



INSTITUT
CARNOT

Energies du futur

RAPPORT D'ACTIVITÉ

2020

EDITO

L'année 2020 a été marquée par la pandémie de Covid-19 ainsi que par les crises sanitaires et économiques mondiales qu'elle a engendrées et qui se poursuivent encore aujourd'hui. Dans ce contexte éminemment bouleversé, le rôle de la recherche et de l'innovation est apparu plus essentiel que jamais, de façon évidente dans le domaine de la santé mais également de façon plus indirecte, dans les domaines de l'énergie, de l'industrie et de l'environnement. La mise à l'arrêt temporaire de l'économie a en effet permis de réduire de façon spectaculaire la pollution de l'air dans les villes mais pas de réduire significativement les émissions globales de CO₂ dans l'atmosphère, démontrant que la seule décroissance ne pourrait permettre d'atteindre les objectifs de neutralité carbone de nos sociétés. Le développement de nouveaux systèmes énergétiques, éco-conçus pour limiter leur empreinte carbone sur tout leur cycle de vie, intégrant des ruptures technologiques pour offrir une efficacité énergétique accrue s'avère aujourd'hui incontournable pour limiter le réchauffement climatique et protéger à long terme notre environnement.

Le Carnot Énergies du futur inscrit son action de recherche, développement et innovation dans cette perspective. Conforté par une quatrième labellisation en début d'année 2020, il a poursuivi au cours de cette année atypique ses actions de R&D dans le domaine de la production d'énergie renouvelable, du stockage et de la conversion de l'énergie et a notamment

accompagné l'élan national de déploiement de l'hydrogène comme vecteur d'énergie tant pour l'industrie, le transport que pour la gestion de réseaux avec une forte pénétration de sources d'énergie intermittentes. Il a néanmoins mis également ses équipes et son expertise au service de la société en contribuant au développement de respirateurs et de masques.

Avec des événements et des rencontres maintenues en visioconférence, des contacts entretenus régulièrement, c'est le lien entre tous les acteurs de l'écosystème d'innovation, depuis l'étudiant en thèse jusqu'au décideur industriel que nous avons cherché à cultiver et renforcer. Nous avons également voulu maintenir la dynamique engagée avec les autres Instituts Carnot dans les projets de filières et avons amorcé les contours d'un projet d'Alliance Carnot pour une « Énergie à faible impact carbone ».

Le rapport d'activité 2020 reflète notre exigence en matière de qualité de la R&D dans le domaine des systèmes énergétiques à faible empreinte carbone ainsi que notre implication renouvelée pour amplifier notre interfaçage avec le monde industriel et contribuer à la décarbonation de notre société.

Christian Schaeffer

Directeur

Florence Lefebvre-Joud

Directrice Adjointe

SOMMAIRE

01 LE RÉSEAU DES CARNOT p. 04

02 LE CARNOT ÉNERGIES DU FUTUR p. 06

03 DÉVELOPPEMENT SCIENTIFIQUE p. 22

04 RECHERCHE PARTENARIALE p. 28

LE LABEL CARNOT

Créé en 2006, le label Carnot a vocation à développer la recherche partenariale, c'est-à-dire la conduite de travaux de recherche menés par des laboratoires publics en partenariat avec des acteurs socio-économiques, principalement des entreprises (de la PME aux grands groupes), en réponse à leurs besoins.

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

Le label Carnot est attribué à des structures de recherche publique, les Carnot, qui mènent simultanément des activités de recherche amont, propres à renouveler leurs compétences scientifiques et technologiques dans des domaines à fort enjeu sociétal, et une politique volontariste en matière de recherche partenariale au profit du monde socio-économique.

55%

de la R&D financée par les entreprises à la recherche publique est confiée au Réseau Carnot, soit 10 200 contrats de recherche signés.

**Carnot, la plus
puissante offre
de recherche
pour l'innovation
des entreprises**



La recherche
pour l'innovation
des entreprises



LES CHIFFRES CLÉS 2020 DU RÉSEAU

+ 26 300

publications de rang A par an



35 000

professionnels de
la recherche en ETP

dont 9 500 doctorants
(1500 en contrats CIFRE)



Carnot, implantés dans
chaque région française

20%

des moyens humains
de la recherche
publique

+10 000

contrats de recherche
par an

Recettes directes avec partenaires

Expertises et prestations
de services pour les entreprises

154 M€

Autres partenaires

73 M€

PI avec les entreprises

71 M€

527 M€

R&D pour les entreprises



[reseau_carnot](#)



[le_reseau_des_carnot](#)



www.institut-carnot.eu

LE CARNOT ÉNERGIE DU FUTUR

Répartis entre Grenoble et Chambéry, les laboratoires du Carnot Énergies du futur s'investissent pour développer l'innovation dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie à faible empreinte carbone. Les laboratoires publics de recherche labellisés « Carnot » sont sélectionnés par le Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation (MESRI) sur des critères d'excellence scientifique et d'intensité de la recherche partenariale.

