Comté | Université de Lorraine | Université de Technologie de Troyes

#### 25 laboratoires :

DITEX | Institut Carnot Icéel | LEMTA - Laboratoire Énergies & Mécanique Théorique et Appliquée | LEM3 - Laboratoire d'Études des Microstructures et de Mécanique des Matériaux | GeM - Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique | GEMTEX - Génie des Matériaux Textiles | ICB - Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne | Institut Jean Lamour | Institut UTINAM - Univers, Temps-fréquence, Interfaces, Nanostructures, Atmosphère et environnement, Molécules | IPREM - Institut des Sciences Analytiques et de Physico-Chimie pour l'Environnement et les Matériaux | IRCP - Institut de Recherche de Chimie Paris | MatéIS - Matériaux, Ingénierie et Science | MSMP - Mécanique, Surface, Matériaux et Procédés | LTDS - Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes | PIMM - Procédés et Ingénierie en Mécanique et Matériaux | LaBoMaP - LaBoratoire des Matériaux et Procédés | LaMCoS - Laboratoire de Mécanique des Contacts et des Structures | LaSIE - Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur pour l'Environnement | LASMIS - Laboratory of Mechanical & Material Engineering | LCMCP - Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris | LGCGM - Laboratoire de Génie Civil et Génie Mécanique | FEMTO-ST - Franche-Comté Electronique Mécanique Thermique et Optique - Sciences et Technologies | LMPS - Laboratoire de Mécanique Paris-Saclay | LPMT - Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles | SIMaP - Science et Ingénierie des Matériaux et Procédés

#### COLLECTIVITÉS PARTENAIRES

Région Grand Est | Eurométropole de Metz | CAVF | CASAS

### COLLABORATIONS

AVEC ACTEURS NATIONAUX  
CEA Paris-Saclay | Groupe Institut de

activités de l'IRT M2P couvrent l'ensemble de la chaîne de production des matériaux (métalliques et composites à matrice organique), de l'élaboration jusqu'au recyclage à travers quatre grands enjeux :

- Développer une industrie des matériaux métalliques et composites circulaire et souveraine ;
- Réduire l'impact des procédés de transformation sur l'homme et l'environnement ;
- Augmenter la performance des matériaux et procédés ;
- Opérer la digitalisation des matériaux et procédés.

Soudure | Institut Maupertuis | IREPA LASER | IRT Jules Verne | IRT Railenium | IRT Saint Exupéry | IRT SystemX | Materalia | MetaFensch | ITE NOBATEK/INEF4 | PPE | PULSALYS | SATT SAYENS | TEAM 2 | Pôle des Microtechniques | Pôle Véhicule du Futur | SIAé

#### AVEC ACTEURS EUROPÉENS ET INTERNATIONAUX

8 collaborations internationales (Allemagne, Belgique, Canada, Danemark, Espagne, Estonie, Royaume-Uni).

1 Projet européen : CIDER

### PLATEFORMES

#### Elaboration :

Plateformes robotisés multi-techniques de Contrôles Non Destructifs : ultrasons, optique, thermographie infrarouge, courant de foucault

#### Traitements de surface :

Dépôts chimiques et électrolytiques | Conversions chimiques | Oxydation Micro Arcs | Polissage (chimique, électrolytique, plasma) | Plateforme de peinture automatisée | Traitements thermochimiques (gazeux et ioniques) | Trempe par induction | Grenailage de précontrainte | Choc laser

#### Composites & Assemblage :

Chimie réactive | Préformage (AFP, estampage, projection, hybridation) | C-RTM | Pultrusion | Thermo-estampage | Assemblages mécaniques multi-matériaux

#### Analyses & Caractérisation :

Moyens de caractérisation des poudres métalliques | Analyses physico-chimiques, micro-structurales, mécaniques et dimensionnelles

Modélisation & Simulation numérique

créé en 2013

PRÉSIDENT : Olivier Delcourt

DIRECTEUR GÉNÉRAL : Stéphane Poinot

www.irt-m2p.fr

www.linkedin.com/company/institut-de-recherche-technologique-m2p/

IRT M2P

### IMPLANTATIONS



Metz (Siège)  
Duppigheim  
Porcellette  
Uckange

#### ADRESSE :

4 rue Augustin Fresnel  
57070 Metz  
+33 (0)3 72 39 50 85  
contact@irt-m2p.fr

Contact communication :  
communication@irt-m2p.fr

L'institut de recherche technologique Nanoelec est un consortium d'acteurs des secteurs privé et public, porté par le CEA. Sa mission est d'aider les entreprises à créer de la valeur et à différencier leur offre dans les domaines de la transition numérique.

