

Rapport d'activité

2024

**VOTRE
PARTENAIRE RI&D
DANS L'INGÉNIERIE
DURABLE DES
GÉORESSOURCES**

Sommaire

A large, textured rock formation, possibly a mountain peak, dominates the left side of the image. The rock has a layered, almost crystalline appearance with various shades of grey, blue, and brown. The sky above is a clear, vibrant blue, and a bright, white comet streak is visible in the upper right quadrant. The overall scene is a high-contrast, natural landscape.

Le mot du directeur 4

01 | ISIFoR votre partenaire RI&D 6

02 | Le Carnot ISIFoR 22

03 | Le réseau des Carnot 36

04 | L'année 2024 40

Remerciements 48

LE MOT DU DIRECTEUR

2024, UNE ANNÉE DE CONSOLIDATION POUR LE CARNOT ISIFoR



Daniel BRITO

2024 a été marquée par une actualité complexe et versatile dans les domaines de la recherche, de l'économie, de la politique nationale et internationale. Dans un tel contexte, le Carnot ISIFoR a continué à développer une vision et des valeurs affirmées lors du Carnot 4 (2019).

Cohérence et continuité dans le fonctionnement, développement au sein de l'écosystème de la recherche partenariale, projection pour préparer l'avenir avec en ligne de mire la relabellisation : **Daniel Brito** (directeur du Carnot ISIFoR) nous livre un point sur l'existant, certaines réalisations 2024 et l'avenir.

L'institut Carnot ISIFoR et le réseau des Carnot, deux dimensions complémentaires ?

[Daniel Brito] Le réseau des Carnot et notre institut agissent ensemble chacun à leur niveau : le réseau en collectif et en partage entre tous les Carnot, ISIFoR sur son secteur d'expertise. Deux dimensions qui poursuivent **un seul objectif : promouvoir la recherche partenariale.**

En ce qui le concerne, le Carnot ISIFoR fédère un regroupement de laboratoires académiques de pointe et compte plus de 800 chercheurs travaillant sur les thématiques ciblées des géoénergies et géoressources. Très bien identifié sur la thématique sous-sol depuis 2011, notre Carnot propose des compétences multiples en recherches académique et partenariale. Celles-ci résultent de la synergie de nos 11 laboratoires de recherche et permettent de proposer des solutions de recherche inédites et novatrices, fruits d'échanges scientifiques que favorise notre structure.

Au cœur des valeurs d'ISIFoR on trouve **l'amélioration de la performance environnementale dans la production des géoressources** (en particulier via la décarbonation). Pour nous c'est une priorité car cette approche doit favoriser la transition énergétique et écologique. Confrontés aux enjeux sociétaux connus de tous, nous sommes convaincus qu'elle est un bon guide pour nos activités.

Le **réseau des Carnot rassemble 39 Carnot** présents dans toute la France. En concertation avec tous les instituts, il anime le réseau via des réunions, des webinaires, il en fortifie l'identité par sa communication et il en assure le rayonnement par sa présence sur de nombreux événements. Le dispositif Carnot, né en 2006 est une véritable réussite. Depuis son lancement, les indicateurs-témoins montrent clairement son dynamisme et sa croissance (*voir chiffres page 39*). Ainsi le Carnot ISIFoR a reçu son abondement le plus élevé de son histoire en 2024. Illustration du bon fonctionnement de ce dispositif : de plus en plus de PME s'adressent au réseau lorsqu'elles sont face à des problèmes de R&D.

C'est un bon indice de notre visibilité et de notre légitimité dans le domaine de la recherche-partenaire. Autre exemple de réussite : les partenariats longs, qui perdurent et se renouvellent entre acteurs industriels et recherche académique. Ils illustrent la confiance qui s'est installée avec les partenaires, sous l'égide du dispositif et du label Carnot.

Comment le Carnot ISIFoR prend place dans l'écosystème particulièrement riche de la recherche et de l'industrie ?

[Daniel Brito] Les Carnot, et en particulier le Carnot ISIFoR, sont aujourd'hui parfaitement identifiés dans l'écosystème de la recherche et de l'industrie en France. Notre Carnot joue un rôle de passerelle entre recherche académique et besoins des entreprises. À ce titre on remarquera les actions suivantes menées en 2024.

Le lancement des **Pôles Universitaires d'Innovation** en 2023 (notamment dans les universités de Pau et des Pays de l'Adour, Bordeaux et Toulouse qui hébergent des laboratoires du Carnot ISIFoR) est une aubaine pour ISIFoR. L'un des objectifs de ces PUI vise en effet à renforcer les liens entre recherche publique et entreprises via le recrutement de chargés d'affaires.

Nous collaborons donc étroitement avec ces PUI afin qu'ils soient les plus fructueux possible.

Les différents instituts **Carnot** sont également organisés en **réseaux thématiques** en comité plus restreint. ISIFoR fait partie du *Réseau des Carnot pour la Transition Énergétique*¹. À ce titre il contribue à développer une offre de recherche cohérente et élargie grâce à la synergie de 5 Carnot. Par exemple, nous dialoguons ensemble avec le **CSF-NSE**², pour nous informer au plus près des besoins des industriels. Un tel dialogue nous permet de réfléchir et faire évoluer nos feuilles de route en conséquence et rendre le dispositif Carnot encore plus performant, en proposant une newsletter industrie pertinente par exemple. Elle donne à voir, entre autres, les réalisations issues de la recherche partenariale de nos Carnot et se trouve diffusée à un large public d'entreprises et d'industriels. Notre Réseau organise et développe, par ailleurs, un ambitieux programme de webinaires scientifiques hebdomadaires. Commencé il y a deux ans ce programme à destination de la communauté scientifique de nos cinq Carnot est l'occasion de présenter des travaux de recherche en cours. Ils favorisent le partage de connaissance, les rencontres et de possibles recherches collaboratives à venir.

Enfin l'**ANR**³ a aussi parmi ses missions le développement de la recherche partenariale via notamment les programmes « Chaires industrielles » et « Laboratoires communs ». Plusieurs de ces chaires ou laboratoires communs ont vu le jour ces dernières années et la dynamique se poursuit, ce dont nous nous réjouissons. Le Carnot ISIFoR développe ainsi une activité soutenue avec les structures que nous venons de voir. Agir en bonne intelligence en s'appuyant sur les expertises de chacune d'elles c'est la voie que suit ISIFoR.

Vers quoi se dirige ISIFoR en 2025 ?

[Daniel Brito] Le CODIR⁴ et le COSS⁵ se sont réunis à plusieurs reprises en 2024. Ces temps d'échanges ont permis de réfléchir à l'évolution de la feuille de route pour ISIFoR.

Outre l'exploration et la production des géoressources, ainsi que les stockage, recyclage et distribution des géoénergies, qui constituent le cœur d'ISIFoR, nous voulons ajouter les dimensions humaines et sociales qui accompagnent aujourd'hui les transitions énergétiques. Ces dimensions sont en effet indissociables et nous pensons qu'elles doivent cheminer ensemble pour être dans un dialogue constant.

¹ Le Réseau des Carnot pour la Transition Énergétique est composé des Carnot Énergies du Futur, Icél, IFPEN RE, ISIFoR, M.I.N.E.S.

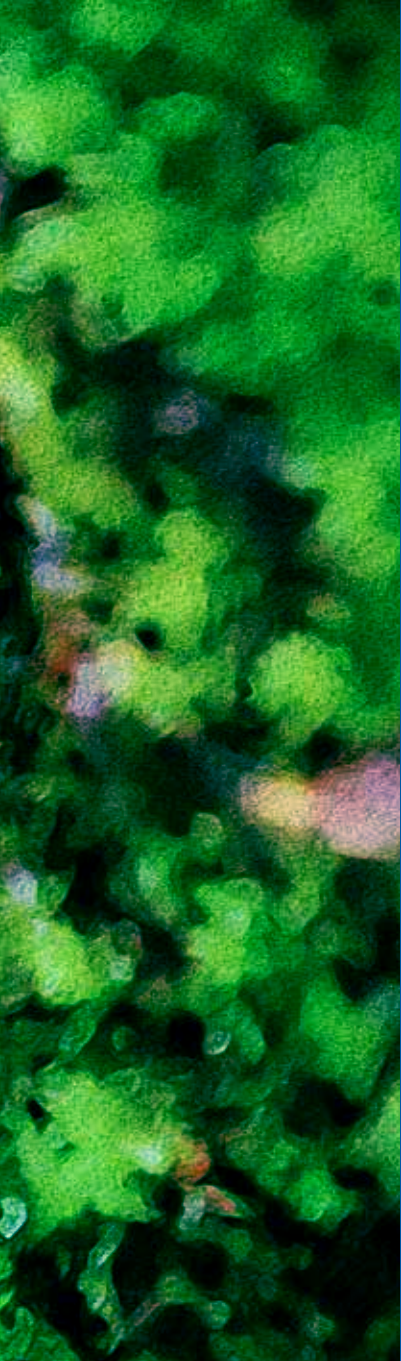
² CSF-NSE : Comité Stratégique de Filière – Nouveaux Systèmes Énergétiques. Les CSF recensent les sujets-clés des besoins industriels

³ Agence Nationale de la Recherche

⁴ CODIR : Comité de Direction

⁵ COSS : Comité d'Orientation Stratégique et Scientifique





ISIFoR,
VOTRE
PARTENAIRE
RI&D

LA RECHERCHE PARTENARIALE

AVEC LE CARNOT ISIFoR

À l'instar de tous les instituts Carnot, ISIFoR a pour vocation de promouvoir, soutenir et intensifier la recherche partenariale. Cette forme de recherche a pour objectif d'apporter des réponses concrètes aux besoins en recherche, innovation et développement (RI&D) des entreprises, en mobilisant les compétences de la recherche académique.

Conscients de la diversité des besoins exprimés par les acteurs industriels, nous avons sollicité trois entreprises partenaires afin qu'elles partagent leur retour d'expérience. Leurs témoignages offrent un éclairage concret sur les projets de RI&D menés en collaboration avec nos laboratoires (voir pages suivantes).

Enfin, vous trouverez ci-dessous les principaux indicateurs de l'année 2023 illustrant l'activité de recherche partenariale menée par ISIFoR.