L'EXCELLENCE SCIENTIFIQUE

Carnot Énergies du futur reçoit un abondement de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR). Ce financement est mis au profit des laboratoires du Carnot pour soutenir des projets de ressourcement scientifique et technologique sélectionnés sur la base d'un appel à projets.

L'objectif de cet appel à projets est d'enrichir l'expertise des laboratoires afin d'anticiper les besoins des industriels et de préparer les futurs transferts technologiques.

UN ENGAGEMENT PARTENARIAL

Le Carnot agit comme un trait d'union entre ses laboratoires labellisés et le secteur industriel. Il favorise le professionnalisme des travaux collaboratifs dans le respect de la charte Carnot. Enfin, il garantit l'optimisation des transferts de connaissances et de technologies, de la recherche à l'industrie.



**« Notre mission est
de renforcer les liens
entre nos laboratoires
et le monde industriel
pour que demain les
entreprises françaises
soient encore plus
innovantes et
performantes »**

*Christian Schaeffer
Directeur Carnot Énergies du futur*



LES ACTIVITÉS DE RECHERCHE D'ÉNERGIES DU FUTUR

C'est avec des compétences pluridisciplinaires que les laboratoires du Carnot Énergies du futur bâtissent des technologies nouvelles pour répondre aux enjeux des énergies, couvrant l'ensemble des secteurs d'activités des énergies.



LES *UNITÉS* DE RECHERCHE

10 LABORATOIRES ACADÉMIQUES

GAEL-Axe énergie

Laboratoire d'Économie Appliquée de Grenoble

- » Innovations et consommations durables
- » Économie

G2Elab

Laboratoire du Génie Électrique de Grenoble

- » Énergie électrique
- » Matériaux pour l'énergie
- » Procédés et systèmes innovants
- » Modélisation et conception

G-SCOP

Laboratoire des Sciences pour la Conception, l'Optimisation et la Production

- » Amélioration de la conception des produits
- » Gestion des systèmes de production pour la modélisation
- » Analyse des modèles

Institut Néel

- » Recherche fondamentale en physique de la Matière Condensée
- » Fluides quantiques
- » Supraconductivité
- » Nouveaux matériaux

LEGI

Laboratoire des Écoulements Géophysiques et Industriels

- » Mécaniques des fluides et Transferts
- » Dynamique des écoulements turbulents et à très forts couplages hydrodynamiques ; dynamique des fluides géophysiques

LEPMI

Laboratoire d'Électrochimie et de Physico-chimie des Matériaux et Interfaces

- » Électrochimie
- » Production et stockage électrochimique de l'énergie
- » Génie des Procédés

LMGP

Laboratoire des Matériaux et du Génie Physique

- » Interface matériaux
- » Synthèse physico-chimique du solide
- » Matériaux pour l'énergie et pour les sciences et les technologies de l'information et de la communication

LOCIE

Laboratoire Optimisation de la Conception et Ingénierie de l'Environnement

- » Intégration des aspects énergétiques dans le bâtiment
- » Systèmes innovants pour la production
- » Transport et stockage de l'énergie
- » Durabilité énergétique, environnement, structurale, économique et sociale des bâtiments

LPSC

Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie de Grenoble

- » Structure de la matière
- » Physique des plasmas

SIMaP

Laboratoire de Science et Ingénierie des Matériaux et Procédés

- » Élaboration et caractérisation des matériaux
- » Expérimentation et modélisation

ET 4 DÉPARTEMENTS DU CEA-LITEN

CEA - LITEN

Laboratoire d'Innovation pour les technologies
des Énergies nouvelles et les Nanomatériaux

- » Énergies renouvelables
- » Stockage
- » Efficacité énergétique et limitation de CO₂
- » Synthèse et mise en œuvre des matériaux

