



# Rapport d'activité **2024**

## Carnot Icéel

**Rapport d'activité Carnot Icéel 2024**  
publié en septembre 2025

**Directeur de la publication :** Jérôme Sterpenich

**Création, mise en page et rédaction :** Léane Barthelemy, Jérôme Gonçalves

**Impression :** Reprographie Université de Lorraine

**Carnot Icéel**  
**Campus ENSIC Grandville**  
**1 rue Grandville**  
**BP20451 - 54001 Nancy Cedex**

**Site :** [www.carnot-iceel.fr](http://www.carnot-iceel.fr)  
**Contact :** [iceel-contact@univ-lorraine.fr](mailto:iceel-contact@univ-lorraine.fr)

**Crédits photos :**  
p.1 : Adobe Stock  
p. 4, 7 : Le réseau des Carnot  
p.13, 15, 24, 25, 29 : Carnot Icéel  
p.19 : Samuel Kenzari IJL (UL-CNRS)



# ÉDITO

Je suis heureux de vous présenter le rapport d'activité du Carnot Icéel pour l'année 2024. Cette année encore, Icéel a mis en valeur le label d'excellence Carnot par ses actions de développement partenarial, de communication vers le monde socioéconomique et de ressourcement de ses composantes à travers l'appel à projets annuel.

L'année 2024 a été marquée par plusieurs évolutions au sein de notre équipe, reflet de la dynamique continue du Carnot Icéel.

Nous avons accueilli Séverine Koehl au poste de responsable administrative et financière, en relais de Véronique Rémy qui aura œuvré pendant 13 années au sein d'Icéel, ainsi que Prisca Sellen, nouvelle responsable du développement partenarial en remplacement de Catherine Plessy.

Amina Ben Mohamed nous a également rejoints en septembre en tant qu'ingénierie d'affaires Greater Green +, pour renforcer notre ancrage dans les dynamiques transfrontalières.

Côté communication, Maëlle Terrec puis Léane Barthélémy, toutes deux en alternance, ont contribué activement à faire rayonner nos actions.

Enfin, je tiens à saluer la promotion de Marie Blanchard au poste de directrice adjointe, une évolution naturelle au regard de son engagement remarquable et de son expertise approfondie de l'écosystème Carnot.

L'année 2024 a également été marquée par l'aboutissement de projets structurants pour Icéel, à commencer par l'inauguration du LabCom Theia, fruit d'une collaboration entre GeoRessources et la société Arethuse Geology. Ce laboratoire commun illustre parfaitement notre capacité à construire des ponts solides entre recherche académique et innovation industrielle, sur des sujets répondant aux grands défis comme la métallogénie au service des transitions.

Nous avons multiplié les occasions de faire rayonner nos compétences sur des salons, avec une participation active à Bioket, Global Industrie, Luxe Pack ou encore Cosmetic 360. Ces rendez-vous sont essentiels pour renforcer la visibilité de nos compétences et multiplier les mises en relation avec des partenaires industriels en quête de solutions concrètes en R&D.

Autre moment fort de l'année : l'intégration du Carnot Icéel dans le projet européen Greater Green+. Ce réseau dédié à la Green Tech dans la Grande Région nous permet d'élargir notre rayonnement transfrontalier et de contribuer, aux côtés de nos partenaires européens, au développement de filières plus durables et résilientes. C'est une belle opportunité pour nos composantes de s'inscrire dans des dynamiques de coopération à impact.

Enfin, je suis particulièrement fier d'annoncer que le Carnot Icéel a obtenu la certification ISO 9001, une reconnaissance officielle de la qualité de nos processus internes. Cette démarche d'amélioration continue vient consolider notre exigence collective en matière de pilotage, de suivi et de service rendu à nos clients et partenaires.

**Jérôme Sterpenich**  
Directeur du Carnot Icéel



*Lucile Cornu, ingénierie R&D au Cerfav reçoit le prix Carnot de la recherche partenariale "Jeune Chercheuse" lors des Rendez-vous Carnot 2024, récompensant son travail avec Pangolin Défense.*

# SOMMAIRE

## 6 LE RÉSEAU DES CARNOT

## 8 LE CARNOT ICÉEL

Présentation  
Carnot Hour  
Bilan 2024

## 16 SUCCESS STORIES PARTENARIALES

Pangolin  
REISOL  
CarbioLab  
JO Paris 2024

## 20 DYNAMIQUE PARTENARIALE ET TERRITORIALE

Bilan des partenariats  
Greater Green +  
Présence salons

## 26 RESSOURCEMENT SCIENTIFIQUE

Les Bois Créosotés  
Projets financés

## 30 RÉTROSPECTIVE

# LE RÉSEAU DES CARNOT

**Les Carnot forment un réseau unique de 39 structures de recherche publique française reconnues pour leur capacité à répondre aux besoins de R&D de toutes les entreprises.**

Le Label Carnot est une garantie d'excellence scientifique et de qualité pour favoriser le développement de la recherche partenariale. C'est aussi la garantie d'une relation partenariale privilégiée.

Les Carnot constituent la première force de recherche publique pour accompagner la relance et la souveraineté économique de la France par l'innovation.

6

## LE RÉSEAU DES CARNOT, L'INTERLOCUTEUR ESSENTIEL POUR LES ENTREPRISES EN RECHERCHE D'INNOVATION

Les Carnot proposent une offre scientifique et technologique pluridisciplinaire au meilleur niveau mondial pour offrir des solutions d'innovation sur-mesure aux entreprises de tous les secteurs d'activité.

Les 39 Carnot réalisent 55% de la R&D financée par les entreprises avec des structures de recherche publique. Cela représente annuellement 10 200 contrats de recherche, dont 4 400 avec des PME et ETI. Ils concentrent également 20% des effectifs de la recherche publique.

## QUELQUES CHIFFRES

- 595 millions d'euros de chiffre d'affaires de recherche contractuelle avec les entreprises ;
- Contribution à 1/3 des publications françaises de rang A (29 000) ;
- Un effort croissant en direction des PME-ETI : des contrats de R&D pour un montant de 122 millions d'euros, soit 23 % du chiffre d'affaires ;
- Une thèse CIFRE sur trois est réalisée dans un Carnot.