RECHERCHE PARTENARIALE

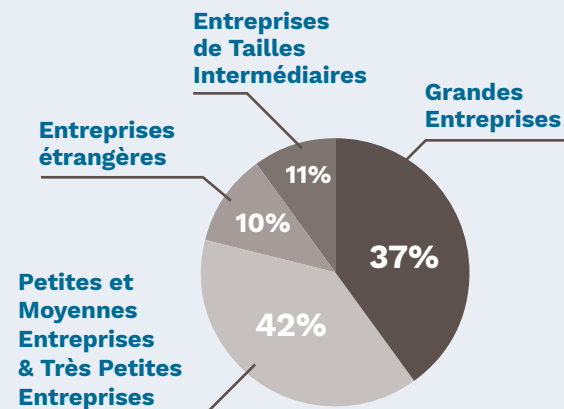
11,2 M€ | **9,9 M€**

hors monde
socio-économique

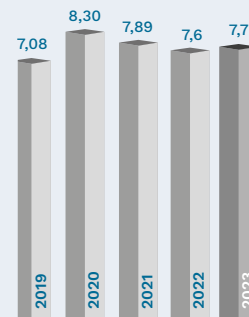
avec le monde
socio-économique

**DONT
7,7 M€
de RECHERCHE
CONTRACTUELLE**
(► pour le calcul de l'abondement)

TYPOLOGIE DES ENTREPRISES PARTENAIRES



MONTANT TOTAL DES CONTRATS DE RECHERCHE PARTENARIAUX PUBLIC-PRIVÉ DU CARNOT ISIFoR



Montants en millions d'euros retenus par l'ANR (pour calculer l'abondement annuel à l'institut Carnot ISIFoR)

Chiffres 2023



Pionnière en Europe, 45-8 ENERGY est une entreprise dédiée à l'exploration et la production de gaz écoresponsables, stratégiques et valorisés en circuit-court : l'hélium et l'hydrogène naturel, ainsi que les ressources pouvant leur être associées.



Camille SIGU

Responsable Communication & RH

Chez 45.8 ENERGY la R&D occupe une place très importante avec notamment des projets de recherche partenariale. Pouvez-vous nous en parler ?

[Camille Sigu] Pionnière dans l'exploration et la production éco-responsable d'hélium et d'hydrogène naturel, **45-8 ENERGY** a dû innover dès ses débuts pour surmonter les défis technologiques inhérents à ce nouveau secteur. Convaincue que l'essor de cette filière repose sur une innovation continue, l'entreprise a investi dans des projets de Recherche et Développement en partenariat avec des acteurs académiques et industriels, dont l'Institut Carnot ISIFoR fait partie.

À ce jour, près de **15 projets de recherche** ont été menés, certains encore en cours, permettant de concevoir des méthodologies, techniques et technologies spécifiques pour l'exploration et la valorisation durable de ces ressources, tout en intégrant les enjeux territoriaux liés aux projets sous-sol.

Parmi vos pistes de recherche, vous vous êtes associé à des campagnes de caractérisation de sources d'hélium et d'hydrogène natif avec le LFCR. Que vous apporte la recherche académique dans de tels cas ?

La recherche académique est un levier important pour **45-8 ENERGY** qui s'y associe au travers de projets collaboratifs en lien avec son activité principale : l'exploration et la valorisation des ressources en hélium et en hydrogène natif. En collaborant avec des experts comme *Mme Moretti* et le *LFCR*, nous bénéficions d'un savoir-faire scientifique pointu et d'outils analytiques avancés pour mieux comprendre la formation, la migration et le piégeage de ces gaz stratégiques. Ces campagnes de caractérisation nous permettent d'affiner nos modèles d'exploration, d'optimiser nos stratégies d'acquisition et d'améliorer la précision de nos évaluations de ressources. Grâce à ces partenariats, **nous combinons l'expertise industrielle avec les dernières avancées scientifiques** pour accélérer la transition énergétique et écologique et sécuriser un approvisionnement responsable en hélium et en hydrogène natif.





DANIEL

G R O U P E

Entreprise familiale depuis 1904, le Groupe Daniel est un acteur historique dans l'extraction et le concassage de granulats. Avec ses 13 centrales à béton, ses 13 carrières, ses 3 unités de préfabrication, son laboratoire, ses 3 négoce de matériaux, son centre de recyclage et son showroom, il rayonne dans les Landes, les Pyrénées-Atlantiques et les Hautes-Pyrénées.

Géré depuis plus d'une centaine d'années par un actionariat familial, le Groupe Daniel est une entreprise indépendante.

Création de la société D-IRD, filiale du Groupe Daniel pour la recherche et le développement de nouvelles solutions correspondant aux attentes et besoins des nouveaux marchés.

Vous avez créé une brique de terre crue dénommée TERRAGLO qui s'inscrit dans une démarche d'économie circulaire. Pouvez-vous nous parler de sa création et notamment de son travail de formulation avec Olivier Nouailletas du laboratoire SIAME ?

Suite à la prise du poste de Responsable R&D en juin 2021, l'idée de faire des BTC¹ avec les boues de lavage (puis autres) est arrivée très rapidement. Ce projet correspondait parfaitement aux enjeux de l'entreprise en revalorisant une partie des matériaux non exploités jusqu'alors, tout en s'inscrivant dans une démarche d'économie circulaire.

► **De janvier à juin 2022**, mise en place d'une collaboration avec l'ISA BTP² sous forme de prestations

- Caractérisation des boues de lavage de nos sites
- 1^{re} approche de formulation

► **En 2023** : important travail de formulation réalisé en interne (au sein du Groupe Daniel) avec l'utilisation de la presse mécanique du plateau technique MATCO du laboratoire SIAME

► **Mars 2023** : lancement d'un projet d'étude année scolaire 2022/2023 par le laboratoire SIAME avec les Masters de 4^e année toujours sur l'élaboration de formulation pour BTC

Le Groupe Daniel mène une politique très cohérente de développement dans le sud-ouest (gestion raisonnée des lieux d'extraction, des process de fabrication, implication dans la formation et la recherche...). Quelle est votre approche de la R&D ? comment vous associez-vous avec la recherche académique ?

Le Groupe Daniel contribue à l'effort et au développement des territoires locaux. Les enjeux de la recherche académique sont nombreux.

1. Innovation / R&D : Réalisation d'études, investissement, recherche et développement.

L'association avec les universitaires se fait soit par le biais :

- de prestations
 - Sur des études bien définies
 - Sous forme de prêt de matériel
- de projets d'étude
- de stages

2. Recrutement / Formation :

Accès aux futurs talents, employabilité

3. Responsabilité Sociétale de l'Entreprise (RSE) : engagement du Groupe Daniel au travers d'une démarche pédagogique et de formation auprès de la jeune génération. Nous organisons régulièrement des portes-ouvertes afin de faire découvrir la diversité de nos métiers ainsi que l'utilité de nos matériaux à la jeune génération. Nous avons signé un partenariat avec le Centre de Formation des Apprentis (CFA) Bâtiments et Travaux Publics de Pau. Nous avons aussi intégré la fondation ISA BTP afin de favoriser la réussite individuelle et collective des élèves et développer l'innovation.

ISIFoR | AU SERVICE DE LA RECHERCHE PARTENARIALE

¹ Brique en Terre Crue

² Institut Supérieur Aquitain du Bâtiment et des Travaux Publics

Fondée en 2015, Newheat est un fournisseur de chaleur renouvelable et durable. L'entreprise propose des solutions de décarbonation innovantes à destination des grands consommateurs de chaleur, les sites industriels et les réseaux de chaleur urbains.



Pierre GARCIA
Responsable Modélisation
chez Newheat

Quelle forme prend la R&D chez Newheat ?

[Pierre GARCIA] Chez Newheat, la R&D est inscrite dans la structure même de l'entreprise. En effet, puisque nous vendons de la chaleur « au compteur » à nos clients, la performance de nos installations est essentielle. Plus nos centrales sont efficaces, plus nous optimisons la production et la vente de chaleur, ce qui nous pousse à innover en permanence pour maximiser leur rendement. Pour y parvenir, nous devons être en phase avec les dernières avancées de la science et ce, principalement grâce à la recherche. C'est pourquoi, dès sa création, Newheat a travaillé avec la recherche académique, pour s'entourer de l'expertise de spécialistes. Cela a été le cas avec le LaTEP¹, mais pas uniquement, car nous avons aussi travaillé avec d'autres laboratoires comme le CEA², ou BEST³.

Par ailleurs, l'organisation même de Newheat fait de chaque collaborateur un acteur clé de la R&D. Nous favorisons une approche transversale où chacun est impliqué et peut contribuer activement aux innovations et aux évolutions futures.

En résumé, notre R&D repose sur deux dynamiques complémentaires : d'une part, la collaboration avec des chercheurs externes pour répondre au mieux aux attentes de nos clients, et d'autre part, une R&D interne, portée par nos collaborateurs et en constante évolution pour innover et se développer.

Le développement de vos solutions, appuyé sur votre R&D, montant en complexité année après année, semble parfaitement cohérent et planifié. Est-ce ainsi que vous les avez construites, dans une forme de planification ?

Dès le départ, nous avons une vision claire de ce que nous voulions apporter à nos clients : proposer la meilleure solution solaire thermique disponible. Aujourd'hui, grâce à nos travaux et à nos collaborations en recherches partenariales, nos solutions innovantes ont atteint une maturité technologique. Nous entrons donc dans une nouvelle phase : celle du déploiement de l'innovation, en rendant ces technologies accessibles aux industriels et aux réseaux de chaleur urbains. En effet, nos clients souhaitent décarboner leurs procédés industriels et réseaux de chaleur, et grâce à notre R&D nous leur proposons des solutions sur mesure et adaptées à leurs besoins spécifiques.

¹ Laboratoire de Thermique, Énergétique et Procédés (UPPA)

² Commissariat à l'Énergie Atomique

³ Bioenergy and Sustainable Technologies
(centre d'excellence autrichien)



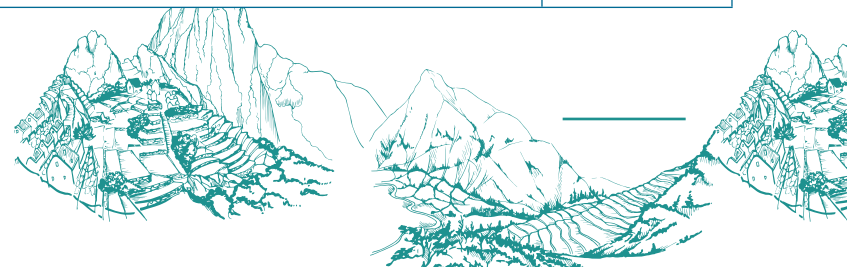
Financer la recherche ACADÉMIQUE pour favoriser la recherche PARTENARIALE

Les projets ressourcés :

Le ressourcement constitue l'un des piliers de l'activité d'ISIFoR. Il consiste à financer des travaux de recherche académique sans partenaire industriel, incluant notamment des thèses, des post-doctorats, l'acquisition de matériel scientifique et la mobilité des chercheurs. Ce soutien est accordé aux laboratoires labellisés ISIFoR à travers un appel à projets annuel. Chaque proposition doit s'inscrire dans les axes stratégiques portés par notre Carnot.