4 DÉPARTEMENTS DU CEA-LITEN

DTS

Département des Technologies Solaires

DEHT

Département de l'Électricité et de l'Hydrogène
pour les Transports

DTCH

Département Thermique Conversion
et Hydrogène

DTNM

Département des Technologies
des Nouveaux Matériaux



L'ÉQUIPE 2020 CARNOT



DANIEL BELLET

Responsable Scientifique

ELISABETH BROCHIER

Directrice opérationnelle Carnot
Filière EnergICs

AMAL CHABLI

Responsable Scientifique

EMMANUEL DAMERY

Directeur Opérationnel

FLORENCE LEFEBVRE- JOURD

Directrice Adjointe

MICHEL PONS

Directeur Adjoint Carnot
Filière EnergICs

SABRINA RIGAUD

Chargée de communication

CÉCILE ROCANIÈRE

Chargée d'Interface
& d'Innovation EnergICs

CHRISTIAN SCHAEFFER

Directeur

LUCIE TATIN

Responsable Administratif
et Financière

FRANÇOIS WEISS

Trésorier AI Carnot

CARNOT ÉNERGIES DU FUTUR RENOUVELLE SON **LABEL POUR 4 ANS** !

Énergies du futur a vu son label Carnot renouvelé pour une période de 4 ans et poursuit sa dynamique de recherche partenariale et d'excellence scientifique pour l'énergie de demain.

Forts d'une recherche reconnue de haut niveau et de nombreux partenariats directs, les laboratoires de recherche d'Énergies du futur participent au développement de produits et services innovants. Les entreprises partenaires préparent ainsi des réponses aux enjeux de leurs parties prenantes et de notre environnement.

En participant à la dynamique, Carnot Énergies du futur initie et finance au sein de ses équipes de recherche des projets de ressourcement et de développement partenarial. Ceux-ci sont les germes de futurs partenariats industriels. Ainsi, la dynamique vertueuse de financement est lancée : des partenariats qui financent indirectement du ressourcement pour générer et amplifier des futurs partenariats...

Les laboratoires d'Énergies du futur se maintiennent dans la dynamique Carnot en entretenant l'excellence scientifique et en anticipant les besoins de l'industrie. Chaque labellisation fait l'objet d'une convention engageante avec l'État. En effet, chaque Carnot a des objectifs de progrès, qui visent notamment à :

- » assurer le ressourcement scientifique,
- » développer le professionnalisme (sensibilisation à la Propriété Intellectuelle, meilleure structuration de la gestion de projet, organisation interne, etc.),
- » développer les partenariats socio-économiques.

Travailler avec Énergies du futur, c'est bénéficier de cet engagement et d'une garantie de qualité.

Merci à celles et ceux qui nous accordent leur confiance.





RÉTROSPECTIVE 2020

DANS LES LABORATOIRES, DES FAITS MARQUANTS

Les piles à combustible dans la lumière du nouveau synchrotron

Après vingt mois de travaux, le synchrotron européen a repris du service en août 2020.

Mais à quoi va-t-il servir ? Un exemple dans le domaine de la recherche sur les piles à combustible. Grâce à son faisceau d'électrons de 2 micromètres de haut et 20 micromètres de large circulant à une vitesse proche de celle de la lumière, l'**ESRF-EBS (Extremely Brilliant Source) produit des rayons X, eux-mêmes plus brillants, permettant de disséquer la matière aux plus petites échelles avec une précision exceptionnelle jusqu'au niveau nanométrique.**

Et pour les chercheurs, cela change tout. Raphaël Chattot, qui effectue son post-doctorat entre le LEPMI (membre du Carnot Énergies du futur) (CNRS, Grenoble INP, UGA, Université Savoie Mont-Blanc) et l'ESRF, utilise le rayonnement X de la ligne de lumière ID31 pour mettre au point des électrodes de piles à combustible (PAC) plus performantes.

En produisant des rayons X plus intenses, le nouveau synchrotron permet d'observer la matière directement dans l'électrode en fonctionnement, et de **faire le lien entre structure et performances en temps réel.**

Webinar

Le défi de la mobilité électrique : la batterie

Comment concevoir un système batterie performant pour votre application ?

Carnot Énergies du futur a animé un webinar, dans le cadre de l'Action Carnot filière Carnauto, sur le défi de la mobilité : les batteries électriques.

Présenté par trois experts :

- » **Mylène Delhommais** - enseignante chercheuse,
- » **Boris Berseneff** - chef de projet,
- » **Daniel Chatroux** – chef de laboratoire de l'institut Carnot Énergies du futur (CEA Liten).

