

RAPPORT D'ACTIVITÉ 2023-2024

L'EXCELLENCE SCIENTIFIQUE DU CEREMA AU SERVICE DE L'ECONOMIE FRANÇAISE
ET DE SON ADAPTATION AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE



2

Éditos

4

Clim'adapt,
l'institut Carnot
du Cerema

8

Une recherche
experte, au service
des territoires

10

L'institut Carnot
Clim'adapt
en 2023-2024

13

L'institut Carnot
Clim'adapt,
membre du réseau
des Carnot

20

L'engagement pour
les entreprises

Éditos



L'année écoulée a été marquée par des défis sans précédent pour notre société, confrontée aux impacts toujours croissants du changement climatique. En tant qu'institut de recherche de premier plan, Clim'adapt, labellisé Carnot en 2020, joue un rôle crucial dans **l'accompagnement des acteurs socio-économiques face à ces enjeux.**

La nouvelle gouvernance du Cerema, portée à parts égales par l'État et les collectivités territoriales, lui a permis d'accélérer le déploiement de son expertise et de son offre de services à l'échelle locale. C'est à cette échelle que les défis climatiques et les enjeux d'adaptation se matérialisent et se hiérarchisent. Ces collectivités locales ont également un besoin impérieux de maintenir, voire

de développer, l'activité économique portée par leur territoire, qu'elle soit de nature industrielle ou de services.

Pour ce faire, il leur est particulièrement précieux d'avoir à leur côté le Cerema, qui est le partenaire tout indiqué pour articuler les contraintes complexes et difficiles à concilier que sont **la réindustrialisation aussi décarbonée que possible, la valorisation des friches, la neutralité en matière d'artificialisation et l'adaptation aux effets du changement climatique.**

Cette approche multidimensionnelle requiert souvent de dépasser les solutions existantes pour produire, de façon bilatérale, de nouvelles connaissances. C'est là le cœur de la recherche partenariale qui lie nos chercheurs et experts avec le monde socio-économique et qui a valu au Cerema d'être labellisé institut Carnot. **C'est par cette collaboration continue entre la recherche publique et les entreprises que nous pourrions anticiper les transformations à venir et apporter des réponses concrètes aux enjeux du changement climatique.**

J'espère que vous aurez plaisir à suivre les actions passées de l'institut Carnot Clim'adapt à travers la lecture du présent rapport d'activité.

Pascal BERTEAUD

Directeur général du Cerema



En 2023, le Cerema a su répondre aux souhaits de nombreux élus en réussissant la transformation de sa gouvernance. **Je suis ainsi honorée de présider depuis mai 2023 le nouveau conseil d'administration de l'établissement où un dialogue équilibré entre l'État et les collectivités s'est noué pour orienter concrètement l'action du Cerema dans les territoires**

Nous, les élus, avons besoin d'un outil qui mutualise une expertise nationale de pointe tout en étant facilement accessible partout en France. Régions, départements, métropoles, intercommunalités, villes et bien sûr communes rurales, ce sont plus de 800 de mes collègues élus qui ont directement reconnu l'intérêt d'un accès facilité au Cerema et qui ont adhéré dès 2023.

Nous avons lancé la dynamique. **Rejoindre le Cerema, c'est participer à un réseau unique d'expertise pour disposer d'outils, méthodes, conseils et accompagnement concret pour l'adaptation de nos territoires au changement climatique !**

Marie-Claude JARROT

Présidente du Conseil d'administration du Cerema

Avec une température moyenne, à l'échelle de la planète, supérieure de plus de 1,4°C à celle de l'ère préindustrielle, 2023 a été l'année la plus chaude jamais enregistrée.

Dans ses derniers rapports, le GIEC (groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) prévoit que le réchauffement global atteindra 1,5°C au début des années 2030. En France métropolitaine, le scénario tendanciel, à savoir celui qui découle des politiques mondiales d'atténuation actuellement mises en œuvre, conduit à une hausse des températures moyennes de 2°C en 2030, 2,7°C en 2050 et 4°C en 2100 par rapport à l'ère préindustrielle.

Un tel scénario confirme, s'il en était encore besoin, **l'urgence à anticiper et à agir à travers des politiques et des travaux d'adaptation de notre pays aux effets du changement climatique.** Afin d'être sans regret, ceux-ci doivent être éclairés par la science et s'appuyer sur un spectre large de secteurs économiques et de disciplines qui permette de bâtir une vision holistique de la problématique.

Les six domaines d'activité du Cerema, complémentaires, et ses douze équipes de recherche (relevant des sciences dures et des sciences humaines et sociales) qui alimentent en connaissances les experts, assurent à l'établissement cette capacité à saisir l'ensemble des causes et effets et, ce faisant, **à réduire autant que faire se peut le risque de mal-adaptation.**

La hiérarchie des sujets d'adaptation aux effets du changement climatique auxquels sont confrontés les acteurs socio-économiques varie géographiquement. Aussi la couverture apportée par ses implantations territoriales réparties, permet-elle au Cerema d'aider les entreprises et les collectivités à opérer ces mutations, d'une façon anticipée et adaptée à cette dimension locale.

Être en capacité de travailler avec ces deux types d'acteurs, et parfois de jouer le rôle d'interface entre les deux, est une force pour le Cerema tant leurs problématiques respectives vont de pair.

Le défi climatique, renforcé par la légitime quête d'une plus grande souveraineté nationale pour certains secteurs jugés stratégiques, fait apparaître des problématiques nouvelles qui débouchent naturellement vers des actions de recherche partenariale bilatérale, au cœur du dispositif Carnot.

C'est ainsi que la période 2023-2024 a été marquée par nombre d'événements et de réalisations que nous avons plaisir à présenter, plus loin, dans le présent rapport d'activité de Clim'adapt.

Par ailleurs, l'année 2025 sera dense puisque l'appel à candidatures pour le renouvellement de la labellisation Carnot sera lancé lors du premier semestre.