Nanoelec contribue à la compétitivité de la filière microélectronique, en particulier en France. Il est basé à Grenoble, un pôle de premier rang mondial pour la recherche, l'innovation et la production de composants. Ses programmes de R&D sont construits collectivement par des acteurs académiques et industriels. Ils portent sur la conception et la mise au point de nouveaux procédés, des systèmes et des composants dans les domaines suivants :

- capteurs photoniques, écrans de nouvelles génération et capteurs d'images intelligents,
- technologies pour les objets connectés et la confiance numérique,
- caractérisation et tenue aux radiations de composants et systèmes par les grands instruments

## PARTENAIRES

### ● MEMBRES INDUSTRIELS

Aledia | Almae | Diabeloop | EVGroup | Iroc Technologies | Lynred | Siemens EDA | Prophesee | Schneider Electric | SET Corp. | STMicroelectronics | Soitec

### ● AUTRES PARTENAIRES DE STATUT PRIVÉ

ESRF | ILL | Captronic/Jessica France | pôle de compétitivité Minalogic

### ● MEMBRES ACADÉMIQUES

CEA | CNRS | GEM-Grenoble Ecole de management | Grenoble-INP/UGA | Inria | Université Grenoble-Alpes

### ● COLLECTIVITÉS PARTENAIRES

Région Auvergne-Rhône-Alpes | Communauté d'agglomération du Pays voironnais | Grenoble Alpes Métropole | Valence-Romans Agglo | Thonon Agglomération | Annemasse Agglomération | Saint-Etienne Métropole | Clermont-Auvergne Métropole

## COLLABORATIONS

### ● AVEC ACTEURS NATIONAUX

SATT Linksium | Idex Université Grenoble-Alpes | Pôle de compétitivité Minalogic | ITE Ines.2S | ITE Vedecom | IRT Saint Exupery | IRT SystemX | MIAI Grenoble Alpes

### ● AVEC ACTEURS EUROPÉENS ET INTERNATIONAUX

Participation à 11 projets européens  
Collaboration avec 9 acteurs étrangers

## PLATEFORMES

### ● Salles blanches de R&D en microélectronique et photonique 200 mm et 300 mm (10 000 m<sup>2</sup>)

### ● Plate-forme Grands instruments pour la caractérisation de composants et de systèmes (réacteur et accélérateur, rayonnement synchrotron)

### ● Plateformes de formation (simulateurs, maquettes, jeux sérieux et laboratoires de créativité)

### ● Espace de développement et d'intégration et espace d'expérimentation pour la confiance numérique

### ● Innovation ouverte et collaborative et intégration pour les PME

L'IRT Nanoelec conduit aussi des programmes d'ingénierie de formation et de diffusion technologique auprès des PME. Soutenu par la région Aura, ce dernier met en œuvre des méthodes d'innovation ouverte ainsi que des méthodes de développement technologique plus conventionnelles

Etant donné le caractère diffusant des technologies électroniques, Nanoelec s'adresse à de très nombreux secteurs des biens et des services, de l'industrie et des infrastructures à la consommation grand public, en passant par ceux des transports, de l'environnement et de la santé.

Nanoelec fait partie des 16 instituts de recherche technologique (IRT) et pour la transition énergétique (ITE) mis en place par le gouvernement français et financés par le PIA pour fédérer les acteurs académiques et industriels sur des projets de R&D et d'innovation pour la compétitivité.

créé en  
2012

PRÉSIDENT :  
Sébastien Dauvé

DIRECTEUR GÉNÉRAL :  
Hughes Metras

www.irtnanoelec.fr

linkedin.com/company/irt-nanoelec/

## IMPLANTATIONS



● Grenoble

## ADRESSE :

Centre de recherche du CEA,  
bâtiment BCC/44,  
17, rue des martyrs  
38054 Grenoble Cedex 9

Contact communication :  
francois.legrand@cea.fr  
+33 7 87 37 21 37

NOBATEK/INEF4 est un centre de recherche appliquée, Institut national pour la Transition Énergétique et Environnementale du bâtiment.

## NOTRE RAISON D'ÊTRE

Impulser et faciliter les mutations du bâtiment pour garantir un avenir viable.