Une des solutions pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, c'est de déployer largement l'usage de la mobilité électrique. La batterie est l'une des pièces maîtresses du système embarqué électrique en tant que source d'énergie principale, elle nécessite une conception système à part entière devant répondre à des exigences de performances et sécurité. L'objectif de ce webinar était de présenter **la démarche de conception d'une batterie Li-ion répondant aux besoins de l'application visée.**

La tomographie 3D in situ pour mieux comprendre la fabrication additive

Des chercheurs du laboratoire SIMaP membre du Carnot Énergies du futur, en collaboration avec des chercheurs de l'ESRF et du laboratoire LTDS de Saint-Étienne, ont mis au point un **dispositif permettant une caractérisation non-destructive 4D d'un procédé d'impression 3D métallique par un suivi par tomographie aux rayons X de l'évolution d'une pièce pendant sa fabrication par fusion sélective de poudre métallique par laser.**

La preuve de concept réalisée avec ce dispositif annonce des projets de recherche visant à mieux comprendre l'origine des défauts dans les pièces et à terme, **la mise au point de stratégies de corrections en ligne de ces défauts durant la fabrication.**



Le LOCIE a obtenu la certification ISO 9001

Retour d'expérience du LOCIE sur cet accompagnement. Quelle est leur vision de la qualité et leurs ambitions pour les années à venir ? Les difficultés rencontrées lors de cette certification.

« Notre laboratoire a obtenu la certification ISO 9001 le 05 avril 2021 sur le périmètre ÉNERGIE, DE VALORISATION DES CONNAISSANCES ET FORMATION PAR ET POUR LA RECHERCHE dans les domaines de l'énergie et du bâtiment durables »

Direction du LOCIE

Le LOCIE, laboratoire académique membre du Carnot Énergies du futur, a souhaité se doter d'une démarche qualité de type ISO 9001. Le LOCIE a été accompagné dans sa démarche dès 2019, d'une part par le Carnot Énergies du futur avec la mise à disposition à temps partiel d'une qualicienne durant deux ans et d'autre part par l'USMB avec la participation d'une qualicienne lors des réunions de travail.

Les membres de la cellule qualité du LOCIE ont su tirer le meilleur de ces accompagnements avec l'obtention de la certification ISO 9001 le 05 avril 2021 sur le périmètre « énergie, de valorisation des connaissances et formation par et pour la recherche » dans les domaines de l'énergie et du bâtiment durable.

La mise en place de cette démarche qualité a permis au LOCIE de se remettre en question et de formaliser puis d'optimiser son fonctionnement afin de le rendre plus efficace. Ce fonctionnement s'axe sur six processus :

- un premier de pilotage : **Management**,
- un second de réalisation : **Actions de recherche**,
- et quatre processus supports : **Ressources financières**, **Ressources humaines**, **Ressources techniques**, **Santé et sécurité**.

Bien que récente, cette démarche permet au laboratoire d'avoir une aide constante au pilotage, tant sur les projets scientifiques que sur la gouvernance. Lors de la création de la démarche, plusieurs difficultés ont été rencontrées comme la crainte de certains collègues, la mobilisation d'autres, le manque de temps... Ces craintes ont été rapidement levées grâce à l'accompagnement par l'équipe qualité du LOCIE et les qualiciennes de l'USMB et du Carnot Énergies du futur.

Les aides (Carnot et USMB) apportées à l'équipe qualité du LOCIE, ont permis en moins de deux ans la mise en place de la démarche et d'éprouver sa robustesse avant l'audit de certification qui fut la concrétisation du projet. Il emmène le LOCIE vers une logique de longévité processuelle permettant un meilleur environnement de recherche.



LES ÉVÉNEMENTS EN 2020 : RÉINVENTONS LA MANIÈRE DE NOUS RENCONTRER EN VISIOCONFÉRENCE...

NOV.

Les rendez-vous Carnot : La R&D pour les entreprises

Organisé depuis 2008 par l'AI Carnot, cet événement est un grand rendez-vous annuel entre les entreprises innovantes et la recherche française.

Cette 13^e édition qui s'est déroulée en ligne a été un grand succès.

Elle a permis à l'équipe Carnot Énergies du futur d'organiser des rendez-vous ciblés. L'occasion également pour

Frédéric Wurtz, Directeur de Recherche CNRS - G2Elab membre du Carnot, d'animer une conférence sur l'autoconsommation collective et les communautés locales d'énergies.