Thierry BRAINE-BONNAIRE

Directeur de l'institut Carnot Clim'adapt

Clim'adapt Institut Carnot du Cerema

50 ans d'expertise au service de l'aménagement du territoire

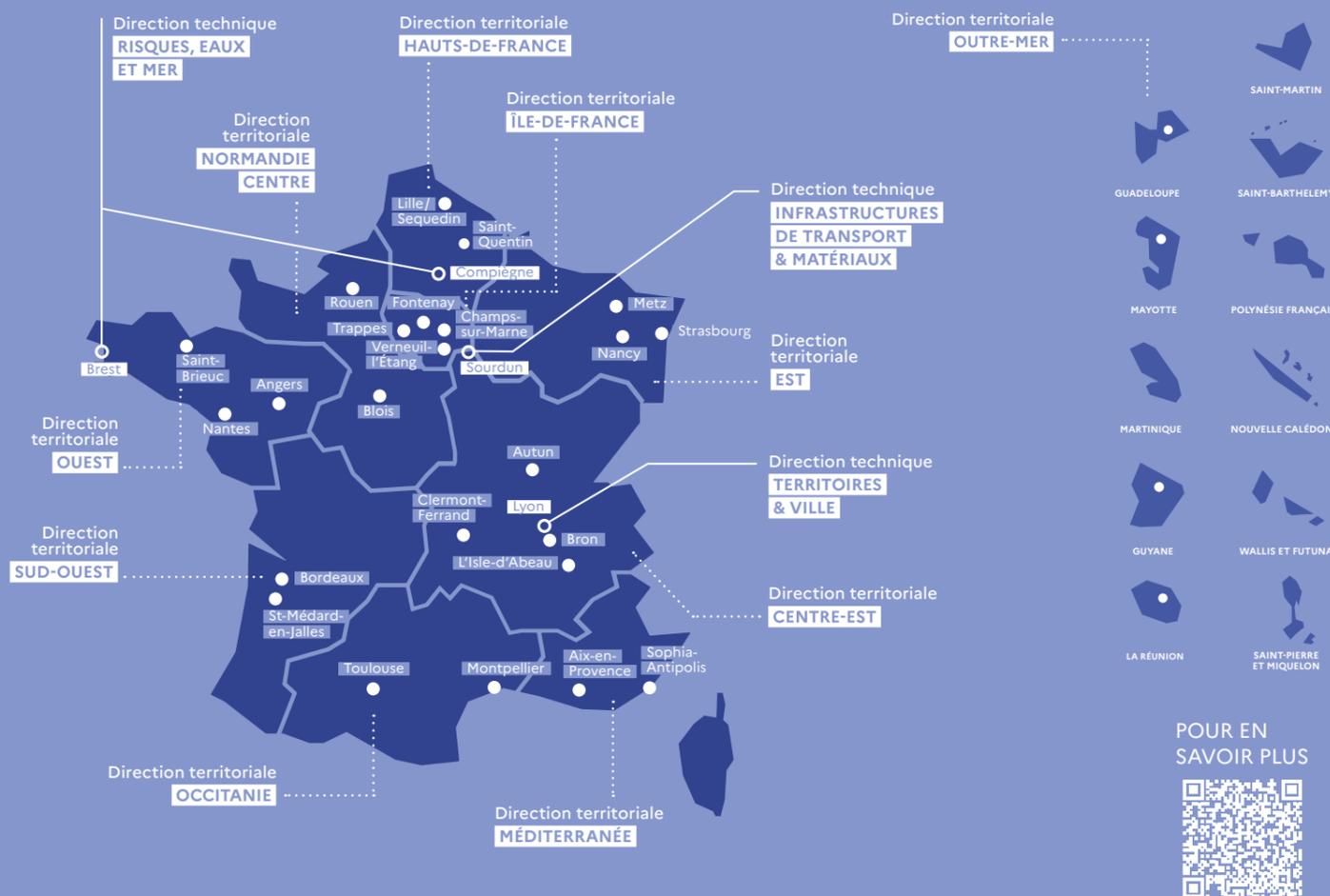
L'institut Carnot Clim'adapt a pour organisme de tutelle le Cerema, un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. Premier établissement à pilotage partagé entre l'État et les collectivités territoriales, il est présent partout en métropole et dans les Outre-mer grâce à ses 26 implantations et ses 2 500 agents. Héritier de plus de 50 ans d'histoire et d'expertise dans l'aménagement du territoire, le Cerema intervient auprès de l'État, des collectivités et des entreprises pour les aider à réussir le défi de la transition écologique.

L'expert public de l'adaptation au changement climatique

Le Cerema est aujourd'hui l'expert public de l'adaptation au changement climatique. Il développe au quotidien des savoirs scientifiques et aide à déployer des solutions techniques pour sécuriser et améliorer le cadre de vie des citoyens. Véritable garant de l'intérêt général, il rassemble les connaissances et savoir-faire pour les mettre au service des acteurs publics et privés dans la résolution des problèmes complexes.

Doté d'un haut potentiel d'innovation et de recherche incarné notamment par son institut Carnot Clim'adapt, le Cerema agit dans six domaines d'activités : Expertise & ingénierie territoriale, Bâtiment, Mobilités, Infrastructures de transport, Environnement & Risques, Mer & Littoral.

CARTE DES IMPLANTATIONS DU CEREMA



POUR EN SAVOIR PLUS

Le Cerema
c'est

2 500
collaborateurs

27
implantations dans
l'hexagone et en Outre-mer

298,8 M€
de budget

Les six domaines d'expertise du Cerema

L'offre de service du Cerema lui permet d'accompagner de manière efficiente, sur le terrain, ses partenaires publics et privés dans leurs transitions. L'établissement se positionne sur six grands domaines d'expertise avec comme boussole l'adaptation des territoires au changement climatique.