Chaque année, ce sont entre 15 et 20 projets qui sont retenus, représentant un investissement global de plus d'un million d'euros dédié à la recherche académique. Ce dispositif permet aux laboratoires de consolider leurs compétences et expertises sur des thématiques stratégiques, afin de mieux répondre aux enjeux actuels et futurs des partenaires industriels en matière de RI&D, favorisant ainsi l'essor de la recherche partenariale avec le monde socio-économique.

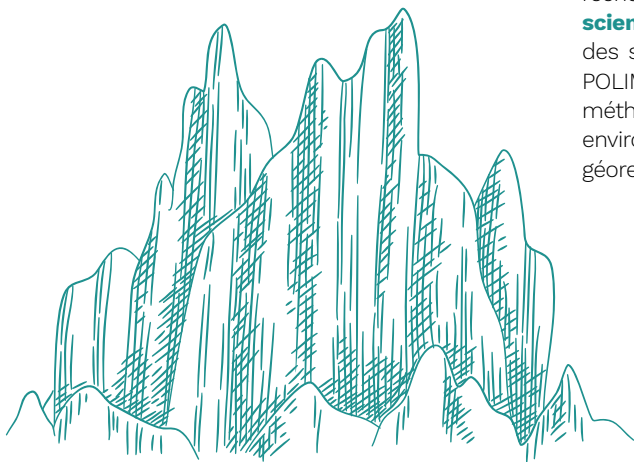
Laboratoire	Responsable du projet	Nom du projet ressourcé en 2024 par ISIFoR	Montant ressourcement
LFCR	Federico Sanjuan	TERARESERVOIRS : monitoring des changements dans la porosité et la formation de fractures des roches réservoirs à l'aide d'ondes électromagnétiques térahertz	70 000 €
LFCR	David Grégoire	VALOCOQ+BBC : optimisation de la valorisation de déchets de coquillage dans des bétons très bas carbone	70 000 €
LFCR	Benjamin Sobac	muMEGA : mouillage et évaporation de gouttes sessiles : analyse fine multi-échelle de la ligne de contact	70 000 €
IMFT	Éric Climent	SusPaCo : vers une rhéologie représentative des suspensions de particules cohésives	70 000 €
LMAP	Philippe Poncet	RoCCA : approche numérique de la rupture des Roches Carbonatées Chimiquement Altérées pour la mise en sécurité des réservoirs géologiques	34 000 €
EPOC	Corinne Loisy	H2-Réservoir : caractérisation géologique et géochimique des systèmes réservoirs en H ₂ naturel des Albanides internes : relations entre ophiolites, couvertures sédimentaires et géofluides	70 000 €
EPOC	Michel Franceschi	PaléEAUX : analyses isotopiques et mesures des teneurs en gaz rares pour l'étude de l'évolution du climat et des circulations souterraines au cours des 40 derniers millénaires	65 000 €



Laboratoire	Responsable du projet	Nom du projet ressource en 2024 par ISIFoR	Montant ressourcement
SIAME	Jean-Marc Dienot	SAFFE-EM : fiabilité électromagnétique et multiphysique des véhicules et systèmes de transport entièrement électriques	70 000 €
GET	Oscar Laurent	MiLiAr : le potentiel économique des micas lithinifères d'Ariège	70 000 €
GET	Michel de Saint-Blanquat	H2 AlterNatif : production de H ₂ par altération naturelle des lherzolites : apport des inclusions fluides	69 000 €
IPREM	Joachim Allouche	ERODE : génération de matériaux hybrides silice/biopolymères fonctionnels à porosité contrôlée et pilotée par biodegradation bactérienne	70 000 €
IPREM	Javier Jimenez	METHA-SECU : analyse des micro- et nanoplastiques en amont et aval de la méthanisation pour sécuriser cette technique répondant à une logique d'économie circulaire	70 000 €
IPREM	Anthony Ranchou-Peyruse	MEFHYtiC : microbiologie des écosystèmes subissant une fuite d'hydrogène et de CO ₂	65 000 €
IPREM	Marisol Goñi Urriza	AltMeth : voies alternatives de production de méthane biogénique dans les systèmes hydrothermaux serpentinisés	70 000 €
LaTEP	José Lara Cruz	BATMAN : système de stockage actif de l'énergie thermique à Base biologique – Analyse numérique et expérimentale du Transfert de chaleur des MATériaux à chaNgement de phase	64 000 €
LaTEP	Stéphane Gibout	GeoGIMYC : vers la serre autonome en énergie : Évaluation du couplage de la géothermie avec conversion solaire PVT à faible concentration (GIMYC)	70 000 €
LaTEP	Marion Ducouso	CARBAERO : étude de la carbonatation d'aérogels fonctionnalisés humide en colonne pour le captage de CO ₂	70 000 €
IPREM	Marie-Pierre Isaure	MIRO : visualisation des interactions micro-organismes-roches en contexte de stockage profond (mobilité internationale)	6 000 €
			1 143 000 €

CE QUE LE CARNOT ISIFoR APPORTE À LA RECHERCHE

TÉMOIGNAGES DE CHERCHEURS



ISIFoR | AU SERVICE DE LA RECHERCHE ACADÉMIQUE



Éric CLIMENT

Chercheur Toulouse INP-ENSEEIH
Directeur de l'IMFT

Le Carnot ISIFoR m'a offert l'opportunité de réaliser des projets de recherche courts (1 an et 1,5 ans) pour **avancer sur des questions scientifiques précises et lever des verrous** dans le domaine des sols pollués. Ces projets de recherche (SERAHC en 2016 et POLIMORPH en 2019) ont permis d'améliorer les connaissances et méthodes de maîtrise des risques et de réduction de l'empreinte environnementale des activités d'exploration et de production des géoressources.

Le dispositif Carnot est une des actions les plus vertueuses de soutien de la recherche par le PIA*.

Cela respecte la stratégie scientifique des laboratoires et des équipes tout en renforçant notre lien avec le monde socio-économique. Financer du ressourcement scientifique pour préparer de nouvelles collaborations avec nos partenaires ou des actions de valorisation dynamise les acteurs académiques de la recherche en particulier dans le domaine des sciences de l'ingénierie. À l'IMFT, plusieurs projets avec des industriels se sont concrétisés et nous sommes très attachés à notre participation à ISIFoR qui favorise les discussions et échanges scientifiques avec les collègues de Pau.



Grégory COHEN

Maître de conférences à Bordeaux
INP - EPOC

* Programme d'Investissements d'Avenir



Jean-Paul CALLOT

Professeur à l'UPPA
Directeur du LFCR

Le premier avantage qu'offre ISIFoR est sa **compréhension du monde industriel** qui est aussi aigu que celle du **monde académique**. La construction, le montage et la mise en route des collaborations se fait de manière naturelle et efficace, ce qui est éminemment appréciable. Qui plus est, l'existence d'interlocuteurs de formation scientifique, à la position stable dans le temps, sont autant d'éléments rassurants et qui permettent de se projeter à chaque instant lors du développement de nouveaux projets.

Par ailleurs, l'existence d'une structure permettant le financement de projets innovants est un plus qui permet d'envisager, en complémentarité des projets collaboratifs avec nos partenaires, de proposer de financer des sujets plus borderline ou novateurs, qui peuvent ne pas trouver dès le début du soutien auprès des partenaires.



Peter MOONEN

Professeur à l'UPPA
Directeur de DMEX

Faire partie d'ISIFoR est une **preuve que notre unité s'engage dans la recherche partenariale avec les entreprises**. Cela permet d'être plus crédible si on discute avec un partenaire socio-économique. Ils savent que nous nous engageons professionnellement sur les délais, sur les livrables... autant de points qui créent un cadre solide et rassurant, c'est un élément de plus pour convaincre les partenaires de travailler avec nous.



Corinne NARDIN

Professeur à l'UPPA - IPREM

La succession de 2 projets ressourcés par le Carnot ISIFoR que j'ai portés (PEPC (2018) et BAMBA (2021)) m'a permis de me focaliser sur la biocorrosion. Ce soutien sur plusieurs travaux successifs est **un vrai plus pour construire une recherche suivie, sur le long terme, ambitieuse**. Les avancées permises par ces derniers ont permis de tracer des pistes pour « aller chercher » des financements européens mais aussi ouvrir une collaboration internationale sur le thème de l'encrassement marin.



Projet RoCCA

Une approche numérique
pour mieux comprendre
l'altération des réservoirs
géologiques



Philippe PONCET

Professeur à l'UPPA
Directeur du LMAP

Pouvez-vous nous expliquer en quoi consiste le projet RoCCA, qui vient de débuter ?

[Philippe PONCET] Le projet RoCCA (approche numérique de la rupture des **Roches Carbonatées Chimiquement Altérées** pour la mise en sécurité des réservoirs géologiques) vise à développer une approche numérique innovante permettant d'étudier l'interaction entre la déformation mécanique et les altérations chimiques dans les roches réservoirs. Ces interactions seront modélisées à l'aide d'un couplage thermo-hydro-mécano-chimique (THMC), qui inclut des phénomènes de dissolution, de cristallisation et de précipitation. L'objectif est de développer une méthode numérique semi-lagrangienne⁶, optimisée pour le calcul haute performance (HPC), afin de rendre accessibles les simulations THMC sur l'endommagement des réservoirs géologiques. Le projet s'étend sur quatre ans et repose sur une thèse, confiée à Jérémie Racot, ancien étudiant en Master 2 à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA). Sa thèse est co-dirigée par Jean-Mathieu Etancelin (LMAP) et moi-même.

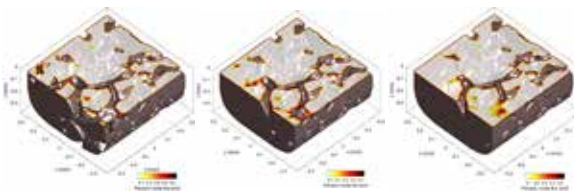


Figure : Porosité d'une roche de calcite dont les pores se bouchent suite au déplacement d'un fluide riche en calcium et CO_2 : les effets réactifs réduisent la perméabilité du milieu, mais les mécanismes de rupture du matériau modifié sont inconnus et seront étudiés dans ce projet (tiré de [1]).