Nous avons pu avoir également le témoignage de Benjamin Berthou, Cofondateur et directeur des opérations de la société ENOGRID.

Les rencontres Business Hydro : « L'hydroélectricité à l'ère de la transition numérique »



Comme depuis 4 ans, la filière Carnot EnergICs et le CREMHYG étaient présents aux 5^e rencontres Business Hydro. Le défi était d'autant plus naturel que le thème central de cette édition était la digitalisation de l'hydro.

La transformation digitale de la filière hydro est aujourd'hui une réalité et c'était un véritable état de l'art sur ces différentes avancées qui était proposé lors de cette journée.

Au programme, une table ronde réunissant les meilleurs spécialistes du domaine digital (jumeaux numériques, réalité augmentée, pilotage des installations à distance, impression 3D...) avec les experts de l'énergie hydraulique.

DEC.

Rencontres Ecotech Energie - « Innovations et ruptures technologiques dans les nouveaux systèmes énergétiques »

Cette journée d'échange a été organisée par les filières Carnot EnergICs et Extra&Co, l'association PEXE avec le soutien du Comité Stratégique de Filière Nouveaux Systèmes Energétiques (CSF NSE).

Au programme de cette 3^e édition, des présentations des technologies et compétences R&D, des rendez-vous

d'affaires et des échanges avec les grands donneurs d'ordre.

Cet événement qui offre **une vitrine aux nouvelles solutions et ruptures technologiques dans le domaine des éco-énergies** a rencontré un réel succès en mobilisant plus de 300 acteurs.



ZOOM SUR LE CARNOT ENERGIES DAY

Construire des synergies pour les énergies de demain

Dans un contexte bouleversé par la crise sanitaire, la journée scientifique, rebaptisée Carnot Energies Day s'est exceptionnellement tenue en 2021, en visioconférence.

L'événement a rassemblé près d'une centaine de participants ; des acteurs de la recherche (ingénieurs, chercheurs, enseignant-chercheurs, doctorants et post-doctorants) des laboratoires et équipes rattachés au Carnot Énergies du futur.

Nous avons eu le plaisir d'accueillir Pascal Charriau d'Enerdata pour une conférence sur la thématique « Quelles trajectoires pour arriver à zéro émission nette en 2050 ? »

La journée s'est poursuivie avec les présentations des projets de ressourcement scientifique et de développement partenarial sous la forme de posters virtuels commentés par les équipes du Carnot Énergies du futur. Des ateliers thématiques de réflexion pour préparer l'avenir se sont ensuite déroulés en petits groupes.

La journée s'est clôturée par un retour collectif sur les travaux des ateliers afin de préparer les futurs appels à projets.

Cette journée fût riche d'échanges et de partages !



24

POSTERS VIRTUELS

présentés par les laboratoires.

Thématiques :
Matériaux et composants
Stockage et réseaux
Production et conversion



9

ATELIERS THÉMATIQUES

Hydrogène
Mobilité décarbonée
Vers les réseaux multi-
vecteurs





DANS LA PRESSE SPÉCIALISÉE

Parole d'expert Carnot : Décarboner les systèmes énergétiques

Analyse de Florence Lefebvre-Joud, directrice adjointe du Carnot Énergies du futur dans un dossier réalisé en partenariat entre l'AiCarnot et AEF info.

Les systèmes énergétiques français et européens consomment encore très majoritairement des ressources fossiles carbonées (pétrole, gaz naturel et charbon) alors que la part des énergies renouvelables, hors énergie hydraulique, atteint 10 % en moyenne au niveau européen en 2019. En bon alignement avec les ambitions affichées au niveau européen, deux feuilles de route nationales, la stratégie nationale bas carbone et la programmation pluriannuelle de l'énergie, ont permis de fixer des objectifs concrets pour atteindre la neutralité carbone en 2050. Ces objectifs, déclinés dans la loi énergie-climat promulguée en novembre 2019, intègrent une électrification massive de la consommation énergétique grâce notamment à une production accrue d'énergie renouvelable, solaire ou éolienne.