Expertise et ingénierie territoriale pour accompagner les stratégies de transition de l'aménagement des territoires

- Stratégie et aménagement des territoires
- Connaissance et mobilisation du foncier
- Adaptation au changement climatique



Infrastructures de transport pour sécuriser et pérenniser les infrastructures de transport, en particulier face aux changements climatiques

- Gestion de patrimoine d'infrastructures de transports
- Techniques, méthodes et suivi d'infrastructures de transports
- Gestion patrimoniale des ouvrages d'art
- Techniques, méthodes et suivi d'ouvrages d'art
- Centre national des ponts de secours - CNPS



Bâtiment pour maîtriser l'impact des bâtiments sur le climat et améliorer leur qualité d'usage

- Gestion de patrimoines immobiliers
- Performances environnementales et énergétiques
- Confort et ventilation des bâtiments
- Matériaux géo et bio-sourcés
- Économie de la construction et montages juridiques
- Bâtiment numérique
- Accessibilité universelle des bâtiments



Environnement et risques pour maîtriser les risques naturels et les impacts sur l'environnement, le climat et la consommation de ressources des projets d'aménagement et de transport

- Énergies renouvelables
- Biodiversité et aménagement
- Eau et gestion des milieux aquatiques
- Économie circulaire du BTP
- Risques naturels
- Réduction des nuisances et aménagement



Mobilités pour favoriser les mobilités durables et sécurisées

- Espace public et voirie urbaine
- Connaissance, modélisation et évaluation de la mobilité
- Politiques et services de mobilité
- Systèmes de transports intelligents, trafics et régulation
- Sécurité routière et des déplacements

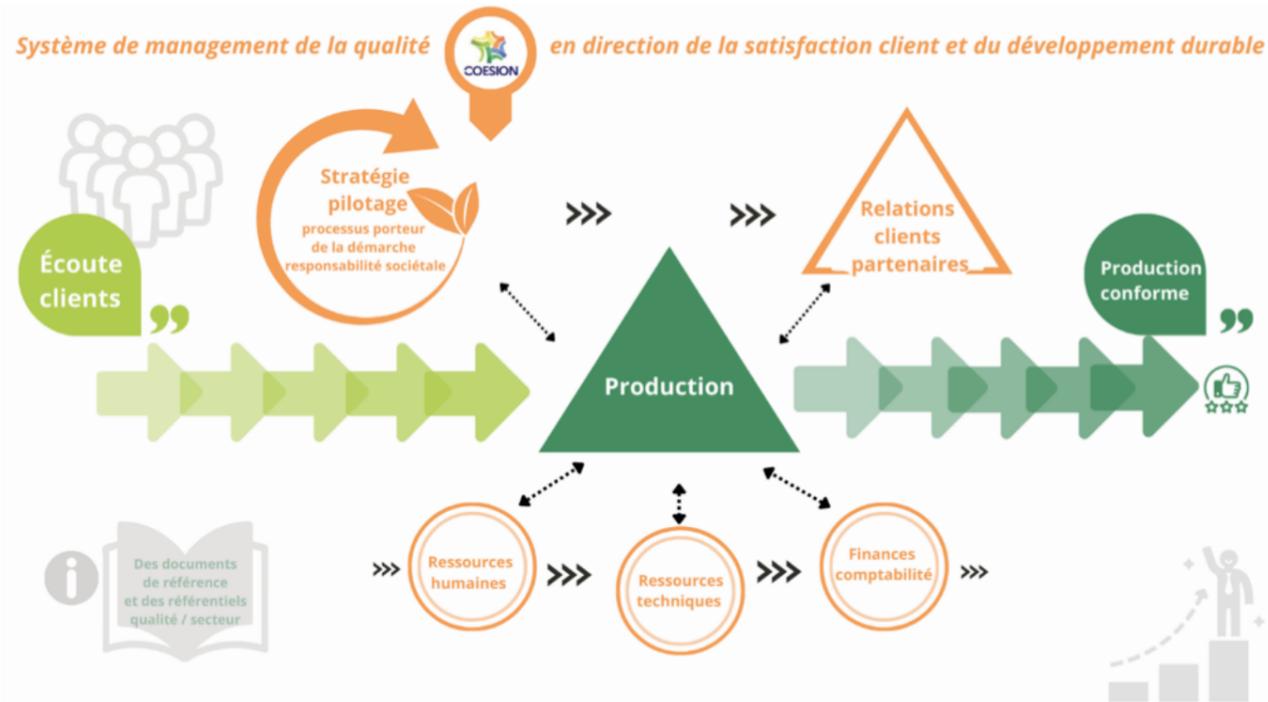


Mer et littoral pour assurer la sécurité et le développement durable des activités maritimes et fluviales en maîtrisant leurs pressions sur l'environnement, et adapter les territoires maritimes et littoraux aux évolutions du climat

- Gestion du littoral et de la mer
- Sécurité et trafics maritimes et fluviaux
- Ports et voies navigables

Qualité et responsabilité sociétale : le Cerema est engagé

Le système qualité Cerema, baptisé « Coesion », a été certifié selon les exigences de la norme NF ISO 9001 en novembre 2021. Cette organisation permet de suivre, évaluer les objectifs du projet stratégique et du contrat d'objectifs et de performance, de s'adapter au contexte, ainsi qu'aux besoins des parties intéressées. Pour cela, la dynamique d'amélioration continue du système interroge et évalue périodiquement les modes de faire, les résultats, les objectifs de l'année en cours.



L'écoute et la mesure de la satisfaction des parties prenantes permet de contribuer à l'agilité de la dynamique du Cerema dans un environnement en constante évolution.

L'évaluation de la satisfaction client souligne que 98 % sont globalement satisfaits des productions réalisées par le Cerema (données issues de la période d'enquête du 1er juillet au 31 décembre 2023). Le critère relationnel avec les équipes du Cerema est le critère de plus grande satisfaction.

L'audit externe de suivi numéro 2 de novembre 2023 conclut sur un système de management répondant aux exigences de la norme NF EN ISO 9001 et des référentiels qualité internes. Les auditeurs ont confirmé la pertinence du système : ils ont notamment souligné la bonne intégration dans celui-ci des nouvelles structures qu'il ont rencontrées, la direction territoriale Outre-Mer et le Centre National des Ponts de Secours. Aucune non-conformité n'a été relevée, ni même aucun point sensible.



