



# RAPPORT D'ACTIVITÉ 2025



# ÉDIT

## MAINTENIR LE CAP ENSEMBLE, AVEC CONFIANCE ET AMBITION



Les années 2024 et 2025 ont été marquées par de profondes incertitudes, tant sur le plan national (fragilité de la croissance, manque de visibilité sur les perspectives budgétaires des politiques publiques, longue période de flou autour des nouvelles modalités du dispositif Carnot), qu'à l'échelle internationale. Face à des équilibres géopolitiques bouleversés, les enjeux de souveraineté technologique européenne, de maîtrise des chaînes de valeur industrielles et de sécurisation des compétences stratégiques s'imposent avec une acuité renouvelée.

Dans cet environnement exigeant, l'institut Carnot ARTS a su maintenir le cap et poursuivre sa trajectoire de développement. Notre activité de recherche partenariale a atteint 50 M€, en progression de 13,5 %, portée à la fois par la dynamique des contrats directs avec les entreprises et par l'essor de la recherche collaborative, notamment au niveau européen. **Merci à nos chercheurs !** C'est leur excellence qui a rendu possible cette performance exceptionnelle. **Merci à nos partenaires industriels !** Leur confiance et leurs ambitions nourrissent notre engagement et nous permettent de repousser les limites de la science et de la technologie.

Nos résultats confirment la pertinence de la double dynamique propre au Carnot ARTS, qui conjugue ancrage territorial fort, au plus près des besoins des entreprises -en particulier des PME- et capacité à mobiliser autour des enjeux thématiques de l'industrie du futur, des compétences et expertises complémentaires de premier plan, à l'échelle nationale.

La performance de notre recherche partenariale s'est traduite par une nette progression de notre abondement Carnot, qui a atteint en 2024 un niveau historique de 4,4 M€, en hausse de 37,5 % en deux ans.

Le ressourcement scientifique demeure au cœur de notre stratégie pour faire converger avancées scientifiques et performance industrielle. En 2025, la première édition du TECH SHOW Carnot ARTS, véritable vitrine des projets de ressourcement financés par l'abondement, a brillamment illustré la capacité de nos équipes à transformer une recherche amont ambitieuse en briques technologiques prêtes à être transférées vers l'industrie.

Forts de ces résultats, nous avons déposé en janvier 2026 notre dossier de candidature au renouvellement de la labellisation Carnot. Je souhaite remercier chaleureusement nos 23 laboratoires et nos 22 tutelles historiques pour nous avoir renouvelé unanimement leur confiance.

Cette nouvelle étape s'accompagne de l'intégration de 9 nouvelles composantes - 2 laboratoires et 7 CRT - qui viennent élargir notre périmètre et renforcer notre impact face à des enjeux technologiques toujours plus complexes et plus interdisciplinaires. Nous nous réjouissons d'accueillir ces nouveaux entrants qui partagent notre vision, fondée sur la conjugaison de l'excellence scientifique et de l'impact industriel, ainsi que nos valeurs d'efficacité, de coopération et notre engagement collectif au sein d'une dynamique de réseau renforcée à l'échelle du nouveau périmètre des Carnot.

En 2026, c'est ensemble que nous célébrerons les 20 ans de l'institut Carnot ARTS, 20 ans au service de l'innovation des entreprises. Désormais, c'est ensemble que nous porterons avec confiance et conviction, une ambition collective de progrès durable et partagé.

Professeur Philippe VÉRON, Directeur du Carnot Arts



16

Chaires de recherche  
et laboratoires communs



25

TECH SHOW : un temps fort



30

Projet OptUseH2 :  
Optimiser les systèmes hydrogène

## SOMMAIRE

04 L'institut Carnot ARTS

05 Un réseau national ancré sur le territoire

06 3 axes de recherche

07 Au service des entreprises

08 Une gouvernance collégiale et transparente

10 Bilan 2025

10 Chiffres clefs et temps forts

12 Recherche contractuelle

24 Ressourcement scientifique

32 Réseaux thématiques inter-carnot

36 Cap vers 2026

42 Horizon Europe



*Aujourd'hui, plus que jamais,  
le facteur-clé de la puissance économique,  
c'est le leadership technologique.*

Philippe AGHION - Prix Nobel d'économie 2025





# L'INSTITUT CARNOT ARTS

VOTRE PARTENAIRE R&D POUR RELEVER  
LES DÉFIS DE L'INDUSTRIE DU FUTUR

## AU SERVICE DE L'INNOVATION DES ENTREPRISES

Fortement ancré sur les enjeux de l'industrie du futur, l'institut Carnot ARTS est le **partenaire R&D** privilégié des entreprises qui misent sur l'**innovation** pour accroître leur **compétitivité**, relever les défis de la **transition écologique** et contribuer à la **société de demain**. Grâce à son réseau de **compétences multidisciplinaires** et d'**équipements de pointe**, le Carnot ARTS accompagne ses clients dans **toutes les étapes du cycle de vie** de leurs produits pour leur apporter des **solutions R&D sur-mesure**.

## ŒUVRER À LA RÉINDUSTRIALISATION DES TERRITOIRES

Notre implantation sur **18 sites en régions** est la garantie d'un **ancrage territorial fort** et d'une parfaite connaissance du **tissu socio-économique local**. Proche des entreprises, des clusters et des pôles de compétitivité, le Carnot ARTS œuvre à la **réindustrialisation des territoires partout en France**.

## UN LABEL D'EXCELLENCE

Attribué par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, le **label Carnot** distingue l'excellence des instituts de recherche publique engagés dans les transferts de technologie et l'innovation pour les entreprises.

**En France, le réseau des Carnot représente 55%  
de la recherche partenariale entre le public et le privé.**



L'institut Carnot ARTS, historiquement porté par les Arts et Métiers, est labellisé depuis la création du label Carnot en 2006. Il est géré par AMVALOR, SAS, filiale de valorisation du groupe Arts et Métiers.



## UN RÉSEAU NATIONAL ANCRÉ SUR LE TERRITOIRE

BREST - LORIENT - VANNES  
IRDL, IRENAV  
ANGERS - LAVAL  
LAMPA  
BORDEAUX  
I2M  
BIDART  
ESTIA-R



LILLE  
L2EP, LISPEN, LMFL, MSMP  
VALENCIENNES  
LAMIH  
METZ  
LCFC, LEM3, IRL Georgia Tech  
CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE  
MSMP  
PARIS  
DYNFLUID, IAT, IBHGC, LCPI,  
LIFSE, LMSSC, CRD, PIMM  
BELFORT - DIJON - CLUNY -  
CHALON-SUR-SAÔNE  
CIAD, LABOMAP, LISPEN  
CHAMBÉRY  
I2M  
AIX-EN-PROVENCE  
LISPEN, MSMP

## 23 LABORATOIRES DE RECHERCHE AUX EXPERTISES COMPLÉMENTAIRES

CIAD	Laboratoire de Connaissance et d'Intelligence Artificielle Distribuées	Belfort, Dijon
CRD	Centre de Recherche en Design	Paris
DynFluid	Laboratoire de Dynamique des Fluides	Paris
ESTIA-R	Laboratoire de recherche de l'École Supérieure des Technologies Industrielles Avancées	Bidart
I2M	Institut de Mécanique et d'Ingénierie	Bordeaux, Chambéry
IAT	Institut AéroTechnique	Paris
IBHGC	Institut de Biomécanique Humaine Georges Charpak	Paris
IRDL	Institut de Recherche Dupuy de Lôme	Brest, Lorient, Vannes
IRENav	Institut de Recherche et d'Études Navales	Brest
IRL GT	International Research Lab Georgia Tech	Metz
L2EP	Laboratoire d'Électrotechnique et d'Électronique de Puissance	Lille
LaBoMaP	Laboratoire des Matériaux et Procédés	Clunay
LAMIH	Laboratoire d'Automatique, de Mécanique et d'Informatique Industrielles et Humaines	Valenciennes
LAMPA	Laboratoire Angevin de Mécanique, Procédés et innovAtion	Angers, Laval
LCFC	Laboratoire de Conception Fabrication Commande	Metz
LCPI	Laboratoire Conception de Produits et Innovation	Paris
LEM3	Laboratoire d'Étude des Microstructures et de Mécanique des Matériaux	Metz
LIFSE	Laboratoire d'Ingénierie des Fluides et Systèmes Énergétiques	Paris
LISPEN	Lab. d'Ingénierie des Systèmes Physiques et Numériques	Lille, Chalon-sur-Saône, Aix-en-Provence
LMFL	Laboratoire de Mécanique des Fluides de Lille - Kampé de Fériet	Lille
LMSSC	Laboratoire de Mécanique des Structures et des Systèmes Couplés	Paris
MSMP	Lab. Mechanics, Surfaces and Materials Processing	Aix-en-Provence, Lille, Châlons-en-Champagne
PIMM	Laboratoire Procédés et Ingénierie en Mécanique et Matériaux	Paris

## PORTÉS PAR 22 ÉTABLISSEMENTS





# AXES DE RECHERCHE

NOS COMPÉTENCES SCIENTIFIQUES SONT STRUCTURÉES  
AUTOUR DE 3 AXES DE RECHERCHE COMPLÉMENTAIRES



## MÉCANIQUE - MATÉRIAUX - PROCÉDÉS

- ◆ Mécanique des structures
- ◆ Biomécanique
- ◆ Systèmes intelligents – Mécatronique
- ◆ Robotique – Cobotique
- ◆ Matériaux avancés
- ◆ Traitement de surfaces
- ◆ Procédés de fabrication et d'assemblage
- ◆ Procédés de recyclage et de démantèlement
- ◆ Tenue en service – Durabilité



## FLUIDES - SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES

- ◆ Fluides – Systèmes énergétiques
- ◆ Mécanique des fluides
- ◆ Aérodynamique – Hydrodynamique
- ◆ Machines hydrauliques – Turbomachines
- ◆ Écoulements complexes et biologiques
- ◆ Performances énergétiques et thermiques
- ◆ Génie électrique
- ◆ Électronique de puissance
- ◆ Acoustique – Aéroacoustique – Hydroacoustique



## CONCEPTION, INDUSTRIALISATION ET PRODUCTION NUMÉRIQUES

- ◆ Conception, industrialisation et production numériques
- ◆ Optimisation des process de conception et d'innovation
- ◆ Développement de produits et prototypes
- ◆ Écoconception – Analyse de Cycles de Vie
- ◆ Ingénierie numérique
- ◆ Chaîne numérique – Interopérabilité
- ◆ Réalité Virtuelle – Réalité Augmentée
- ◆ Jumeaux numériques – Jumeaux hybrides
- ◆ Conception et optimisation des systèmes de production



# AU SERVICE DES ENTREPRISES

## DES SOLUTIONS R&D INTÉGRÉES ET PLURIDISCIPLINAIRES

Grâce à la mobilisation des compétences multidisciplinaires de ses 23 laboratoires, l'institut Carnot ARTS peut proposer à chacun de ses clients **une solution globale et intégrée**, depuis l'écoconception d'un composant jusqu'à la fabrication et l'industrialisation d'un système complet.

Nous répondons aux besoins de recherche, d'innovation et d'ingénierie **tout au long du cycle de vie des produits**.



## DES PRESTATIONS SUR-MESURE

L'institut Carnot ARTS garantit à ses partenaires industriels des prestations **sur-mesure** adaptées aux **spécificités de leur métier et de leur environnement**, dimensionnées en fonction de leurs besoins. **Pour faciliter le financement des projets de R&D partenariale**, nous actionnons les dispositifs de soutien à l'innovation des entreprises auxquels ils peuvent prétendre : Crédit Impôt Recherche, France 2030, aides territoriales, diagnostics innovation, etc.

## UN ACCOMPAGNEMENT PERSONNALISÉ DE PROXIMITÉ

Un réseau de chargés d'affaires en région assure un contact de proximité avec chaque entreprise partenaire.



Ludovic LAHOUSSE  
Hauts de France



Thierry SIDOT  
Grand Est



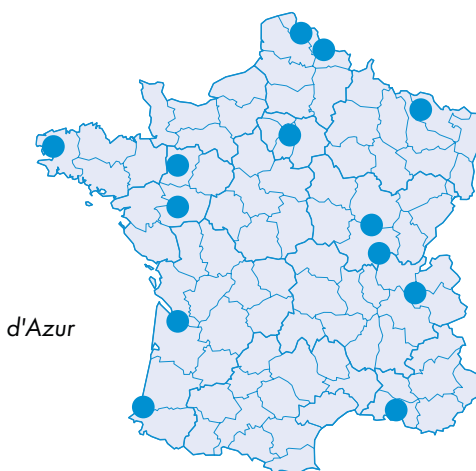
Jean Baptiste CROUE  
Bretagne, Pays de la Loire



Quentin FIDELLE  
Provence-Alpes-Côte d'Azur



Pilotés par Angel TATSIS  
Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Nouvelle Aquitaine



✉ [ca@ic-arts.eu](mailto:ca@ic-arts.eu)



# UNE GOUVERNANCE COLLÉGIALE ET TRANSPARENTE

La gouvernance de l’institut Carnot ARTS repose sur un cadre structuré et collégial qui garantit la cohérence stratégique de ses actions de recherche et la transparence de ses modes de gestion.