De nouveaux besoins d'innovation

L'intermittence de ces énergies intégrées massivement au réseau génère d'une part un besoin aigu de flexibilité et de pilotage intelligent des réseaux et, d'autre part, un besoin de solutions de stockage de l'énergie diversifiées. En effet, suivant la demande, l'électricité produite peut être directement consommée via le réseau électrique ou, quand la production est supérieure à la

demande, être stockée sous forme chimique et consommée ultérieurement. On parle dans ce second cas, suivant la quantité d'énergie à stocker et la durée du stockage, de batteries ou de « Power to X », X pouvant aussi bien être un gaz tel que l'hydrogène ou le méthane ou un biocarburant liquide. Ainsi, dans cette nouvelle organisation du système énergétique fortement électrifiée, de nouveaux vecteurs énergétiques tels que l'hydrogène, les gaz de synthèse ou les biocarburants, doivent acquérir une place croissante.

Enfin, parce qu'on doit aujourd'hui produire deux fois l'énergie réellement nécessaire à nos usages par suite d'efficacité des systèmes énergétiques encore trop limitée, il convient d'associer la décarbonation de ces systèmes à une croissance majeure de leur efficacité énergétique et de la sobriété des procédés et des usages. Une attention particulière est notamment accordée à la récupération et la valorisation de la chaleur.

« L'intermittence des énergies renouvelables génère, pour les intégrer massivement au réseau, d'une part un besoin aigu de flexibilité et de pilotage intelligent des réseaux et d'autre part un besoin de solutions de stockage de l'énergie diversifiées, allant des batteries au « Power to X », X pouvant aussi bien être de l'hydrogène du méthane ou un biocarburant liquide. »

*Florence Lefebvre-Joud,
Directrice adjointe du Carnot
Énergies du futur*



Production d'hydrogène par électrolyse de la vapeur d'eau

L'ACTION DES CARNOT POUR RÉPONDRE À CES DÉFIS

Plusieurs Carnot, en particulier ceux impliqués dans l'action Carnot filières EnergICs, ont structuré leur offre de recherche et développement en plateformes thématiques centrées sur le domaine de la décarbonation des systèmes énergétiques et couvrant

toute la chaîne de valeur depuis les matériaux et composants jusqu'aux systèmes, à leur démonstration et leur pilotage. Cette mise en visibilité de l'offre d'innovation vise à stimuler les partenariats entre le tissu de recherche français et les acteurs industriels, en particulier les PME et ETI auprès desquelles les Carnot impliqués dans EnergICs ont engagé des actions spécifiques de recueil de besoins.

Pour ne rien manquer
de notre actualité, suivez-nous



carnotEF



Carnot Énergies du futur

CHIFFRES **CLÉS** 2020 DU CARNOT ÉNERGIES DU FUTUR



1 490

personnels
de recherche

14

unités
de recherche



46%

PME / TPE
s'engagent dans
un processus
d'innovation



760 publications annuelles

46%

PME / TPE
s'engagent dans
un processus
d'innovation



1 650 brevets
en portefeuille

210 brevets déposés



450

contrats / an
avec les entreprises

40 M€

de recettes issues
de la recherche
partenariale

RECHERCHE **CONTRACTUELLE** BILATERALE AVEC L'**INDUSTRIE**

Entreprises contractantes en 2020

La volonté d'Energies du futur est de conforter son statut d'acteur de référence pour le développement des solutions innovantes à faible empreinte carbone. Le Carnot s'investit dans une activité intense de recherche contractuelle bilatérale avec l'industrie et initie un nombre de contrats de R&D en croissance chaque année. En 2020, 453 contrats ont été signés.





BILAN SCIENTIFIQUE 2020

Abondement 2020

27 projets de ressourcement et de développement de partenariat sont financés par l'abondement 2020.

Le fonctionnement en mode projet permet de suivre les sujets de recherche sur plusieurs années avec des équipes pluridisciplinaires et parfois en collaboration avec d'autres Carnot.

Les projets visent à développer des sujets innovants, réaliser des preuves de concepts ou encore renforcer des actions existantes en vue de les faire progresser en maturité pour déboucher sur des nouvelles solutions technologiques.



Energies du futur : 3 typologies d'actions financées par l'abondement pour répondre à nos missions



UN POSITIONNEMENT FORT SUR LE RESSOURCEMENT :

Plus des deux tiers de l'abondement sont consacrés à ces actions de ressourcements. Un processus organisé pour préparer l'avenir et lancer des actions afin de favoriser les interactions et opportunités de travail entre laboratoires.