## LA PLUS PUISSANTE OFFRE DE R&D

Les Carnot ont tissé des liens étroits avec l'écosystème d'innovation (comités stratégiques de filières, pôles de compétitivité, fédérations professionnelles) afin d'identifier les problématiques auxquelles sont confrontées les entreprises, d'anticiper leurs besoins et d'offrir une meilleure visibilité sur les travaux R&D exploratoires de leurs équipes.

Ainsi les Carnot se sont organisés et ont fédéré leurs savoir-faire autour de thématiques porteuses pour l'industrie.

Le Carnot Icéel s'est par exemple associé à d'autres Carnot à travers des réseaux thématiques pour proposer une offre de compétences transversale sur l'industrie du futur, la transition énergétique, les produits biosourcés pour la bioéconomie ou encore la mode et le luxe.



7

Réunion des chargés d'affaires et communicants du réseau Carnot le 27 novembre 2024.  
Un temps d'échanges dédié aux bonnes pratiques pour fluidifier et pérenniser les partenariats avec les PME.

# LE CARNOT ICÉEL

## UN ACTEUR DE L'INNOVATION INCONTOURNABLE EN GRAND-EST

Acteur incontournable de la recherche publique en région Grand Est, le Carnot Icéel rassemble 28 composantes de recherche (laboratoires de recherche, centres de ressources technologiques, centres techniques industriels, centres de transfert, plateformes technologiques) qui mettent leur expertise et leur savoir-faire au service de l'innovation des entreprises.

## L'INGÉNIERIE DURABLE AU SERVICE DE L'INNOVATION

8

Les structures de recherche publique, rassemblées autour du Carnot Icéel, œuvrent dans les domaines d'activités suivants :

- Génie des Procédés et Énergie ;
- Matériaux ;
- Ressources et Environnement ;
- Technologies Industrielles.

1100 personnels de recherche (doctorants, ingénieurs, enseignants-chercheurs, chercheurs) sont prêts à mobiliser leurs connaissances afin de lever les verrous scientifiques et technologiques rencontrés par les entreprises évoluant dans les secteurs du BTP, des transports, de l'énergie, de la défense, du luxe ou encore de la bioéconomie.

La multidisciplinarité du Carnot Icéel lui permet d'aborder, par une approche transversale, les problématiques de recherche et développement liées aux transitions énergétiques et environnementales.

Innover avec le Carnot Icéel, c'est être accompagné par un interlocuteur dédié, accéder à des innovations technologiques et scientifiques à forte valeur ajoutée et disposer d'un parc d'équipements de pointe (70 plateformes en Grand Est).

Le Carnot Icéel est porté par 5 tutelles : l'Université de Lorraine, le CNRS, le Pôle régional de Recherche et de Transfert de Technologie, l'Université Technologique de Troyes et CentraleSupélec.

Ses actions de développement de partenariats socio-économiques, axées autour de l'innovation scientifique, s'inscrivent entièrement dans la stratégie opérationnelle de ses tutelles.

# LES CHIFFRES CLÉS

**70**

plateformes  
technologiques

**8,5M**

d'euros de CA  
annuel de  
contrats de  
R&D avec des  
entreprises

**1500**

publications  
scientifiques  
de rang A  
par an

**13**

laboratoires communs

**13**

chaires industrielles

**65**

thèses CIFRE en cours

**500**

entreprises accompagnées  
chaque année

# L'ÉQUIPE DU CARNOT ICÉEL

Une équipe opérationnelle dédiée et organisée en Unité d'Appui et de Recherche (UAR 3653) assure l'interface entre nos 28 composantes labellisées Carnot, les entreprises, les tutelles, le Réseau des Carnot et l'Agence Nationale de la Recherche.