Elle s’articule autour de trois instances complémentaires : le Comité de Direction (CODIR), le Comité de Pilotage (COPIL) et le Comité d’Orientation Stratégique (COS).

**F**

*La recherche est un sport collectif et l’institut Carnot ARTS a largement contribué à l’enrichissement mutuel entre nos établissements et entre nos chercheurs.*

Vice-amiral Laurent HEMMER,  
Commandant de l’École Navale et Directeur général

**F**

*L’un des atouts forts de l’institut Carnot ARTS est son pilotage très rigoureux et professionnel.*

Franck DUMEIGNIL,  
Vice-président de l’Université de Lille

**F**

*Nos équipes de recherche apprécient particulièrement la souplesse de fonctionnement de l’institut Carnot ARTS.*

Eric MARKIEWICZ,  
Vice-président de l’Université Polytechnique Hauts de France

**F**

*Porter le label Carnot ARTS est un gage de qualité vis-à-vis des partenaires industriels.*

Patxi ELISSALDE,  
Directeur général de l’ESTIA



Bertrand COULON Farid BAKIR Nadine COUTURE Philippe VÉRON Shabnam ARBAB CHIRANI Bruno FAYOLLE

## COMITÉ DE DIRECTION (CODIR)

- Directeur**  
Philippe VÉRON.....(ENSAM, LISPEN, Aix-en-Provence)
- Directeur Adjoint**  
Bruno FAYOLLE.....(ENSAM, PIMM, Paris)
- Responsable Département Mécanique, Matériaux, Procédés**  
Shabnam ARBAB CHIRANI.....(ENSTA, IRDL, Brest)
- Responsable Département Conception, Industrialisation, Production Numériques**  
Nadine COUTURE.....(ESTIA, EstiaR, Bidart)
- Responsable Département Fluides et Systèmes Energétiques**  
Farid BAKIR.....(ENSAM, LIFSE, Paris)
- Directeur du Développement**  
Bertrand COULON.....(AMVALOR, Cluny/Paris)

Tous les membres du Comité de direction s’investissent directement dans la conduite opérationnelle des orientations stratégiques de l’institut. Le CODIR supervise l’avancement des projets de ressourcement scientifiques, ainsi que les tâches de gestion financière et administrative.

## COMITÉ DE PILOTAGE (COPIL)

Le Comité de pilotage, composé des directeurs des laboratoires et de représentants industriels, se réunit au moins deux fois par an pour attribuer l’abondement Carnot et définir les grandes orientations stratégiques et scientifiques.

## COMITÉ D'ORIENTATION STRATÉGIQUE (COS)

Le Comité d’orientation stratégique, réunissant les établissements supports, l’ANR et l’Association des instituts Carnot, se réunit annuellement pour évaluer l’année écoulée et valider les axes prospectifs, assurant ainsi la cohésion entre l’institut et ses tutelles et renforçant son ancrage institutionnel.



# CHIFFRES-CLÉS

28 M€

DE CONTRATS DIRECTS  
AVEC LES ENTREPRISES  
DONT 21 M€ ÉLIGIBLES À L'ABONDEMENT CARNOT

22 M€

DE CONTRATS  
DE RECHERCHE COLLABORATIVE  
POUR 367 PROJETS DONT 18 FINANCEMENTS EUROPÉENS

50 M€  
DE RECETTES  
DE RECHERCHE  
PARTENARIALE

Chiffres 2024

128 M€

BUDGET CONSOLIDÉ ANNUEL

1 000 ENTREPRISES  
PARTENAIRES

690 BREVETS  
EN PORTEFEUILLE

1 635 CHERCHEURS ETP  
DONT ~ 750 DOCTORANTS

4.1 M€

D'ABONDEMENT CARNOT 2024 POUR CONTRIBUER  
AU RESSOURCEMENT SCIENTIFIQUE 2025

1 700 PUBLICATIONS PAR AN  
DANS DES REVUES INTERNATIONALES INDEXÉES (RANG A)

# TEMPS FORTS 2025

## JANVIER

Salon Hyvolution Paris  
28 - 30 janvier Paris  
Renouvellement  
de la chaire PLM du futur  
30 janvier Paris



## FÉVRIER

R&T Day Safran 6 février

## MARS

JEC World  
4 - 6 mars Paris  
Global Industrie  
11 - 14 mars Lyon



## AVRIL

Inauguration  
de la chaire CESAME  
2 avril Paris  
Laval virtual  
9 - 11 avril Laval  
Printemps de l'IA  
10 avril Besançon



## JUIN

Congrès CURIE  
2 - 4 juin Bordeaux  
SEPEM Sud Est  
3 - 5 juin Martignes  
Séminaire Réseau des Carnot  
18 - 19 juin Montpellier  
SIFER  
24 - 26 juin Lille  
Inauguration chaire fluidetronique  
30 juin Paris



## JUILLET

IA summit  
1<sup>er</sup> juillet Lille  
Lancement RéClasSIF  
7 juillet Paris



## AOÛT

Congrès Français de Mécanique  
25 au 29 août Metz

## SEPTEMBRE

Inauguration  
de la plateforme CAPLAB  
12 septembre Laval  
RDV Carnot Sport  
23 septembre Marseille  
Inauguration de la chaire  
vibro-acoustique  
25 septembre Lille  
Tech Show Carnot ARTS  
30 septembre Paris



## OCTOBRE

Séminaire Carnot ARTS  
1<sup>er</sup> octobre Paris  
Inauguration de la halle  
Durabilité et Fatigue des matériaux  
10 octobre Angers  
XR Days  
14 - 15 octobre Vénissieux  
RDV Carnot  
15 - 16 octobre Lyon



## NOVEMBRE

BE Industrie  
Mulhouse  
25 - 26 novembre



## DÉCEMBRE

Journée des doctorants  
sur l'hydrogène  
15 décembre Paris



# RECHERCHE CONTRACTUELLE

## UNE DOUBLE STRATÉGIE

### BOTTOM-UP ET TOP-DOWN

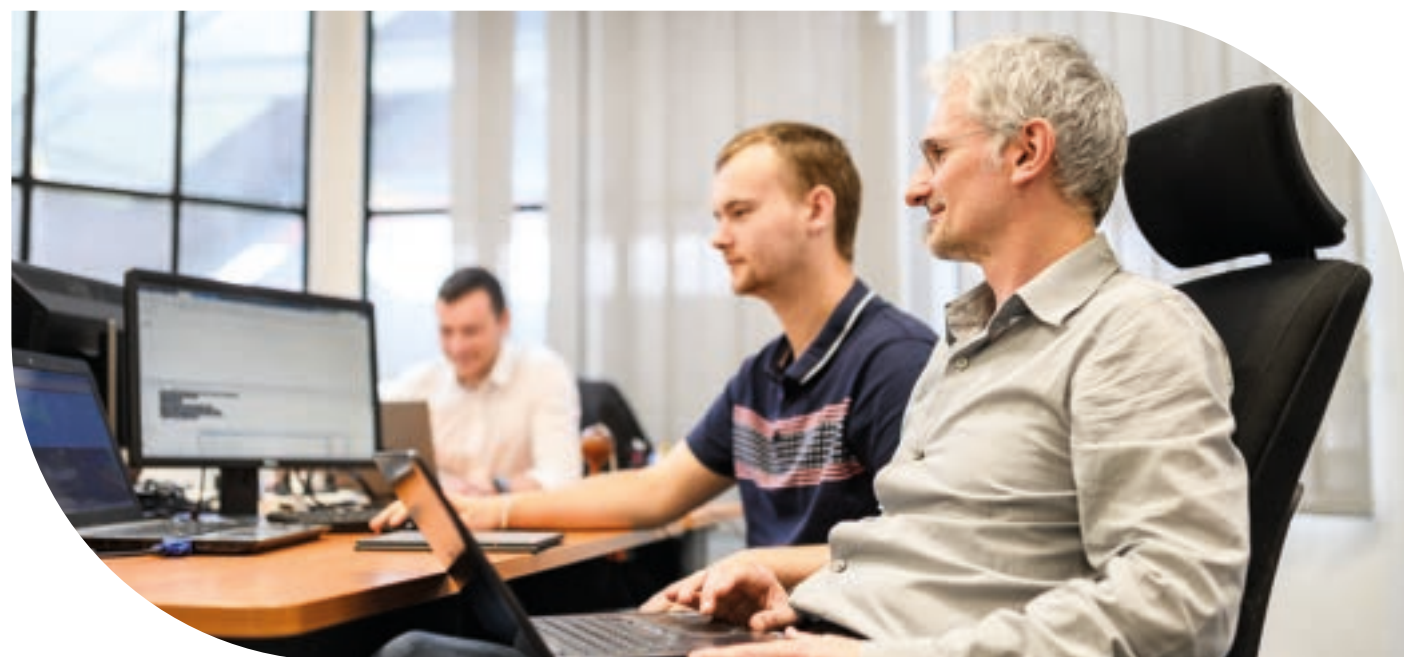
La performance du Carnot ARTS en matière de recherche contractuelle repose sur un schéma stratégique équilibré articulé autour de deux dynamiques complémentaires :

#### ◆ Une approche bottom-up réactive, agile et cohérente

Près de 80 % des demandes industrielles parviennent directement aux laboratoires du réseau Carnot ARTS. Dans ce cadre, l'enjeu prioritaire est d'apporter des **réponses rapides et adaptées** aux besoins exprimés par nos partenaires. Cette capacité d'action s'appuie sur la **confiance** construite dans la durée entre les **chercheurs**, les **services supports** du Carnot ARTS, les **chargés d'affaires** et l'ensemble des équipes impliquées. Elle repose également sur un véritable **effet réseau**, qui permet de partager l'information, de **croiser les expertises** et de **mobiliser collectivement** les compétences pertinentes.

#### ◆ Une démarche top-down volontariste et structurée

Il s'agit là d'organiser une **prospection ciblée et proactive** auprès des industriels, afin d'**identifier les besoins**, de positionner les compétences du Carnot ARTS sur des enjeux stratégiques et d'**ouvrir de nouvelles collaborations thématiques**. Cette démarche s'appuie largement sur le dynamisme et le professionnalisme du **réseau de développement**.



## PME ET ETI : AU PLUS PRÈS DES BESOINS SUR LE TERRITOIRE

### CAPITALISER SUR LES DIAGNOSTICS INDUSTRIE 4.0

L'institut Carnot ARTS, fort de son ancrage territorial historique, participe activement à l'accompagnement des PME pour réussir leurs transitions environnementale et digitale vers l'industrie du futur.

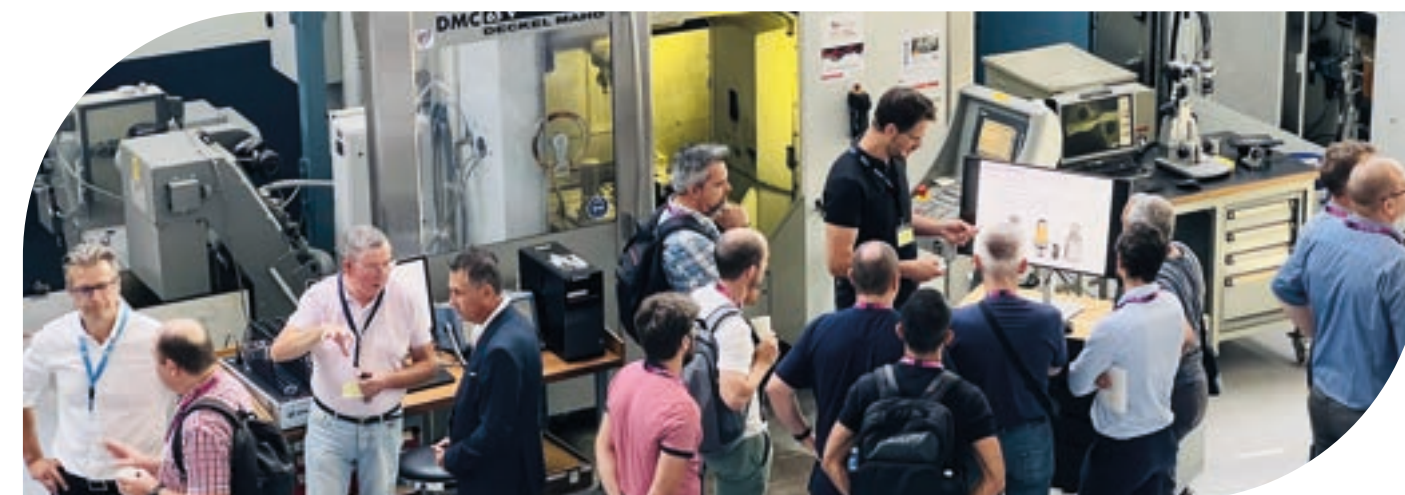
**35%** des contrats de recherche du Carnot ARTS sont réalisés avec les TPE-PME-ETI pour un total de 5,2M€

L'implication dans 5 European Digital Hubs : **DEDICATED** en Bourgogne Franche-Comté, **GE** en Grand Est, **GreenPowerIT** en Hauts de France, **DIHNAMIC** en Nouvelle-Aquitaine, **Corsica.ai** en Corse et le déploiement des Diagnostics Industrie du Futur (Nouvelle-Aquitaine et Grand Est), ont constitués un véritable levier pour le développement de l'activité contractuelle directe tout en renforçant notre positionnement institutionnel dans les écosystèmes locaux.