## NOTRE AMBITION

Être le partenaire de référence de celles et ceux qui cherchent à accroître leur engagement environnemental et sociétal.

## NOTRE MISSION

Nous concevons et transférons, avec conviction et inventivité, de nouveaux modèles, produits et services pour construire et rénover durablement.

## NOS VALEURS

Innovation, Identité, Impact et Indépendance

créé en  
2014

PRÉSIDENT :  
Dominique Thomasson  
Président de Coveris

DIRECTEUR GÉNÉRAL :  
Julien Szabla

www.nobatek.inef4.com

@NobatekInef4

linkedin.com/company/nobatekinef4/

## IMPLANTATIONS



Sites :  
● Anglet (64)  
● Bordeaux (33)

Bureaux :  
● Toulouse (31)  
● Paris (75)  
● Lyon (69)  
● Lille (59)

## ADRESSE :

67, rue de Mirambeau  
64600 Anglet

Contact communication :  
Magali Houllier  
mhoullier@nobatek.inef4.com  
07 76 39 11 99

L'Institut de Recherche Technologique (IRT) Railenium a été labellisé en 2012 dans le cadre du Programme d'investissements d'avenir (PIA), mis en place par le gouvernement français dans le but de soutenir l'innovation en France. Véritable outil au service de la filière ferroviaire, l'Institut de Recherche Technologique (IRT) Railenium conduit des projets de recherche et d'innovation partenariales rassemblant académiques et industriels, en lien avec les pouvoirs publics. Ensemble, ils développent collaborativement, valident et testent des technologies de rupture et des solutions innovantes répondant aux grands défis sociétaux, environnement et de compétitivité de la filière ferroviaire, en France et à l'international.

Grâce à l'expertise de ses équipes, Railenium offre des compétences permettant de lever des verrous technologiques et scientifiques, dans les domaines de l'intelligence artificielle, de l'IoT, de la data science, le jumeau numérique, la modélisation numérique appliquée au ferroviaire (énergie, dynamique, ...), la sûreté de fonctionnement, la sécurité de l'exploitation et les facteurs organisationnels et humains (FOH). Basé dans les Hauts-de-France et présent en région parisienne, Railenium a mené, grâce à son expertise en ingénierie de financement et coordination de projets collaboratifs, plus de 70 projets en 10 ans, mobilisant environ 140 partenaires et plus de 100 collaborateurs.

## PARTENAIRES

### MEMBRES INDUSTRIELS

98 membres industriels dont Alstom | Bouygues | Getlink | SNCF | Vossloh | Cogifer | Colas Rail | Egis Rail | Systra...

### MEMBRES ACADÉMIQUES

44 partenaires académiques dont Université Polytechnique des Hauts-de-France | Université Gustave Eiffel | Ecole Centrale de Lille | Ecole des Mines de Douai | Ecole des Ponts et Chaussées | Université d'Artois | Université Technologique de Compiègne

### COLLECTIVITÉS PARTENAIRES

Région Hauts-de-France | Communauté d'agglomération de Valenciennes Métropole

## COLLABORATIONS

### AVEC ACTEURS NATIONAUX

FIT : IRT/ITE | Pôle de compétitivité i-Trans (mobilité décarbonée et connectée) | SATT Nord | Fer de France | Fédération des Industries Ferroviaires (FIF) | ROL - Rail Open Lab | Etablissement Public de Sécurité Ferroviaire (EPSF) | CETIM | INERIS | CIMES

### AVEC ACTEURS EUROPÉENS ET INTERNATIONAUX

Europe's Rail | ERCI (European Railway Cluster Initiative) constitué de 16 clusters ferroviaires Européens | LEADER 2030 | EURNEX | Academics for rail | UIC (Union Internationale des Chemins de Fer) | Techno Park (Turquie) | Fraunhofer Berlin

## PLATEFORMES

### 2 Plateformes et équipements en exploitation (Train Autonome, modélisation)

### 2 en construction (Jumeau numérique, caractérisation)

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

@IRT\_Railenium

Institut de Recherche Technologique Railenium

IRT Railenium

## IMPLANTATIONS



- Valenciennes
- Saint Denis

### ADRESSE :

Technopôle Transalley  
180, rue Joseph Louis Lagrange  
59308 Valenciennes Cedex

### Contact communication :

Estelle Cartignies  
estelle.cartignies@i-trans.org  
03 27 19 00 59

L'IRT Saint Exupéry est un accélérateur de science, de recherche technologique et de transfert vers les industries de l'aéronautique et du spatial pour le développement de solutions innovantes sûres, robustes, certifiables et durables.