**Jérôme Sterpenich**  
Directeur du Carnot Icéel



**Marie Blanchard**  
Directrice adjointe



**Marcel Elie**  
Directeur scientifique



**Prisca Sellen**  
Responsable du  
développement partenarial  
*Arrivée en juillet 2024*



**Dorra Ibrahim**  
Ingénierie d'affaires



**Amina Ben Mohamed**  
Ingénierie d'affaires  
*Greater Green +,*  
*arrivée en septembre 2024*



**Séverine Koehl**  
Responsable  
administrative et financière  
*Arrivée en septembre 2024*



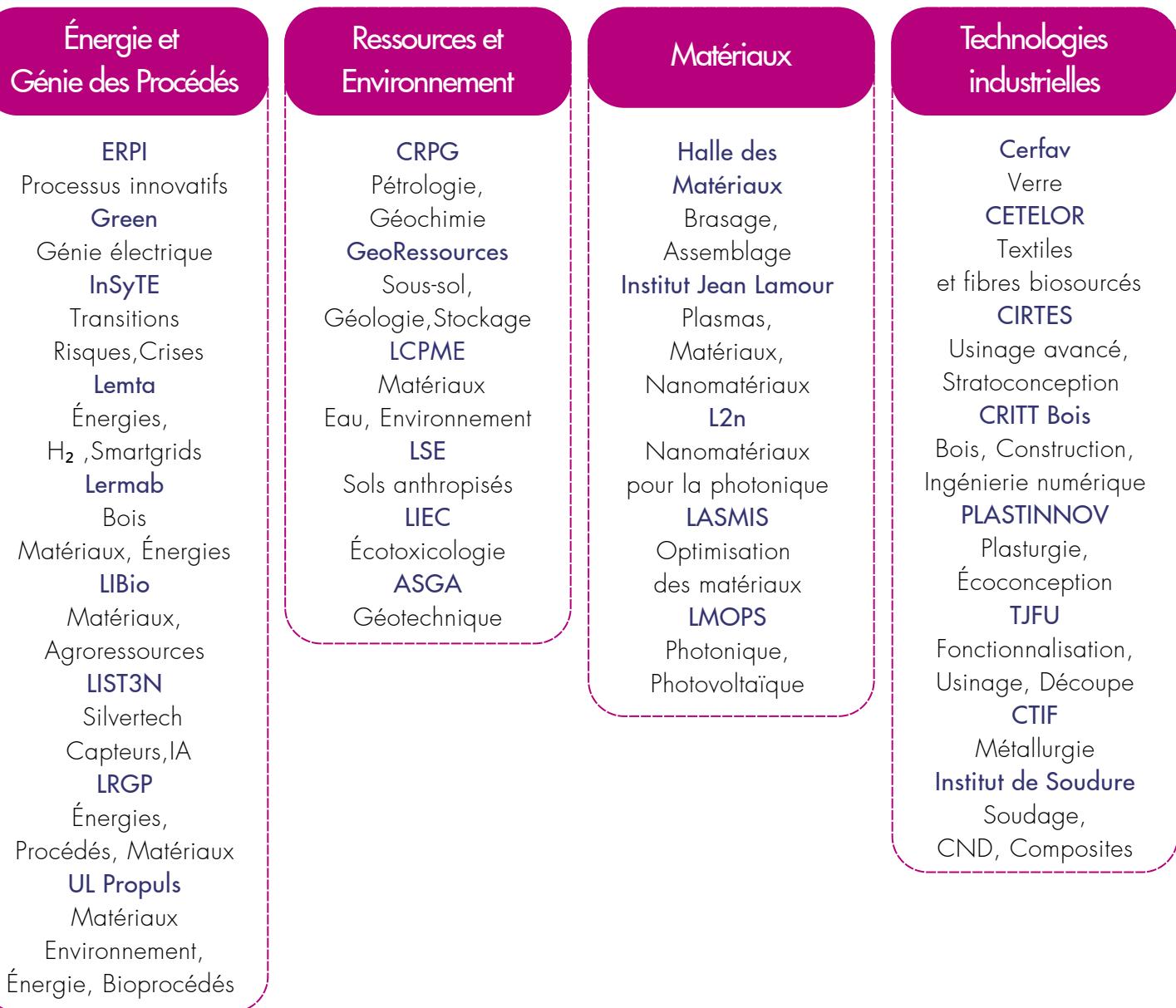
**Laëtitia Laurent**  
Assistante administrative,  
financière et commerciale



**Léane Barthelemy**  
Chargée de communication  
*Alternante,*  
*arrivée en septembre 2024*

# NOS COMPOSANTES LABELLISÉES CARNOT ICÉEL

La multidisciplinarité du Carnot Icéel lui confère une approche transversale dans les réponses qu'il peut apporter aux problématiques de R&D liées à la transition environnementale et à la transition énergétique. Le Carnot Icéel fédère 28 composantes de recherches, mobilisables pour lever vos verrous technologiques.



# LES "CARNOT HOUR"

Afin d'animer la communauté de recherche de ses composantes labellisées, le Carnot Icéel a mis en place un événement interne : la Carnot Hour.

## UNE HEURE POUR FÉDÉRER LA COMMUNAUTÉ

Cette rencontre trimestrielle a pour objectif d'informer la communauté Carnot sur le label et ses actualités, de fédérer la communauté de scientifiques membres du Carnot Icéel et ainsi de favoriser les collaborations scientifiques inter-laboratoires, quels que soient leurs domaines scientifiques.

Cet événement prend la forme d'un afterwork et a rassemblé près de 150 personnes en 2024.

## TAPIS VERT POUR LA PREMIÈRE ÉDITION

12

La première Carnot Hour de l'année s'est tenue au Pub Mac Carthy.

Un moment convivial pour fédérer la communauté Icéel, échanger sur nos projets en cours et faire un bilan de l'activité de développement partenarial, dans une ambiance chaleureuse et inspirante.

## UNE RENCONTRE THÉÂTRALE

En juin la seconde édition a permis de présenter la Direction des Partenariats de l'Université de Lorraine, dans le cadre du pôle Universitaire d'Innovation et de montrer la synergie avec le Carnot Icéel.

Pour prolonger cette logique de coopération, un atelier de théâtre d'improvisation a permis d'expérimenter, de façon ludique, des compétences essentielles : écoute, réactivité et travail en équipe.

## CAP SUR LES BESOINS

La 3<sup>e</sup> Carnot Hour s'est tenue au Palais à Nancy autour d'un thème central : la cartographie des besoins.

Un temps d'échanges constructifs qui a permis de croiser les regards, d'identifier des attentes concrètes et de renforcer la dynamique collective de notre communauté.

## UN ÉVÉNEMENT CLEF

Cet événement interne, très apprécié, contribue à animer la communauté Carnot et à renforcer le sentiment d'appartenance.

Une belle occasion de tisser des liens entre composantes, de célébrer la recherche et de partager un moment convivial.

“

*Au-delà des activités ludiques proposées, les Carnot Hour m'ont permis de rencontrer de nombreux chercheurs du Carnot Icéel, d'échanger sur nos projets et d'envisager de futures collaborations.*

*Ces temps conviviaux sont précieux pour nourrir la dynamique collective et renforcer les synergies de recherche.*

”



Olivier Copie  
Chercheur CNRS  
Institut Jean Lamour



Jérôme Sterpenich animant la troisième Carnot Hour de 2024, centrée sur la cartographie des besoins.

# BILAN DU CARNOT ICÉEL

## UNE ANNÉE DE CONSOLIDATION ET D'OUVERTURE

L'année 2024 a marqué une étape importante pour le Carnot Icéel qui a poursuivi sa professionnalisation et renforcé la structuration de son offre de recherche partenariale.

L'augmentation significative des collaborations transverses entre nos composantes et les projets inter-Carnot illustre une dynamique d'ouverture et de coopération accrue, au service d'innovations toujours plus stratégiques.