**580** entreprises diagnostiquées entre 2020 et 2025

**1354** K€ de CA de recherche éligible à l'abondement Carnot, issus des diagnostics



### TECHDAYS : IDENTIFIER LES BESOINS

#### ET CO-CONSTRUIRE DES RÉPONSES R&D SUR-MESURE

Les Techdays sont des journées privilégiées d'échanges entre nos scientifiques et les experts industriels. Ils s'appuient sur une démarche structurée d'identification des entreprises à haut potentiel de R&D, d'analyse de leurs besoins et de catalogage de nos compétences ad hoc. Les thématiques scientifiques et technologiques sont choisies par nos partenaires et nous élaborons ensemble le contenu et le programme de la journée.

**7**

**TECHDAYS  
ORGANISÉS  
EN 2024-2025**



# GRANDS GROUPES INDUSTRIELS :

## UNE DÉMARCHE STRUCTURÉE POUR DÉVELOPPER DES PARTENARIATS PLURIANNUELS

Pour inscrire les relations avec les grands groupes dans une dynamique durable et créatrice de valeur, l'institut a formalisé une méthodologie structurée en **6 étapes** :



*L'un des enjeux avec les grands groupes est de leur fournir une vision globale de toutes les relations qu'ils entretiennent déjà souvent avec plusieurs de nos laboratoires depuis de nombreuses années.*

*L'expérience montre qu'ils ont rarement à disposition cette vision agrégée à l'échelle du Carnot ARTS.*

*Exposer un spectre large et une continuité d'actions permet d'ouvrir des formats de collaboration pérennes, comme les chaires de recherche.*

Professeure Nadine COUTURE  
Comité de direction du Carnot ARTS



# SAFRAN,

## 1<sup>er</sup> partenaire de l'institut Carnot ARTS

En tant que premier partenaire de l'Institut, la relation avec SAFRAN a été systématisée et approfondie.

Des actions ciblées, comme l'organisation de Tech Days avec la direction R&T du groupe et la mise en place d'un comité de suivi trimestriel, ont permis la construction de projets pluriannuels interdisciplinaires et la conduite d'un travail commun sur la base des résultats des projets de ressourcement.



3

CHAIRES EN COURS

33

PROJETS DE RECHERCHE  
PARTENARIALES EN COURS

56

THÈSES SOUTENUES  
ENTRE 2016 ET 2023

20

THÈSES EN COURS



# CHAIRES DE RECHERCHE INDUSTRIELLE & LABORATOIRES COMMUNS

## ACCOMPAGNER NOS PARTENAIRES SUR LA DURÉE POUR RELEVER ENSEMBLE LES DÉFIS DE L'INDUSTRIE DU FUTUR

### CHAIRES DE RECHERCHE INDUSTRIELLE

Les **partenariats industriels pluriannuels** constituent un pilier stratégique du Carnot ARTS. Ils permettent d'inscrire les collaborations de recherche dans la durée, de structurer des feuilles de route scientifiques partagées et de répondre à des enjeux industriels majeurs par une approche de co-construction. En 2025, cette dynamique s'est notamment traduite par **13 chaires industrielles actives**, véritables cadres structurants de coopération entre chercheurs et industriels.

**BELISAMA avec Safran**

Maîtrise des systèmes hydro-mécaniques haute vitesse pour l'aéronautique du futur.

**CESAME avec Safran**

Ingénierie digitale des matériaux, procédés, structures et systèmes.

**CHIMERA avec RTE**

Optimisation de la maintenance du réseau de transport d'électricité français afin d'accélérer la transition énergétique.

**CREATE ID avec ESI Group et Keysight**

Ingénierie digitale des matériaux, procédés, structures et systèmes.

**E2WP 2 (Eco Engineered Wood Products) avec Essor, Gascogne, SYSSO et Tecsaboïs**

Construire la « green tech » du secteur bois de façon durable et dynamiser la filière forestière.

**Fluidetronique avec MMT**

Développement de solutions innovantes combinant expertises mécatroniques et fluidiques.

**iPERFORM avec Alstom, Chanel et France Travail**

Optimisation de la performance collaborative, via les technologies immersives et les mondes virtuels.

**ISYTHERM 2 avec Valeo**

Intégration de l'IA à la conception d'une nouvelle génération de turbomachines pour la mobilité terrestre.

**NAÏADE avec Naval Group et Thalès**

Solutions novatrices pour modéliser les interactions entre les marins et les systèmes d'IA.

**ΦML avec SKF Magnetic Mechatronics**

Scientific Machine Learning appliqué à l'optimisation des systèmes de lévitation magnétique.

**PLM du futur 2 avec Capgemini Engineering**

Méthodes et outils innovants pour la continuité digitale et la gestion du cycle de vie des produits.

**PROVE avec Safran, Ingeliance et Akira**

Modèles physiques hybrides pour la propulsion aéronautique verte.

**VIBRACCE avec Valeo**

Vibro-acoustique des chaînes cinématiques électriques pour diminuer le bruit résiduel des machines électriques et des réducteurs.

### LABCOMS

En complément de ces chaires, le Carnot ARTS s'appuie sur des laboratoires communs (LabCom) qui permettent de mutualiser durablement les compétences, les moyens et les stratégies scientifiques avec les partenaires industriels. À titre d'exemples :

**LAMEL (Laboratoire de Modélisation du Matériel Électrique) avec L2EP et EDF Lab**

Structuration de la collaboration autour du calcul de champs électromagnétiques et contribution au développement du logiciel **Code\_Carmel3D**.

**ICARE avec IRDL et Safran**

Recherche et innovation sur la résistance à la fatigue des matériaux métalliques et composites, fondée sur une méthode inédite d'évaluation par auto-échauffement sous sollicitation cyclique.

**CLAS avec LaBoMap et SAFE METAL**

Centre de recherche dédié à l'innovation en fonderie, au service de la compétitivité et de la modernisation des procédés industriels.



C'est le bon moment de prendre pied sur les technologies XR en s'entourant de sachants. [...]. Toutes les technologies sous-jacentes sont en train de mûrir à grande vitesse. Enfin la convergence avec l'IA va permettre d'atteindre une vitesse de libération décisive.

Bruno MENARD, Global CIO - Chanel.  
Partenaire de la Chaire iPERFORM



La création de la chaire s'inscrit parfaitement dans la démarche et les valeurs de Thales pour une IA souveraine et fiable. Sur des théâtres d'opération de plus en plus complexes, où la technologie tient une place prépondérante, notre conviction est que l'homme doit se trouver au centre de la décision.

Martin DEFOUR, Directeur Technique des activités systèmes de mission de défense - Thales.  
Partenaire de la Chaire NAIAD



**84%** des chercheurs de l'Institut Carnot ARTS pensent que la création d'équipes mixtes (chercheurs + industriels) est le levier le plus efficace pour favoriser la convergence des approches

**96%** des chercheurs de l'Institut Carnot ARTS pensent que l'implication des industriels est cruciale dès le développement initial d'un projet de recherche

(Questionnaire interne – septembre 2025)



## 3 QUESTIONS À BERTRAND COULON, DIRECTEUR DU DÉVELOPPEMENT

### POURQUOI LES CHAIRES SÉDUISENT-ELLES LES ENTREPRISES ?

Aujourd'hui, les entreprises ont à la fois besoin de s'inscrire dans les grandes transformations à moyen terme, en faveur de la transition écologique et énergétique mais aussi d'être en temps réel au top de l'état de l'art. Nos chaires de recherche industrielle permettent de satisfaire cette double temporalité. En s'associant aux laboratoires Carnot ARTS, nos partenaires industriels se projettent sur une feuille de route de recherche et d'innovation, tout en s'assurant d'un accès immédiat et privilégié à l'expertise de nos chercheurs pendant toute la durée du partenariat.



### COMMENT CONCRÉTISE-T-ON CE TYPE DE PARTENARIAT ?

La confiance se construit sur le long terme. On ne commence presque jamais une relation partenariale en signant une chaire de recherche. Elle est généralement précédée par de nombreux échanges scientifiques et contrats de différentes natures : prestations études R&D, diagnostics technologiques, réalisation de POC, encadrement de thèses ...

Une fois que les thématiques de recherche sont bien identifiées et que les objectifs sont partagés, il faut sécuriser le partenariat dans le véhicule contractuel le plus adapté. À chaque fois, c'est un exercice de haute couture pour proposer un contrat sur-mesure, à la fois flexible et robuste, parfaitement adapté au partenaire industriel et aux équipes de recherche qui seront impliquées sur le projet. Cela aussi peut prendre du temps mais c'est absolument fondamental. C'est la clé d'une relation partenariale sereine et solide.

### QUELS SONT LES FACTEURS CLÉS DE SUCCÈS ?

La gouvernance est essentielle. Un partenariat de recherche sur 5 ans nécessite tout au long du projet un pilotage à la fois rigoureux et agile qui permet aux parties de prendre les bonnes décisions au bon moment, de saisir à temps les opportunités mais aussi d'éviter toute dérive. C'est grâce à la mise en place d'instances de suivi et à la parfaite maîtrise du pilotage que la plupart de nos chaires débouchent sur de nouveaux projets avec nos partenaires industriels.





## CHAIRE FLUIDETRONIQUE : MMT ET LE LIFSE MISENT SUR LA COMPLÉMENTARITÉ DE LEURS EXPERTISES

Moving Magnet Technologies (MMT), leader mondial dans la conception de solutions électromagnétiques appliquées à la mécanique pour les mobilités et le laboratoire LIFSE ont choisi de s'associer pour 5 ans au sein d'une chaire de recherche industrielle portant sur le développement de systèmes « fluidetroniques », à la croisée du savoir-faire mécanique de MMT et l'expertise fluide du laboratoire LIFSE.

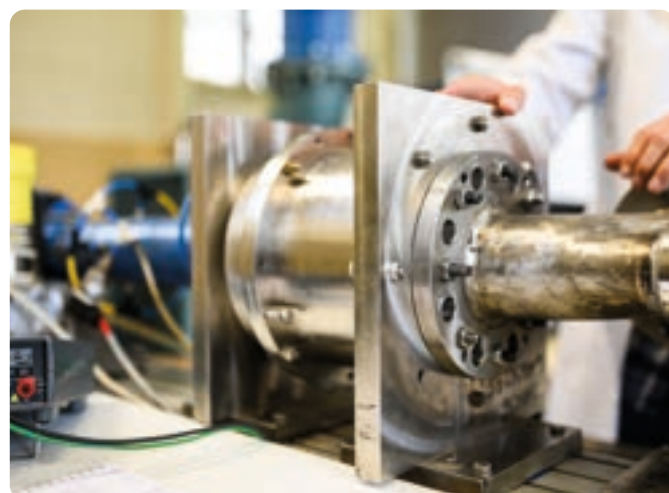
### INTÉGRER LA FLUIDIQUE AUX SOLUTIONS MMT : UN ENJEU STRATÉGIQUE

Alors que la PME créée en 1989 a su surfer avec succès sur la révolution des aimants à base de terres rares, en mettant notamment cette technologie au service de la dépollution des moteurs thermiques, l'électrification massive des véhicules la confronte aujourd'hui aux limites de ce modèle historique.

« Dans les véhicules électriques, les systèmes fluidiques sont désormais omniprésents. Du refroidissement des batteries à la gestion thermique de l'habitacle, en passant par le nettoyage des capteurs des véhicules autonomes, les applications se multiplient », explique Christophe ESPANET, Directeur R&D de MMT. « Nous sommes de plus en plus sollicités pour motoriser des pompes, des compresseurs, des vannes. »

Pour MMT, innover n'est pas un facteur de succès parmi d'autres : c'est l'ADN même d'une entreprise qui a choisi le licensing comme modèle économique. Les enjeux sont clairs : breveter les prochaines avancées et proposer les licences de ses nouvelles solutions innovantes à ses partenaires historiques comme à de nouveaux clients.

Pour Gaël ANDRIEUX, CTO du groupe SONCEBOZ, « intégrer la dimension fluide représente une formidable opportunité de se positionner sur des marchés à plusieurs dizaines de millions d'unités par an », en proposant des systèmes électrofluidiques complets (intégrant moteur et pompe) à haute valeur ajoutée.



### LE LIFSE, UN PARTENAIRE IDÉAL POUR SON EXPERTISE SCIENTIFIQUE ET SON EXPÉRIENCE DE L'INDUSTRIE

Dès lors que l'acquisition de compétences fluidiques est apparue stratégique pour l'entreprise, le partenariat avec le LIFSE s'est imposé comme une évidence.

« Dans la chaîne de valeur de MMT, il manquait une brique fluide. C'est là que notre expertise vient s'intégrer », souligne le Professeur Smaïne KOUIDRI, enseignant-chercheur au LIFSE et responsable scientifique de la chaire.

Avec sérénité et conviction, Gaël Andrieux déclare :

« Nous voulons être meilleurs. Pour cela, il faut aller chercher les meilleurs ». Il est vrai que le Laboratoire d'Ingénierie des Fluides et Systèmes Energétiques, labellisé Carnot ARTS, fait référence dans son domaine. « Nous avons bien sûr l'expertise scientifique internationalement reconnue de nos enseignants-chercheurs et des moyens d'essais considérables, mais nous avons aussi la culture du partenariat industriel. C'est vraiment un axe fort et historique de notre laboratoire », confirme le Professeur Sofiane KHELLADI, Directeur du LIFSE.

