

The background of the cover is a photograph of a large industrial factory interior with a high, vaulted metal roof and people walking in the foreground. A large black diamond shape with a blue border is overlaid on the center, containing the report's title and subtitle.

RAPPORT D'ACTIVITÉ 2023

Votre partenaire **R&D**
pour relever les défis de
l'industrie du **futur**

SOMMAIRE

- ◆ **Edito**.....Page 4
- ◆ **L'institut Carnot ARTS**.....Pages 6-15
 - ◆ Un réseau national ancré sur le territoire
 - ◆ 23 laboratoires
 - ◆ Nos 3 axes de recherche
 - ◆ Le Comité de Direction
 - ◆ Notre offre aux entreprises
 - ◆ Vos chargés d'affaires en régions
- ◆ **Bilan 2023**.....Pages 16-35
 - ◆ Chiffres clés et temps forts
 - ◆ La stratégie de développement en actions
 - ◆ Chaires de recherche industrielle
 - ◆ Projets de ressourcement scientifique
 - ◆ Alliances inter-Carnot
 - ◆ Plateformes technologiques : success stories
- ◆ **Cap vers 2024**.....Pages 36-37
- ◆ **Horizon Europe**.....Pages 38-39



1600
chercheurs

16 plateformes
technologiques de pointe

23
laboratoires

INNOVER POUR L'INDUSTRIE RESPONSABLE ET L'AVENIR DURABLE

Professeur Philippe VÉRON, Directeur du Carnot Arts

En 2023, le Carnot ARTS a maintenu un niveau d'activité exceptionnellement dynamique, qui s'est traduit par une nouvelle progression de nos contrats de recherche directs avec les industriels.

Dans un contexte économique mondial incertain où la croissance française amorcée en 2022 s'est rapidement essouffée, la consolidation de nos résultats est une vraie source de satisfaction. Ce succès ne tient ni du miracle, ni du hasard, **il est le fruit du talent et de l'engagement de nos chercheurs au service de l'innovation** des entreprises. Je profite de cet édito pour leur exprimer toute notre admiration et nos félicitations.

Notre activité partenariale en 2023 s'est articulée autour de plusieurs axes forts :

- ◆ **La concrétisation d'un nombre record de chaires de recherche industrielle avec des groupes leaders.** C'est le résultat de la persévérance et de la rigueur de notre démarche partenariale, fondée sur la confiance et le long terme ;
- ◆ **Le renforcement de notre ancrage territorial historique aux côtés des TPE / PME,** par notre implication dans les Diagnostics Industrie du Futur, notre participation active à 4 EDIH et le développement de nos liens de proximité avec les acteurs de l'innovation et de l'industrie en régions ;
- ◆ **Notre engagement croissant dans la mise en œuvre des alliances Carnot Industrie du futur,** Mobilités, Économie Bleue, Santé digitale et dispositifs médicaux.

2023 restera également marquée par une progression de 22 % du montant de notre abondement Carnot. Cela nous honore car c'est la reconnaissance de notre travail assidu pour répondre aux besoins R&D des entreprises. **Cela nous engage aussi, car il est de notre responsabilité d'être au rendez-vous que l'Histoire donne à la Science, face aux enjeux cruciaux de décarbonation, de réindustrialisation et de souveraineté technologique.**

Pour relever ces défis, nous soutenons des projets de ressourcement scientifique et technologique ambitieux orientés vers des secteurs clés tels que **la filière hydrogène, l'écoconception et l'économie circulaire, l'intégration de modèles d'IA fiables, robustes et frugaux dans les systèmes et les infrastructures.**

Nous n'oublions jamais que notre réussite repose sur la confiance de nos 1000 partenaires industriels, une confiance construite dans la durée et dans la conviction partagée, que c'est par l'innovation responsable et maîtrisée que nous réussirons ensemble la transition écologique pour assurer à l'humanité un avenir de progrès désirable et durable.





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.