14

## DES RÉSULTATS ÉCONOMIQUES SIGNIFICATIFS

Les résultats confirment cette orientation : en 2024, **les partenariats conclus avec les PME et ETI ont dépassé 2,6 M€ de chiffre d'affaires.**

Cette progression de 62% avec les PME témoigne de la confiance des acteurs socio-économiques dans notre capacité à transformer la recherche en solutions concrètes, tout en confirmant la pertinence de notre stratégie tournée vers ce type d'entreprises.

## UNE OFFRE ACCESSIBLE À TOUTES LES ENTREPRISES

Les instituts Carnot se sont structurés en 13 collectifs thématiques afin de rendre la R&D plus accessible, en particulier pour les entreprises primo-innovantes et les TPE/PME, souvent freinées par les coûts, la durée et les incertitudes liés à l'innovation.

Dans ce cadre, le Carnot Icéel est fortement impliqué et collabore avec plusieurs autres Carnot (Arts, Chimie Balard Cirimat, Energies du Futur, Ingénierie @ Lyon, ISIFoR, MICA...) autour de thématiques clés :

- Transition énergétique
- Industrie du futur
- Produits biosourcés pour la bioéconomie
- Mode et Luxe

## UN IMPACT SCIENTIFIQUE ET HUMAIN RECONNUS

Au-delà des chiffres, c'est l'impact scientifique et humain qui se distingue : près de 1 500 publications de rang A et 179 thèses engagées en 2023 témoignent de la vitalité de notre communauté.

Ensemble, chercheurs, doctorants et partenaires industriels ont contribué à faire du Carnot Icéel un acteur incontournable, à la croisée de la recherche publique d'excellence et du monde industriel, pour accompagner les transitions écologique, énergétique et numérique.



*Dorra Ibrahim, ingénierie d'affaires*

# SUCCESS STORIES PARTENARIALES

## PANGOLIN : DU VERRE POUR LA BALISTIQUE

C'est une belle histoire qui s'écrit depuis quelques années entre la start-up Pangolin Défense et notre composante : le Cerfav. Un projet de R&D destiné au développement d'une gamme de produits pare-balles breveté à partir de billes de verre trempé.

Lucile Cornu, ingénierie R&D au Cerfav a reçu le prix Carnot de la recherche partenariale Jeune Chercheuse 2024 lors des Rendez-vous Carnot, récompensant son travail avec Pangolin Défense. Cette success story a été retransmise en vidéo et en podcast sur le site du Réseau des Carnot.



## RÉINVESTIR LE SOUS-SOL LORRAIN

En Meurthe-et-Moselle, la chaire partenariale Reisol est née d'un constat partagé avec les industriels : pour avancer sur la décarbonation, il faut mieux connaître notre sous-sol.

Les acteurs de la géothermie profonde ou du captage de CO<sub>2</sub> veulent investir, mais l'incertitude sur ce qu'il y a sous nos pieds coûte cher et ralentit leurs projets.

Face à ce besoin, la Préfecture de Meurthe et Moselle, le laboratoire GeoRessources et l'agence de développement économique Lorr'Up avec le soutien actif des industriels locaux, ont uni leurs forces pour concevoir un outil collectif. L'appui scientifique est assuré par l'ENSG et ses laboratoires partenaires. L'objectif : associer intérêt général et intérêt privé afin de transformer les données du sous-sol en ressources mobilisables pour la transition énergétique.

**“**Dans cette dynamique, le soutien du Carnot Icéel a été essentiel. Sous l'impulsion de son directeur, Jérôme Sterpenich, l'institut a été le premier financeur du projet. Ce soutien majeur a joué un rôle d'effet levier décisif, en donnant crédibilité et élan à la démarche, et en fédérant autour d'elle un large cercle de partenaires publics et privés.  
Aujourd'hui, Reisol s'impose comme un véritable outil de gouvernance territoriale, impliquant industriels, chercheurs, institutionnels et citoyens pour décider ensemble de l'avenir du sous-sol. Géothermie, captage de CO<sub>2</sub>, lithium ou autres ressources stratégiques : autant de perspectives concrètes pour renforcer la souveraineté énergétique et accélérer la transition.

**”**

Loïc Vautrin  
Responsable du service transition de l'agence de développement économique Lorr'Up

# CARBIOLAB UN ACCÉLÉRATEUR D'INNOVATION ET DE SOUVERAINETÉ INDUSTRIELLE

Le LabCom CarBioLab associe l’Institut Jean Lamour (IJL) et le groupe Bordet autour d’un objectif commun : développer des charbons actifs de haute technicité et en préparer l’industrialisation.

Deux applications majeures sont visées : les supercondensateurs pour le stockage d’énergie et l’épuration des biogaz. Grâce à cette alliance, les chercheurs et ingénieurs ont acquis une meilleure compréhension des mécanismes de carbonisation et d’activation, conçu des formulations adaptées à différents usages et renforcé leur savoir-faire collaboratif en matière de R&D.

Pour le groupe Bordet, ce partenariat s’est révélé être un véritable catalyseur. Il a permis d’accélérer les essais pilotes, de lever plusieurs verrous techniques liés à la porosité et à la stabilité chimique des matériaux et de gagner en crédibilité scientifique. Parmi les résultats concrets, on peut citer la sélection du projet Carb’Eau par l’ADEME dans le cadre de l’appel à projets INNOVEAU, avec une aide de près de 1,8 M€, s’appuyant directement sur les travaux menés dans CarBioLab.

Au-delà des résultats scientifiques et techniques, CarBioLab répond à un enjeu stratégique majeur : la souveraineté industrielle. Aujourd’hui, plus de 90 % du charbon actif consommé en Europe est importé. En développant une alternative française et durable, ce LabCom contribue à réduire cette dépendance tout en garantissant la traçabilité environnementale, la sécurité sanitaire (notamment pour le traitement de l’eau potable) et la création de valeur sur le territoire.

Cette démarche illustre parfaitement la vocation du Carnot Icéel : rapprocher recherche publique et industrie pour bâtir des solutions innovantes et pérennes, au service de la souveraineté industrielle.