L'audit externe de suivi numéro 2 de novembre 2023 conclut sur un système de management répondant aux exigences du référentiel ISO 9001. La revue de direction du 9 avril 2024 présente le bilan suivant :

SMQ "Coesion"	Opérationnel
Organisation	Performante
Pratiques	Efficaces
Clients	Satisfaits

Le système de management de la qualité du Cerema intègre des engagements de responsabilité sociétale. Ces engagements s'articulent autour de trois volets : la stratégie climat, la démarche services publics écoresponsables et la qualité de vie au travail.

Suite au premier bilan d'émissions de gaz à effet de serre en 2022, le Cerema concrétise la mise en œuvre du plan transition carbone. Il fixe un objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre à 16% d'ici 2025, soit environ -3200 tonnes.

2024 marque le nouveau cycle de certification de l'établissement [2024-2027]. Il intégrera une démarche d'évaluation responsabilité sociétale selon les lignes directrices du référentiel NF EN ISO 26000.

Faits marquants du Cerema 2023-2024



MAI 2023

Nouveau statut, nouvelle gouvernance...
Un tournant décisif dans l'histoire du Cerema

Le Cerema **change de statut** et devient l'expert public de référence pour l'adaptation au changement climatique pour l'État et les collectivités territoriales adhérentes. Avec une nouvelle gouvernance, où les élus locaux ont un rôle majeur, plus de **800 collectivités** adhèrent désormais à ce modèle, facilitant ainsi l'accès à l'expertise du Cerema et encourageant un dialogue technique partagé pour répondre aux **défis de la transition écologique**.



DÉCEMBRE 2023

COP 28 : le Cerema met en avant des solutions pour l'adaptation des territoires au changement climatique

Le Cerema a participé activement à la COP 28 à Dubaï, présentant trois projets axés sur l'adaptation au changement climatique : SESAME pour la sélection des espèces végétales en milieu urbain, RE-MED pour le recyclage des matériaux du BTP en Méditerranée, et EICPAD pour l'aménagement durable des territoires francophones. Cet événement d'envergure mondiale a rassemblé les décideurs de 197 pays, favorisant les **échanges sur la recherche et les expériences pratiques pour promouvoir la transition écologique**.



FÉVRIER 2024

Le Cerema **renforce sa présence auprès des collectivités d'Outre-mer** avec l'ouverture d'une agence Antilles

Le Cerema renforce sa présence dans les territoires d'Outre-mer avec l'ouverture, le 1er février 2024, d'une nouvelle agence aux Antilles, couvrant **la Guadeloupe, la Martinique, Saint-Martin et Saint-Barthélemy**. Cette agence vise à offrir une **expertise de proximité aux collectivités antillaises et à développer de nouveaux partenariats locaux**. Elle intervient dans divers domaines stratégiques, notamment l'aménagement du territoire, la gestion des infrastructures, les mobilités durables et l'efficacité énergétique.

Une recherche experte, au service des territoires

Le Cerema, un acteur reconnu de la recherche en France

À l'été 2021, la publication du décret fixant la liste des établissements publics dont les statuts prévoient une mission de recherche a marqué formellement la **reconnaissance du Cerema comme organisme ayant des missions de recherche**. Cette nouvelle étape conforte la stratégie scientifique portée par le projet stratégique et son contrat d'objectif et de performance (COP), adoptés également en 2021.

Le Cerema sera donc soumis pour la première fois à l'évaluation par le Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcéres). Celle-ci se déroulera en 2024-2025, concomitamment au bilan du COP en cours de l'établissement.

Des équipes scientifiques s'insérant dans l'enseignement supérieur

En 2023, la structuration des équipes de recherche, progressivement mises en place depuis la naissance du Cerema en 2014, s'est poursuivie activement, dans chacun des grands domaines d'intervention où l'établissement est pertinent sur le plan scientifique.

La constitution d'unités mixtes de recherche (UMR) se consolide en 2023-2024 avec trois objectifs :

- insérer pleinement les équipes dans le système de l'enseignement supérieur et de la recherche français, les équipes intégrées dans des UMR étant ainsi elles-mêmes évaluées par le Hcéres ;
- conforter et rendre encore plus attractif le cadre d'accueil des parcours doctoraux ;
- permettre au Cerema d'exercer la tutelle scientifique de ces unités mixtes de recherche.

À ce titre, le Cerema devient au 1er janvier 2024 tutelle secondaire de l'UMR Géoazur de l'Université Côte d'Azur

DÉCOUVREZ
toutes nos équipes
de recherche



12

ÉQUIPES
DE RECHERCHE

77

COMMUNICATIONS
LORS DE CONFÉRENCES



15

THÈSES SOUTENUES
EN 2023



70

PUBLICATIONS
DE RANG A

45

THÈSES EN COURS



Une filière doctorale active

En 2023, 11 des équipes de recherche du Cerema ont déposé 20 projets dans le cadre de l'appel à projet générique. Parmi ceux-ci, 6 projets ont été retenus, soit un taux de réussite de 30%, une belle performance. Au total, 7 projets ANR ont été sélectionnés parmi les 29 déposés, atteignant un taux de réussite de 24%.