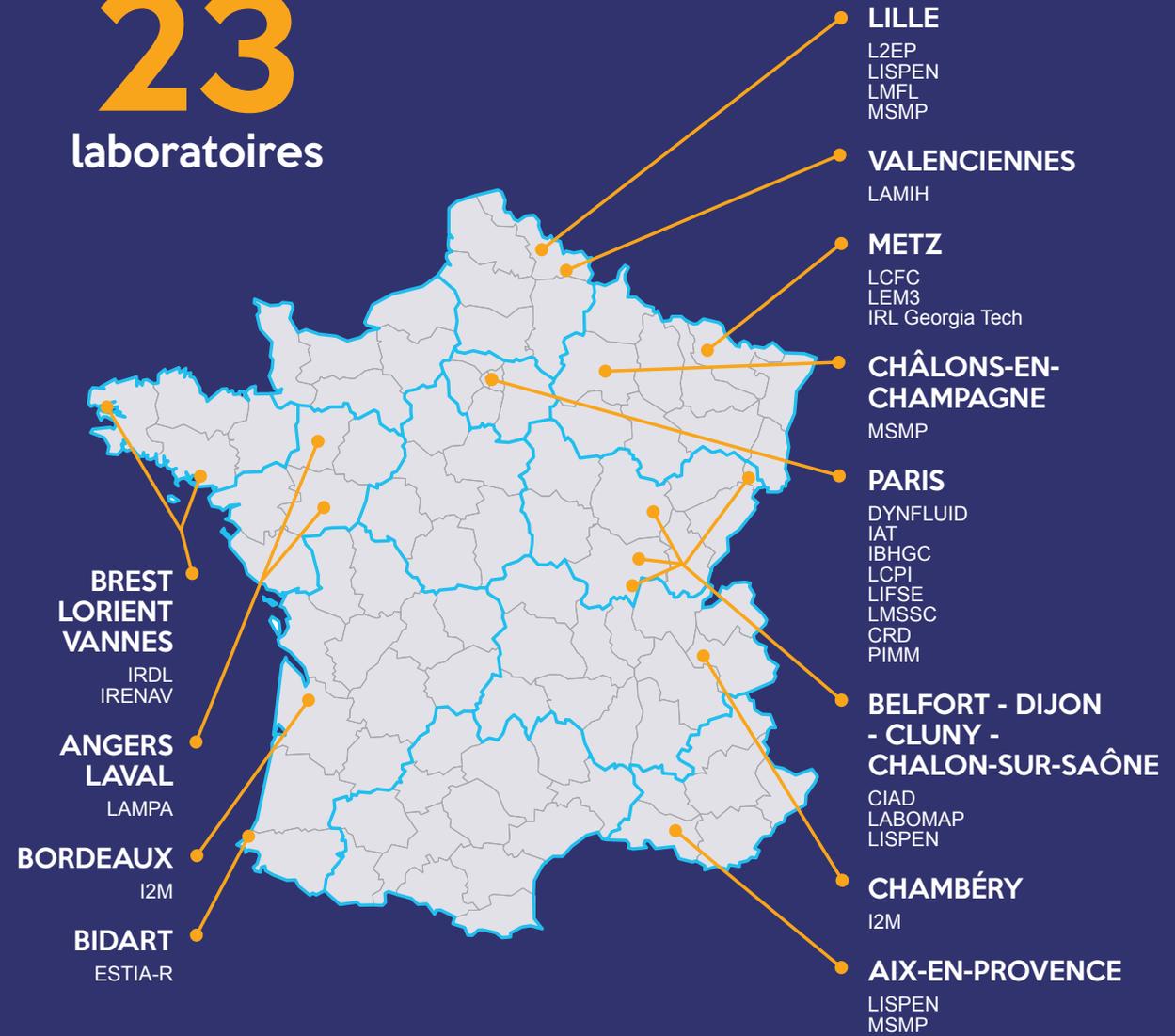
**UN RÉSEAU
NATIONAL DE R&D**
ANCRÉ SUR LE TERRITOIRE

18
implantations
régionales

1600
chercheurs

16 plateformes
technologiques de pointe

23
laboratoires



23

LABORATOIRES DE RECHERCHE

AUX EXPERTISES COMPLÉMENTAIRES

CIAD *Belfort, Dijon*

Laboratoire de Connaissance et d'Intelligence Artificielle Distribuées

CRD *Paris*

Centre de Recherche en Design

DynFluid *Paris*

Laboratoire de Dynamique des Fluides

ESTIA-R *Bidart*

Laboratoire de recherche de l'École Supérieure des Technologies Industrielles Avancées

I2M *Bordeaux, Chambéry*

Institut de Mécanique et d'Ingénierie

IAT *Paris*

Institut AéroTechnique

IBHGC *Paris*

Institut de Biomécanique Humaine Georges Charpak

IRDL *Brest, Lorient, Vannes*

Institut de Recherche Dupuy de Lôme

IRENav *Brest*

Institut de Recherche de l'École Navale

IRL GT *Metz*

International Research Lab Georgia Tech

L2EP *Lille*

Laboratoire d'Electrotechnique et d'Electronique de Puissance

LaBoMaP *Cluny*

Laboratoire des Matériaux et Procédés

LAMIH *Valenciennes*

Laboratoire d'Automatique, de Mécanique et d'Informatique Industrielles et Humaines