“

*Le LabCom nous a permis de jeter les bases d’une alternative française, locale et durable.*

*Ce n’est pas seulement un enjeu de relocalisation, mais aussi de maîtrise technologique, de sécurité sanitaire (notamment pour le traitement de l’eau potable) et de création de valeur sur le territoire.*

*La collaboration avec l’IJL nous permet d’adosser cette ambition industrielle à une exigence scientifique forte, condition indispensable pour garantir la robustesse et la pérennité de cette filière émergente.*

”



Cyril Flores  
Président du groupe Bordet

# NOS COMPOSANTES AUX JO DE PARIS 2024

## CAREMOSIM™

La start-up CareMoSim™, issue du projet CARE Grand-Est (Centre d'Accompagnement, de Recherche et d'Expertise), a développé des poignées ergonomiques spécialement conçues pour l'aviron. Le Pôle France Aviron Nancy a sollicité l'expertise en matériaux de l'Institut Jean Lamour (IJL), qui s'est associé au laboratoire DEVAH de la Faculté des Sciences du Sport de Nancy afin de développer une solution adaptée aux rameurs de haut niveau.

Cette innovation, qui offre aux rameurs et rameuses un confort inédit dans la prise en main, a été testée et utilisée par certains athlètes lors des Jeux Olympiques de Paris 2024.



18

## LE SAVOIR-FAIRE BOIS S'INVITE AUX JEUX

Durant les jeux olympiques et paralympiques de Paris 2024, le CIRTES a adapté son procédé de fabrication additive par Stratoconception® pour réaliser les bases en forme de skiff et les 55 nœuds d'assemblage du pavillon les Ram'eaux

Ce pavillon a été imaginé et dessiné par les étudiants de l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy et avec l'ENSTIB, École d'ingénieurs du Bois d'Epinal.



## IN MEMORY OF US, LA BEAUTÉ DU GESTE

L'Institut Jean Lamour (IJL) et Inria ont travaillé sur une sculpture de l'artiste Stéphane Simon pour le projet In Memory of Us, la beauté du geste, labellisé Olympiade Culturelle pour les Jeux Olympiques et Paralympiques de Paris 2024.

Cette statue contient une signature SAM® (Signature et Authentification des Matériaux) unique permettant de garantir son origine et son authenticité. Cette invention repose sur la mise au point de matériaux complexes contenant une signature d'identification et d'authentification infalsifiable au cœur de la matière.

## DE LA SOUDURE À L'INNOVATION SPORTIVE

Le Groupe Institut de Soudure a pu participer aux contrôles extérieurs des soudures sur le chantier de la passerelle olympique reliant le Stade de France au Centre aquatique olympique.

Les inspecteurs et inspectrices de notre composante étaient en charge du contrôle contradictoire (ultrasons et magnétoscopie), de l'évaluation de la qualité des soudures ainsi que du respect des exigences de soudage (matière, dimensionnement, contrôles, qualifications, procédures, etc.).

## GRIMPER VERS L'AVENIR

Trois entités, Les Arts de la grimpe, Devers Troyes Aube et l'UTT partageant un intérêt commun, ont propulsé la mise au point d'une prise d'escalade innovante. Ce projet est actuellement développé par le L2N et le LASMIS.

Cette prise est unique : composée à 30 % de matériau biosourcé (fibre de chanvre) et réalisée par impression 3D. Une innovation durable, l'escalade générant chaque année des tonnes de déchets plastiques à travers le remplacement des prises traditionnelles.



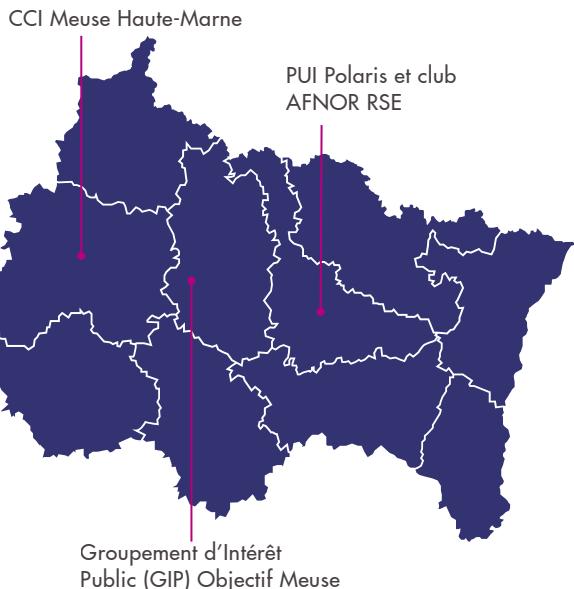
*Victoire, sculpture de Stéphane Simon avec la signature SAM®, garantissant son authenticité grâce à des matériaux infalsifiables.*

# DYNAMIQUE PARTENARIALE

En 2024, le Carnot Icéel a renforcé ses partenariats locaux et régionaux dans le but de soutenir l'innovation des entreprises.

## BILAN DES PARTENARIATS RÉGIONAUX

Le Carnot Icéel a choisi de travailler en lien étroit avec les territoires en menant des opérations de relations publics au service de leur développement économique.



« Lorsque des TPE et PME veulent lancer un projet innovant, avoir une nouvelle machine par exemple, et qu'elles ne savent pas vers qui se tourner, le Carnot Icéel va les orienter vers les bons interlocuteurs », à savoir les laboratoires qui composent l'institut, explique Jérôme Sterpenich.

Ces actions ont permis d'accompagner de nombreuses TPE et PME régionales, renforçant la visibilité des laboratoires et accélérant la mise en relation recherche-entreprises.

## À LA RENCONTRE DES ENTREPRISES

En avril 2024, notre directeur Jérôme Sterpenich, accompagné de notre chargée d'affaires, Dorra Ibrahim, se sont rendus sur le site de l'entreprise Saint-Hubert.

Rencontre avec le directeur industriel Jérôme Stein et la directrice R&D Qualité, Béatrice Lemois pour dresser un bilan des collaborations passées et explorer les pistes de partenariats pour l'avenir.