Avec deux autres grandes chaires industrielles en cours, impliquant des groupes leaders de l'automobile et de l'aéronautique, le LIFSE fait effectivement figure de champion de la recherche partenariale.



### DES RÉSULTATS TRÈS ATTENDUS

La chaire accompagnera donc pendant 5 ans, la montée en compétences fluidiques des équipes MMT : formations, travaux de R&D, soutien au recrutement de talents. Elle offrira aussi à MMT un accès privilégié aux équipements du LIFSE et connectera l'entreprise à la communauté internationale de la fluidique.

Les sessions de formation ont déjà commencé et la première thèse est lancée. Menée par Alexandre VUCEMILOVIC, elle porte sur une technologie de pompe régénérative, encore peu utilisée dans l'automobile. « Elle présente de nombreux avantages — compacité, simplicité, capacité de pression — mais son rendement reste limité. Mon objectif est de comprendre et d'optimiser les écoulements internes », explique le jeune doctorant devant le banc d'essai du LIFSE dédié à ses recherches.

Le champ d'exploration scientifique qui s'étendra également aux pompes volumétriques et centrifuges a pour finalité de garantir le point de fonctionnement avec le maximum d'efficacité énergétique. « Cela passera par le développement de modèles physiques permettant une meilleure maîtrise du dimensionnement des pompes et l'analyse de leur fonctionnement hydrodynamique », explique le Professeur KOUIDRI.

Les attentes industrielles sont à la hauteur des ambitions scientifiques. Gaël ANDRIEUX donne le cap : « Nous sommes convaincus que la fluidetronique, c'est l'avenir et il nous faut rapidement des produits à mettre sur le marché ».

### UN EXEMPLE À SUIVRE POUR LES PME

Laurent CHAMPANEY, Directeur Général d'Arts et Métiers, l'établissement de tutelle du LIFSE, partage l'enthousiasme du CTO du groupe SONCEBOZ et tient à souligner l'exemplarité de la collaboration entre les deux partenaires : « Les PME pensent malheureusement encore trop souvent que les chaires de recherche industrielle sont un format réservé aux grands groupes. J'espère que l'exemple de MMT sera suivi par beaucoup d'autres. »

« C'est vraiment toute la stratégie de recherche partenariale du Carnot ARTS qui est ici illustrée », expose Bertrand COULON, Directeur du développement du développement de l'institut Carnot ARTS, « Nous réussissons depuis plusieurs années à développer et renforcer des partenariats industriels pluriannuels et structurants autour d'axes de recherche à fort impact. »

Afin de proposer un format de collaboration adapté au besoin de souplesse et d'agilité d'une PME, nous avons conçu un contrat sur-mesure : « Nous avons défini ensemble les premières lignes directrices, tout en gardant un maximum flexibilité pour construire les actions futures en fonction de l'évolution des besoins de MMT », précise Bertrand COULON.

Christophe ESPANET est convaincu : « S'il y a un message à faire passer, c'est celui-ci : c'est possible pour une PME de lancer une chaire avec un laboratoire public d'excellence et un établissement aussi prestigieux qu'Arts et Métiers. Selon moi, c'est dans ce type de partenariat que réside l'avenir de l'innovation industrielle en France ».

MMT et le LIFSE comptent bien prendre leur part dans la construction cet avenir industriel, en ouvrant la voie d'un nouveau cycle d'innovation pour la mobilité électrique et d'un modèle de recherche partenariale exemplaire.





# LA RECHERCHE CONTRACTUELLE EN ACTIONS : PANORAMA TECHNOLOGIQUE

Ce panorama 2024–2025 propose une sélection non exhaustive d'exemples de travaux de recherche partenariale conduits avec des entreprises. Présentés par grandes thématiques se référant à nos plateformes technologiques, ces projets illustrent la diversité des problématiques industrielles adressées par les équipes du Carnot ARTS, ainsi que l'étendue de leurs expertises scientifiques et technologiques. Ils témoignent de la capacité de nos laboratoires à s'adapter aux enjeux spécifiques des filières et à transformer des questions industrielles concrètes en solutions de R&D à fort impact.

Retrouvez en vidéo 16 plateformes de pointe  
qui structurent les compétences du Carnot ARTS



## BIOMÉCANIQUE ET TECHNOLOGIES POUR LA SANTÉ

- ◆ Caractérisation hydro-chimio-mécanique de matrices mucoïdes pour des applications médicales
- ◆ Classification de séries temporelles pour la détection et la prédiction d'événements critiques liés à l'anesthésie
- ◆ Moduler la biorésorption de dispositifs médicaux grâce à des polymères PHA à façon
- ◆ Modélisation biomécanique du lancer de marteau chez les athlètes olympiques
- ◆ Évaluation des propriétés mécaniques des tissus mous pour la prévention des ulcères de pression
- ◆ Modélisation expérimentale et numérique de l'impact biomécanique en fonction des chaussures de sport et des types de terrains



## BOIS

- ◆ Développement de solutions optimisées pour le comportement au feu du bois
- ◆ Conception de panneaux thermiques issus de la valorisation des ressources bois résiduelles en Guyane
- ◆ Étude de faisabilité technico-économique d'une production de carrelots en LVL de chêne de qualité secondaire
- ◆ Optimisation des paramètres d'essorage des placages bois et quantification de leur effet sur l'eau libre résiduelle avant séchage



## COMPOSITES ET POLYMÈRES

- ◆ Modélisation expérimentale d'éléments chauffants intégrés aux moules pour la mise en forme de composites
- ◆ Mise en œuvre d'une batterie lithium tout-solide par co-extrusion multicouche
- ◆ Optimisation d'un outillage en céramique pour la consolidation de composites thermoplastiques
- ◆ Développement d'une résine biosourcée en phase aqueuse pour améliorer l'infusion des matériaux composites



## CONCEPTION DE PRODUITS ET PROTOTYPES

- ◆ Caractérisation multi-échelle des performances réelles de matériaux de construction low-tech, locaux et biosourcés
- ◆ Optimisation des étapes clés de transformation des fibres de chanvre à haute valeur ajoutée
- ◆ Élaboration de mousses renforcées de fibres par dépôt de matière fondue pour applications marines et éoliennes
- ◆ Méthodologie de conception de pneus basée sur l'IA hybride (données + physique) appliquée à la définition des formes en sortie d'extrusion



## CONTRÔLE NON-DESTRUCTIF

- ◆ Évaluation ultrasonore non-destructive du patin de rail
- ◆ Analyse des effets du choc laser sur la tenue structurale de composites thermoplastiques
- ◆ Mesure de l'apparence pour le pilotage intelligent des états de surface manufacturés

## FABRICATION ADDITIVE ET PROCÉDÉS LASER

- ◆ Traitement par choc laser de surfaces claustrées
- ◆ Matériaux architecturés et structures alternatives pour la fabrication de cordophones
- ◆ Fabrication additive 3D de composites métalliques renforcés au diamant pour applications thermiques
- ◆ Développement d'une méthode automatisée de calibrage des paramètres plateforme pour essais de choc laser sur structures aéronautiques
- ◆ Optimisation des paramètres procédé en fabrication additive WAAM pour le rechargement de disques de frein



## FATIGUE - CHOC - TENUE EN SERVICE

- ◆ Modélisation numérique et physique d'impacts balistiques sur le thorax : reconstruction de cas réels, mécanismes, critères lésionnels et évaluation de protections balistiques
- ◆ Analyse de la durabilité des fibres de lin à partir de l'étude de fibres égyptiennes anciennes
- ◆ Évaluation de la durabilité de polymères ignifugés, imprimables en 3D, pour applications ferroviaires



## FONDERIE

- ◆ Réduction dimensionnelle et prédiction à partir de données pour l'optimisation des défauts en fonderie
- ◆ Faisabilité du réemploi de copeaux d'usinage dans les procédés de fonderie acier
- ◆ Analyse des populations d'imperfections pour le dimensionnement en fatigue d'alliages d'aluminium de fonderie HPDC (High Pressure Die Casting)





## FORGE ET DÉFORMATIONS PLASTIQUES

- ◆ Optimisation avancée du procédé d'estampage à chaud de structures sandwich mousse-composite
- ◆ Étude expérimentale de l'incrustation de pierres dans des métaux précieux par forgeage à froid ou à chaud
- ◆ Optimisation des stratégies de meulage robotisé par identification semi-automatique des défauts et maintien de la cohérence réel/virtuel

## GESTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

- ◆ Conversion durable de la biomasse en bioénergie par pyrolyse
- ◆ Conception d'une batterie 28V avec une masse réduite de 40 % par rapport aux solutions actuellement sur le marché
- ◆ Développement de câbles composites haute tension pour accroître la capacité de transfert et le pilotage fiable des réseaux électriques
- ◆ Système de refroidissement de batteries utilisant un fluide diélectrique
- ◆ Gestion distribuée de l'énergie dans un réseau hybride AC/DC pour renforcer la production locale et le déploiement des bornes de recharge
- ◆ Méthodologie non intrusive de diagnostic des défauts électriques pour l'éolien offshore
- ◆ Étude sur les réseaux de recharge intelligente des e-Bus



## GRANDES SOUFFLERIES

- ◆ Études aérodynamiques expérimentales pour la réduction de la traînée des cyclistes de l'équipe de France (route et vélodrome) et des rameurs de l'équipe de France d'aviron
- ◆ Structures sandwich à âme nid d'abeille avec fluide cavitant pour la protection contre les effets de souffle
- ◆ Étude et modélisation expérimentale de l'action du vent sur des structures d'ombrières de parking
- ◆ Évaluation des performances aérodynamiques d'une aile symétrique à fente et cambrure variable pour la propulsion éolienne de navires marchands

## PROCÉDÉS D'USINAGE

- ◆ Étude expérimentale de l'usinage de l'os temporal pour la chirurgie de l'oreille et développement d'une maquette artificielle d'entraînement chirurgical
- ◆ Analyse des régimes énergétiques de la découpe de matériaux transparents pour verres optiques
- ◆ Développement d'un jumeau numérique connecté en temps réel aux capteurs machine pour la surveillance de la dégradation des outils coupants en usinage
- ◆ Optimisation du perçage des assemblages aéronautiques par le développement d'assistances cryogéniques à la coupe (microlubrification et CO<sub>2</sub> super critique)

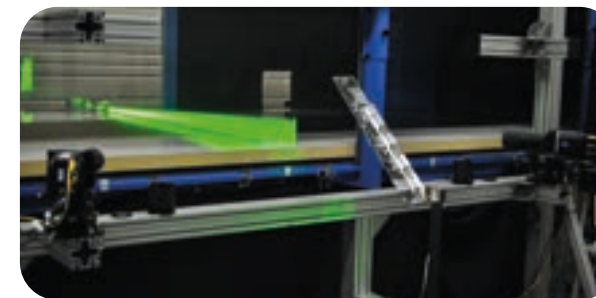


## ROBOTIQUE INDUSTRIELLE

- ◆ Amélioration de l'ergonomie humaine lors de la manipulation conjointe d'objets déformables avec des robots collaboratifs
- ◆ Synthèse et commande de systèmes de propulsion reconfigurable pour robots sous-marins autonomes
- ◆ Algorithmes avancés de contrôle-commande pour robots de placement de fibres, optimisant la tenue mécanique de structures composites de grande dimension
- ◆ Développement du contrôle de vibrations semi-actif pour transmissions électriques automobiles
- ◆ Modélisation de lignes de production textile et conception d'architectures innovantes, flexibles et agiles pour répondre à des changements rapides de production

## SIMULATEURS ET RÉALITÉ VIRTUELLE

- ◆ Collaboration multi-agents en environnement naval basée sur l'IA
- ◆ Évaluation virtuelle personnalisée pour l'implantation transcathéter de valves aortiques
- ◆ Simulation d'adaptation des parcours urbains face aux surchauffes et aux pollutions
- ◆ Développement d'une plateforme numérique pour le pilotage de chantiers de grande dimension (naval et nucléaire)
- ◆ Logiciel d'aide à la communication pour les personnes atteintes de la maladie de Parkinson
- ◆ Environnement immersif de formation pour pompiers



## TRAITEMENTS ET FONCTIONNALISATION DE SURFACE

- ◆ Utilisation de mousses à effet bloquant et de mousses de désorption/vectorisation du fer pour le traitement de nappes phréatiques
- ◆ Fonctionnalisation de composites stratifiés en environnement cryogénique pour le contrôle à long terme de la perméation de l'hydrogène
- ◆ Nitruration et nitro-carburation gazeuse d'acier à outils

## TURBOMACHINES ET SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES

- ◆ Développement d'un compresseur électrique multi-usages et éco-conçu pour véhicules décarbonés
- ◆ Optimisation de la conception de propulseurs à entraînement annulaire (RIM-driven)
- ◆ Optimisation des systèmes auxiliaires de gestion thermique et d'alimentation en air des piles à combustible
- ◆ Contrôle d'un dispositif embarqué de production d'hydrogène pour réduire les émissions polluantes des motorisations thermiques
- ◆ Jumeau numérique de réservoirs d'hydrogène
- ◆ Utilisation de l'hydrogène issu d'énergies marines renouvelables pour l'alimentation conjointe des îles isolées et des navires qui les desservent





# RESSOURCEMENT SCIENTIFIQUE

## UN LEVIER STRATÉGIQUE POUR ANTICIPER LES INNOVATIONS INDUSTRIELLES DE DEMAIN

Le ressourcement scientifique, financé par l'abondement Carnot, constitue un levier stratégique majeur du Carnot ARTS pour préparer les innovations industrielles de demain. Il permet aux laboratoires de développer des travaux de recherche amont, d'**explorer des technologies de rupture et de lever des verrous scientifiques**, tout en restant résolument orientés vers des retombées industrielles à moyen et long terme.