LAMPA *Angers, Laval*

Laboratoire Angevin de Mécanique, Procédés et innovAtion

LCFC *Metz*

Laboratoire de Conception Fabrication Commande

LCPI *Paris*

Laboratoire Conception de Produits et Innovation

LEM3 *Metz*

Laboratoire d'Étude des Microstructures et de Mécanique des Matériaux

LIFSE *Paris*

Laboratoire d'Ingénierie des Fluides et Systèmes Energétiques

LISPEN *Lille, Chalons-sur-Saône, Aix-en-Provence*

Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Physiques et Numériques

LMFL *Lille*

Laboratoire de Mécanique des Fluides de Lille - Kampé de Fériet

LMSSC *Paris*

Laboratoire de Mécanique des Structures et des Systèmes Couplés

MSMP *Aix-en-Provence, Lille, Châlons-en-Champagne*

Laboratoire Mechanics, Surfaces and Materials Processing

PIMM *Paris*

Laboratoire Procédés et Ingénierie en Mécanique et Matériaux

PORTÉS PAR **22** ÉTABLISSEMENTS



3 NOS AXES DE RECHERCHE

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

Mécanique, Matériaux et Procédés

- ◆ Matériaux avancés
- ◆ Tenue en service, durabilité
- ◆ Biomécanique
- ◆ Systèmes intelligents - Mécatronique
- ◆ Mécanique numérique
- ◆ Robotique - Cobotique
- ◆ Procédés de fabrication et d'assemblage
- ◆ Procédés de recyclage

Fluides et Systèmes Energétiques

- ◆ Mécanique des fluides
- ◆ Aérodynamique - Hydrodynamique
- ◆ Machines hydrauliques - Turbomachines
- ◆ Moteurs électriques
- ◆ Performance énergétique et thermique
- ◆ Gestion système multi-sources multi-énergies
- ◆ Energie électrique : conception et gestion
- ◆ Acoustique

Conception, Industrialisation, Production

- ◆ Écoconception - Analyse de Cycles de Vie
- ◆ Modélisation multiphysique des produits et systèmes
- ◆ Ingénierie numérique
- ◆ Réalité Virtuelle - Réalité Augmentée
- ◆ Jumeaux numériques - Jumeaux hybrides
- ◆ Innovation - Développement de produits et prototypes
- ◆ Organisation industrielle - Industrie du futur

LE COMITÉ DE DIRECTION

IL ASSURE LE PILOTAGE OPÉRATIONNEL DE L'INSTITUT CARNOT ARTS



Bruno FAYOLLE / Nicolas PERRY / Shabnam ARBAB / Farid BAKIR / Bertrand COULON / Philippe VERON

Directeur	Pr Philippe VERON	<i>Arts et Métiers, LISPEN, Aix-en-Provence</i>
Directeur Adjoint	Pr Bruno FAYOLLE	<i>Arts et Métiers, PIMM, Paris</i>
Directeur du Développement	Bertrand COULON	<i>AMVALOR, Paris</i>
Responsable Conception, Industrialisation, Production	Pr Nicolas PERRY	<i>Arts et Métiers, I2M, Bordeaux</i>
Responsable Mécanique, Matériaux, Procédés	Pr Shabnam Arbab	<i>ENSTA Bretagne, IRDL, Brest</i>
Responsable Fluides et Systèmes Energétiques	Pr Farid BAKIR	<i>Arts et Métiers, LIFSE, Paris</i>

✉ codir@ic-arts.eu

NOTRE OFFRE AUX ENTREPRISES

DES PRESTATIONS SUR-MESURE

En choisissant le Carnot ARTS, vous avez la garantie d'une prestation **sur-mesure**, adaptée à **vos objectifs**, aux spécificités de **votre métier** et de **votre environnement**, dimensionnée en fonction de **vos besoins**.
Pour faciliter le financement de votre R&D, nous vous aidons à mettre en œuvre les dispositifs de soutien à l'innovation auxquels vous pouvez prétendre (*Crédit Impôt Recherche, France 2030, aides territoriales, diagnostics innovation, etc.*)

DES SOLUTIONS R&D INTÉGRÉES ET PLURIDISCIPLINAIRES

En mobilisant les 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 à vos besoins de recherche, d'innovation et d'ingénierie **tout au long du cycle de vie de vos produits**.



55%
DE NOS CLIENTS SONT
DES TPE - PME

VOS CHARGÉS D'AFFAIRES

UN GUICHET UNIQUE EN RÉGION

Votre chargé d'affaires en région est **votre point de contact privilégié**. Il connaît votre territoire et assure **un accompagnement personnalisé de proximité**, tout en vous garantissant l'accès à l'ensemble des ressources et des compétences de notre réseau national.