« En 2024, le Cerema célèbre ses 10 ans d'existence, marquant une évolution majeure de notre mission de recherche conforme aux différentes lois qui ont guidé notre développement. Nous sommes fiers de notre reconnaissance par le Ministère de l'enseignement supérieur de la recherche (MESR) dès 2022 parmi les organismes nationaux portant des missions de recherche. A ce titre, nous nous préparons pour notre première évaluation par le Haut Conseil pour l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcéres) à partir de l'automne 2024. »



Luc Bousquet

Directeur délégué recherche chef de service - CEREMA

Quelques temps forts de la Recherche 2023-2024

Un partenariat d'innovation régional pour un Banc d'Essai de Ventilation en Rhône-Alpes

Le Cerema, le LOCIE et Anjos s'allient pour construire un banc d'essai innovant en Rhône-Alpes, sous le projet BPE (Bâtiment Performant dans son Environnement). Lancé en juillet 2023, soutenu financièrement par la Région Auvergne-Rhône-Alpes et labellisé par TENERDIS, ce partenariat d'innovation régional vise à évaluer de nouveaux prototypes de ventilation. En favorisant la coopération entre Anjos, le Cerema et le LOCIE, ce projet contribue à l'évolution des connaissances et des techniques de ventilation, notamment en ce qui concerne la qualité de l'air intérieur et l'adaptabilité aux techniques de construction. L'arrivée de Jean-Paul Harouz, chercheur post-doctorant dédié au Cerema en début de l'année 2024, témoigne de l'engagement en faveur de l'innovation et de la dynamique économique régionale. Ce projet s'inscrit dans le cadre du dispositif Carnot Clim'Adapt et bénéficie de l'expertise du Cerema dans la caractérisation, la modélisation et la mesure aérodynamique, renforçant ainsi les liens entre les entreprises industrielles et les organismes de recherche de la région.

La nouvelle plateforme PAVIN B P : plus performante et plus écologique

Le Cerema à Clermont-Ferrand développe une plateforme d'essais météorologiques améliorée, la PAVIN B P (Plateforme Auvergne pour Véhicules Intelligents - Brouillard-Pluie), pour évaluer les capteurs de véhicules automatisés. Cette nouvelle installation, prévue pour la rentrée 2024, offrira des conditions plus réalistes avec une piste plus longue, large et haute, permettant des essais dynamiques sous un brouillard et une pluie mieux contrôlés. Elle se distingue également par son engagement écologique, avec une consommation énergétique réduite, l'utilisation d'eau recyclée et de matériaux biosourcés, ainsi qu'une noue paysagère pour la gestion des eaux usées. Financée par la région Auvergne-Rhône-Alpes et le ministère de la Transition écologique, cette plateforme sera polyvalente, permettant la validation de capteurs, la mesure de performance des systèmes d'aide à la conduite, l'étude de la perception du conducteur en conditions météorologiques difficiles, et le développement de nouvelles technologies d'imagerie adaptées.

RETROUVEZ
le portrait de Vincent Boucher mais aussi d'autres
chercheur(e)s du Cerema



L'Unité Mixte de Recherche en Acoustique Environnementale (UMRAE) en action au 53ème Congrès Inter-Noise à Nantes.

Pour la 53ème édition du Congrès Inter-Noise à Nantes, l'équipe de recherche en acoustique environnementale de l'UMRAE était partenaire institutionnel de ce congrès. Des animations ont été assurées par des chercheurs de l'unité au cours de 5 sessions portant sur divers sujets : bruit des éoliennes, bruit et impacts sur la biodiversité, absorption et transmission des matériaux biosourcés et géosourcés, bruit ferroviaire, et approches pluridisciplinaires.

2e édition des Journées de la Recherche du Cerema

Les 15 et 16 novembre dernier, le Cerema a organisé ses 2e journées de la recherche sur le thème «Les liens recherche - expertise, un atout à développer». Huit cas concrets illustrant les liens entre recherche et expertise ont été présentés, suivis d'une table ronde avec des représentants de l'INRAe, l'IGN, l'Université Gustave Eiffel et CY Cergy Paris Université. La première journée a mis en lumière l'importance de ce lien, renforcé par les collaborations territoriales, européennes et internationales. La deuxième journée a été consacrée à des ateliers internes visant à améliorer l'articulation entre recherche et expertise. Ces journées ont réuni une centaine de participants. Les pistes d'actions proposées alimenteront le prochain projet stratégique du Cerema.

Portrait de chercheur - Vincent Boucher, de la lumière plein les yeux

Vincent Boucher, chercheur spécialisé dans la propagation de la lumière appliquée à la visibilité routière depuis vingt ans, a fait l'intégralité de sa carrière au Cerema à Angers. Membre de l'équipe de recherche Éclairage et Lumière (EL) depuis janvier 2023, il se consacre à l'optimisation de l'éclairage des routes et des espaces publics. L'obtention du label Carnot Clim'adapt par le Cerema a permis à Vincent de renforcer les partenariats avec des entreprises via des associations comme le Cluster Lumière, et d'améliorer les ressources scientifiques de son équipe, notamment grâce à un imageur photométrique. Sa recherche porte sur des thèmes variés, de la sécurité routière à la pollution lumineuse, en passant par la photométrie des chaussées. Vincent Boucher se distingue par son approche innovante et appliquée, contribuant à des avancées significatives dans l'éclairage public.



L'institut Carnot Clim'adapt en 2023-2024

L'offre et les missions

Le Cerema est labellisé institut Carnot avec le projet Clim'adapt, véritable passerelle entre la recherche publique et le monde socio-économique. **C'est la première fois que le label institut Carnot est attribué à un projet qui se focalise sur la problématique climatique.**

L'institut Carnot du Cerema, Clim'adapt, aide les entreprises et les collectivités territoriales à relever le défi climatique et à opérer leur transition vers une économie sobre en ressources, décarbonée et respectueuse de l'environnement.

À travers des prestations de recherche contractuelle bilatérale, le Cerema met au service de ces acteurs de la vie économique l'excellence scientifique de ses chercheurs et experts, dans les six domaines d'activité de l'établissement :

Ces expertises, multidisciplinaires et complémentaires, confèrent à **Clim'adapt la capacité à développer des solutions d'adaptation au changement climatique** en intégrant la dimension systémique du sujet et donc les effets induits.

Aujourd'hui, l'institut Carnot Clim'adapt joue un rôle clé d'interface entre les entreprises et les collectivités locales, et ce notamment sur les sujets scientifiques et techniques touchant au développement économique et à l'aménagement du territoire.

Ceci constitue une véritable opportunité pour déployer et tester des solutions innovantes.