Nous proposons sur nos sites de Toulouse, Bordeaux et Sophia-Antipolis un environnement collaboratif intégré composé d'ingénieurs, chercheurs, experts et doctorants issus des milieux industriels et académiques pour des projets de recherche et des prestations de R&T adossés à des plateformes technologiques autour

de 4 axes : les technologies de fabrication avancées, les technologies plus vertes, les méthodes & outils pour le développement des systèmes complexes et les technologies intelligentes.

Ces 4 axes travaillent ensemble pour le développement de technologies transverses afin de répondre aux défis de l'industrie de l'aéronautique, le spatial et la défense. Au-delà de nos marchés cibles, nos technologies et nos compétences sont adaptées à des applications pour la mobilité, l'environnement, le médical, l'énergie & le maritime.

## PARTENAIRES

### MEMBRES INDUSTRIELS

Membres Fondateurs : ACTIA | AIRBUS | LIEBHERR AEROSPACE | SAFRAN | THALES | ZODIAC AEROSPACE

Membres : ACTIVEEON | ACXYS | ADDUP | ADVANS GROUP | AEROCONSEIL | AIRBUS DEFENSE & SPACE | AIR LIQUIDE | ALTER TECHNOLOGY FRANCE | ALTRAN | ANDRA | APSYS | ARIANE GROUP | ARKEMA FRANCE | ASTC | ATOS | AUBERT & DUVAL | CAPAERO | CAPGEMINI DEMS FRANCE | CENAERO FRANCE-CHOMARAT | CIMULEC | CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE | CONTINENTAL DIGITAL SERVICES | DASSAULT AVIATION | EIKOSIM | ELEMCA | ELEMENT MATERIALS TECHNOLOGY | ELVIA PCB | EPSILON INGENIERIE | ERNEO | EXPLEO | GEO4I | GIT | HEXCEL COMPOSITES | HEXCEL REINFORCEMENTS | HUTCHINSON | INATYSO | INS | INSIDE TOULOUSE | INVENTEC PERFORMANCE CHEMICALS | ISP SYSTEM | KRONO-SAFE | LAAM | LGM | MAGELLIUM | MBDA | MECAPROTEC INDUSTRIES | MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE | MOTEURS LEROY SOMER | MY DATA MODELS | NEXANS | NEXIO TECHNOLOGIES | NIDEC PSA EMOTORS | NUCLÉTUDES | OERLIKON BALZERS FRANCE | OPT'ALM | PFW AEROSPACE GMBH | PROTECNO | QOS DESIGN | RECAERO | RENAULT SOFTWARE LABS | SAMARES ENGINEERING | SATODEV | SCALIAN | SCIAKY | SEG DIELECTRIQUES | SNCF | SOBEN | SOURIAU | SPASCIA | SPECIFIC POLYMERS | STELIA AEROSPACE | SUEZ FRANCE | TELESPAZIO | THALES FRANCE | THALES SERVICES NUMERIQUES | TRAD | VITESCO TECHNOLOGIES | VIVERIS TECHNOLOGIES | VOXAYA

### AUTRES PARTENAIRES DE STATUT PRIVÉ

CERFACS | CETIM | ICAM

### MEMBRES ACADÉMIQUES

Membres Fondateurs : CNRS | CNES | COMUE de Toulouse | COMUE d'Aquitaine | UNIVERSITE DE TOULOUSE | UNIVERSITE DE BORDEAUX

Membres : ANITI | CEA | DGA | INSTITUT CLEMENT ADER | INP BORDEAUX | INP TOULOUSE | INP GRENOBLE | INSA LYON | INSA TOULOUSE | ISAE-SUPAERO | IUTC-ONCOPOLE (INSTITUT CLAUDIUS REGAUD) | ONERA | UNIVERSITE D'ARTOIS | UNIVERSITE DE BOURGOGNE | UNIVERSITE BRETAGNE SUD | UNIVERSITE DE GERONE | UNIVERSITE DE HAUTE-ALSACE | UNIVERSITE LORRAINE | UNIVERSITE DE MONTPELLIER | UNIVERSITE PAUL SABATIER | UNIVERSITE TECHNOLOGIQUE DE BELFORT-MONTBELIARD