En juillet, dans le cadre de son audit annuel par l'ANR, le Carnot Icéel a organisé une visite du site de GE Grid Solutions à Champigneulles.

Partenaire de longue date du LRGP, avec de nombreuses thèses CIFRE menées en collaboration, GE Grid Solutions illustre parfaitement la dynamique que nous cherchons à impulser : rapprocher laboratoires et industriels pour innover ensemble.

À travers le retour d'expérience de GE Grid Solutions, les auditeurs de l'ANR ont pu mesurer la valeur ajoutée d'un partenariat étroit et durable entre le Carnot Icéel et l'industrie.



# GREATER GREEN +

Le Carnot Icéel, acteur de l'innovation du territoire du Grand-Est, a intégré le projet européen Greater Green+ afin de faire émerger et accompagner le montage de projets partenariaux entre des équipes de recherche et des acteurs du monde socio-économique sur la Grande Région.



## UN ÉCOSYSTÈME UNIQUE

Piloté par Grand Est Développement, il s'agit du premier écosystème de la Grande Région pour accélérer la transition écologique et la résilience économique par le développement de technologies plus vertes.

Le projet Greater Green+ est co-financé par le programme Interreg Grande Région pour un montant global de 6,5 millions d'euro dont 3,9 millions d'euro de subvention FEDER, de mars 2024 à février 2028.

Il est au service d'une ambition : faire de la Grande Région un territoire européen leader de la transition écologique au profit de l'économie circulaire et du développement durable, autour de cinq thématiques :

- Énergie,
- Construction rénovation durable,
- Technologies de recyclage,
- Eau et environnement,
- Bioéconomie.

## LE RÔLE DU CARNOT ICÉEL

Pour cela, le Carnot Icéel est engagé à faire émerger des coopérations, des projets collaboratifs et de transferts de technologies transfrontaliers entre les équipes de recherche et les acteurs du monde socio-économique de la Grande Région, notamment via le programme d'actions communes diverses : actions de sensibilisation, workshops, networking ou encore groupes d'idéation et d'accélération de projets.

Les actions mises en œuvre ciblent :

- les PME qui proposent des solutions innovantes ou éprouvées pour la transition écologique ;
- les équipes de recherche qui proposent des solutions vertes dans une optique de transfert de technologie ;
- les collectivités territoriales en tant qu'utilisatrices de technologies vertes et en tant que zones d'essai et de déploiement.

L'objectif : permettre aux fournisseurs de solutions vertes d'exploiter pleinement les possibilités offertes par le marché intérieur européen ainsi que les financements européens de la recherche et de l'innovation.

Le 26 septembre, le GreenTech Solutions Summit au Luxembourg a donné rendez-vous à la communauté GreenTech pour découvrir des solutions innovantes au service de l'aménagement et la construction, l'énergie ou encore la bioéconomie... Cet événement marque également le lancement officiel du projet européen Greater Green+ qui vise à faire de la Grande Région un territoire leader de la transition écologique au service de l'économie circulaire et du développement durable et dont nous sommes partenaires.

Notre directeur a pu faire valoir sa vision des partenariats public-privé lors de la table ronde organisée lors cet évènement portant sur les défis et solutions green tech dans la grande region



## UNE PRÉSENCE NOTOIRE AUX SALONS



### GLOBAL INDUSTRIE

Lors de ce salon, le Carnot Icéel a mis en lumière ses savoir-faire au sein du stand collectif du Réseau Carnot. À l'approche des Jeux Olympiques de Paris 2024, plusieurs innovations issues de nos composantes y étaient présentées, illustrant la contribution de la recherche publique aux grands événements internationaux et aux défis industriels d'aujourd'hui.

22

### DES SOLUTIONS POUR LA VALORISATION DE LA BIOMASSE

Marcel Elie, directeur scientifique, s'est rendu dans le cadre du réseau thématique P2B au salon Bioket à Reims. D'autres Carnot étaient également présents pour exposer des technologies et innovations liées à la valorisation de la biomasse en produits à haute valeur ajoutée.



### LE SALON DÉDIÉ À LA FILIÈRE BIOGAZ

Le 5 juin, au parc des expositions de Strasbourg, le Carnot Icéel a mis en avant son expertise en biogaz. Dorra Ibrahim y a présenté le panel de compétences de nos composantes, tandis que Yann Rogaume, directeur du LERMAB, est intervenu sur « La gazéification de biomasses ou de CSR pour alimenter le réseau ».



Depuis 2015, le LERMAB dispose d'un pilote de gazéification semi-industriel qui a démontré la faisabilité de convertir biomasses et déchets non dangereux en gaz. Les évolutions de ce dispositif permettent aujourd'hui de tester différentes configurations et d'envisager des lignes complètes jusqu'à la méthanation.

Dans un contexte d'urgence climatique et environnementale, le Carnot Icéel met ainsi ses ressources académiques et technologiques au service des entreprises pour accélérer leur transition énergétique.

# UNE SEMAINE AXÉE SUR LA BIOÉCONOMIE



les chercheurs du Carnot Icéel, aux côtés des acteurs du pôle universitaire d'innovation Polaris, ont participé pendant une semaine à la Foire de Châlons pour partager leur expertise et mettre en lumière des innovations durables en bioéconomie.

Au programme :

- Immersion en réalité virtuelle sur la plateforme SteamEx, avec une démonstration des atouts de l'explosion vapeur pour l'industrie;
- Présentation des avancées sur la fibre d'ortie, par Nicolas Brosse du LERMAB;
- Conférence "L'IA au service de l'ingénierie de microbiomes", explorant le rôle de l'intelligence artificielle dans la transformation de la sécurité alimentaire;
- Lancement officiel de la fédération "One Bioeconomy", marquant une nouvelle étape pour fédérer les acteurs du domaine.

## LE PACKAGING DE LUXE

Le Carnot Icéel a participé pour la deuxième fois au salon Luxe Pack à Monaco.