Jean Baptiste CROUE
Bretagne,
Pays de la Loire



Ludovic LAHOUSSE
Hauts de France



Thierry SIDOT
Grand Est



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



Quentin FIDELLE
Provence-Alpes-Côte d'Azur

NOS PRESTATIONS

- ◆ Études R&D
- ◆ Expertises scientifiques
- ◆ Démonstrateurs et prototypes
- ◆ Mesures et essais
- ◆ Diagnostics technologiques
- ◆ Prestations techniques
- ◆ Analyses de besoin et études de faisabilité

✉ ca@ic-arts.eu

CHIFFRES CLÉS 2023

22 M€

DE CONTRATS DIRECTS
AVEC LES ENTREPRISES
POUR 745 CONTRATS

16 M€ DE
CONTRATS

DE RECHERCHE COLLABORATIVE
POUR 285 PROJETS DONT 22 FINANCEMENTS EUROPÉENS

6 M€ DE CONTRATS DIRECTS
NON-ÉLIGIBLES À L'ABONDEMENT CARNOT



123 M€
BUDGET CONSOLIDÉ
ANNUEL

3.9 M€
D'ABONDEMENT CARNOT
POUR CONTRIBUER AU
RESSOURCEMENT
SCIENTIFIQUE

1000
ENTREPRISES
PARTENAIRES

640
BREVETS EN
PORTEFEUILLE

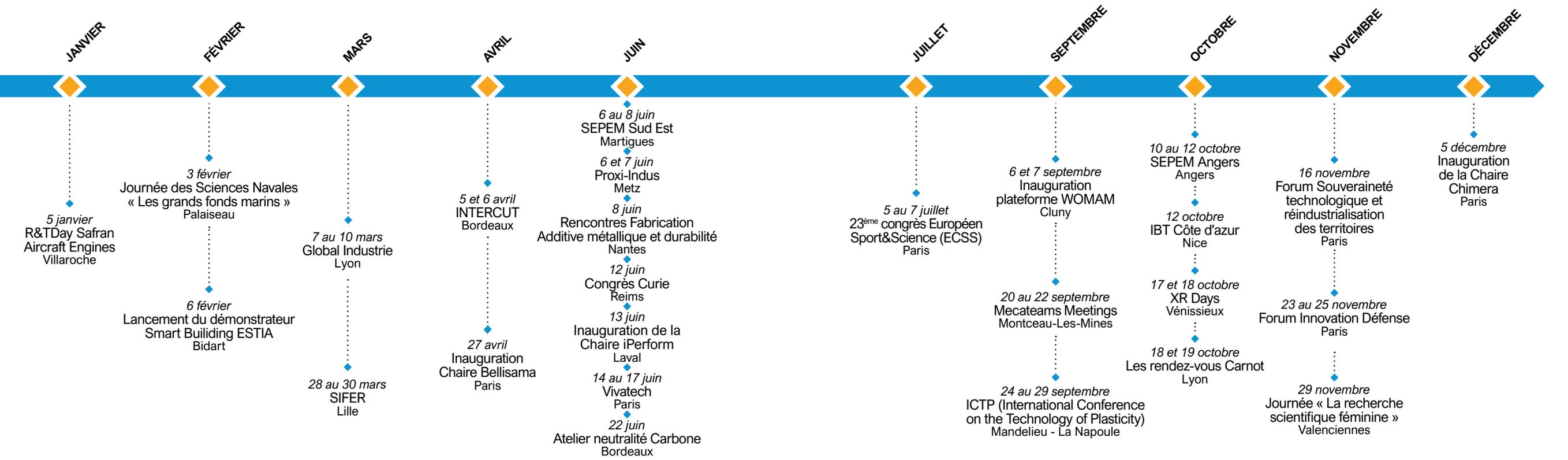
1530
CHERCHEURS ETP
DONT ~670 DOCTORANTS

1700
PUBLICATIONS PAR AN
DANS DES REVUES
INTERNATIONALES
INDEXÉES (RANG A)





TEMPS FORTS 2023



LA STRATÉGIE DE DÉVELOPPEMENT EN ACTIONS

AU PLUS PRÈS DES BESOINS DES PME/ETI SUR LE TERRITOIRE

CAPITALISER SUR LES ACTIONS DE DIAGNOSTICS INDUSTRIELS EN RÉGIONS

Le Carnot ARTS participe activement à l'accompagnement des PME pour réussir leurs transitions environnementale et digitale vers l'industrie du futur, par son investissement dans le déploiement des Diagnostics Industrie du Futur (Nouvelle Aquitaine et Grand Est) et son implication au sein des European Digital Innovation Hubs (DEDIHCATED en Bourgogne-Franche-Comté, GE en Grand Est, GreenPowerIT en Hauts-de-France, DIHNAMIC en Nouvelle Aquitaine).

Les diagnostics conduits depuis 2021 ont déjà constitué un levier pour le développement de l'activité contractuelle directe (722 k€ de CA éligible à l'abondement généré en 2021-2022) et pour la structuration en cours de nouveaux partenariats inter-Carnot. Cette démarche est également l'occasion de se rapprocher des écosystèmes régionaux et des principaux acteurs locaux du développement économique et industriel (plateformes d'accélération, clusters d'entreprises, CCI...).