### COLLECTIVITÉS PARTENAIRES

TOULOUSE METROPOLE | Région NOUVELLE AQUITAINE | Région OCCITANIE | Région Grand Sud | DRARI | DREETS

## COLLABORATIONS

### AVEC ACTEURS NATIONAUX

POLE AEROSPACE VALLEY | AQUITAINE SCIENCE TRANSFER | ASTECH | IRT B<>com | IRT JULES VERNE | IRT M2P | IRT SYSTEMX | IRT NANOELC | IRT RAILENIUM | TOULOUSE TECH TRANSFER | POLE SAFE | IRT SUPERGRID | POLE ASTech

### AVEC ACTEURS EUROPÉENS ET INTERNATIONAUX

AMADE LABORATORY | CENTER FOR COMPOSITE MATERIALS | CRIAQ | CPES | VIRGINIA POLYTECHNIC | DLR | GEORGIA TECH UNIVERSITY | INSTITUTE AND

STATE UNIVERSITY | IVADO | PEN STATE UNIVERSITY | POLYTECHNIQUE MONTREAL | THALES CANADA | UNIVERSITE DE LAVAL | UNIVERSITY OF MICHIGAN

## PLATEFORMES

### TECHNOLOGIES DE FABRICATION AVANCÉES :

- Elaboration et caractérisation de composites organiques & céramiques.
- Protection et fonctionnalisation des surfaces.
- Compréhension des mécanismes de fabrication et de leur impact sur les propriétés des matériaux métalliques.

### TECHNOLOGIES PLUS VERTES :

- Compréhension des phénomènes physiques (arcs, décharges partielles, pertes de fer).
- Compréhension des mécanismes de défaillance et de vieillissement des éléments de la chaîne électromécanique.
- Intégration dans la chaîne électromécanique.

### TECHNOLOGIES INTELLIGENTES :

- Banc d'émulation bout en bout de chaînes de télécom par satellites.
- Banc de simulation de systèmes et de services d'observation de la terre.

### MÉTHODES & OUTILS POUR LE DÉVELOPPEMENT DE SYSTÈMES COMPLEXES :

- Plateforme collaborative et intégrée d'ingénierie des systèmes : Optimisation de design multidisciplinaire, entreprise étendue.

créé en  
**2013**

### PRÉSIDENTE :

Magali Vaissiere

### DIRECTEUR GÉNÉRAL :

Denis Descheemaeker

[www.irt-saintexupery.com](http://www.irt-saintexupery.com)

linkedin.com/company/irt-saintex/

@irtSaintEx

## IMPLANTATIONS



- Toulouse
- Bordeaux
- Sophia Antipolis

### ADRESSE :

Bât. B612 • 3 rue Tarfaya  
CS 34436  
31405 Toulouse cedex 4

### Contact communication :

Florence Hubert  
Directrice  
des Ressources Humaines,  
Communication & QSSE

SystemX est un institut de recherche technologique (IRT), dédié à l'ingénierie numérique des systèmes. Dans un monde en pleine mutation où la maîtrise des technologies clés de la transformation numérique sera au cœur des systèmes du futur, l'institut déploie le plein potentiel de la recherche sur ces technologies pour dessiner un monde plus sûr, plus performant et plus durable. Conformément aux objectifs de France 2030, SystemX opère des programmes de recherche structurants qui créent de la valeur à l'échelle de la société en répondant aux grands enjeux de la digitalisation et de la décarbonation. Ces programmes favorisent la collaboration

## PARTENAIRES

### MEMBRES INDUSTRIELS

44 partenaires industriels dont 6 membres fondateurs

### AUTRES PARTENAIRES DE STATUT PRIVÉ

1 partenaire de statut privé

### MEMBRES ACADÉMIQUES

43 établissements académiques (58 laboratoires) dont 4 membres fondateurs et 14 partenaires européens ou internationaux

### COLLECTIVITÉ PARTENAIRE

1

## COLLABORATIONS

### AVEC ACTEURS NATIONAUX

AFNOR | ANSSI | Cara | CETIM | DGA | France Hydrogène | IRT M2P | IRT Saint Exupéry | ITE VEDECOM | Minalogic | PFA | Systematic Paris-Region | SATT Paris-Saclay

### AVEC ACTEURS EUROPÉENS ET INTERNATIONAUX

Allemagne | Canada | Espagne | Norvège | Singapour

8 projets européens Horizon Europe :