Les visiteurs ont ainsi eu la chance de découvrir des solutions R&D pour le packaging de luxe et plus généralement pour le secteur mode et luxe : emballage rapide 3D Pack&Strat®, procédé anti-contrefaçon breveté signature SAM®, impression 3D verre (GLAM®), verre coloré grâce aux plantes (agromine), découpe de matériaux complexes grâce aux jets fluides.

## UNE COLLABORATION PROMETTEUSE

le projet COLVER, porté par le Cerfav et le LRGP, deux composantes du Carnot Icéel, a été présenté sur le Tech Corner (initiative Cosmetic Valley et CNRS) lors de la 10<sup>e</sup> édition du salon Cosmetic 360, au Carrousel du Louvre à Paris.

Ce projet développe un procédé innovant et écoresponsable de coloration du verre à partir de phytoextraction déjà prêt à être transféré vers l'industrie.



## ENVIROPRO À NANCY

Le salon des solutions environnementales du Grand Est était de retour. Le Carnot Icéel et le Carnot MICA ont tenu un stand commun en tant que réseau des Carnot pour la transition écologique et pour ouvrir les portes d'un écosystème d'innovation régional.



Photo d'équipe - Nicolas Dohr



# RESSOURCEMENT SCIENTIFIQUE

## LES BOIS CRÉOSOTÉS : UN VERROU POUR LA DÉPOLLUTION DES TRAVERSES DE CHEMIN DE FER

### UN VERROU TECHNOLOGIQUE

Les traverses de chemins de fer, essentielles à la stabilité des voies ferrées, sont traitées avec de la créosote pour augmenter leur durabilité. Cependant, cette pratique courante pose des problèmes majeurs pour la santé publique et l'environnement, rendant la dépollution des traverses de chemin de fer en fin de vie cruciale. La créosote, un mélange complexe de composés chimiques, est reconnue pour ses propriétés toxiques et cancérogènes. Lorsqu'elle est libérée dans l'environnement, la créosote peut contaminer les sols et les cours d'eau, mettant en danger les écosystèmes locaux. Les travailleurs exposés à la créosote, ainsi que les communautés vivant à proximité des voies ferrées, sont également à risque de développer des problèmes de santé graves, tels que des irritations cutanées, des troubles respiratoires et des cancers.

26

Face à ces défis, la nécessité de trouver des solutions efficaces pour la dépollution des traverses de chemin de fer devient urgente. Le Carnot Icél, à travers l'expertise du CRITT Bois, s'est penché sur cette problématique en proposant une solution naturelle, basée sur la bioremédiation fongique, pour dépolluer ces gisements non valorisés. Il s'appuie également sur les compétences du Carnot 3BCAR et du CIRM sur la partie fondamentale du projet.

La créosote est un mélange chimique complexe obtenu par distillation de goudron de houille. Il contient plus de 200 composés. Ces composés sont responsables de la résistance du bois aux insectes et à la pourriture, mais ils sont également extrêmement persistants dans l'environnement et dangereux pour la santé humaine. De plus, la composition chimique de la créosote empêche les champignons de pousser sur les bois traités, créant un environnement hostile à leur développement.

### LA MYCORÉMÉDIATION : UNE PISTE PROMETTEUSE

Les chercheurs du Carnot Icél et du Carnot 3BCAR se sont attaqués à ce verrou technologique en explorant la technique de la mycoremédiation, c'est-à-dire l'utilisation de champignons pour dégrader les composés toxiques de la créosote présents dans les traverses de chemin de fer. Ce processus vise à utiliser les capacités naturelles des champignons pour métaboliser et décomposer les hydrocarbures aromatiques polycycliques et autres composés toxiques sans produire de polluants annexes.

Ces efforts conjugués visent à développer une solution de bioremédiation durable et efficace, capable de réduire significativement les concentrations de créosote dans les traverses de chemin de fer et de rendre ces matériaux plus sûrs pour l'environnement et la santé publique. Le projet prometteur du Carnot Icél et de ses partenaires sera testé en conditions réelles par le Critt Bois, où les chercheurs feront pousser des champignons sur des tas de bois créosotés et analyseront les résultats.

### VERS DES APPLICATIONS INDUSTRIELLES ET DURABLES

La SNCF et d'autres sociétés spécialisées dans le domaine ferroviaire pourraient s'emparer de cette solution, permettant également de traiter les sols pollués par la créosote et d'autres gisements de bois, comme les poteaux, qui ne sont actuellement pas traités. Ce projet ambitionne de transformer une contrainte environnementale en levier d'innovation, créateur de valeur durable pour la société.

# PROJETS FINANÇÉS EN 2024

Chaque année, le Carnot Icéel finance des projets dans le cadre de son ressourcement scientifique. Il s'agit essentiellement de projets de recherche exploratoire visant à anticiper les besoins des industriels.

Composante(s) mobilisée(s)	Objet de la recherche	Niveau de TRL	Financement accordé
Institut Jean lamour	Encres nanocomposites précuseurs de membranes auto-supportées à architecture contrôlée stimuli répondante pour applications biomédicales	3	40 500€
Institut Jean lamour	Analyse multi-échelle des lois de comportement mécanique des polymères en relation avec l'évolution de leur microstructure en temps réel.	4	19 000 €
Institut Jean lamour	Appareil de lévitation acoustique et fusion laser pour analyses synchrotron	4	13 000 €
LIST3N	Outil logiciel pour data visualisation immersive de données en grande dimension	7	32 000 €
LERMAB	Développement d'un système d'analyse en continu de polluants traces dans du gaz issu de gazéification de biomasse ou de CSR	7	28 000 €
LRGP	Conception d'un procédé innovant de purification d'effluents de bioraffinerie par extraction liquide-liquide au sein d'un contacteur membranaire	3	35 000 €
LEMTA	Caractérisation thermophysique de systèmes complexes à base de matériaux à changement de phase	2	20 000 €
GeoRessources	Caméra intensifiée pour la cartographie µLIBS	4	28 000 €
LCPME	Effet catalytique des nanocristaux d'oxydes de fer sur l'oxydation à l'air à température ambiante des composés aromatiques polycycliques (CAP) de friches industrielles	2	37 000 €
GeoRessources	Couplage de la caractérisation des argiles à leur datation par la technique K-Ar	8	20 000 €
PRETT	Etude et développement de procédés innovants de fabrication performants et intelligents pour l'industrie du futur	3 à 4	110 000 €
LEMTA, CRITT TJFU	Intensification du procédé d'électrolyse de l'eau à membrane échangeuse de protons par l'amélioration de l'interface électrode - couche de transport (PTL) pour la production d'hydrogène vert à grande échelle	4	50 000 €
LERMAB, IJL, CRITT BOIS	Adsorption de micropolluants sur des charbons actifs produits à partir de déchets de la filière bois	3	50 000 €
IJL, LEMTA	Absorbeur solaire multicouches thermo-contrôlé	3	50 000 €