INTENSIFIER LA PARTICIPATION À DES ÉVÉNEMENTS RÉGIONAUX

En plus de sa participation aux grands rendez-vous nationaux de l'innovation et de l'industrie et aux conférences scientifiques internationales, le Carnot ARTS déploie depuis 2023, une stratégie active de participation à des événements de rayonnement régional (salon, forum, ...), à la rencontre des acteurs locaux et des industriels régionaux.

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.

130
ENTREPRISES
DIAGNOSTIQUÉES
EN 2023

12
ÉVÉNEMENTS
EN RÉGIONS

4
TECHDAYS
ORGANISÉS
EN 2023

GRANDS GROUPES INDUSTRIELS : DÉVELOPER DES PARTENARIATS PLURIANNUELS ET STRUCTURANTS



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.

*Professeur Nicolas PERRY
Comité de Direction Carnot ARTS*



RESSOURCEMENT SCIENTIFIQUE :

ACCOMPAGNER LA RECHERCHE ET VALORISER LES RÉSULTATS

Le Carnot ARTS s'attache à suivre attentivement les retombées à moyen terme des projets financés par l'abondement et à accélérer leur transfert vers l'industrie.

Sur 25 projets ciblés et financés entre 2018 et 2021

- ◆ 8 ont abouti à de la valorisation scientifique et ont eu un effet levier sur de nouveaux financements ;
- ◆ 7 ont déjà abouti à un contrat industriel ou un positionnement marché ;
- ◆ 7 sont encore en cours de réalisation avec des perspectives fortes de transfert industriel ;
- ◆ 3 ont permis de développer des démonstrateurs.



Vous êtes intéressés pour organiser un TechDay dans votre entreprise, contactez-nous : codir@ic-arts.eu

CHAIRES DE RECHERCHE INDUSTRIELLE

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

CREATE ID avec ESI Group

Ingénierie digitale des matériaux, procédés, structures et systèmes.

CHIMERA avec RTE

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

iPERFORM avec Alstom, Chanel et France Travail

La performance collaborative via les technologies immersives et les mondes virtuels.

ISY THERM avec Valéo

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

NAIADE avec Naval Group et Thalès

L'IA dans le secteur naval comme aide à la prise de décision et agent actif du système homme-machine.

PROVE avec Safran, Ingeliance et Akira

Les modèles physiques hybrides pour la propulsion aéronautique verte.

S'ENTENDRE avec le groupe CLEN

L'expérience sonore des espaces partagés.



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 NAI ADE*



3

QUESTIONS À BERTRAND COULON
DIRECTEUR DU DÉVELOPPEMENT



POURQUOI LES CHAIRES SEDUISENT-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 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 CONCRETISE-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 tout dérapage. 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.

PROJETS DE RESSOURCEMENT SCIENTIFIQUE

ANTICIPER LES INNOVATIONS DE DEMAIN

Chaque année, l'institut Carnot ARTS coordonne et finance des projets de recherche à fort potentiel d'innovation et de développement industriel.

Ces projets qui bénéficient de l'abondement Carnot permettent à nos laboratoires d'explorer des technologies de rupture visant à anticiper les besoins des industriels.

Découvrez les résultats de nos précédents projets :



16
PROJETS DE RESSOURCEMENT SCIENTIFIQUE
5
PROJETS STRUCTURANTS EN COURS



Si vous souhaitez en savoir plus sur ces projets, n'hésitez pas à nous contacter à contact@ic-arts.eu



SANTÉ

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



MANUFACTURING

ScCRYO₂

Mesurer la pertinence et l'impact de l'assistance à l'usinage par CO₂ 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



ÉCONOMIE CIRCULAIRE

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, LIPSEN, LAMIH, L2EP, LCFC, ESTIA-R
- ◆ Partenaires du projet : Carnot CETIM, Carnot Énergies du Futur, Région Nouvelle Aquitaine



FILIÈRE HYDROGÈNE

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
- ◆ Partenaires du projet : ESILV, ESTACA



INDUSTRIE DU FUTUR

DAMAS

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

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



ALLIANCES INTER-CARNOT

Au sein des 14 alliances Carnot, plusieurs instituts Carnot mettent en synergies leurs ressources et leurs expertises pour répondre aux enjeux R&D d'un même secteur.

4 Le Carnot ARTS
s'est positionné fortement sur
alliances Carnot



INDUSTRIE
DU FUTUR



MOBILITÉS



ÉCONOMIE
BLEUE



SANTÉ DIGITALE ET
DISPOSITIFS MÉDICAUX

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

Tous modes de transports et de mobilités de surface (dont fluvial) et aériennes

- ◆ 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.