SINFONICA | CONNECT | ReNEW | DYNAMO | SEAMLESS | Aware2ALL | AI4CCAM | CitCom.ai

1 projet bilatéral franco-allemand MESRI-BMBF : AutoPSY

1 projet avec NTU (Nanyang Technological University)

1 MoU avec Le Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM) dans le cadre du programme Confiance.ai

Membre de :

AFIS / INCOSE (International Council Of System Engineering) | ASAM (Association for Standardization of Automation and Measuring Systems) | asc(s - ENVITED) | BDVA (Big Data Value Association) | AI-Data and Robotics partnership | CSC-CC (Car-2-Car Communication Consortium) | DSA (Driving Simulation Association) | ETSI (European Telecommunication Standard Institute) | Gaïa-X | ITU (International Telecommunication Union)

## PLATEFORMES

### DATA SCIENCE, AI & INTERACTION :

• DebiAI (open source) : Outil de détection des biais et d'évaluation contextuelle pour vos projets d'IA.

• Robust.ai : démonstrateur pour évaluer la performance et la sécurité des pilotes de conduite autonome.

• LIPS : plateforme de benchmarking pour la validation des simulations physiques augmentées par l'IA.

• Cockpit Studio Lab : plateforme d'évaluation des Interactions multimodales Humain-Machine dans un contexte de conduite autonome.

### COMPUTATIONAL ENGINEERING & OPTIMIZATION :

• OpenPisco : plateforme d'optimisation topologique par lignes de niveau.

• LIAISON : démonstrateur jumeau numérique pour la mobilité et la logistique basé sur le simulateur multi-agents.

• Decarbonized city : démonstrateur de planification énergétique territoriale.

• PREMO : plateforme d'évaluation et d'optimisation de la stratégie de maintenance prédictive de systèmes industriels.

### SYSTEM ENGINEERING & SAFETY :

• MOSAR : plateforme d'évaluation des systèmes autonomes.

• OAR : plateforme d'évaluation de la sûreté de fonctionnement des systèmes dynamiques non linéaires.

• JNI : cadre pour la conception et l'exploitation de jumeaux numériques de systèmes industriels.

### CYBERSECURITY & NETWORKS :

• Plateformes cyber pour l'industrie (CHES4Industries) et pour l'automobile (CHES4Automotive).

• F2MD : logiciel open source de décomposition Cloud-RAN 5G de bas niveau.

• COL-ABE : plateforme de partage de données à granularité fine, avec une confidentialité de bout-en-bout, adaptée à la collaboration entre plusieurs entités.

### DIGITAL INFRASTRUCTURES & SOFTWARE ENGINEERING :

• Infrastructure as a Service : cloud hybride privé / public (HPC, GPU, Virtualisation, OpenStack).

• Software Factory : usine logicielle DevOps.

• Playground : plateforme catalogue et présentation des services.

entre une grande diversité de partenaires industriels (grands groupes, ETI, PME, start-up), académiques et institutionnels, et valorisent la multidisciplinarité et la fertilisation croisée inter-filières.

Au cœur de Paris-Saclay et de la région lyonnaise, SystemX s'emploie à lever des verrous scientifiques et technologiques majeurs au profit de 5 secteurs applicatifs prioritaires : Mobilité et Transport autonome, Industrie du futur, Défense et Sécurité, Environnement et Développement durable, Numérique et Santé.

créé en  
2012

PRÉSIDENT :  
Michel Morvan

DIRECTEUR GÉNÉRAL :  
Paul Labrogère

www.irt-systemx.fr

linkedin.com/company/  
institut-de-recherche-  
technologique-systemx/

@IRTSytemX  
twitter.com/IRTSytemX

youtube.com/user/  
IRTSytemX

## IMPLANTATIONS



- Paris-Saclay (siège)
- Lyon

### ADRESSE :

2, Boulevard Thomas Gobert  
91120 Palaiseau

Contact communication :  
Auréli Bourrat  
aurelie.bourrat@irt-systemx.fr

SuperGrid Institute est un institut de recherche et d'innovation technologique pour l'intégration massive des énergies renouvelables et le développement des réseaux électriques du futur. Nous apportons des solutions qui permettront aux industriels de disposer d'avantages concurrentiels sur leurs marchés. Nous proposons des technologies à haute valeur ajoutée

pour les systèmes électriques en courant continu haute et moyenne tension (contrôle, protection et stabilisation des réseaux, conversion de courant, technologies d'appareillage, matériaux isolants, systèmes de câble, ...). Nous offrons à nos clients un large choix de prestations de services et d'études, grâce à notre expertise et nos nombreuses plateformes d'essais.