Chaque année, l'institut Carnot ARTS consacre **70 %** de l'abondement Carnot au ressourcement scientifique, afin de maintenir un haut niveau de la **compétitivité scientifique**, de renforcer les **expertises différenciantes** des laboratoires et de nourrir durablement la recherche contractuelle en permettant à nos partenaires industriels de développer de **nouveaux avantages concurrentiels**.

## UN PILOTAGE ORIENTÉ VERS LA VALORISATION INDUSTRIELLE

La logique de valorisation industrielle est intégrée à toutes les étapes du processus de ressourcement scientifique. Elle commence dès le choix des projets financés, qui sont orientés en vue de retombées industrielles, et se prolonge par un pilotage structuré assuré par le **comité de valorisation du Carnot ARTS**.

À l'issue de chaque projet, les chercheurs présentent devant ce comité, les résultats de leurs travaux afin d'en évaluer le **potentiel de transfert**, d'identifier des **marchés cibles** et de définir une **démarche structurée** de développement industriel. **Les chargés d'affaires Carnot ARTS** sont pleinement associés à cette instance, afin d'assurer un lien direct entre production scientifique et partenariats avec les entreprises.

## UN VECTEUR DE STRUCTURATION INTERNE ET DE MOBILISATION COLLECTIVE

Le ressourcement scientifique est également un puissant vecteur de mobilisation collective et de structuration. Depuis de nombreuses années, aucun financement n'est accordé à un projet de recherche porté par un seul laboratoire.

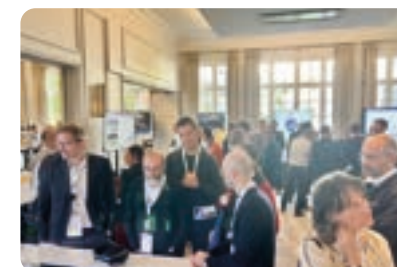
Cette exigence favorise les complémentarités scientifiques et l'émergence de synergies durables entre équipes. Cette dynamique s'étend désormais au-delà du périmètre du Carnot ARTS, puisque **plus d'un tiers des projets de ressourcement scientifique sont aujourd'hui inter-Carnot**, impliquant d'autres instituts du réseau.



## TECH SHOW 2025 : UN TEMPS FORT

Organisé pour la première fois en 2025, le **TECH SHOW Carnot ARTS** a constitué une vitrine prestigieuse pour le ressourcement scientifique Carnot ARTS.

L'événement a réuni le 30 septembre, un panel ciblé de **100 décideurs industriels** autour de **16 démonstrateurs technologiques exclusifs**, issus de projets financés par l'abondement Carnot. Ces démonstrateurs illustrent la capacité des 23 laboratoires à transformer des travaux de recherche amont en briques technologiques scientifiquement mûres, prêtes à engager une nouvelle phase de développement avec les industriels.



Durant la journée, deux tables rondes réunissant chercheurs et industriels, consacrées aux thématiques de l'innovation et de l'intelligence artificielle, ont également permis de valoriser les expertises du Carnot ARTS et de renforcer le dialogue et les interactions entre le monde académique et les entreprises.

## LES 16 DÉMONSTRATEURS DU TECH SHOW

- ◆ **ASRING** *Autonomous Surface Robot Integrating Navigation without GNSS*
- ◆ **CardioVascSim** *Boucle circulatoire biomimétique et fantômes aortiques*
- ◆ **CheckYourPart** *Contrôle non destructif automatisé par robots synchronisés*
- ◆ **e-VAP** *Propulseur à axe vertical tout électrique avec calage intelligent des pales*
- ◆ **FAVIB** *Dispositif d'essais de fatigue vibratoire multiaxiaux à haute fréquence*
- ◆ **HAISkills - Humanoid Advanced Interactive Skills** *Algorithmie d'interaction en robotique humanoïde*
- ◆ **IWS - Integrated Wear Scope** *Solution automatisée de contrôle d'usure d'outil intégré dans une machine-outil*
- ◆ **NANO GAZ TRACKER** *Capteurs actifs miniatures pour la détection sélective de gaz*
- ◆ **ParaSnowboard** *Prothèse sur mesure pour la pratique du snowboard*
- ◆ **PLUTON** *Plateforme de validation pour systèmes électrotechniques complexes*
- ◆ **RehabByExo** *Exosquelette pour la rééducation à la marche post-AVC*
- ◆ **SMA Cyclor** *Machine de caractérisation en fatigue des fils en AMF*
- ◆ **SMARTFOIL** *Amortissement piézoélectrique des surfaces vibrantes*
- ◆ **Smart City Twin** *Jumeau numérique immersif hybride pour la planification urbaine en temps réel*
- ◆ **SOLIDAR** *Suivi par ondes de Lamb en temps réel et in situ de la corrosion aéronautique*
- ◆ **VÉNUS COCKTAIL** *Assistance cryogénique à l'usinage par CO2 supercritique (ScCO2)*



Découvrez les fiches détaillées de chaque démonstrateur en téléchargeant le livret







## INTERVIEW DE PHILIPPE VÉRON

" Le TECH SHOW s'inscrit pleinement dans le cercle vertueux entre ressourcement scientifique et recherche contractuelle "



### Quel était l'objectif du TECH SHOW 2025 ?

Le TECH SHOW est né de la volonté de montrer à des industriels les résultats concrets de nos projets de ressourcement scientifique. Il s'agissait de présenter, à travers une sélection de démonstrateurs exclusifs, l'étendue des expertises des 23 laboratoires du Carnot ARTS, mais surtout leur capacité à transformer des travaux de recherche amont en briques technologiques à forte valeur ajoutée. Lors de cette première édition, 16 démonstrateurs ont été présentés à une centaine d'industriels, illustrant des technologies à différents niveaux de maturité, depuis la recherche exploratoire jusqu'à des solutions en cours d'intégration produit.

### Comment le TECH SHOW s'inscrit-il dans la relation avec les industriels ?

Le TECH SHOW s'inscrit pleinement dans le cercle vertueux entre ressourcement scientifique et recherche contractuelle. Le ressourcement scientifique alimente l'innovation, qui génère à son tour de nouvelles opportunités de partenariats industriels, de codéveloppement, de transfert technologique ou de valorisation économique.

En présentant des technologies à différents niveaux de maturité, nous ouvrons la voie à de multiples formes de collaboration : codéveloppement pour faire monter les TRL, transfert industriel, licensing, voire création de spinoffs. C'est aussi un moyen de faire découvrir à nos partenaires historiques des champs d'expertise qu'ils n'avaient pas encore identifiés au sein du Carnot ARTS, et de susciter de nouvelles dynamiques d'innovation croisée entre secteurs.



### Quel bilan tirez-vous de cette première édition ?

Le TECH SHOW 2025 a confirmé l'attractivité de ce format, tant du côté des industriels que des équipes de recherche. Les retours qualitatifs recueillis ont été unanimes, soulignant à la fois la richesse des contenus présentés, la maturité scientifique des démonstrateurs et la capacité du Carnot ARTS à proposer des briques technologiques différenciantes. Cet intérêt marqué se traduit d'ores et déjà par des échanges approfondis avec certains des industriels présents et par la concrétisation progressive de nouveaux projets R&D. Même s'il est encore trop tôt pour faire un bilan exhaustif des retombées, nous sommes extrêmement satisfaits de cette première édition et sommes convaincus qu'elle contribuera à accélérer l'émergence de collaborations à fort impact.

### Y aura-t-il une prochaine édition ?

Suite à cette première édition réussie, nous envisageons effectivement de donner une suite au TECH SHOW. Une déclinaison au niveau régional, sous différents formats, fait partie des pistes à l'étude pour 2026. Cela est pleinement cohérent avec le fort ancrage territorial du Carnot ARTS et avec notre volonté de continuer à développer nos partenariats avec les PME en région. Aujourd'hui, les 16 démonstrateurs sont installés dans les laboratoires porteurs des projets. C'est aussi une formidable opportunité de faire découvrir ces technologies à nos étudiants sur les campus, et d'incarner très concrètement le triptyque Enseignement / Recherche / Transfert industriel, qui est au cœur de l'enseignement supérieur français.

Quant à une prochaine édition nationale, nous entretenons volontairement un peu de suspense. Ces 16 démonstrateurs ont été sélectionnés parmi 40 dossiers de très grande qualité, et nous avons encore beaucoup de belles choses dans nos laboratoires. Chaque année, de nouvelles avancées scientifiques émergent, de nouveaux verrous technologiques sont levés... Autant de perspectives qui ouvrent naturellement la voie à de futures éditions.





# LES PROJETS DE RESSOURCEMENT FINANCÉS EN 2025

En 2025, 17 projets ont été financés sur l'APP 2025.

L'abondement Carnot représente en moyenne 50 % du financement de ces projets.

En 2025, 2,9 M€ ont été consacrés au ressourcement, soit 71 % de l'abondement Carnot.

◆ **CARE (Commande pour l'Autonomie et la Résilience énergétique)**  
Laboratoires : ESTIA / I2M

◆ **CHAI-CAP (Collaboration Humain-Agent Intelligent dans la Conception Amont de Produit)**  
Laboratoires : LCPI / LISPEN / ESTIA

◆ **COFFUGRAM (COrrosion Fatigue of Functional GRadient Additive manufacturing Materials)**  
Laboratoires : I2M / ICA IMT MINES Albi (CARNOT MINES)

◆ **Conception d'une commande robuste et intelligente destinée au système multi sources d'énergie connecté au réseau électrique pour l'alimentation d'un système multi-charges.**  
Laboratoires : L2EP / Institut Pascal auvergne INP (Carnot MECD)

◆ **CSR-kit : kit méthodologique outillé pour l'aide à la Conception Soutenable et Résiliente**  
Laboratoires : I2M / L2EP / G-SCOP (iC EDF)

◆ **DEEPART : Deep studies on 2D h-BN epitaxy and its high-quality layered heterostructures for modelling with artificial intelligence**  
Laboratoires : IRL GT / IJL (iC ICEEL)

◆ **Développement d'indicateurs de conception pour une circularité soutenable forte des convertisseurs en EP**  
Laboratoires : I2M / G2Elab (iC EdF)

◆ **DICTION : Distributed Intelligence and connected things for robust and efficient industrial communication networks**  
Laboratoires : ESTIA / CIAD

◆ **Eaux en transition : conception de démonstrateurs de filtration in situ, rendant lisibles les enjeux de qualité de l'eau, de gestion des flux et de résilience territoriale**  
Laboratoires : CRD / IRDL

◆ **MARSUPILAMI : Maîtrise de la réponse d'un système aérodynamique aux perturbations localisées multi-échelles**  
Laboratoires : LMFL / LAMIH / IRENAV

◆ **Métrologie adaptative : stratégies dynamiques d'optimisation des processus de mesure**  
Laboratoires : LCFC / LABOMAP

◆ **MIIA : Analyse multiéchelle du comportement mécanique des interfaces et interphases adhésives**  
Laboratoires : IRDL / I2M / CIRIMAT (iC CBC)

◆ **OpenARTS : Plateforme pour les logiciels Open Source du réseau Carnot ARTS**  
Laboratoires : PIMM / LEM3

◆ **REPAIR : Optimisation de la tenue à l'usure lors de restauration des moules/outils par wire laser additive manufacturing**  
Laboratoires : LAMIH / I2M

◆ **STAB (Smart Testing & Advanced Benches)**  
Développement de bancs d'essai intelligents par intégration de jumeaux numériques et IA.

◆ **TWIN : Thermoplastic WINding (composites processing for H2 tank)**  
Laboratoires : IRDL / LAMPA / PIMM

Découvrez en vidéo les résultats de nos précédents projets



## 7 PROJETS STRUCTURANTS EN COURS

### ScCRYO2

Mesurer la pertinence et l'impact de l'assistance à l'usinage par CO<sub>2</sub> super critique comme alternative plus écologique et plus saine aux huiles de coupe, afin d'améliorer la durée de vie des outils et la qualité des pièces produites.

- ◆ 4 laboratoires Carnot ARTS : LIFSE, LaBoMaP, I2M Chambéry, LAMPA
- ◆ Partenaires du projet : Carnot CETIM, Région Pays de la Loire, Région Bourgogne Franche Comté, Angers Loire Métropole



### RehabByExo

Développer un exosquelette pour la rééducation des patients hémiparétiques sévères suite à un AVC, afin de permettre la récupération des capacités fonctionnelles de locomotion.