En quoi RoCCA s'inscrit-il dans la continuité de vos travaux précédents ?

RoCCA trouve ses racines dans nos travaux publiés en 2019⁷, ensuite confrontés à l'expérience et à d'autres approches numériques en collaboration avec des chercheurs internationaux, notamment Sergi Molins du Berkeley Lab⁵. Nous avons initialement exploré les processus de dissolution de la calcite dans les réservoirs géologiques². Ce travail a mis en évidence la fragilisation des roches due à la dissolution chimique. Nous nous sommes ensuite intéressés au processus inverse, à savoir la cristallisation et la précipitation des minéraux en présence de fluides interstitiels riches en CO_2 supercritique dans des configurations chimiques⁶ bien choisies¹. Aujourd'hui le projet RoCCA nous permet de poursuivre cette démarche en étudiant la manière dont ces processus impactent la résistance mécanique des réservoirs de stockage de CO_2 et les milieux destinées au stockage minéral du CO_2 .



Echantillon de grès sableux et son réseau de pores en transparence (zones d'accélération en rouge). Calcul du champ de vitesse à haute résolution, ici 1024^3 (tiré de [4]).

Comment va se dérouler le projet et quels en sont les principaux volets ?

RoCCA se déroule sur une période de quatre ans et comprend plusieurs axes de recherche :

1. Développement numérique :

les deux premières années seront consacrées à l'élaboration d'une méthode numérique semi-lagrangienne au LMAP permettant d'intégrer le couplage THMC. L'objectif est de construire une telle méthode d'approximation des modèles dédiée à ce problème, pensée pour le calcul intensif sur des plateformes de calcul haute performance.

2. Frugalité numérique :

en considérant qu'un calcul utilisant beaucoup moins de ressources pour une même précision utilisera beaucoup moins d'énergie, nous abordons aussi le sujet de la minimisation de l'impact environnemental du calcul intensif. Il s'agit d'une des valeurs ajoutées des mathématiques appliquées.

3. Validation expérimentale :

en collaboration avec Peter Moonen (DMEX - LFCR) et Nicolas Beaudoin (LFCR), nous mettons en place des protocoles expérimentaux de tomographie à rayons X en 4D pour valider nos modèles numériques³.

4. Simulation à grande échelle :

nous confronterons les simulations numériques aux données expérimentales afin d'évaluer la précision de nos modèles et leur pertinence pour la prédiction du comportement des réservoirs géologiques.

Quels sont les objectifs et les perspectives de ce projet ?

L'objectif final de RoCCA est de fournir un outil numérique permettant d'estimer l'intégrité à long terme des réservoirs géologiques stockant du CO₂. Les perspectives à long terme incluent le développement d'un modèle prédictif robuste et opérationnel, qui pourrait être utilisé par des industriels comme Teréga ou tout autre acteur impliqué dans le transport ou le stockage, dans le but d'apporter un diagnostic complémentaire de monitoring pour la sécurisation des réservoirs naturels. Nous espérons également renforcer nos collaborations internationales, pour explorer de nouvelles pistes de recherche comme la conversion calcite-dolomite sur laquelle travaille notre collègue Nicolas Beaudoin du LFCR.

Bibliographie

1. Perez S., Etancelin J.-M., Poncet P. (2025). A semi-Lagrangian method for the direct numerical simulation of crystallization and precipitation at the pore scale. *Frontiers in Earth Science*, 13, 1493305.
2. Perez S., Poncet P. (2024). Auto-weighted Bayesian Physics-Informed Neural Networks and robust estimations for multitask inverse problems in pore-scale imaging of dissolution. *Computational Geosciences*, 28, 1175-1215.
3. Perez S., Moonen P., Poncet P. (2022). On the Deviation of Computed Permeability Induced by Unresolved Morphological Features of the Pore Space. *Transport in Porous Media*, 141, 151-184.
4. Hume L., Poncet P. (2021). A velocity-vorticity method for highly viscous 3D flows with application to digital rock physics. *Journal of Computational Physics*, 425, 109910.
5. Molins S., Soulaire C., Prasianakis N. I., Abbasi A., Poncet P., et al. (2021). Simulation of mineral dissolution at the pore scale with evolving fluid-solid interfaces: review of approaches and benchmark problem set. *Computational Geosciences*, 25, 1285-1318.
6. Etancelin J.-M., Moonen P., Poncet P. (2020). Improvement of remeshed Lagrangian methods for the simulation of dissolution processes at pore-scale. *Advances in Water Resources*, 146, 103780.
7. Sanchez D., Hume L., Chatelin R., Poncet P. (2019). Analysis of 3D non-linear Stokes problem coupled to transport-diffusion for shear-thinning heterogeneous microscale flows, applications to digital rock physics and mucociliary clearance. *ESAIM Mathematical Modelling and Numerical Analysis*, 53 (4), pp.1083-1124.

Projet MiLiAr

À la recherche des granites
et pegmatites riches
en lithium



Oscar LAURENT

Chargé de recherche au CNRS - GET

Le projet MiLiAr (potentiel économique des Micas Lithinifères d'Ariège) débute actuellement de quoi s'agit-il exactement ?

[Oscar LAURENT] Le projet MiLiAr s'intéresse aux granites et pegmatites à métaux rares. Ces roches représentent des magmas solidifiés en profondeur dans la croûte terrestre, dont la composition particulière a permis d'y cristalliser des minéraux inhabituellement riches en éléments rares, notamment des micas lithinifères. Dans le contexte de la transition écologique, ces roches deviennent des gisements potentiels stratégiques de lithium car ils pourraient permettre de sécuriser un approvisionnement domestique durable. Dans le cadre de MiLiAr, nous souhaitons répondre à une question scientifique encore très débattue, qui a des implications pour l'évaluation du potentiel des gisements connus et pour en découvrir de nouveaux : quelles conditions géologiques particulières faut-il réunir pour former des magmas contenant des micas riches en lithium ? Le contexte ariégeois offre un cadre d'étude idéal pour répondre à cette question : de nombreux indices à lithium y ont été identifiés par le BRGM, sont portés par une grande diversité de granites et pegmatites, et le remaniement tectonique pyrénéen a permis en quelque sorte de « fossiliser » l'environnement géologique qui leur a donné naissance.



Filon de pegmatite intrusive dans les gneiss du dôme de l'Aston, haute vallée de Soulcm (Ariège) © Oscar Laurent

Ces micas de pegmatites sont-ils communs au sein des formations géologiques ou s'agit-il d'une particularité ariégeoise ? ont-ils été déjà très étudiés ?

Les micas sont parmi les minéraux les plus communs de la croûte terrestre, en Ariège comme partout ailleurs ! Si l'immense majorité d'entre eux contient peu de lithium (quelques centaines de grammes par tonne), la particularité des micas des pegmatites et granites à métaux rares est qu'ils peuvent en contenir cent fois plus, soit des dizaines de kilogrammes par tonne. L'environnement géologique des micas des pegmatites ariégeoises laisse supposer qu'ils appartiennent à cette catégorie, mais cela reste à confirmer car ils n'ont fait l'objet d'aucune étude systématique. L'identification de teneurs élevées en lithium dans certaines localités ariégeoises résulte des campagnes cartographiques du BRGM, menées il y a plusieurs décennies. Il est

donc important de mettre à jour ces données anciennes et de les reconsidérer à la lumière de l'avancée des concepts métallogéniques. De plus, des études récentes montrent que les propriétés physico-chimiques et l'environnement minéralogique des micas influencent directement le traitement du minerai. Notre travail de caractérisation de ces micas aura donc un impact non seulement sur notre compréhension de l'origine des granites et pegmatites à métaux rares, mais aussi sur le développement de procédés de libération énergétiquement efficaces pour optimiser l'exploitation future de ce type de gisement.

Sur MiLiAr vous allez travailler avec le BRGM (Jéréemie Melleton) comment allez-vous mener ce projet ensemble ?

Avec mes collègues Marieke van Lichtenvelde et Loïs Monnier (qui travaillera en tant que post-doctorant financé par MiLiAr), nous sommes engagés depuis plusieurs années dans des collaborations avec le BRGM et d'autres partenaires académiques sur la thématique des pegmatites et granites à métaux rares, avec Jéréemie Melleton comme interlocuteur privilégié. Il est par exemple coordinateur du programme de recherche TRANSFAIR financé par l'ANR pour la période 2021-2025 et dans le cadre duquel nous avons travaillé ensemble sur la cible géologique du projet EMILI porté par le groupe Imerys à Echassières (Allier), dans le Massif Central. Le projet MiLiAr s'inscrit donc naturellement dans ce cadre de collaboration existante, permettra d'en renforcer les liens et d'élargir le tissu collaboratif sur la question du lithium « roches dures » en France, en y impliquant l'institut Carnot ISIFoR. Le déroulement du projet bénéficiera de l'expertise du BRGM sur la vision intégrée des spécificités des gisements de lithium à l'échelle européenne et des conditions socio-environnementales de la contribution des territoires à leur possible exploitation future.



Détail de cristaux de mica blanc dans une pegmatite © Michel de Saint-Blanquat

Projet AltMeth

Sur les traces du méthane en milieu extrême : défis scientifiques et environnementaux



Marisol Goñi Urriza

Professeur à l'UPPA - IPREM

Pouvez-vous nous présenter le projet AltMeth (voies alternatives de production de méthane biogénique dans les systèmes hydrothermaux serpentinisés), que vous avez lancé récemment ?

[Marisol Goñi Urriza] Le projet AltMeth s'inscrit dans une dynamique de recherche sur la production alternative de méthane biogénique. Alors que la méthanogenèse anaérobie, bien connue et exploitée industriellement (comme dans les méthaniseurs des stations d'épuration), repose sur l'action d'archées méthanogènes, notre projet explore des voies métaboliques alternatives. Nous nous intéressons particulièrement aux sources hydrothermales peu profondes de Prony, en Nouvelle-Calédonie, qui présentent un environnement extrême où la production naturelle de méthane semble suivre un processus différent de la méthanogenèse conventionnelle.

L'objectif est d'identifier les micro-organismes impliqués dans cette production alternative et de décrypter les mécanismes biologiques en jeu. Ce travail est mené en collaboration avec le MIO (Institut Méditerranéen d'Océanologie) à Marseille et poursuit d'autres travaux que nous avons pu mener avec le soutien de l'ANR.