## PROJETS FINANÇÉS EN 2024

28

Composante(s) mobilisée(s)	Objet de la recherche	Niveau de TRL	Financement accordé
LEMTA, CRITT TJFU, IJL	Dissipation efficace de la chaleur en électronique avancée et conversion d'énergie par des surfaces cold spray	3	50 000 €
LRGP, LCPME	Développement, caractérisation et mise en œuvre de biochars fonctionnels dans un procédé anaérobiose de production de biométhane.	3	50 000 €
GeoRessources, IJL	Stockage géologique du CO <sub>2</sub> : comportement thermodynamique du CO <sub>2</sub> en présence d'impuretés co-injectées (NO, SO <sub>2</sub> )	4	40 000 €
L2n, GeoRessources	Graphite recyclé en produit à haute valeur ajoutée technologique à base de graphène	1	50 000 €
Institut Jean lamour	Contrôle électrique de la polarisation circulaire d'une source de photons uniques pour des applications en information quantique	3	70 000 €
LEMTA	Analyse et impact de défauts Locaux de cœur de pile sur le fonctionnement des stacks PEMFC	5 à 6	70 000 €
LIEC	Développement d'une détection non destructive in situ des effets des polluants sur une plante aquatique modèle	3	70 000 €
GeoRessources	Réinvestir le sous-sol de l'est du bassin Lorrain pour stocker/produire des ressources énergétiques durables - analyses multiscalaires et signature multiphysique des hétérogénéités.	4	50 000 €
CRITT Bois, LERMAB	Développement de solutions adhésives biosourcées pour le collage de matériaux à base de bois	4	30 000 €
CETIM	Propriétés d'emploi des aciers inoxydables austénitiques soudés sans gaz de protection envers	5	70 000 €
<b>Total consacré au ressourcement scientifique en 2024</b>			<b>1 082 500 €</b>



# RÉTROSPECTIVE



## FÉVRIER

30  
Jon Gorchon (IJL) est récompensé de la médaille de bronze 2024 du CNRS pour son travail sur la spintronique, ce mariage de l'électronique et du magnétisme qui exploite le spin, cette propriété quantique des électrons, pour faire émerger une nouvelle électronique et qui a fait l'objet du Prix Nobel de Physique 2007 décerné à Albert Fert et Peter Grünberg.

## AVRIL

Le Carnot Icéel s'est rendu sur le site de Saint Hubert à Ludres pour rencontrer le Directeur Industriel Jérôme Stein et la Directrice R&D Qualité Béatrice LEMOIS afin de discuter des besoins de R&D de l'entreprise et visiter le site.

## JANVIER

Le séminaire stratégique annuel, accueilli en partie par l'ERPI, a réuni directeurs et représentants des composantes pour échanger sur les perspectives et les enjeux liés à la relabellisation.



## MARS

En mars, le Carnot Icéel a participé à 3 salons majeurs : Bio360, Bioket et Global Industrie.

## JUIN

Nos experts se sont rendus à Strasbourg pour participer au salon Expo BioGaz. Yann Rogaume, chercheur et directeur du LERMAB, est intervenu sur la gazéification de biomasses ou de CSR pour alimenter le réseau.



Séminaire Carnot à Ecully les 20 et 21 juin : intervention de Jérôme Sterpenich à la table ronde : "Comment créer une équipe de France de la recherche partenariale ? »

## MAI

Le Carnot Icéel, acteur de l'innovation du territoire du Grand-Est, a intégré le projet européen Greater Green+ afin de faire émerger et accompagner le montage de projets partenariaux entre des équipes de recherche et des acteurs du monde socio-économique sur la Grande Région.



## AOÛT



En août, le Carnot Icéel était présent une semaine à la Foire de Châlons, aux côtés du Pôle Universitaire d'Innovation Lorrain Polaris, pour mettre en lumière les innovations majeures de la bioéconomie et son rôle stratégique dans la recherche en Grand Est.



## SEPTEMBRE

Le GreenTech Solutions Summit au Luxembourg a donné rendez-vous à la communauté GreenTech pour découvrir des solutions innovantes au service de l'aménagement et la construction, l'énergie ou encore la bioéconomie... Cet événement marque également le lancement officiel du projet européen Greater Green + qui vise à faire de la Grande Région un territoire leader de la transition écologique au service de l'économie circulaire et du développement durable et dont nous sommes partenaires.

## OCTOBRE

Le mois d'octobre a été marqué par l'obtention de la certification qualité ISO 9001 sur le management de la relation partenariale.



## NOVEMBRE

L'équipe du Carnot Icéel est présente, aux côtés du Carnot MICA sur EnviroPro pour y présenter un écosystème d'innovation en lien avec la transition écologique.



## DÉCEMBRE

Maeva Cottura, chercheuse à l'IJL, a été lauréate de l'appel à projets Emergence @INC2025 avec son projet SHAMODI. Le projet SHAMODI vise à mieux comprendre la précipitation discontinue, une transformation de phase à l'état solide observée dans de nombreux alliages métalliques. Un phénomène qui mène fréquemment à une perte significative de dureté ou de résistance à la corrosion.