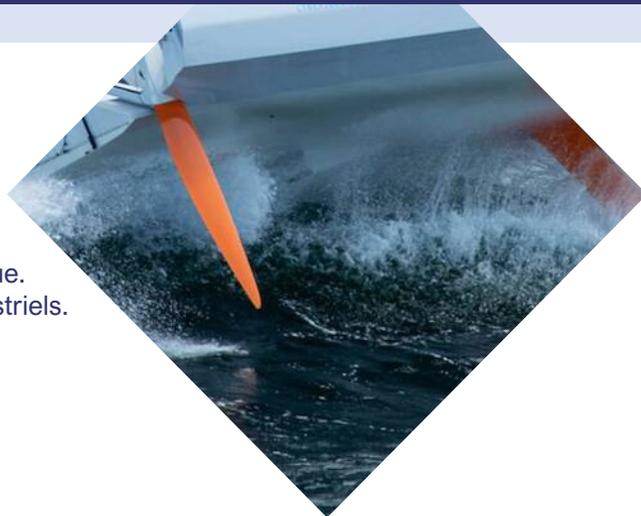
2023 a marqué une étape dans la structuration de ces 2 réseaux inter-Carnot : mise en place des instances de pilotage et des groupes de travail, définition des objectifs, élaboration de catalogues de compétences, coordination des actions communes et des démarches envers les industriels.

Professeur Bruno FAYOLLE
Comité de direction du Carnot ARTS



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 Économie bleue. Nos expertises sectorielles 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.

Dès l'année prochaine, la finalisation de la charte de moyens et d'objectifs au niveau de l'alliance et la mise en œuvre de grands projets inter-Carnot fédérateurs donnera à l'alliance Économie Bleue une nouvelle dimension opérationnelle.

*Professeure Shabnam ARBAB
Comité de direction du Carnot ARTS*



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 représentera une plateforme authentique dédiée aux échanges et aux interactions entre les Instituts de Santé et les Instituts de Technologie. Son objectif premier sera 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 startups prometteuses issues de nos laboratoires.

Au sein du Carnot ARTS, cette démarche a déjà impulsé une dynamique réelle, permettant l'identification et la mise en synergie de nos compétences pointues dans des domaines variés tels que la biomécanique, la cardiologie, le sport, les pathologies rachidiennes, l'accidentologie et la réhabilitation.

*Professeur Farid BAKIR
Comité de direction du Carnot ARTS*



PLATEFORMES TECHNOLOGIQUES : SUCCESS STORIES 2022

Les compétences du Carnot ARTS sont structurées autour de 16 plateformes technologiques de pointe.

Chaque année, des success stories concrétisent l'excellence du Carnot ARTS sur ses 16 pôles d'expertise.



Pour en savoir plus sur chacune des plateformes technologiques



16
PLATEFORMES
TECHNOLOGIQUES
DE POINTE



Biomécanique

- ◆ Compréhension des facteurs de risques de blessure dans le Rugby Élite seniors et jeunes
- ◆ Développement d'un prototype optimisé de jambe artificielle pour la pratique du snowboard par des personnes amputées
- ◆ Modélisation numérique d'instrumentations rachidiennes de traitement de la scoliose pour améliorer la compréhension des mécanismes de rupture des implants



Bois

- ◆ Stabilité dimensionnelle de carrelés de menuiserie, soumis à des conditions hydromécaniques variables
- ◆ Compréhension de l'impact du séchage des placages bois déroulés sur la tenue mécanique des contreplaqués
- ◆ Développement d'un environnement immersif optimisé pour la découverte de milieux forestiers

Composites et polymères

- ◆ Prototypage d'encadrement de portes en composites à matrices thermoplastiques par placement robotisé de fibres et estampage sous presse
- ◆ Modélisation expérimentale du comportement des plis fins pour réservoirs cryogéniques sans liner
- ◆ Développement d'un process de fabrication de pièces composites biosourcés à base de bambou



Conception de produits et prototypes

- ◆ Développement d'une méthodologie ACV et d'une démarche d'écoconception sur des produits alimentaires
- ◆ Développement d'un modèle de notation de l'empreinte environnementale des équipements électriques et électroniques (EEE)
- ◆ Ecoconception d'un lanceur de balles de golf innovant





Contrôle non-destructif

- ◆ Développement d'une supervision par une machine de contrôle CND par holographie acoustique IndRTUIS
- ◆ Outils d'évaluation du comportement de matériaux illuminés par des sources lasers continues multi-kW
- ◆ Optimisation des techniques de contrôle non destructif par approches US, IR et Terahertz et caractérisation comparative des performances