Dans ce paysage, la mission de Clim'adapt est triple :

- transférer la R&D du Cerema aux entreprises pour les accompagner dans leur transition écologique et leur adaptation au changement climatique ;
- aider les entreprises à faire sauter des verrous technologiques et à développer des solutions innovantes et adaptées, les caractériser dans des conditions contrôlées et les expérimenter sur le terrain (ceci, sous forme de contrats de collaboration de recherche, de laboratoires communs, de chaires industrielles...);
- accompagner les collectivités afin d'identifier et de mettre en œuvre des solutions adaptées à leurs besoins, à travers la recherche partenariale.



Secteurs économiques

• TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE • HABITAT ET BÂTIMENT • VILLES ET STRATÉGIES URBAINES • AMÉNAGEMENT ET COHÉSION DU TERRITOIRE • CONCEPTION ET GESTION DES INFRASTRUCTURES • MOBILITÉ ET TRANSPORT • GESTION DES RESSOURCES NATURELLES • ÉCONOMIE CIRCULAIRE • RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT • PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS • BIEN-ÊTRE ET RÉDUCTION DES NUISANCES

Clim'adapt propose des **solutions à la pointe de la R&D** sur ses différents objets d'études, compatibles et précurseurs avec la **nécessaire atténuation et adaptation des territoires au changement climatique.**

Par un ancrage territorial fort, l'institut Carnot est au plus près de ses clients et des besoins concernés. Il met à leur disposition les résultats de R&D, les compétences et les moyens en observation, instrumentation, mesure, analyse et modélisation du Cerema pour comprendre

et anticiper le fonctionnement de leurs produits ou services et évaluer leur impact.

Clim'adapt met également à la disposition de ses partenaires son **Département Prototypes et Projets Numériques (DPPN)**, ainsi que son **Centre d'Expérimentation et de Recherche (CER)**. Ceux-ci permettent de franchir des étapes clés de développement technologique à l'échelle 1 dans les champs de l'instrumentation, des capteurs, des dispositifs d'aide à la navigation, des matériels d'auscultation...

LE SAVIEZ-VOUS ?

L'institut Carnot Clim'adapt développe 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, entreprises de toutes tailles et collectivités locales, en réponse à leurs besoins.

L'institut Carnot Clim'adapt : au service des entreprises

L'institut Carnot Clim'adapt met l'expertise du Cerema au service des entreprises pour développer des solutions innovantes d'adaptation au changement climatique, parmi lesquelles :

- **Accompagnement personnalisé :** L'institut Carnot Clim'adapt accompagne les entreprises dans leur adaptation aux effets du changement climatique et dans l'intégration de pratiques respectueuses de l'environnement. Grâce à un accompagnement personnalisé, nous identifions les besoins spécifiques de chaque entreprise et mettons en œuvre des solutions sur mesure.
- **Innovation et R&D :** Clim'adapt transfère les acquis du Cerema aux entreprises, les aidant à développer des solutions innovantes et adaptées.



- **Expertise scientifique :** L'institut Carnot Clim'adapt met à disposition l'expertise scientifique des chercheurs et experts du Cerema dans divers domaines, tels que l'ingénierie territoriale, le bâtiment, les mobilités, etc.

- **Expérimenter sur le terrain des solutions nouvelles :** Clim'adapt propose aux entreprises des plateformes d'expérimentation pour tester des technologies et des systèmes à petite échelle avant leur déploiement commercial.



Entretien avec Thierry Braine-Bonnaire, Directeur de l'institut Carnot Clim'adapt

Comment l'institut Carnot Clim'adapt apporte-t-il un accompagnement aux entreprises et aux collectivités dans leur démarche d'adaptation au changement climatique ?

Au travers de travaux de recherche partenariale, le Cerema met au service des acteurs socio-économiques la puissance de sa recherche et de son expertise afin de les aider à relever le défi climatique. Les problématiques d'adaptation aux effets du changement climatique ont une dimension fortement locale et les nombreuses implantations du Cerema, tant en métropole qu'en Outre Mer, permettent à l'institut Carnot Clim'adapt d'être au plus près de l'expression des besoins et de développer les solutions les plus pertinentes.

Quelles sont les priorités stratégiques de l'institut Carnot Clim'adapt pour l'année 2024 ?

Œuvrer à l'accroissement de la notoriété du Cerema en tant qu'institut Carnot et contribuer à le faire identifier comme le partenaire de référence pour adapter l'économie de notre pays aux effets du changement climatique, sont toujours des objectifs majeurs. De plus, la préparation du renouvellement de la labellisation Carnot est une priorité de l'année.



Clim'adapt a rejoint récemment les alliances Carnot Mobilité et Ville Durable. Pouvez-vous expliquer en quoi consiste ces alliances ?

Les alliances Carnot procèdent de l'idée qu'autour d'une thématique sectorielle donnée, les instituts Carnot qui l'abordent selon des angles complémentaires ont intérêt à collaborer afin de bâtir du sujet une vision holistique aussi complète que possible. L'action des alliances peut prendre plusieurs formes : réflexion prospective, organisation d'événements, publications, construction d'offre commune.

Ces alliances sont thématiquement en miroir des Comités Stratégiques de Filière (CSF) du Conseil National de l'Industrie. Les CSF, au nombre de dix-neuf, ont pour mission d'instaurer un dialogue entre les différents acteurs d'une filière industrielle donnée, qu'ils soient en amont ou en aval de la chaîne de valeur, qu'il s'agisse de grands groupes ou de PME. Ce dialogue régulier s'articule au travers d'une gouvernance qui intègre l'État, les entreprises et les représentants des salariés sur tous les sujets-clés qui permettront la reconquête industrielle française, et ce, filière par filière.