créé en  
2014

PRÉSIDENT :  
Michel Serra

DIRECTEUR GÉNÉRAL :  
Hubert de la Grandière

www.supergrid-institute.com

linkedin.com/company/  
supergrid-institute/

twitter.com/SuperGridInst  
- @SuperGridInst

## IMPLANTATIONS



- Villeurbanne
- Grenoble

### ADRESSE :

23, rue Cyprien  
69100 Villeurbanne

Contact communication :  
communications@supergrid-  
institute.com

## PARTENAIRES

### MEMBRES INDUSTRIELS

Membres industriels fondateurs :  
GE Grid Solutions | EDF | Nexans | Alstom | GE Hydro | Vettiner (PME)

### AUTRES PARTENAIRES DE STATUT PRIVÉ

RTE | CNR | Schneider Electric | Kraken Subsea Solutions | SCM (Systèmes et Connectique du Mans)

### MEMBRES ACADÉMIQUES

Université Paris Saclay | Université Claude Bernard | Université Grenoble Alpes | CentraleSupélec | Centrale Lyon | INSA Lyon | Grenoble INP | CNRS

### COLLECTIVITÉS PARTENAIRES

Banque des Territoires (membre fondateur) | Métropole de Lyon | Région Auvergne-Rhône-Alpes

## COLLABORATIONS

### AVEC ACTEURS NATIONAUX

France Energies Marines : AFOSS-DC | IRT Saint Exupéry : SiCRET | Université Paul Sabatier : ARCHIVE | ENSAM (AMVALOR) : Renoyage de turbine hydraulique | Constitution d'une alliance mobilité électrique en cours d'instruction avec IRT Saint-Exupéry, Railenium, Vedecom, Nanoelec.

### AVEC ACTEURS EUROPÉENS ET INTERNATIONAUX

Participation à 9 projets européens en cours de réalisation | Coordinateur de deux projets européens (HVDC-WISE et InterOPERA) | Projet Danois (EUDP) : Offshore Energy Hub | Projet UK (UKRI) : Network DC

## PLATEFORMES

### Banc d'essais HIL/PHIL :

tester et prototyper de nouveaux systèmes de contrôle et protection des réseaux grâce aux outils de simulation en temps réel.

### Banc d'essais de puissance :

tester les équipements haute tension en courant continu (DC) et en courant alternatif (AC).

### Plateformes de tests diélectriques haute tension :

tester la tenue électrique d'équipements sous très haute tension.

### Plateformes 200kV et 400kV DC :

caractériser les isolants solides et gazeux sous tension DC.

### Plateforme de test de conductivité DC :

caractériser les isolants solides et la conductivité ; mesurer des courants de fuite.

### Convertisseurs de puissance :

prototyper et tester des convertisseurs AC/DC, DC/AC ou DC/DC.

### Transformateur Moyenne Fréquence :

tester en puissance des TMF dans différentes conditions d'essais et caractériser les matériaux magnétiques en moyenne fréquence.

### Interrupteurs de puissance :

caractériser les composants et étudier leur vieillissement.

### Plateforme hyperbare :

tester et analyser les câbles et accessoires sous-marins en combinant les contraintes thermiques, électriques et pression (400 mètres de profondeur).

### Système & isolation de câble :

tester le vieillissement des câbles.

Créé en 2014, l'ITE VEDECOM est dédié aux mobilités innovantes et durables, plus écologiques et mieux partagées. Collaboration inédite de plus de 50 acteurs, fondé notamment par l'Université de Versailles Saint-Quentin et l'Université Gustave Eiffel, VEDECOM rassemble établissements académiques, collectivités territoriales et différents acteurs industriels privés impactés par l'évolution des mobilités : filière automobile, transport public et mobilité, logistique, infrastructures de la route, télécommunications, énergie, fabricants d'équipements électriques, services numériques, assurance. Ce rôle central de tiers de confiance permet à ses membres d'accélérer ensemble l'innovation et le déploiement de nouvelles solutions.