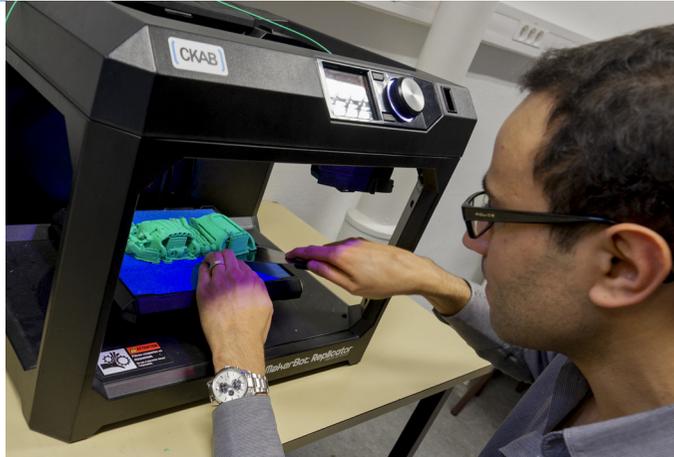


Fonderie

- ◆ Conception d'outillages de coulée en coquille par simulation numérique
- ◆ Dimensionnement en fatigue des alliages d'aluminium de fonderie à partir de l'analyse des populations d'imperfections
- ◆ Faisabilité du réemploi de copeaux d'usinage en fonderie acier

Fabrication additive et procédés laser

- ◆ Développement et essais de validation du procédé de fabrication additive de dépôt de fil métallique par friction
- ◆ Étude de faisabilité de rechargement de disques de frein par fabrication additive WAAM
- ◆ Fabrication additive de composants passifs par optimisation topologique



Forge et déformations plastiques

- ◆ Forgeage des composites massifs à fibres continues selon le procédé EPITHER
- ◆ Mise au point d'une gamme de forgeage de deux pièces composantes d'un roulement innovant haute performance
- ◆ Influence du formage des pièces en alliage d'aluminium sur les contraintes résiduelles introduites par le procédé
- ◆ Compréhension des phénomènes de déchirement en laminage à chaud



Fatigue - Choc - Tenue en service

- ◆ Impact des traitements thermo-chimiques sur la tenue en fatigue des dentures d'engrenage
- ◆ Analyse du processus de fissuration et de perte d'étanchéité dans les réservoirs composites cryogéniques présentant une couche barrière



Gestion de l'énergie électrique

- ◆ Étude de recherche sur les réseaux de recharge intelligente des bus électriques
- ◆ Investigation sur la modélisation de convertisseurs alternatifs et validation sur banc de test
- ◆ Contrôle-commande intelligent des charges électriques et des télé-relevés d'un réseau électrique de distribution



Grandes souffleries

- ◆ Compréhension expérimentale en soufflerie pour la mise au point d'un système d'aspiration interne pour une maquette d'aile aspirée destinée à la propulsion de navires
- ◆ Étude en soufflerie des conditions aérodynamiques subies par un triathlète équipé de combinaisons tri-fonctions pendant l'épreuve de cyclisme



Simulateurs et réalité virtuelle

- ◆ Représentation physique fidèle des écoulements liquides en réalité virtuelle
- ◆ Compréhension des scènes d'accidents de la route par reconstruction numérique
- ◆ Développement de moyens immersifs multi-plateformes pour l'entraînement aux examens des internes en médecine
- ◆ Développement d'un dispositif innovant d'assistance à la réalisation d'une anesthésie locorégionale échoguidée en ophtalmologie

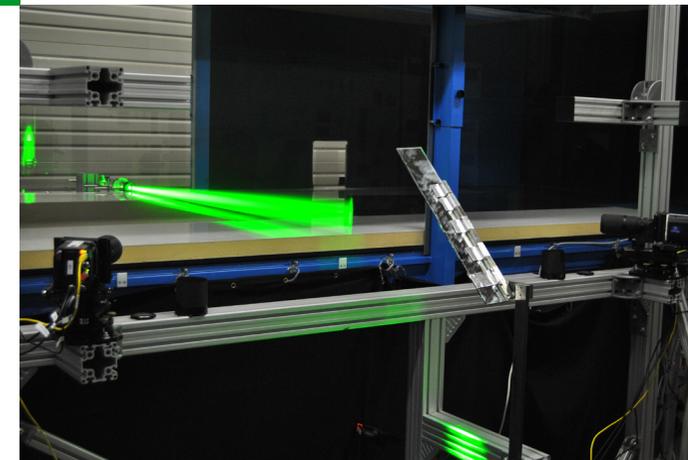
Procédés d'usinage

- ◆ Usinabilité en fraisage du composite à matrice céramique SiC / SiC à l'outil diamant
- ◆ Optimisation du perçage des assemblages aéronautiques par le développement d'assistances cryogéniques à la coupe (microlubrification et CO₂ supercritique)
- ◆ Développement de dispositifs à amortissement passif et d'absorbeurs dynamiques de vibrations pour la réduction des niveaux vibratoires en usinage