- ◆ 5 laboratoires Carnot ARTS : LAMPA, IBHGC, LIPSEN, LAMIH, LCPI
- ◆ Partenaire du projet : CHU de Bordeaux

### THERMOS

Étudier des stratégies de recyclage des métaux par voie solide afin de développer des voies de circularité moins énergivores.

- ◆ 5 laboratoires Carnot ARTS : LAMPA, LEM3, IRDL, LCFC, MSMP
- ◆ Partenaire du projet : Région Bretagne

### SCD2

Démontrer l'usage des technologies de l'industrie 4.0 pour la récupération de composants encore fonctionnels ou de pièces à forte valeur ajoutée économique ou à enjeux matériaux.

- ◆ 6 laboratoires Carnot ARTS : I2M, LISPEN, LAMIH, L2EP, LCFC, ESTIA-R
- ◆ Partenaires : Carnot CETIM, Carnot Énergies du Futur, Région Nouvelle Aquitaine



### CRIC

Analyser et modéliser la capacité d'absorption d'énergie des matériaux architecturés soumis à des impacts afin de développer des structures plus performantes en dissipation d'énergie.

- ◆ 5 laboratoires Carnot ARTS : I2M, IRDL, PIMM, ESTIA, LAMIH
- ◆ Partenaires du projet : CEA, DGA

### DAMAS

Réaliser 6 démonstrateurs illustrant les approches complémentaires de l'usage du numérique au service des procédés de fabrication.

- ◆ 7 laboratoires Carnot ARTS : IRDL, LISPEN, LAMPA, LCFC, PIMM, LEM3, LAMIH



### OptUSeH2

Développer un Jumeau Numérique permettant la gestion en temps réel des paramètres d'utilisation des systèmes hydrogène afin d'optimiser leur durabilité et l'adéquation entre efficacité énergétique et besoins.

- ◆ 4 laboratoires Carnot ARTS : PIMM, I2M, LIFSE, LEM3
- ◆ Partenaire du projet : ESTACA







# OptUSeH2 : JUMEAU NUMÉRIQUE HYBRIDE POUR L'OPTIMISATION DES SYSTÈMES HYDROGÈNE



L'équipe OptUSeH2

Porté par huit laboratoires du Carnot ARTS et coordonné par Joseph FITOUSSI (PIMM), le projet OptUSeH2 s'impose comme une initiative structurante de référence dans le domaine des systèmes hydrogène intelligents. Il vise à concevoir un ou plusieurs jumeaux numériques à objectifs multiples, véritables leviers d'optimisation intelligente de l'usage de l'hydrogène. Multidisciplinaire et orienté vers l'innovation, OptUSeH2 marque une étape stratégique pour la performance énergétique et la durabilité des technologies hydrogène.

## UNE APPROCHE GLOBALE ET INÉDITE DES SYSTÈMES HYDROGÈNE

Dans un contexte de transition énergétique accélérée, l'hydrogène vert apparaît comme une solution clé pour la mobilité et les applications stationnaires. OptUSeH2 adopte une approche systémique visant à considérer le système hydrogène comme un tout intégré et intelligemment piloté, et non comme une juxtaposition de composants. « L'objectif n'est pas de concevoir un système unique, mais de construire une méthodologie adaptable, valable pour les systèmes embarqués comme pour les installations stationnaires », résume Joseph FITOUSSI.

Le projet mobilise des compétences transdisciplinaires en mécanique des structures, durabilité des matériaux, analyse fluide, optimisation systémique, transferts thermiques, électrochimie et intelligence artificielle. Cette synergie permet d'adresser simultanément les enjeux liés au stockage et à la pile à combustible (PaC), avec pour objectif de développer une méthodologie générique adaptable à différents types de systèmes hydrogène.

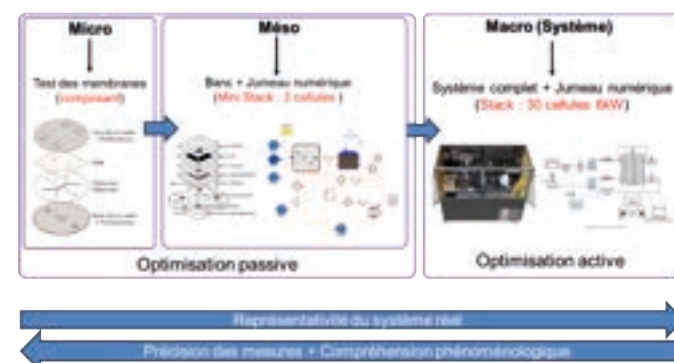
La feuille de route prévoit le développement de deux jumeaux numériques distincts, leur validation sur bancs expérimentaux, puis leur couplage afin de maîtriser à la fois la conception et l'exploitation de systèmes hydrogène complets.

## L'INTELLIGENCE NUMÉRIQUE AU SERVICE DE LA PERFORMANCE ET DE LA DURABILITÉ

OptUSeH2 repose sur des jumeaux numériques hybrides combinant modélisation physique fine et intelligence artificielle. Ces outils exploitent en temps réel les données issues de capteurs pour améliorer la compréhension et le pilotage des systèmes.

Concernant les réservoirs, soumis à des sollicitations thermomécaniques sévères (pression, fatigue, chocs, humidité), le jumeau numérique vise à prédire les mécanismes de dégradation. Le projet évalue notamment des matériaux composites à matrice thermoplastique, plus recyclables et plus résistants à la fatigue et à l'impact. Les mécanismes d'endommagement sont modélisés à différentes échelles via des simulations multiphysiques, puis validés expérimentalement. Les données terrain (mesures acoustiques, déformations, températures, signaux piézo-électriques) alimentent en continu le jumeau afin d'ajuster dynamiquement les prédictions et les conditions d'usage.

Côté pile à combustible PEMFC, le second jumeau numérique cible l'optimisation conjointe du rendement énergétique et de la durée de vie des composants (membranes, humidificateurs, compresseurs, circuits auxiliaires). Une instrumentation dense permet de suivre en continu température, humidité, pression, débits et courant. La modélisation systémique du stack, développée sous Modelica, permet de simuler différents scénarios de fonctionnement afin d'optimiser la gestion thermique, la pression de suralimentation et les débits d'eau, dans une logique de performance et de durabilité accrues.



Démonstrateurs et jumeaux numériques de systèmes PAC, du composant au dispositif complet

## UNE BOUCLE SIMULATION-EXPÉRIMENTATION AU SERVICE DE LA PRÉCISION

Le projet s'appuie sur une approche itérative articulant modélisation et validation expérimentale. Des scénarios d'usage représentatifs (cycles urbains, conditions extrêmes, stockage longue durée) sont définis, puis reproduits sur bancs d'essai. Les données collectées alimentent des algorithmes d'apprentissage qui ajustent progressivement les modèles. Chaque itération améliore la précision des prédictions, avec pour objectif une concordance simulation-réalité supérieure à 95 %.

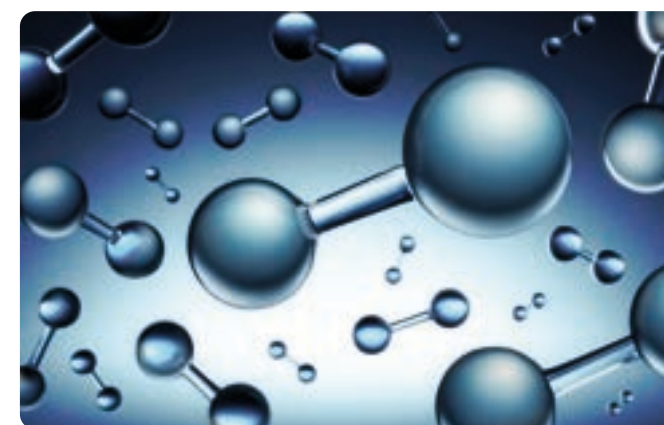
## AVANCÉES À MI-PARCOURS : DÉMONSTRATEURS ET VALIDATIONS

En 2025, le projet OptUSeH2 est entré dans une phase opérationnelle avec le déploiement de démonstrateurs dédiés aux sous-systèmes pile à combustible et stockage.

Pour la pile à combustible, un premier banc d'essai opérationnel à l'12M permet d'établir les lois de vieillissement des membranes PEM. Une seconde plateforme, puis un banc grandeur nature en 2026, permettront de valider le jumeau numérique à des échelles de plus en plus représentatives.

Le volet stockage repose sur une méthodologie multi-échelles portée par trois thèses doctorales : caractérisation et optimisation des composites, modélisation du procédé d'enroulement et performance structurelle, optimisation de la conception par IA et gestion en temps réel de l'usage. Une plateforme numérique unifiée combine simulation de fabrication et calculs par éléments finis. Un démonstrateur expérimental instrumenté, permettra très prochainement de tester des tubes composites en conditions cycliques et d'alimenter les approches de maintenance prédictive.

Dans les deux cas, simulations multiphysiques, expérimentations multi-échelles et intelligence artificielle interagissent dans une boucle itérative, préparant le couplage final des deux jumeaux numériques.



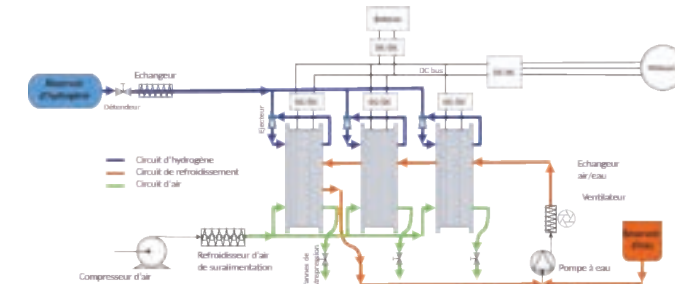
Démonstrateur de durabilité à la fatigue des composites de réservoirs d'hydrogène.

## UNE SOLUTION TECHNOLOGIQUE PRÊTE À L'EMPLOI POUR L'INDUSTRIE DE L'HYDROGÈNE

OptUSeH2 vise à fournir à l'industrie une solution technologique opérationnelle permettant de réduire les coûts d'exploitation, d'optimiser la conception et de déployer une maintenance prédictive. Le pilotage en temps réel permet d'ajuster les paramètres d'usage, de surveiller l'état des composants critiques et d'anticiper leur dégradation, y compris en conditions sévères.

Le couplage des jumeaux numériques dédiés au stockage et à la pile à combustible permettra un pilotage global, du remplissage du réservoir à la gestion énergétique, ouvrant la voie à la mise en place de sites pilotes industriels et à une future commercialisation à grande échelle.

Avec OptUSeH2, le Carnot ARTS pose les fondations d'une nouvelle génération de systèmes hydrogène intelligents, alliant robustesse, performance et durabilité.



Exemple d'architecture multi-stacks avec un système de gestion thermique et d'alimentation en air commun



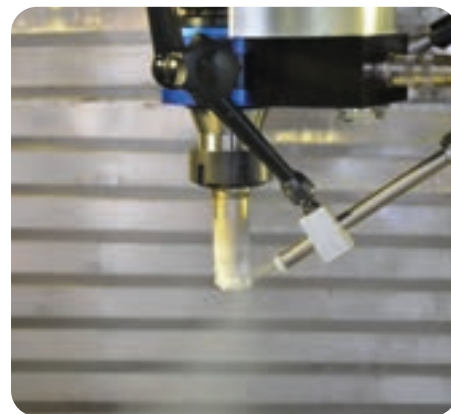
# RÉSEAUX THÉMATIQUES INTER-CARNOT

L'institut Carnot ARTS s'est engagé fortement dans la dynamique des "Réseaux Thématiques Carnot". L'objectif est de développer une force de frappe collective inter-Carnot, permettant d'investir dans des actions communes, de construire des offres intégrées et de renforcer le positionnement global du dispositif Carnot auprès des grandes filières industrielles.

Le Carnot ARTS est impliqué dans 4 de ces réseaux thématiques.

## INDUSTRIE DU FUTUR

- ◆ Favoriser l'émergence d'une nouvelle offre française de solutions « industrie du futur » en embarquant tous les acteurs de la chaîne de valeur (du composant élémentaire au système complexe).
- ◆ Contribuer à la décarbonation par l'usage des technologies.
- ◆ Donner de la valeur à l'outil de production, au site d'exploitation et à ses organisations.
- ◆ Concevoir et réaliser des produits innovants et écoresponsables, intégrant de nouveaux services.



## MOBILITÉS

- ◆ Décarboner les mobilités.
- ◆ Optimiser les performances énergétiques.
- ◆ Concevoir des matériaux et procédés plus performants et plus durables.
- ◆ Développer et optimiser les outils numériques.
- ◆ Innover dans le transport multi-modal et servir les nouveaux usages.
- ◆ Contribuer au bien-être des usagers et des riverains en préservant l'environnement.



Historiquement positionné aux côtés des grands acteurs de la mobilité et de l'industrie du futur, le Carnot ARTS se devait d'assumer un rôle moteur au sein de ces 2 alliances stratégiques à fort impact environnemental et à fort enjeu de souveraineté européenne. La période 2024-2025 a marqué une étape décisive dans le déploiement opérationnel d'actions collectives structurantes et à forte visibilité : cartographie nationale des Carnot pour la Fabrication Additive ou participation commune à des salons industriels (Hyvolution, SIFER, ...).