Précipités de carbonates à la sortie des fluides hydrothermaux (site de l'Aiguille, Baie de Prony, Nouvelle Calédonie)

Quelles sont les perspectives à moyen et long terme de ce projet ?

Ce projet revêt un double intérêt. D'un point de vue fondamental, il vise à enrichir nos connaissances sur le cycle du méthane et sur des processus biologiques encore largement inexplorés. D'un point de vue appliqué, ces travaux pourraient ouvrir des perspectives dans le domaine des bioprocédés inspirés de la nature.

Si nous parvenons à caractériser cette voie alternative de production du méthane et à identifier les conditions optimales pour son activation, cela pourrait constituer une piste intéressante pour la production d'une source d'énergie bas carbone. Toutefois, nous sommes encore à un stade exploratoire (TRL 1-2), et des développements significatifs seraient nécessaires avant toute application industrielle.

Votre étude porte sur des échantillons issus de milieux extrêmes. Comment définissez-vous ces environnements et quel est leur intérêt particulier ?

Les milieux extrêmes sont des environnements caractérisés par des conditions physico-chimiques qui dépassent les seuils habituels de tolérance de la plupart des organismes. Cela inclut des températures élevées, des pH extrêmes ou une pression importante.

Le champ hydrothermal de Prony est un exemple remarquable de milieu extrême. Ses fluides alcalins ($\text{pH} > 11$), modérément chauds (environ 40°C) et pauvres en phosphore constituent un environnement unique. Nos analyses préliminaires suggèrent que certaines communautés microbiennes y exploitent le méthylphosphonate comme source de phosphore, libérant ainsi du méthane.

L'étude de ces environnements extrêmes permet de découvrir de nouveaux mécanismes biochimiques et des microorganismes aux propriétés inexplorées, c'est pour cette raison qu'ils sont intéressants. L'histoire de la biologie regorge d'exemples où la recherche sur ces milieux a conduit à des applications majeures, comme l'utilisation des enzymes thermostables issues d'organismes extrémophiles pour la PCR (polymerase chain reaction), technique révolutionnaire en biologie moléculaire. Nos travaux pourraient ainsi, à terme, avoir des retombées dans des domaines variés, allant de la biotechnologie à la production d'énergie renouvelable.



Dispositif pour prélever les fluides hydrothermaux (fluides gazeux) au site de l'Aiguille (17 m de profondeur), Baie de Prony, Nouvelle Calédonie





20 LE
CARNOT
ISIFoR

La gouvernance ISIFoR

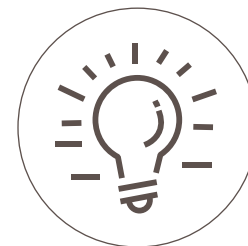
Composée de trois instances (CoDIR, COSS et Bureau)
la gouvernance d'ISIFoR a pour mission de définir une ligne scientifique, positionner le Carnot stratégiquement et mettre en œuvre au quotidien ses décisions.

CODIR

COmité de DIRection

RÔLE Il œuvre à la mise en œuvre du ressourcement en cohérence avec la politique scientifique et selon les recommandations du COSS.

COMPOSITION il rassemble des membres de direction des laboratoires et des tutelles.



COSS

COmité d'Orientation Stratégique et Scientifique

RÔLE Il définit les axes stratégiques d'ISIFoR et répartit les moyens financiers.

COMPOSITION Il se compose pour moitié d'académiques et pour moitié d'industriels et de partenaires socio-économiques.



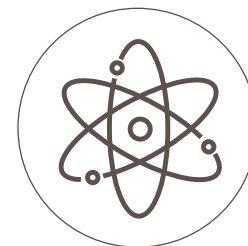
BUREAU

Daniel BRITO (directeur)

Virginie CATURLA (directrice opérationnelle)

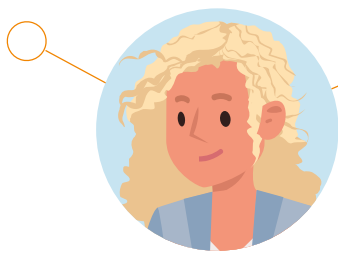
Catherine MAUPEU (responsable qualité)

Louis DECAM (responsable communication et évènementiel)



L'équipe

Composée de 5 personnes,
le Carnot ISIFoR est à l'écoute de vos
projets de recherche et de développement.
Notre équipe saura vous orienter
dans vos questions-recherche liées aux
géoressources pour trouver, rapidement,
parmi nos 11 laboratoires labellisés
l'interlocuteur qui répondra à votre
problématique.



Virginie CATURLA

Directrice Opérationnelle
06 31 02 17 57
virginie.caturla@univ-pau.fr



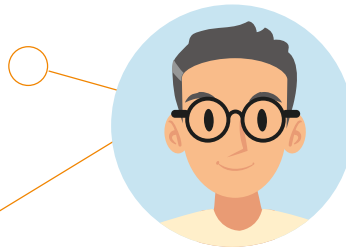
Catherine MAUPEU

Responsable Qualité
catherine.maupeu@univ-pau.fr



Peter MOONEN

Correspondant à l'International
05 59 40 73 30
peter.moonen@univ-pau.fr



Louis DECAM

Responsable
Communication et Événementiel
06 27 18 05 94
louis-frederic.decam@univ-pau.fr



Daniel BRITO

Directeur
05 59 40 74 18 | 06 59 61 24 03
daniel.brito@univ-pau.fr

Les chiffres clefs du Carnot ISIFoR en 2024

**11****LABORATOIRES**

de recherche publique

**849****ETP**

équivalent temps plein

**328****DOCTORANTS**

dont 37 CIFRE

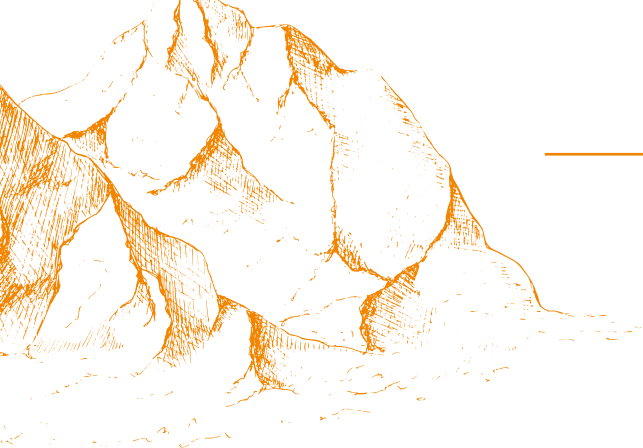
**805****PUBLICATIONS**

de rang A

**391****BREVETS**

en portefeuille

**11****DÉCLARATIONS**d'inventions et
et brevets déposés



Accompagner la recherche partenariale

ISIFoR en sa qualité d'institut Carnot, a pour vocation d'accompagner le développement des travaux de recherche, entre les laboratoires académiques et les acteurs socioéconomiques, principalement des entreprises (de la PME aux grands groupes), en réponse à leurs besoins.

La recherche partenariale constitue un important levier pour l'économie en favorisant l'innovation des entreprises, gage de compétitivité et de croissance.

ISIFoR vous accompagne dans le montage de vos projets en lien avec les acteurs de l'innovation de son écosystème : pôles de compétitivité, Sociétés d'Accélération du Transfert de Technologies (SATT), Agence de Développement & d'Innovation (ADI), et autres structures territoriales :

EN MODE COLLABORATIF

En vous apportant un appui pour les appels à projets régionaux, nationaux, européens (ex ANR, PEPR, ...).

► bénéficiant de financement public

EN MODE CONTRACTUEL

En établissant un contrat entre les entreprises et les laboratoires labellisés ISIFoR

► les modalités de la collaboration sont définies contractuellement

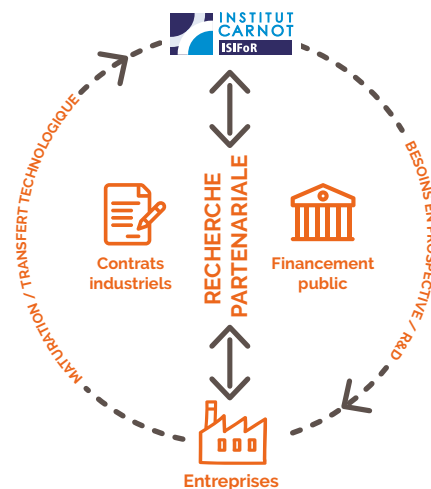
EN MODE RESSOURCEMENT

ISIFoR vous soutient dans vos projets sans partenaires industriels par son action de ressourcement :

Chaque année, grâce à l'abondement ANR, l'institut soutient une vingtaine de projets de recherche via un appel à projet interne.

Cette action appelée « ressourcement », sélectionne (via son COSS sur proposition du CODIR) des projets de recherche académique ayant pour objectifs de renforcer les compétences et expertises des laboratoires labellisés ISIFoR. Elle vise à développer leur potentiel en matière de recherche partenariale, à accroître leur visibilité et à structurer leur offre de compétences et de services auprès du monde socio-économique.

Les modes d'action



UNE POLITIQUE COHÉRENTE, EN ADÉQUATION AVEC NOS OBJECTIFS 2019

(labellisation Carnot 4)

LES GRANDS AXES POURSUIVIS PAR ISIFoR

Lors de sa dernière labellisation notre institut s'est engagé à poursuivre un certain nombre de thèmes structurants, appuyés sur des enjeux économiques et sociétaux. Ces axes structurants et leurs enjeux sont les suivants :

TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ET ÉCOLOGIQUE

- ▶ Développer les sources d'énergies bas carbone (gaz verts, stockage et leur intégration dans les réseaux multi-énergies)
- ▶ Décarboner par le CCUS

EXPLORATION ET PRODUCTION RESPONSABLE DES GÉORESSOURCES

- ▶ Maîtriser les risques et réduire l'empreinte environnementale des activités d'exploration et de production des géoressources
- ▶ Faire progresser les techniques d'exploration et de production des géoressources pour garantir la compétitivité des entreprises du secteur

LE CARNOT ISIFoR

UN CAP BIEN ÉTABLI

Si l'on considère les années écoulées depuis 2019, et les bouleversements d'ampleur qui ont marqué cette période, la cohérence de la politique menée par ISIFoR se dévoile très clairement. Les deux thèmes et les 4 axes (évoqués ci-contre) nous ont permis de tenir un cap ferme alors que les géoressources (sur lesquelles ISIFoR travaille) connaissaient parfois des révolutions inédites (géopolitiques, politiques et technologiques).