DES ACTIONS DE DÉVELOPPEMENT PARTENARIAL ET MONTÉE EN TRL* POUR 1/5 DE L'ABONDEMENT :

Ces actions permettent de transformer la recherche en actions visant les marchés. Ces recherches commencent à sortir des laboratoires et intéresser les industriels. Être à l'écoute des besoins, des demandes et des acteurs fait partie de cet axe.



DES ACTIONS DE DÉVELOPPEMENT ET COORDINATION DE L'ÉQUIPE CARNOT :

Participer au réseau, communiquer auprès de notre écosystème, adhérer au processus de transfert de la recherche publique vers l'industrie sont au cœur de ce type d'actions. Un dixième de nos moyens sont dédiés à ces actions.

* « Technology Readiness Level » : niveau de maturité technologique

LES 27 ACTIONS 2020

DE RESSOURCEMENT ET DE DÉVELOPPEMENT DE PARTENARIAT



SOURCES D'ÉNERGIES

OPHALE

Outils de prédiction basé sur l'équilibre thermodynamique pour adapter les mélanges aux procédés

Développement de partenariat

MICROFLEX

Développement d'architectures de modules innovantes à base de cellules micrométriques et flexibles

B2X

Analyse de la valorisation énergétique - Biomasse vers molécules d'intérêt (Bio to X)

TUR-BIAXIALE

Turbine Biaxiale

SOLAR FUEL

Preuve de concept de la conversion photo-électrochimique pour produire du biocarburant



TECHNOLOGIES TRANSVERSES

NICKEL

Dégagement de l'oxygène en milieu alcalin sur aciers au nickel

ELHAMYD

Electrochimie des Actionneurs MagnétoHYdroDynamiques en eau de mer

MECANET

Impact des sollicitations mécaniques sur les propriétés électriques des nano-nets de ZnO

IMPRIMEL

Impression 3D métallique par extrusion de mélanges poudres-polymères

SYRENA

Synthesis of electrically conductive tips for Resistive Nanoindentation

CARMA ÉNERGIE

Caractérisation avancée des matériaux pour l'énergie

TEDUCYM

Analyse des technologies de recyclage des composants pour l'énergie

MAG12

Développement d'aimants frittés anisotropes de type RFe12

Développement de partenariat

SCALE IT

Eco-conception de technologies émergentes pour l'énergie et l'industrie du futur

ACCÉDEZ AUX BILANS DES PROJETS DE
RESSOURCEMENT EN FLASHANT CE CODE



VECTEURS D'ÉNERGIES

PREDICT

Prédiction par criblage haut débit de nouveaux matériaux de batterie

REDBAT

REFroidissement Diphasique des BATteries

ECO-LHOC

Catalyseurs 3D et réacteurs pour la technologie LOHC

CASSIOPEE

Caractérisation et modélisation pour des cellules à oxyde solides performantes, durables et robustes

OPTIPEM

Optimisation de l'impression de cellules PEMFC à faible chargement en platine

BATSOL

Batterie monolithique tout solide Li-ion obtenue en une étape

Développement de partenariat

CIMBA

Développement, évaluation et intégration des capteurs imprimés dans des batteries Li-ion



RÉSEAUX D'ÉNERGIES INTELLIGENTS

ADAGIO

Analyse des retards dans les smart grids interopérables

ADDP

AC DC MV distribution planning

DISTRISIM

Gestion multi-vecteur de la demande, une approche par co-simulation



USAGES À HAUTE EFFICACITÉ

FAME

Fonctionnalisation Acoustique des Machines Electriques

ORCEE

Optimisation des ressources et consommation des « smart buildings » en vue de l'efficacité énergétique

Développement de partenariat

SOLPRECA

Modèle collectif, solidaire de gestion de l'énergie solaire au niveau logement et territoire

LA FILIÈRE CARNOT

EnergICs



L'action Carnot filière EnergICs

Une offre de recherche publique d'excellence au service des PME & ETI du domaine de l'énergie



6 000

chercheurs



5 organismes de
recherche publique

40

plateformes
technologiques

100

laboratoires
de recherche

Une équipe
opérationnelle
dédiée



+ 10
personnes
réparties sur le
territoire national



Un accompagnement de

+ de 400 entreprises
PME & ETI par an dans leurs projets
de recherche et d'innovation

2 MOMENTS FORTS DE L'ANNÉE 2020

Jun. Une évaluation à 4 ans positive

L'un des points forts de l'action Carnot filière EnergIcs réside dans sa forte activité contractuelle avec les PME & ETI, s'élevant à des recettes moyennes de 25 M€ par an.