ILS TÉMOIGNENT



« À un moment où la présentation du PNACC3 est sans cesse reculée, j'aimerais souligner l'importance d'approches concrètes d'adaptation au réchauffement climatique, comme celles développées dans le cadre de Clim'adapt. »

Jean JOUZEL

Climatologue, vice-président du GIEC et membre du comité d'orientation stratégique de l'institut Carnot Clim'adapt

« L'adaptation aux changements climatiques est un enjeu majeur pour notre société, nos territoires et nos entreprises. Les projets présentés par les équipes de recherche de l'institut Carnot Clim'adapt nous démontrent leurs investissements au quotidien pour contribuer à ces évolutions nécessaires. Notre objectif en tant que membre du comité d'orientation stratégique est de pouvoir donner les meilleures chances à ces projets afin que leurs impacts soient les plus rapides. »



Pascal BELLENGER

Directeur des affaires contractuelles partenariats de recherche chez SATT Aquitaine et membre du comité d'orientation stratégique de l'institut Carnot Clim'adapt



« L'Institut Carnot Clim'adapt est atypique du fait de son positionnement à l'interface triple entre le monde de la recherche, celui des entreprises, mais aussi, et c'est ce qui est original, avec celui des collectivités territoriales et des aménageurs. Cela est rendu possible par la place particulière du CEREMA parmi les organismes publics. Cela permet de participer au déploiement de solutions issues de la R&D vers le patrimoine bâti et les systèmes de transport, pour relever le défi climatique. »

Pierre CARLOTTI

Directeur scientifique d'Artelia et membre du comité d'orientation stratégique de l'institut Carnot Clim'adapt

Zoom sur la répartition des contrats du Cerema

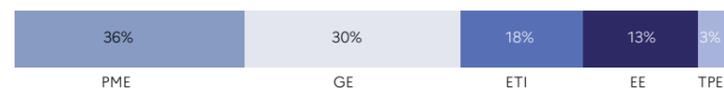
En 2023, les recettes cumulées relevant de l'activité Carnot du Cerema s'élèvent à 6,4 M€*. La recherche partenariale se décline selon une typologie de clients, de domaines d'activité et de secteurs géographiques pluriels, comme l'illustrent les graphiques ci-dessous. La diversité du territoire français offre de plus un terrain d'expérimentation particulièrement riche.

Chiffre d'affaires éligible au Carnot et soumis à l'ANR au titre des recettes 2023.

Répartition des contrats

Selon le type d'entreprise

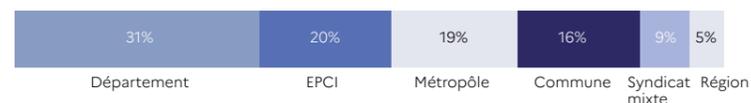
Le Cerema accompagne tous types d'entreprises, et notamment de grands groupes, dans leur recherche de solutions d'adaptation au changement climatique : 10 % du chiffre d'affaires total réalisé avec des entreprises portent sur de la recherche partenariale.



EE : Entreprises étrangères	13%
GE : Grandes entreprises	30%
ETI : Entreprises de taille intermédiaire	18%
PME : Petites et moyennes entreprises	36%
TPE : Très petites entreprises	3%

Selon la nature de la collectivité

Le Cerema accompagne les décideurs de l'échelle locale à l'échelle régionale pour mettre au point de nouvelles stratégies d'adaptation au changement climatique.



Région	5%
Département	31%
Métropole	19%
EPCI	20%
Commune	16%
Syndicat mixte	9%

Par domaines d'activités du Cerema

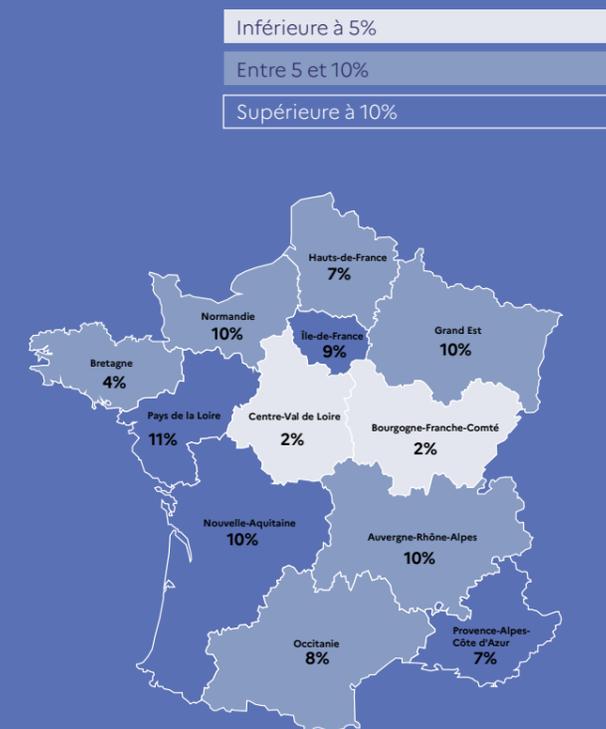
Les domaines d'activité les plus représentés portent sur des enjeux très divers, tels que la préservation des continuités écologiques, le développement des matériaux innovants, de nouveaux types de signalisations, le véhicule autonome, la recherche de méthodes innovantes d'auscultation d'ouvrages d'art...



Domaine A : Expertise et ingénierie territoriale	13%
Domaine B : Bâtiment	4%
Domaine C : Mobilités	21%
Domaine D : Infrastructures de transport	28%
Domaine E : Environnement et risques	28%
Domaine F : Mer et littoral	6%

Répartition du chiffre d'affaires par région

Une couverture territoriale très étendue, pour une recherche partenariale qui répond aux spécificités et aux enjeux locaux, tout en assurant la reproductibilité de ses résultats.



LIRE LA CHARTE CARNOT des valeurs partagées pour une recherche partenariale de qualité



L'institut Carnot Clim'adapt, membre du réseau des Carnot

La recherche pour l'innovation des entreprises

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.

Attributions du label Carnot

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

Le ministère chargé de la recherche attribue le label aux instituts Carnot à l'issue d'un appel à candidatures très sélectif.

Compétences et organisation des instituts Carnot

Les instituts Carnot offrent un large spectre de compétences permettant de répondre aux besoins de R&I des entreprises dans la plupart des secteurs économiques. Afin de tirer parti de leurs complémentarités et de faire jouer les synergies au profit de leurs partenaires économiques, ils sont organisés en réseau opérationnel animé par l'Association des instituts Carnot (AiCarnot).