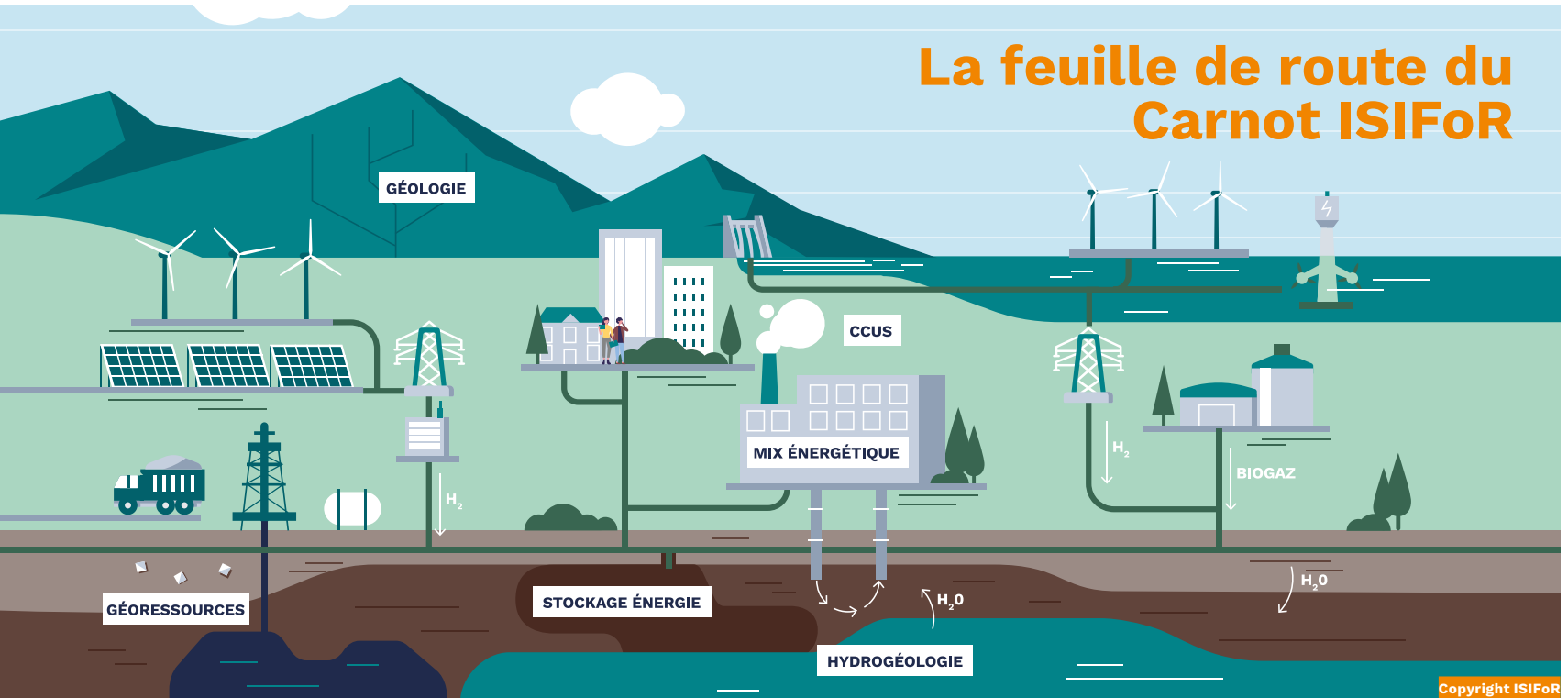
Un financement de la recherche académique plus orienté vers la Transition Énergétique

ISIFoR consacre chaque année, via l'abondement qui lui est attribué, une importante somme d'argent (plus de 80%) vers la recherche académique. Financement de demi-thèses, de post-doctorats, d'équipement ou de mobilités, l'ambition de notre Carnot est claire : faire monter en compétence nos laboratoires labellisés, selon nos axes structurants, pour développer la recherche partenariale de demain.

Les 5 dernières années ont vu une montée en puissance du financement de projets résolument orientés vers la transition énergétique. Le développement de l'axe *Développer les sources d'énergies bas carbone* représente ainsi en 2023 44 % de nos projets financés contre 29 % en 2020.

L'évolution des sujets de recherche partenariale menés par nos laboratoires : plus de travaux dans les axes de la Transition

Depuis la dernière labellisation nous avons pu constater que nos laboratoires vont, de plus en plus, vers des travaux de recherche partenariale qui sont alignés sur les axes *Transition énergétique et écologique*. Une évolution qui montre l'efficacité du dispositif Carnot via l'accompagnement des laboratoires autour de thématiques utiles à l'industrie et aux entreprises.



Le Carnot ISIFoR est au cœur des enjeux énergétiques et environnementaux en lien avec le sous-sol.

Il déploie ses activités (les principaux domaines, technologies, ressources sont visibles sur cette illustration) à travers deux axes structurants :

- ▶ la transition énergétique et écologique par le développement de la décarbonation,
- ▶ l'amélioration de la performance environnementale de l'exploitation des géoressources.

Un riche écosystème

Le Carnot ISIFoR évolue dans un environnement riche de laboratoires, d'entreprises, de pôles de compétitivité et d'instituts Carnot aux thématiques complémentaires des nôtres. Rassemblés sous la bannière des géoressources, au cœur de la transition énergétique, nous sommes en réseau avec tous ces acteurs pour développer la recherche-partenaire. Parmi ceux-ci nous donnons aujourd'hui la parole au Pôle AVENIA et à l'UPPA (Université de Pau et des Pays de l'Adour).

DES PARTENAIRES PRIVILÉGIÉS

Parmi nos partenariats forts, celui du Pôle AVENIA (unique pôle français de compétitivité dédié aux filières industrielles du sous-sol au service de la transition écologique et énergétique) et celui de l'UPPA* accompagnent notre stratégie de développement et de fortification de la recherche partenariale.

LE CARNOT ISIFoR

Le Pôle AVENIA



Thibaut HEIMERMANN

Directeur général du Pôle AVENIA

[Thibaut HEIMERMANN] Le Pôle AVENIA et le Carnot ISIFoR entretiennent une relation historique et de proximité depuis la création de ce dernier. Cette collaboration repose sur une complémentarité essentielle : d'un côté, le Pôle AVENIA, pôle de compétitivité, structure et anime les filières industrielles du sous-sol ; de l'autre, le Carnot ISIFoR, centre d'excellence de la recherche, apporte son expertise scientifique dans ce même domaine des Géoressources et de leur usage. Ensemble, ils partagent une vision commune du rôle stratégique que le sous-sol peut et doit jouer dans les grandes transitions énergétiques et environnementales auxquelles nous assistons.

Notre collaboration s'incarne de différentes manières. Tout d'abord, ISIFoR, sous tutelle de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA), siège au sein de la gouvernance du Pôle AVENIA. Réciproquement, AVENIA est présent au Comité d'Orientation Stratégique d'ISIFoR, renforçant ainsi l'alignement entre la recherche et les attentes des acteurs du secteur.

En outre, leur proximité territoriale dans le sud-ouest de la France, notamment à travers la présence des deux équipes au sein de l'incubateur "GEOSTART" d'Hélioparc, favorise les synergies. Cela se traduit enfin par la co-organisation régulière d'événements (Rdv des Régions, webinaires thématiques...)

Au sein de l'écosystème des Géoressources, le Pôle AVENIA se positionne comme le catalyseur de l'innovation collaborative. Il contribue donc à mettre en relation les différents acteurs des métiers du sous-sol. Le dialogue continu entre AVENIA et ISIFoR en est une parfaite illustration en permettant d'initier des projets de recherche qui tiennent compte des besoins des industriels, des enjeux des territoires (voire les transforment) et contribuent à une exploration et exploitation plus raisonnée du sous-sol.

*Université de Pau et des Pays de l'Adour tutelle majoritaire des laboratoires de l'institut Carnot ISIFoR

L'UPPA*

engagée dans le PUI



Christophe DERAÏL

Vice-président Partenariat et
Innovation de l'UPPA

[ISIFoR] Comment le PUI de l'UPPA, dont le dispositif monte en puissance, s'articule avec le dispositif Carnot ?

[Christophe DERAÏL] Le Pôle Universitaire d'Innovation Sud Aquitaine Innovation (PUI SAI) a pour objet de **dynamiser le transfert des résultats de recherche**, notamment au travers de la création de start-up et d'**accroître la recherche collaborative avec le monde socio-économique**.

Ses membres fondateurs sont des organismes nationaux de recherche (CNRS, INRAE et Inria), l'ADERA et la SATT Aquitaine Science Transfert¹ et l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA) qui en est le chef de file. Une cinquantaine de partenaires sont engagés dans cette dynamique (industriels, technopoles, pôles de compétitivité, CCI, agences de développement, collectivités...).

Le PUI SAI a pour vocation de consolider les forces existantes du site universitaire pour dynamiser les deux piliers évoqués ci-dessus. Sur le volet recherche partenariale, pour augmenter les collaborations public-privé, il apporte des éléments nouveaux : d'organisation entre les tutelles, de communication des compétences et des infrastructures de recherche vers le monde socioéconomique et de services dédiés de formation et de recherche.

Dans cet esprit, l'institut Carnot ISIFoR est, depuis plus de 10 ans, un élément essentiel de la dynamique de recherche partenariale de l'UPPA. Notre université a fait des recherches autour des enjeux énergétiques et environnementaux du sous-sol, domaines couverts par ISIFoR, une des priorités de sa stratégie recherche. L'institut Carnot ISIFoR a été un atout pour la candidature déposée en vue de la création du PUI, démontrant notre capacité à opérer avec efficacité les collaborations partenariales de recherche. Ainsi, les actions menées au sein du PUI SAI doivent servir le Carnot ISIFoR pour augmenter son portefeuille de collaborations et de nouveaux partenaires, notamment avec les PME-PMI.

Dans le même temps, les processus solides de gestion des collaborations suivis par l'institut Carnot ISIFoR et l'apport de l'abondement qui soutient l'excellence de la recherche, sont des atouts pour garantir la capacité de cette montée en puissance.

À l'UPPA il y a des laboratoires et des chercheurs mondialement reconnus dans le domaine des géoressources. Comment le PUI va investir ce domaine qui intéresse tout particulièrement le Carnot ISIFoR ?