VEDECOM est structuré selon trois axes de R&D multidisciplinaire : électrification et systèmes de recharge, mobilités automatisées et connectées et solutions de mobilités partagées. Les projets apportent une vision systémique des mobilités intégrant à la fois le recueil et l'analyse des besoins, des travaux d'innovation technologique, l'étude de la viabilité économique et de l'acceptabilité sociale. L'Institut pilote une trentaine de projets partenariaux. Il a conduit plus de 646 publications et 81 thèses, et formé plus de 2 500 personnes dans le cadre de son programme formation. Il compte 90 employés pour un budget annuel d'environ 15 M€.

## PARTENAIRES

### MEMBRES INDUSTRIELS

Membres fondateurs : RENAULT | STELLANTIS

Membres donateurs: ALADIN | ARIANEGROUP | CEREMA | CONTINENTAL | EASYMILE | EDF | ISFM-MILLA | MACIF | RATP | SNCF | TDF | TOTAL ENERGIE | VALEO

### MEMBRES ACADÉMIQUES

Membres fondateurs : ESIGELEC | ESTACA | IFP ENERGIES NOUVELLES | UNIVERSITE GUSTAVE EIFFEL | UNIVERSITE DE VERSAILLES SAINT-QUENTIN-EN-YVELINES

Membres donateurs : CENTRALE SUPELEC | CERGY PARIS UNIVERSITE | INRIA | PARISTECH

VEDECOM collabore avec environ 16 laboratoires.

### COLLECTIVITÉS PARTENAIRES

Région Ile-de-France | Région Normandie | Région Bretagne | Etablissement Public de Paris Saclay | Département des Yvelines | Métropole Rouen Normandie | Communauté d'agglomération Versailles Grand Parc | Communauté d'agglomération de Saint-Quentin-en-Yvelines | Communauté d'agglomération de Paris Saclay | Commune des Mureaux | Ville de Paris | Parc Naturel Régional de Millevaches | CCI France | CCI Versailles Yvelines

## COLLABORATIONS

### AVEC ACTEURS NATIONAUX

NextMove | Plateforme Française de l'Automobile | AIT | ADEME | Ministère de l'Ecologie | AFIREV | AVERE France | GIMELEC | L'Union Française de l'Electricité (UFE) | FIT | SATT PARIS SACLAY | CARA

### AVEC ACTEURS EUROPÉENS ET INTERNATIONAUX

Plus de 300 partenaires européens. Collaborations avec 32 pays dans le monde. Membre d'Ertico

Projets CEE :

Les 13 projets européens ayant démarré ou en cours en 2023 :

5G-ROUTES | 5G-META | 5GMED | Hi-Drive | INCIT-EV | SHOW | WE-TRANSFORM | FAME | SUM | BERTHA | SUNRISE | MetaCCAZE | ZEV-UP

## PLATEFORMES

### 13 plateformes opérationnelles :

- 6 plateformes de véhicules autonomes : 2 sur base Zoé permettant de faire des expérimentations/tests de niveau 4, 1 Zoé WOZ (pilotées au joystick et sans capteurs), 3 navettes EasyMile opérant sur site fermé. Pistes d'essai véhicules situées à proximité immédiate du mobiLAB permettant de faire des expérimentations de transport autonome à la demande
- Atelier d'intégration et de calibration d'équipements pour véhicules automatisés
- Flotte de 3 véhicules MOOVE pour la collecte de données de roulage
- Laboratoire de réalité virtuelle : 1 simulateur piéton et 1 simulateur de conduite
- Laboratoire Connectivité et Supervision
- Atelier et démonstrateur de Recharge intelligente
- Piste de recharge par induction
- Banc de caractérisation de recharge par induction

créé en  
2014

PRÉSIDENT :  
Stephen Marvin  
DIRECTEUR GÉNÉRAL :  
Eric Lebeau

www.vedecom.fr

Suivez nous

 [www.linkedin.com/  
company/VEDECOM/](https://www.linkedin.com/company/VEDECOM/)

 Institut VEDECOM

## IMPLANTATIONS



• Versailles  
(cluster de Paris-Saclay)

### ADRESSE :

mobiLAB

23 bis, allée des Marronniers  
78000 Versailles

Contact communication :  
Elisa Diogo  
Responsable  
marketing et communication  
communication@vedecom.fr

# FIT BOOK 2023

**b com**



**efficacity** 



FRENCH  
INSTITUTES OF  
TECHNOLOGY



[www.french-institutes-technology.fr](http://www.french-institutes-technology.fr)