En parallèle, l'intensification des collaborations au sein des ces 2 alliances s'est traduite très concrètement dans notre capacité à répondre collectivement à plusieurs AAP (dont RéCLasSIF : voir ci-dessous) et à initier de nouveaux projets de ressourcement inter-Carnot sur les technologies liées à l'Industrie du futur et aux mobilités. Au sein du Carnot ARTS, les succès de l'approche ciblée du secteur ferroviaire se sont notamment concrétisés par le dépôt de 2 programmes CORIFER.

Professeur Bruno FAYOLLE - Comité de direction du Carnot ARTS



## 3 INSTITUTS CARNOT MOBILISÉS POUR L'INDUSTRIE DU FUTUR



Lancé officiellement le 7 juillet 2025, le projet RéCLasSIF (Réseau de Campus Labellisés – Solutions pour l'Industrie du Futur) est porté conjointement par Arts et Métiers et Institut Mines-Télécom, sous l'égide du Comité Stratégique de Filière « Solutions Industrie du Futur ». Financé à hauteur de 15 M€ par le programme France 2030, via l'Agence nationale de la recherche, RéCLasSIF vise à structurer un réseau national de 15 campus d'excellence, répartis sur l'ensemble du territoire. Ces campus fonctionneront comme des hubs d'innovation régionaux, nationaux et internationaux, s'appuyant sur des plateformes technologiques à échelle industrielle pour déployer des solutions concrètes au service de l'industrie 4.0. Le projet mobilise plus de 1 000 enseignants-chercheurs et 10 000 apprenants, et associe étroitement trois instituts Carnot : Carnot ARTS, Carnot M.I.N.E.S et Carnot Télécom & Société Numérique. RéCLasSIF ambitionne ainsi de renforcer le positionnement de la France sur des segments technologiques d'avenir, en accélérant l'intégration de solutions industrielles, en formant les acteurs clés de l'Industrie du Futur et en rapprochant les offreurs de solutions des PME et ETI utilisatrices.

« C'est le lancement d'un réseau puissant, dont l'approche 360° prend racine au cœur des territoires pour proposer aux entreprises des solutions prêtes à être déployées »

MARC FERRACCI

Ministre chargé de l'industrie et de l'énergie - 7 juillet 2025







## ÉCONOMIE BLEUE

- ◆ Répondre aux attentes suscitées par les enjeux sociétaux et économiques majeurs de l'économie bleue.
- ◆ Faire connaître l'offre du Réseau des Carnot aux industriels.
- ◆ Faire remonter au sein de l'alliance les verrous scientifiques et technologiques perçus par la filière.
- ◆ Innover sur les thèmes des énergies marines, de la conversion et du stockage d'énergie, des navires du futur, des structures et matériaux, de la préservation des écosystèmes marins et de l'environnement.



La participation à cette alliance consolide notre forte proximité avec le Carnot MERS, copilote du réseau Economie bleue. Nos expertises reconnues en ingénierie marine, en mécanique des fluides et systèmes énergétiques, ainsi que notre expérience des précédents grands projets structurants, comme le projet SMARTFOIL sur les navires du futur nous ont permis d'acquérir une maturité de synergie à l'échelle du Carnot ARTS.

Sur la période 2024-2025, cette collaboration inter-Carnot a produit des résultats tangibles. Outre la participation conjointe à des salons de référence, tels que Seanergy, cette dynamique collective s'est concrétisée par le lancement de projets inter-Carnot ambitieux et par le démarrage de deux thèses CIFRE en cotutelle, témoignant d'une maturité opérationnelle qui nous ouvre de nouvelles opportunités de financement public et renforce la reconnaissance de notre label auprès des acteurs institutionnels et socio-économiques de la filière des industriels de la mer.

Professeure Shabnam ARBAB - Comité de direction du Carnot ARTS



## 4 PROJETS INTER-CARNOT PHARES POUR L'ÉCONOMIE BLEUE

- Vieillessement en milieu marin de biopolymères
- E-COMENT : Eco-conception optimale de pièces COMpositEs structurelles de Navire
- SAWASP : Smart Autonomous Wind-Assisted Ship Propulsion
- AMARSMER : Apprentissage de la Mobilité Autonome des Robots Sous-Marins pour la maintenance



## SANTÉ DIGITALE ET DISPOSITIFS MÉDICAUX

- ◆ Répondre aux grands défis actuels de santé publique et de mieux-être des individus.
- ◆ Favoriser les coopérations efficaces entre cliniciens et industriels du secteur.
- ◆ Concevoir des solutions innovantes au service de la santé.
- ◆ Développer le recours à l'innovation dans la prise en charge du patient.
- ◆ Écoconcevoir et prototyper des dispositifs médicaux innovants.



Cette alliance représente une plateforme authentique dédiée aux échanges et aux interactions entre les instituts de Santé et les instituts de Technologie. Son objectif premier est de mieux répondre aux besoins des patients tout en favorisant l'émergence de solutions novatrices. Cette mission s'articulera autour de la création de chaires collaboratives impliquant à la fois des partenaires industriels et le soutien actif aux technologies prometteuses issues de nos laboratoires.

Au sein du Carnot ARTS, cette démarche a déjà impulsé une forte dynamique permettant l'identification et la mise en synergie de nos compétences pointues et de nos plateformes technologiques dans des domaines variés tels que la biomécanique, la cardiologie, les pathologies rachidiennes, l'accidentologie et la réhabilitation. En 2024, les JO de Paris ont offert une visibilité inédite à nos projets en lien avec le sport et le para-sport. En 2025, à l'occasion du TECH SHOW Carnot ARTS, 1/4 des démonstrateurs issus du ressourcement scientifique et sélectionnés pour être présentés à un panel d'industriels concernaient les technologies pour la santé.

Professeur Farid BAKIR - Comité de direction du Carnot ARTS



## LA SANTÉ EN CHIFFRES AU SEIN DU CARNOT ARTS



- 98 projets répertoriés
- 86 chercheurs impliqués dans 11 laboratoires
- 91 partenaires uniques : APHP, CHUs, Inserm, Entreprises, Universités françaises et internationales, Fondations et associations

### QUELQUES PROJETS PHARES

- RehabByEXO : Réhabilitation post-AVC par exosquelette
- SAU : Simulateur artériel universel
- CLV-RC : Couplage locomotion - ventilation pour pathologies respiratoires chroniques
- CroissAnt : Modélisation de la croissance anévrysmale
- E2C2 : Entraînement cognitivo-moteur en réalité virtuelle
- RelaxHeart : Dispositif d'assistance pour insuffisance cardiaque





# CAP VERS 2026

## PERSPECTIVES

Dans le cadre renouvelé d'un dispositif Carnot élargi, l'institut Carnot ARTS poursuivra et renforcera ses efforts autour de plusieurs axes stratégiques

### RENFORCER NOTRE ANCRAGE TERRITORIAL AU SERVICE DES PME ET DES ETI

Mobilisé autour des enjeux de réindustrialisation, l'institut Carnot ARTS entend accompagner et impulser des dynamiques de structuration au cœur des territoires, en appui des politiques publiques nationales, régionales et métropolitaines. L'objectif est d'accélérer l'intégration et l'industrialisation de solutions technologiques en s'appuyant sur l'attractivité de nos plateformes technologiques.

Cette ambition s'appuie prioritairement sur les écosystèmes locaux - pôles de compétitivité et clusters - et sur les retours de notre participation aux EDIH et aux Diagnostics Industrie du Futur. L'intégration des Pôles Universitaires d'Innovation au sein du Réseau des Carnot constituera un levier supplémentaire pour le développement de projets inter-Carnot au plus près des territoires.

L'élargissement de notre périmètre renforce notre présence dans plusieurs régions stratégiques, notamment les Hauts-de-France, les Pays de la Loire et la Nouvelle-Aquitaine, et nous ouvre un accès direct à la Normandie, appelé à se consolider avec l'implantation prochaine d'un campus Arts et Métiers au Havre. Les projets structurants RéClasSIF et ITTAI renforceront notre capacité à être force de proposition et d'appui à l'innovation des PME sur l'ensemble du territoire.



### LE PROJET ITTAI



Innovative Territories, Technodiversity and AI for a Resilient, Inclusive and Sustainable Evolving Society

Porté par Arts et Métiers, le CNAM, l'IMT, l'INSA Lyon, l'École des Ponts ParisTech, l'Institut Agro, Sciences Po, avec le soutien du CNRS et du ministère de la Transition écologique, le collectif ITTAI accompagne la transformation industrielle des territoires. 6 instituts Carnot, dont le Carnot ARTS sont associés à cette initiative.

ITTAI développe des outils d'aide à la décision fondés sur des jumeaux numériques hybrides, s'appuyant sur des modèles d'IA frugaux, explicables et robustes, capables d'intégrer des données historiques et en temps réel pour simuler des scénarii prospectifs, afin de répondre aux enjeux majeurs que sont la maîtrise énergétique, la résilience et la durabilité des infrastructures, la compétitivité des territoires.

Les cas d'usage déjà déployés dans le cadre du projet permettent de prendre la mesure des apports de ces technologies pour l'industrie française.

### AFFINER NOTRE STRATÉGIE À L'ÉGARD DES GRANDS GROUPES

L'institut Carnot ARTS poursuivra l'affinement de sa stratégie en direction des grands groupes, en croisant une approche filière et une approche ciblée par grandes entreprises et groupes industriels. Cette démarche s'appuiera sur la poursuite de la cartographie, de la qualification des contacts et de la consolidation des échanges existants. Des groupes tels que Decathlon, Airbus ou Total seront prioritairement ciblés.

Un travail spécifique sera mené dans des secteurs stratégiques, en particulier le nucléaire, avec Framatome, EDF et Orano. L'identification des cibles pertinentes pour l'organisation de TechDays constituera un levier clé pour structurer et approfondir l'ensemble de ces relations.

### VALORISER ET ACCOMPAGNER LE RESSOURCEMENT SCIENTIFIQUE

Le ressourcement scientifique demeurera un pilier central de la performance du Carnot ARTS. Il s'appuiera sur l'action structurée du Comité de Valorisation et sur des travaux communs menés avec d'autres instituts Carnot.

La valorisation de ces dynamiques prendra plusieurs formes, parmi lesquelles :

- ◆ Déclinaisons régionales du TECH SHOW pour favoriser les rencontres industrielles de proximité autour de solutions concrètes et accélérer des mises en relation avec les entreprises.
- ◆ Organisation de TECHDAYS ciblés autour des technologies explorées par le ressourcement.
- ◆ Exposition de nos démonstrateurs issus du ressourcement scientifique sur des événements nationaux de référence tels que Global Industrie.

### RENFORCER LE RÉSEAU DE DÉVELOPPEMENT

#### POUR OPTIMISER LES SYNERGIES AU SEIN DU NOUVEAU PÉRIMÈTRE CARNOT ARTS

L'intégration des laboratoires et CRT nouveaux entrants au sein du Carnot ARTS rend indispensable le renforcement du réseau de développement, structuré autour des chargés d'affaires et des responsables de plateformes, en première ligne de la relation avec les entreprises.

En s'appuyant sur l'attractivité et la mise en réseau des plateformes technologiques, cette organisation vise à accélérer l'intégration et l'industrialisation de solutions, en réponse directe aux besoins des PME et des ETI sur l'ensemble du territoire. Elle constitue un levier clé pour consolider l'ancrage territorial du Carnot ARTS et renforcer la lisibilité de son offre.

Cette dynamique s'inscrira en articulation étroite avec les écosystèmes locaux, en priorité avec les pôles de compétitivité et les clusters identifiés, afin de structurer des réponses coordonnées, favoriser la montée en puissance des nouveaux entrants et maximiser l'impact collectif au service de l'innovation industrielle.

### ÊTRE MOTEUR DE LA NOUVELLE DYNAMIQUE DU RÉSEAU DES CARNOT

À l'aube de ses vingt ans de labellisation, et fort de sa position parmi les leaders du dispositif, l'institut Carnot ARTS poursuivra son engagement au service de l'action collective du Réseau des Carnot. Il continuera de contribuer au partage des bonnes pratiques, au développement de projets communs et au déploiement opérationnel des réseaux thématiques.

L'institut s'impliquera activement dans l'intégration des Pôles Universitaires d'Innovation et des nouveaux Carnot thématiques, tout en contribuant au rayonnement et à la consolidation de la marque Carnot.