Comme nous l'évoquions précédemment, la stratégie recherche de l'UPPA et des organismes nationaux de recherche présents sur le site universitaire, investit, au travers des missions interdisciplinaires, les enjeux énergétiques et environnementaux du sous-sol. Fort d'une recherche partenariale déjà intense, le PUI Sud Aquitaine Innovation a choisi de renforcer la capacité de communication des compétences et infrastructures de ce domaine particulier par l'embauche d'un chargé d'affaires dédié. Il couvrira spécifiquement les activités de recherche qui sont hébergées au sein de l'IPRA (Institut Pluridisciplinaire de Recherche Appliquée). Son action doit permettre de mieux faire connaître celles-ci aux entreprises et ainsi permettre de nouvelles collaborations.

Ce chargé d'affaires rejoindra une équipe de chargés d'affaires couvrant d'autres laboratoires (dont l'IPREM, un laboratoire intégré au périmètre du Carnot ISIFoR). Ils auront également en charge la promotion d'autres activités (par exemple la formation à la carte). Formés ensemble à une couverture professionnelle du territoire, détectant les besoins des entreprises en lien avec les compétences disponibles dans les laboratoires, cette équipe doit permettre une montée en puissance des collaborations, en particulier dans les domaines couverts par l'Institut Carnot.

¹ L'ADERA SAS et la SATT AST (Aquitaine Science Transfert) sont des filiales de l'UPPA*

Les laboratoires ISIFoR

IPREM

Institut des sciences analytiques
et de Physico-chimie pour
l'Environnement et les Matériaux
Pau/Anglet/Mont-de-Marsan

LFCR

Laboratoire des
Fluides Complexes
et leurs Réservoirs
Pau/Anglet

LaTEP

Laboratoire
de Thermique,
Énergétique
et Procédés
Pau/Tarbes

LMAP

Laboratoire
de Mathématiques
et de leurs
Applications
Pau

SIAME

Laboratoire des Sciences
pour l'Ingénieur Appliquées
à la Mécanique et au génie
Électrique
Pau/Anglet

DMEX

Développement
de Méthodologies
Expérimentales
Pau

CHLOE

Computational
Hydrocarbon Laboratory
for Optimized Energy
Efficiency
Pau

OPERA

Applied Geophysical
Research group
Pau

GET

Géosciences
Environnement
Toulouse
Toulouse

IMFT

Institut de Mécanique
des Fluides de Toulouse
Toulouse

EPOC

Environnements et
Paléoenvironnements
Océaniques et
Continentaux
Bordeaux

EPOC

Environnements et Paléoenvironnements Océaniques et Continentaux

Équipes GeolSed et PROMESS

UMR 5805 CNRS, Bordeaux INP - Université de Bordeaux

SECTEURS D'APPLICATION

- ◆ Environnement
- ◆ Géoressources

GET

Géosciences Environnement Toulouse

UMR 5563 CNRS - UR 234 IRD- UM 97

Université de Toulouse - CNES

SECTEURS D'APPLICATION

- ◆ Sciences de la Terre (Terre interne, Géodynamique, Géoressources)
- ◆ Sciences de l'environnement (Zone critique, Ressources en eau, Variabilité climatique, Interactions Contaminants – Environnement – Santé)
- ◆ Ressources énergétiques (métaux stratégiques, géothermie, H₂ naturel) – Stockage et valorisation du CO₂, géomatériaux
- ◆ Observation spatiale

IMFT

Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse

UMR 5502 CNRS, Toulouse INP

Université de Toulouse

SECTEURS D'APPLICATION

- ◆ Ingénierie (énergies, procédés, matières premières...)
- ◆ Génie nucléaire et pétrolier
- ◆ Aéronautique, Transports et applications spatiales
- ◆ Environnement

CHLOE

Computational Hydrocarbon Laboratory for Optimized Energy Efficiency

ADERA - Université de Pau et des Pays de l'Adour

SECTEURS D'APPLICATION

- ◆ Transition énergétique : stockage géologique de gaz et d'énergie, applications «Digital Rock Physics» (milieux poreux, batteries...)
- ◆ Analyse numérique à l'échelle du pore, du laboratoire et du projet



DMEX

Développement de Méthodologies EXopérimentales

UAR 3360 CNRS - Université de Pau et des Pays de l'Adour

SECTEURS D'APPLICATION

- ◆ Géosciences
- ◆ Science des matériaux
- ◆ Transition énergétique

IPREM

Institut des Sciences Analytiques et de Physico-Chimie pour l'Environnement et les Matériaux

UMR 5254 CNRS - Université de Pau et des Pays de l'Adour

SECTEURS D'APPLICATION

- ◆ Environnement
- ◆ Stockage et conversion de l'énergie
- ◆ Santé, Cosmétique
- ◆ Transport (Aéronautique, Automobile)
- ◆ Valorisation de la biomasse
- ◆ Gestion du sous-sol et des ressources carbonées

LaTEP

Laboratoire de Thermique, Énergétique et Procédés

UR 1932 - Université de Pau et des Pays de l'Adour

SECTEURS D'APPLICATION

- ◆ Énergie
- ◆ Environnement
- ◆ Biomasse, biocarburants
- ◆ Industries chimiques et pétrolières
- ◆ Production, distribution, stockage et conversion de l'énergie
- ◆ Moteurs, cogénération



LFCR

Laboratoire des Fluides Complexes et leurs Réservoirs

UMR 5150 CNRS - Université de Pau et des Pays de l'Adour

SECTEURS D'APPLICATION

- ◆ Exploration et production des géoressources
- ◆ Capture, Séparation et Stockage des gaz
- ◆ Gestion et Monitoring de la subsurface
- ◆ Bio-carburants et Bio-gaz

LMAP

Laboratoire de Mathématiques et de leurs Applications de Pau

UMR 5142 CNRS - Université de Pau et des Pays de l'Adour

SECTEURS D'APPLICATION

- ◆ Géoressources et géosciences
- ◆ Environnement
- ◆ Sécurité de fonctionnement
- ◆ Optimisation et optimisation de forme
- ◆ Imagerie du sous-sol et inversion sismique
- ◆ Aéronautique
- ◆ Santé et bio-médical
- ◆ Calcul scientifique et haute performance

OPERA

Applied Geophysical Research Group

ADERA - Université de Pau et des Pays de l'Adour

SECTEURS D'APPLICATION

- ◆ Imagerie et caractérisation géophysique des réservoirs en subsurface
- ◆ Suivi des réservoirs en cours de production ou de stockage

SIAME

Laboratoire des sciences pour l'ingénieur appliquées à la mécanique et au génie électrique

UR 4581 - Université de Pau et des Pays de l'Adour

SECTEURS D'APPLICATION

- ◆ **Génie civil** : sûreté des ouvrages et construction bas-carbone
- ◆ **Procédés haute tension** : fracturation des roches, traitement de gaz, électrification des procédés
- ◆ **Écoulements et énergétique** : systèmes énergétiques, automobile, bâtiment, énergies renouvelables
- ◆ **Génie côtier** : submersion, impact, ouvrages de protection, tsunami, énergie houlomotrice





30 LE RÉSEAU DES CARNOT

Le Réseau des Carnot

La recherche pour l'innovation des entreprises



Qu'est-ce qu'un institut Carnot ?

Un institut Carnot est une structure de recherche publique labellisée par le Ministère de la Recherche à l'issue d'appels à candidatures très sélectifs.

Chaque institut Carnot prend des engagements forts pour développer son activité de R&D en faveur de l'innovation des entreprises : PME, ETI et grandes entreprises. Il reçoit, en retour, un soutien financier calculé en fonction de son volume d'activité partenariale, pour le soutenir dans la réalisation des actions nécessaires à la tenue de ses engagements. Chaque Carnot présente une « spécialisation » (énergies, aéronautique, automobile, sport, santé...) qui lui permet de répondre aux besoins d'innovation d'entreprises situées au sein d'environnements concurrentiels, aux évolutions rapides.

Le réseau des instituts Carnot

Aujourd'hui il existe **39 instituts Carnot**, présents partout en France, ils couvrent un champ de recherches particulièrement étendu. Ils ont d'ores et déjà dépassé les objectifs qui leur avaient été assignés lors de leur création et ceci avec de remarquables résultats (voir les infographies page ci-contre).

Ces Carnot sont fédérés au sein d'une association qui assure leur visibilité à travers divers événements majeurs (tels que les Rendez-vous Carnot, Global Industrie, etc.). Celle-ci anime également le réseau, favorisant la synergie et la complémentarité entre les instituts afin de mieux répondre aux besoins du secteur industriel.



Alexandre BOUNOUH

« Nous devons considérer comme une ardente obligation le fait d'investir dans l'innovation et en particulier dans la recherche partenariale, vecteur de croissance incontournable pour les entreprises et de souveraineté pour notre pays. »

*Président de l'Association des Instituts Carnot
Tribune dans Les Échos le 21 octobre 2024.*



Diane VINET

« L'Association des instituts Carnot renforce la visibilité du Réseau en valorisant son impact R&D auprès des entreprises, des médias et de l'écosystème de l'innovation, à travers une communication stratégique, événementielle et digitale. »

Directrice de la communication de l'AI Carnot

DÉCRYPTAGE



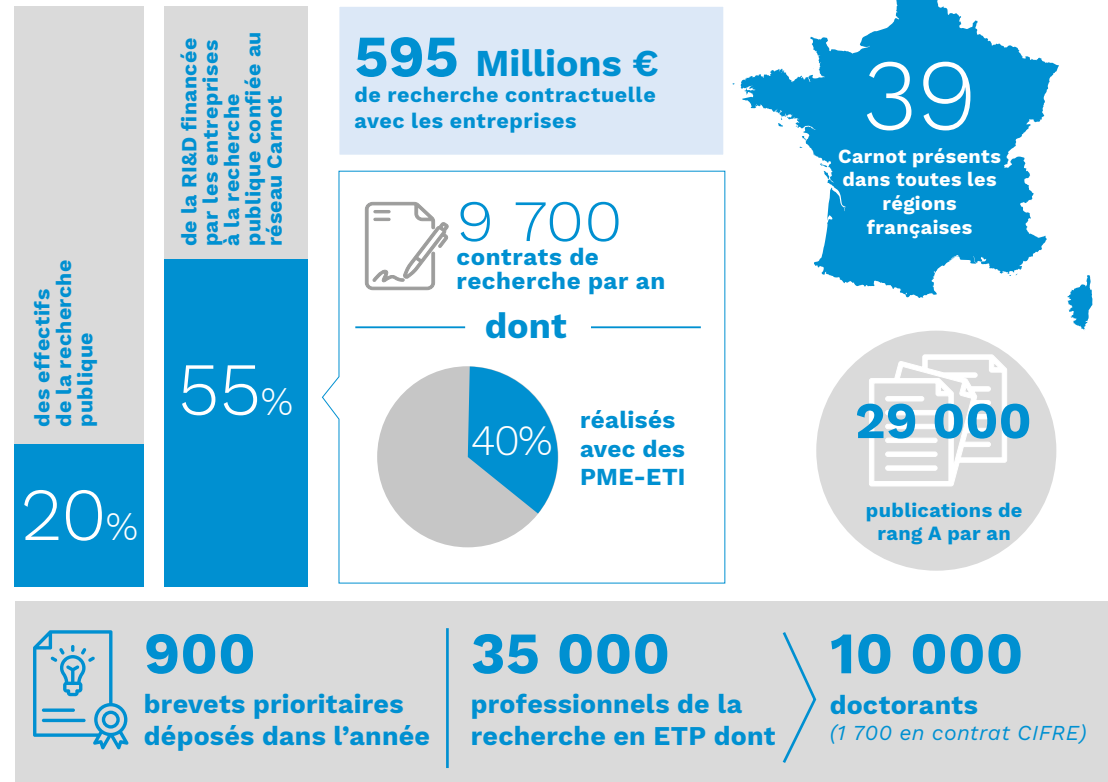
Le réseau des Carnot pour la Transition Énergétique*