Ce volume particulièrement élevé intègre également un taux important de partenariats avec de nouvelles entreprises entraînant pour la filière l'attribution de l'abondement maximal alloué par l'ANR.

La démarche marketing est un autre point fort de la filière. Elle se traduit aujourd'hui par une orientation « marché » de son offre institutionnelle et nous amène dans la dernière année à investir collectivement dans trois offres stratégiques sur des marchés porteurs encore en émergence :

- Autoconsommation collective
- Eco-quartier bas-carbone
- Production de gaz vert

« Globalement, on observe un progrès significatif et encourageant par rapport à l'évaluation à deux ans, une bonne analyse et prise de conscience des difficultés et des solutions possibles. »

Le comité d'évaluation

Déc. Allier nos expertises : un portfolio experts pour la 3^e rencontre Ecotech Energies



À l'occasion de la 3^e rencontre Ecotech Énergie, les deux filières Carnot EnergIcs et Extra&Co ont allié leurs expertises en créant un portfolio experts sur la thématique « Innovations et ruptures technologiques pour la transition énergétique »



Accédez au portfolio experts en flashant ce code

FOCUS *START-UP* - 10 ANS

2011

Freemens : Gestion du stockage électrochimique

Pacsol : Développement climatisation solaire innovante

Poly-ink : Électronique organique imprimée
poly-ink.fr

Vesta system : Gestion de l'énergie dans l'habitat
vesta-system.fr

2012

Enerstone : Gestion électronique de batteries rechargeables
enerstone.fr

HotBlock OnBoards : Systèmes de refroidissement et de contrôle thermique
hotblock.fr

Sirepe : Bureau d'étude en électronique de puissance
sirepe.fr

2013

Kalorem : Gestion thermique des composants

Steadysun : Optimisation du rendement des énergies renouvelables
steady-sun.com

2014

EnerBee : Capteurs autonomes pour l'industrie et le grand public
enerbee.fr

Polygon physics

Développement de sources d'ions pour couches minces
polygonphysics.com

2015

e-SIMS : Edition de logiciels de gestion d'électricité avec stockage
e-sims.fr

Sublimed : Dispositif médical accompagnant les patients atteints de douleurs chroniques et neuropathiques avec patch de neurostimulation transcutanée
subli-med.fr

Sylfen : Smart energy hib : Stockage et production d'énergie par cogénération, à destination des bâtiments et éco-quartiers
sylfen.com

DP research institute : Développement de logiciels

SolarPure : Purification du Silicium métallurgique

2017

SEED-Energy : Évaluation des nouveaux systèmes énergétiques
seed-energy.fr

HPROBE : Testeur de mémoires et capteurs magnétiques
hprobe.com

MagIA diagnostic : Tests immunofluorescents sans lavage
magia-diagnostics.com

PowerUp : Surveillance et maintenance des batteries Li-ion par chargeurs intelligents
powerup.xyz

ROSI – Return of Silicon :

Recyclage et revalorisation des déchets de silicium photovoltaïque
rosi-solar.com

Vulkam : Alliages Métalliques Amorphes
vulkam.com

Xdigit : Solutions d'IP hybrides innovantes pour les capteurs d'images CMOS
xdigit.fr

2018

Wattalps : Batteries lithium haute performance pour tous types de véhicules
wattalps.com

2019

CXrde : Traitement simultané de l'air et de toutes les surfaces
cx-rde.com

DiamFab : Diamant synthétique adapté à la haute puissance et les conditions extrêmes
diamfab.com

GRAPHEAL : Conception et fabrication de biocapteurs numériques embarqués pour le diagnostic médical de terrain et le suivi des patients à distance
grapheal.com

Pumag : Champs Magnétiques Intenses Pulsés

Topplan : Outil d'aide à la décision pour la planification des réseaux de distribution d'électricité moyenne tension
topplan.fr

15

ANS DE R&D POUR
L'INNOVATION
DES ENTREPRISES



En 2021, le réseau des Carnot fête ses 15 ans. Accédez au portfolio de cet événement en flashant ce code.



CARNOT ÉNERGIES DU FUTUR

Bâtiment GreEn-ER - 21 Avenue des Martyrs CS 90624 - 38031 Grenoble CEDEX - France
04 76 82 62 93 • contact@energiesdufutur.fr • energiesdufutur.fr