# 9 NOUVEAUX ENTRANTS

proxinnov

**LaM<sup>CUBE</sup>**  
Laboratoire de mécanique,  
multiphysique, multiéchelle

**canoe**

**CTTC**  
Centre de transfert de technologies industrielles

**we network**  
ACCELERATEUR D'INDUSTRIE

**euler**  
LABORATOIRE

**CLARTÉ**

**VALUTEC**  
CENTRE D'INNOVATION  
ET D'ESSAIS TECHNOLOGIQUES

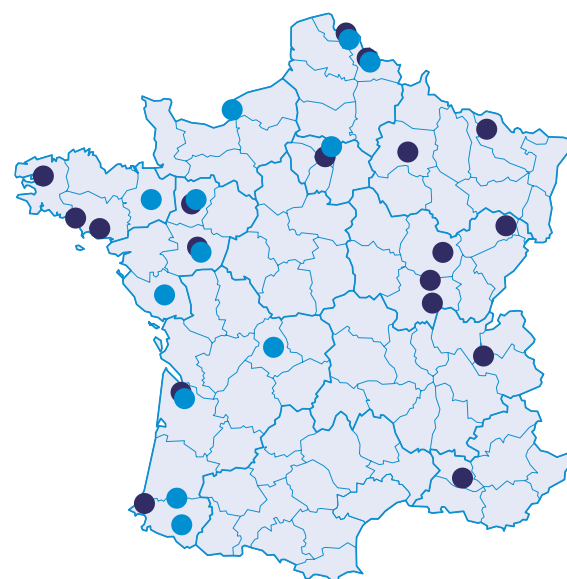
**INSTITUT  
MAUPERTUIS**

## IMPACT DU NOUVEAU PÉRIMÈTRE CARNOT ARTS

**9** nouvelles composantes,  
soit un total de **32** laboratoires et CRT

**10** nouvelles implantations,  
soit un total de **32** sites

**1** nouvelle région couverte,  
soit un total de **10** régions



● nouveaux entrants ● sites actuels

proxinnov



Cluster et centre de ressources technologiques

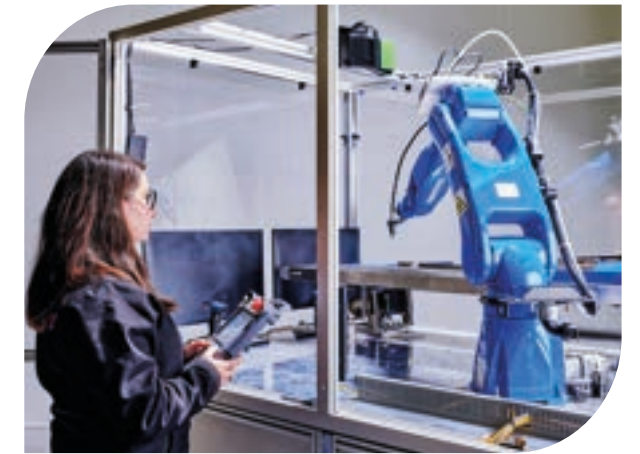
Création : 2013

19 ETP

Directrice : Jade LE MAITRE

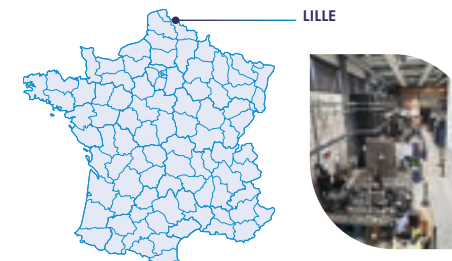
### LES EXPERTISES

- Robotique
- Industrie 4.0



**LaM<sup>CUBE</sup>**  
Laboratoire de mécanique,  
multiphysique, multiéchelle

centralelille Université de Lille CNRS



Laboratoire

Création : 2019

130 ETP

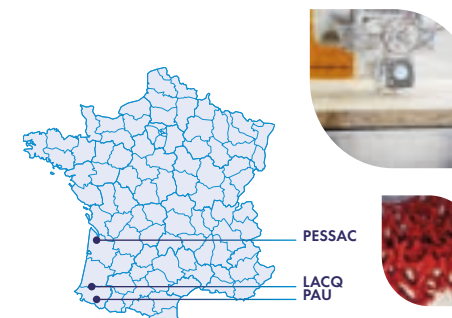
Directeur : Philippe DUFRÉNOY

### LES EXPERTISES

- Couplages multi-physiques dans les géo-matériaux
- Mécanismes d'endommagement et de fatigue matériaux/ structures
- Mécanismes induits par frottement
- Mécanique des tissus biologiques



**canoe**



Centre de recherche technologique et de transfert

Création : 2008

50 ETP

Directeur : Christophe MAGRO

### LES EXPERTISES

- Fibre de carbone
- Fibre et film polymère biosourcé
- Fibre creuse et membrane cellulaire
- Mousse et matériau cellulaire
- Tape unidirectionnel et non-tissé
- Matériaux composites et méthodes CND
- Récyclage textiles, plastiques et composites





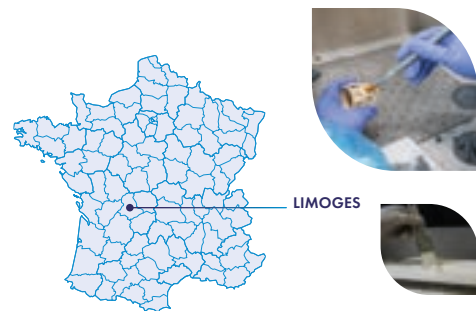


### Centre de ressources technologiques

📅 Création : 1984    👤 22 ETP    👤 Directeur : Olivier DURANT

#### LES EXPERTISES

- ◆ Céramiques techniques
- ◆ Procédés de fabrication conventionnels et avancés
- ◆ Fabrication additive des céramiques et multi-matériaux
- ◆ Caractérisation des céramiques
- ◆ Formation continue



LIMOGES

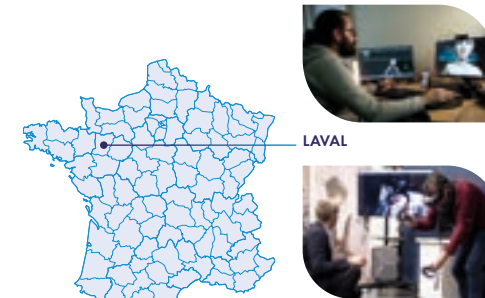
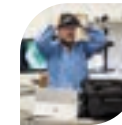


### Centre de ressources technologiques

📅 Création : 1996    👤 16 ETP    👤 Directeur : Alexandre BOUCHET

#### LES EXPERTISES

- ◆ Réalité augmentées
- ◆ Intelligence artificielle
- ◆ IHM



LAVAL

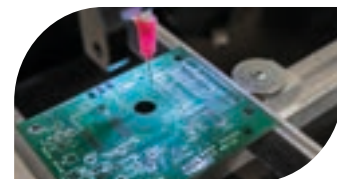


### Centre de ressources technologiques

📅 Création : 2014    👤 18 ETP    👤 Directeur : Sébastien ROSPIDE

#### LES EXPERTISES

- ◆ IoT et Industrial IoT
- ◆ Convergence IT / OT
- ◆ Conception et assemblage électronique
- ◆ Prototypage et industrialisation hardware



ANGERS

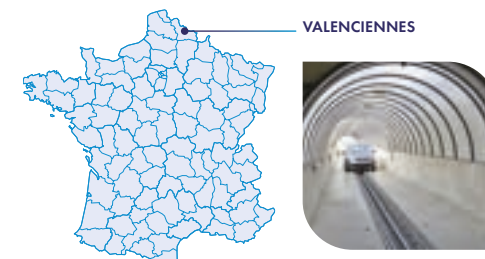


### Filiale de l'UPHF

📅 Création : 1999    👤 25 ETP    👤 Directeur : Bertrand CANAPLE

#### LES EXPERTISES

- ◆ Sécurité, confort, fiabilité et vieillissement dans les transports (principalement terrestres)



VALENCIENNES



### Laboratoire

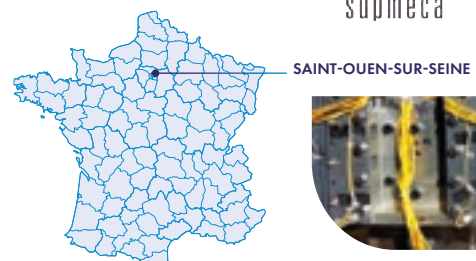
📅 Création : 2025    👤 29 ETP    👤 Directeur : Jean-Luc DION

#### LES EXPERTISES

- ◆ Ingénierie système
- ◆ Mécatronique
- ◆ Tribologie
- ◆ Matériaux pour la mécanique
- ◆ Vibrations et acoustique
- ◆ Mécanismes



isaie  
supmeca



SAINT-OUEN-SUR-SEINE

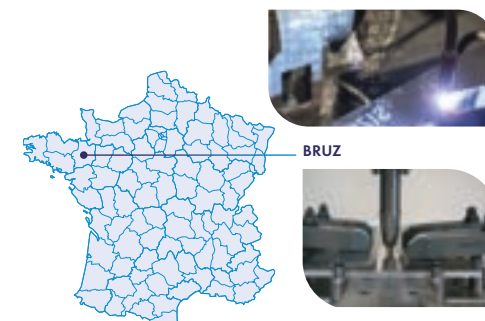


### Centre de ressources technologiques

📅 Création : 1999    👤 20 ETP    👤 Directeur : Eric LAURENSOT

#### LES EXPERTISES

- ◆ Assemblage par soudure et fabrication additive pour l'automobile, le naval, le nucléaire et l'aéronautique



BRUZ



## LA RECONNAISSANCE INTERNATIONALE DE NOS COMPÉTENCES

### ADDMOREPOWER

Développer de nouvelles méthodes de caractérisation avancées des matériaux et technologies pour semi-conducteurs de puissance.

### ACONIT

Concevoir, fabriquer et évaluer de nouveaux actionneurs aéronautiques, pour optimiser le contrôle du débit dans les turbines et prévenir les phénomènes de décrochage.

### BATTwin

Améliorer le rendement des lignes de production de cellules de batteries grâce à des jumeaux numériques.

### COMETAS

Concevoir simultanément des métamatériaux et les structures destinées à exploiter leurs propriétés.

### DOMMINIO

Développer des méthodes digitales innovantes pour concevoir, fabriquer, entretenir et pré-certifier des pièces d'avion multifonction intelligentes.

### EDIH

Les pôles européens d'innovation numérique aident les entreprises à relever les défis numériques, prioritairement sur l'IA, la Cybersécurité et le Calcul Haute Performance. Le Carnot ARTS est directement impliqué dans les dispositifs de 5 régions : Bourgogne-Franche-Comté (DEDICATED BFC), Grand Est, Hauts de France (GreenPowerIT), Nouvelle Aquitaine (DIHNAMIC), Corse (Corsica.AI).

### FastMat

Mettre au point une méthode rapide d'évaluation du comportement en fatigue, et réduire drastiquement les temps de caractérisation.

### FORESIGHT

Développer une plateforme de formation avancée en cybersécurité pour les secteurs de l'aviation, du naval et de l'énergie.

### GENEX

Développer une structure numérique pour optimiser la fabrication et la réparation de pièces composites afin de favoriser le fonctionnement des avions en continu, en garantissant la sécurité.

### IN-DEEP

Concevoir des algorithmes de Deep Learning explicables pour résoudre efficacement des problèmes inverses complexes régis par des équations différentielles partielles.

### ISOLA

Développer une approche systématique et automatisée de la sécurité des navires en intégrant des technologies innovantes pour la détection, la surveillance, la fusion des données, l'alarme et le reporting en temps réel en cas d'incidents.

### MARS

Ouvrir aux PME l'accès aux technologies de pointe dans le domaine des processus de fabrication numérique pilotés par IA et leur permettre d'intégrer des chaînes de conception et production réparties géographiquement et adaptées aux ressources, besoins et spécificités locales.

### MAXIMA

Élaborer une méthodologie complète pour la conception et les systèmes de production d'un moteur électrique pour le marché automobile.

### METABUILDING LABS

Accélérer l'adoption de technologies innovantes de l'enveloppe du bâtiment via des preuves de performance.

### MORPHO

Intégrer des capteurs optiques imprimés dans les aubes de moteurs d'avion pour leur conférer des capacités cognitives dès la fabrication et développer des jumeaux numériques afin d'optimiser leur production, leur fiabilité, leur maintenance et leur cycle de vie.

### NATURSEA

Accroître la durabilité et la fiabilité des structures marines pour le photovoltaïque flottant offshore.

### PIONEER

Créer une plateforme d'innovation ouverte combinant simulation, jumeaux numériques et données IoT pour optimiser la conception et le pilotage en temps réel de systèmes industriels à haut rendement et faible volume.

### PROSECCO

Créer un système de gestion modulaire et intégré de l'innovation, destiné à accompagner les projets collaboratifs de co-conception, en ciblant prioritairement les PME et les start-ups.

### R3GROUP

Favoriser la résilience des entreprises et la reconfiguration rapide de leurs chaînes de production en ciblant principalement les secteurs de l'automobile, de l'industrie textile, de l'électroménager, des produits manufacturés en métal, caoutchouc et plastique.

### THREAD

Développer les modélisations mécaniques, mathématiques et numériques pour la conception de structures élancées hautement flexibles et l'analyse de leurs réponses aux conditions réelles d'utilisation.

### XS-Meta

Former à la conception matériaux-structures de systèmes de haute technologie, en utilisant des métamatériaux à gradient fonctionnel imprimés en 3D.





# INSTITUT CARNOT ARTS

151 bd de l'Hôpital 75013 Paris

+33 (0)1 71 93 65 66

[www.ic-arts.eu](http://www.ic-arts.eu)

[contact@ic-arts.eu](mailto:contact@ic-arts.eu)

 [institut Carnot ARTS](#)

 [institut Carnot ARTS](#)

Communication institut Carnot ARTS - Janvier 2026

Création graphique : Cassandre DA COSTA

Crédits : AMVALOR, Arts et Métiers, Canva, Sacha HERON, Alexis CHEZIERE, Alexandre CAFFIAUX, Dmitry STESHENKO, Konstantin KOLOSOV, Lotfi DAKHLI, Dominique FEYSSE.