Traitements et fonctionnalisation de surface

- ◆ Nitruration et nitro-carburation gazeuse d'aciers à outils : influences des paramètres matériaux et procédés sur les propriétés en service des surfaces
- ◆ Analyse des cinétiques d'oxydation pendant la nitruration des aciers électriques



Robotique industrielle

- ◆ Étude de faisabilité de systèmes de ponçage robotisé par télé-opération
- ◆ Industrialisation du prototype d'un équipement robotisé de démontage de plaques amiantées en toiture
- ◆ Conception d'effecteurs robotisés pour la manipulation de composants de très faible dimension



Turbomachines et systèmes énergétiques

- ◆ Stabilité aérodynamique d'un projectile et étude en simulation du mouvement pour l'industrie de la mer
- ◆ Étude de la propagation acoustique en milieux complexes dans une turbomachine subsonique
- ◆ Développement d'une pompe innovante pour le thermo-management des véhicules terrestres

CAP VERS 2024 :



RENFORCER NOTRE ANCRAGE TERRITORIAL EN DIRECTION DES PME/ETI

- ◆ Accompagner le déploiement des stratégies de réindustrialisation à l'échelle des territoires ;
- ◆ Finaliser le pilotage des diagnostics Industrie du Futur (100 entreprises en 2024) et capitaliser sur les actions des années précédentes ;
- ◆ Poursuivre notre forte implication dans les EDIH et les plateformes d'accélération ;
- ◆ Identifier les projets et acteurs en lien avec les nouveaux écosystèmes territoriaux ;
- ◆ Accélérer le développement de startups technologiques en régions.



OPTIMISER L'IMPACT DES TECHDAYS

- ◆ Systématiser la méthode de ciblage / catalogage / suivi ;
- ◆ Articuler les actions par entreprises / thématiques / secteurs d'activités ;
- ◆ Développer les coopérations inter-Carnot et soutenir les actions à l'échelle du Réseau.

PERSPECTIVES



ACCOMPAGNER NOS ÉQUIPES DE RECHERCHE

- ◆ Valoriser les projets de ressourcement scientifique ;
- ◆ Créer des occasions de rencontres avec les industriels ;
- ◆ Faciliter les échanges entre les équipes ;
- ◆ Faire rayonner les activités de recherche ;
- ◆ Soutenir les efforts de recrutement et d'investissement ;



PARTICIPER À LA DYNAMIQUE D'EXCELLENCE DU RÉSEAU DES CARNOT

- ◆ Se mobiliser au service de l'action collective, du partage des bonnes pratiques et des projets communs ;
- ◆ S'impliquer fortement dans le déploiement des actions concrètes au sein des alliances ;
- ◆ Renforcer le sentiment d'appartenance auprès des chercheurs ;
- ◆ Contribuer au rayonnement de la marque Carnot ;
- ◆ Anticiper et planifier la stratégie de renouvellement de la labellisation.

**QUELQUES-UNS
DE NOS PROJETS
EUROPÉENS:**
La reconnaissance internationale
de nos compétences

ACOMIT	Concevoir, fabriquer et tester des actionneurs pour les nouveaux moteurs aéronautiques.
BATTWIN	Développer grâce à des jumeaux numériques, une plateforme évolutive pour améliorer l'efficacité et le rendement des lignes de production de cellules de batteries.
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'AI, la Cybersécurité et le Calcul Haute Performance. Le Carnot ARTS est directement impliqué dans les dispositifs de 4 régions : Bourgogne-Franche-Comté (DEDIHATED BFC), Grand Est, Hauts de France (GreenPowerIT), Nouvelle Aquitaine (DIHNAMEIC).
FASTMAT	Développer une nouvelle méthode et des nouveaux outils réduisant considérablement le temps nécessaire à la détermination du comportement à la fatigue.
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.
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.
PERSEUS	Réduire les émissions de CO ₂ de l'aéronautique, améliorer la capacité de manœuvre, la sécurité et la durabilité, en déterminant le flux de masse net minimum requis par les actionneurs de jet pulsé pour compenser le déficit de quantité de mouvement dans la couche limite.
R3GROUP	Favoriser la résilience des entreprises et la reconfiguration rapide de leurs chaînes de production. Le projet s'appuiera sur le développement de démonstrateurs industriels dans les secteurs de l'automobile, de l'industrie textile, de l'électroménager des produits manufacturés en métaux, caoutchouc et plastique.
TEAM CABLES	Développer les outils et méthodologies pour une gestion efficace et sûre du vieillissement des câbles de centrales nucléaires.
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

contact@ic-arts.eu



Institut Carnot ARTS



Institut Carnot ARTS

Communication institut Carnot ARTS - Septembre 2024
Création graphique : Cassandre DA COSTA

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