Il s'agit d'un consortium de 5 instituts Carnot. Son objectif : contribuer - grâce aux activités RI&D - à la décarbonation de la filière énergétique, intégrant la production, le stockage, le transport et l'usage de l'énergie dans le secteur industriel, la mobilité et l'habitat, en étant présent sur toute la chaîne de la valeur de l'énergie et sur tous les vecteurs énergétiques connus. Ses actions : webinaires, mutualisation des événements, partage des bonnes pratiques, collaborations inter-Carnot, relations suivies avec le CSF-NSE (Comité Stratégique de Filière - Nouveaux Systèmes Énergétiques) dont une newsletter trimestrielle...

Ce réseau rassemble les Carnot : Énergies du futur, Icéel, IFPEN RE, ISIFoR, M.I.N.E.S.

*Ce réseau avait auparavant pour nom (jusqu'en 2025) : réseau des Carnot pour les Énergies à Faible Impact Carbone (EFIC).

Les chiffres-clefs du Réseau des Carnot







04

L'ANNÉE
2024

TOUT AU LONG DE L'ANNÉE 2024

Participation du Carnot ISIFoR aux webinaires organisés en distanciel par l'AI Carnot ainsi qu'à ceux du Cercle des PUI.



RDV DES RÉGIONS

5 février // Rueil-Malmaison

L'institut Carnot ISIFoR participe au RDV des Régions co-organisé par AVENIA, le BRGM, IFPEN et ISIFoR à Rueil-Malmaison – siège de l'IFPEN.

Février

2024

Janvier

UNIVERSITÉ TOULOUSE III-PAUL SABATIER

17 janvier // Toulouse

Odile Rauzy est élue présidente de l'université Toulouse III-Paul Sabatier.

Tutelle ISIFoR



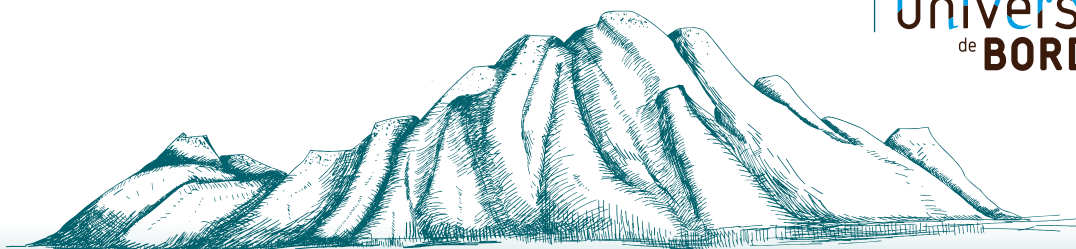
UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

L'Université de Bordeaux fête ses 10 ans tout au long de l'année 2024.

Tutelle ISIFoR

université
de BORDEAUX

L'ANNÉE 2024



LATEP*Tarbes*

Mobilité de chercheurs chiliens au LaTEP à Tarbes

Financée par ISIFoR

LABCOM UP*26 mars // Bordeaux*

L'institut Carnot ISIFoR participe à la Journée LabCom Up.

LFCR*Mars-Avril // Pau*

Mobilité de chercheurs roumains au LFCR à Pau.

Financée par ISIFoR

**RÉSEAU
DES CARNOT***Premier trimestre 2024*

1^{re} newsletter du Réseau des Carnot pour les Énergies à Faible Impact Carbone (dont fait partie ISIFoR) en partenariat avec le CSF-NSE (comité stratégique de filière nouveaux systèmes énergétiques).

**INTER-ALLIANCE***13 mars // Paris*

L'institut Carnot ISIFoR participe à la réunion inter-Alliance.

COLLOQUE SIAME*25-26 mars // Pau*

9^{èmes} Journées Scientifiques sur la Caractérisation et la Modélisation des phénomènes dans les Matériaux Diélectriques.

ISIFoR Sponsor



UNITWIN/CHAIRES UNESCO

4 avril // Toulouse

L'Université de Toulouse (tutelle ISIFoR) rejoint le réseau UNITWIN/chaires Unesco.



LE CARNOT ISIFoR

Avril-Mai // Toulouse, Pau, Anglet

L'institut Carnot ISIFoR est présent dans nos laboratoires labellisés sur les sites de Toulouse, Pau, Anglet pour répondre aux questions de chercheurs concernant l'AAP et le Carnot ISIFoR en général.



Avril

Mai

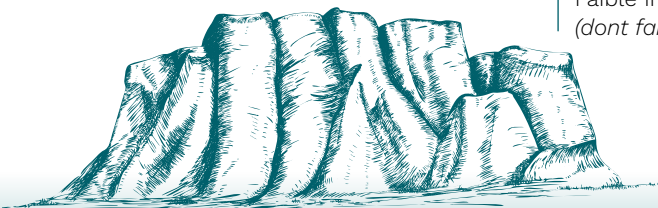
DEEP TECH TOUR

12 avril // Pau

L'institut Carnot ISIFoR participe au Deep Tech Tour Pau BPI.

RÉSEAU CARNOT

Reprise de notre nouvelle saison de webinaires scientifiques du Réseau des Carnot pour les Énergies à Faible Impact Carbone (dont fait partie ISIFoR).



FORUM DIRECTEURS DE L'INNOVATION

4 juin // Paris

L'institut Carnot ISIFoR est présent au forum des directeurs de l'Innovation.



AI CARNOT

5 juin // Paris

L'institut Carnot ISIFoR est présent à la réunion des chargés d'affaires de l'AI Carnot.

GEODAYS

25-26 juin // Pau

ISIFoR est exposant lors des Geodays organisés par le Pôle AVENIA.



SPECTRATOM

03-07 juin // Pau

Rendez-vous scientifique de la spectrométrie atomique organisé, entre autres, par l'IPREM.

ISIFoR Sponsor



UPPA

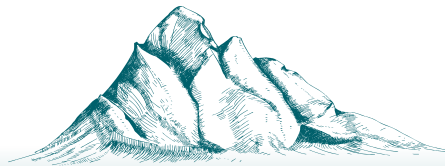
14 juin // Anglet

Soirée des partenaires de l'UPPA – participation de l'équipe de direction d'ISIFoR.

ASSOCIATION DES INSTITUTS CARNOT

19-21 Juin // Lyon

Séminaire annuel de l'Association des Instituts Carnot à Lyon.



UPPA

l'UPPA est retenue comme Université inclusive démonstratrice par le ministère.

Tutelle ISIFoR



Juillet

Octobre

AEF

Publication du baromètre de la recherche partenariale de l'AI Carnot réalisé en partenariat avec l'AEF.

ICM FORUM

10-11 octobre // Pau

ICM Forum (Industrial Carbon Management Forum) autour du CCUS
L'institut Carnot ISIFoR est présent à l'événement.



©Stefan_Meyer

RDV CARNOT

16 octobre // Massy

Remise du prix Carnot de la recherche partenariale.

Septembre

LMAP

4-6 septembre // Jaca (Espagne)

XVII^e journées Pau-Saragosse de Mathématiques Appliquées et Statistiques (LMAP).

ISIFoR Sponsor

LABORATOIRES SIAME ET LFCR

1^{er} octobre // Anglet

Présentation presse.



©Bénédicte Lamothe

RDV CARNOT

16 octobre // Massy

RDV Carnot à Massy.



JOURNÉE ISIFoR

18 novembre // Pau

- Réunion de la communauté des chercheurs ISIFoR
- Présentation de projets ressourcés
- Réunion exceptionnelle du CoDIR et du COSS



SIAME

5 décembre // Pau

International Society on Pulsed Power Workshop.

ISIFoR Sponsor

LABEL DD&RS

18 décembre

Obtention par l'UPPA du Label DD&RS.

Tutelle ISIFoR



Novembre

Décembre

SÉMINAIRE DES CHARGÉS D'AFFAIRES

27-28 novembre // Paris

L'institut Carnot ISIFoR est présent au séminaire des chargés d'affaires/communicants de l'AI Carnot.



SÉMINAIRE STRATÉGIQUE DES DIRECTEURS CARNOT

5 décembre // Paris

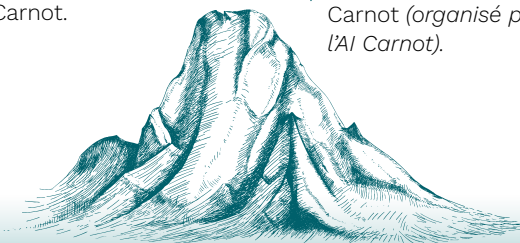
L'institut Carnot ISIFoR est présent lors du séminaire stratégique des directeurs Carnot (organisé par l'AI Carnot).



UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

L'université Toulouse III-Paul Sabatier devient Université de Toulouse.

Tutelle ISIFoR



Merci





Un grand merci à toutes
les personnes qui ont
contribué de près ou de loin à
ce nouveau rapport d'activité



**INSTITUT
CARNOT ISIFoR**

www.carnot-isifor.eu



Université de Pau et des Pays de l'Adour
Présidence - ISIFoR
Avenue de l'Université
BP 576 - 64012 Pau CEDEX

institut-carnot-isifor