Leur contact permanent avec les entreprises leur permet d'appréhender et d'anticiper les réponses R&I pour les différents secteurs d'activité, au travers d'une action proactive de ressourcement scientifique orienté par le besoin.

Démarche d'amélioration continue

Les instituts Carnot s'appuient sur une démarche d'amélioration continue du professionnalisme de leur relation partenariale, du premier contact à la fourniture des livrables et au recueil du retour de satisfaction, en passant par les phases de négociation et de montage de projet.

CONSULTER la politique de propriété intellectuelle de Carnot M



Alliances Inter-Carnot

Au sein des 14 alliances Carnot, plusieurs Instituts Carnot mettent en synergies leurs ressources et leurs expertises pour répondre aux enjeux R&D d'un même secteur. L'institut Carnot Clim'adapt travaille en synergie avec 2 alliances Carnot : Villes durables et Mobilité



LE SAVIEZ-VOUS ?

« La Charte Carnot assure une recherche partenariale de qualité, avec une démarche d'amélioration continue, une gouvernance robuste, et un engagement envers l'innovation et la collaboration interdisciplinaire, renforçant ainsi l'impact socio-économique des projets de recherche. »

Chiffres clés

39

INSTITUTS CARNOT ORGANISÉS EN RÉSEAU DANS TOUTES LES RÉGIONS FRANÇAISES

20%

DES EFFECTIFS DE LA RECHERCHE PUBLIQUE

55%

DE LA R&D FINANCÉE PAR LES ENTREPRISES À LA RECHERCHE PUBLIQUE FRANÇAISE CONFIEE AU RÉSEAU CARNOT

11 000

CONTRATS CARNOT-ENTREPRISE PAR AN DONT 40 % AVEC LES PME / ETI

1100

BREVETS PRIORITAIRES DÉPOSÉS DANS L'ANNÉE, POSITIONNANT LE RÉSEAU DES CARNOT AU 1ER RANG DES DÉPOSANTS FRANÇAIS

32 500

PUBLICATIONS DE RANG A PAR AN



POUR EN SAVOIR PLUS

« Le réseau des Carnot constitue un outil unique au service de l'innovation des entreprises : il met à la disposition des entreprises le meilleur de la recherche publique française avec une expertise reconnue dans la relation entre les laboratoires et le monde socio-économique »

Jean-Denis MULLER
Directeur général du Réseau des Carnot



Focus sur des partenariats Carnot

En 2023, Clim'adapt a poursuivi son engagement partenarial avec les entreprises et les collectivités à travers la réalisation de contrats de R&D bilatéraux. Ces projets intègrent des thématiques qui concourent à relever le défi climatique auquel les acteurs économiques de notre pays sont confrontés de façon croissante.

Le Cerema, labellisé institut Carnot Clim'adapt, a été au cœur de nombreuses initiatives de recherche et de développement pour des entreprises et des collectivités. Ces projets ont concerné une diversité de territoires et de thèmes, comme l'illustre la carte interactive ci-dessous. Cette dernière est régulièrement enrichie de nouvelles histoires et évolue tout au long de l'année.

POUR UNE IMMERSION TOTALE DANS CES RÉALISATIONS

scannez le QR code et découvrez nos « belles histoires de partenariats », ainsi qu'une playlist de vidéos « La recherche au Cerema » (puce rouge), valorisant certaines de ces collaborations.



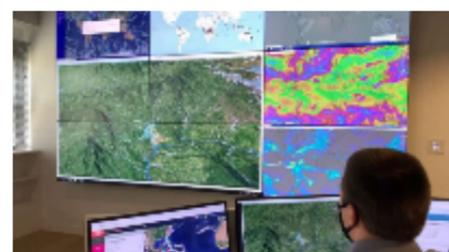
La fraction des contrats de recherche partenariale visant à relever le défi climatique – sur les volets de l'atténuation et de l'adaptation – croît d'année en année. **Entre 2017 et 2021, elle est ainsi passée (en montant) de 27 % à 40 %.**

Parmi les exemples de thématiques faisant l'objet de contrats Carnot en lien avec l'adaptation au changement climatique, nous pouvons citer :

- L'analyse des vulnérabilités de tous ordres
- Le suivi de l'évolution et la gestion du trait de côte
- L'impact du réchauffement sur le fonctionnement mécanique d'ouvrages
- L'analyse de risque par traitement automatique de mesures (IA)
- L'outil d'aide à la décision en matière d'aménagement
- L'observation satellitaire et l'analyse de la résilience territoriale
- La qualité de l'air intérieur et le confort d'été, en période de canicule
- Le rafraîchissement local et la lutte contre les îlots de chaleur urbains
- La gestion des ports et voies navigables
- La gestion des eaux, dont les eaux pluviales urbaines

Une belle histoire de partenariat : Predict Services

Résumé : La société Predict Services, spécialisée dans la prévention et la gestion des risques, souhaite renforcer son expertise internationale et répondre à un appel des Nations unies et de l'Organisation météorologique mondiale en établissant un système d'alerte précoce mondial. Pour cela, elle s'associe au Cerema, qui a développé une méthode innovante appelée ExZEco pour cartographier les zones inondables, notamment à l'international. Grâce à un projet financé par l'Agence spatiale européenne, le Cerema, en collaboration avec Météo-France, adapte cette méthode pour des territoires plus vastes et de moindre qualité de données, avec succès notamment à Madagascar et dans l'Océan Indien.



FICHE COMPLÈTE

LE SAVIEZ-VOUS ?

Le Cerema collabore avec des startups et des PME innovantes dans le cadre de son dispositif CeremaLab qui s'inscrit dans l'objectif de Clim'adapt d'accroître ses interactions de recherche partenariale bilatérale avec les entreprises de petite taille (cf. p.19).

18 et 19 octobre 2023

Les rendez-vous Carnot : la rencontre annuelle des entreprises autour de la R&D

Les 18 et 19 octobre 2023, le centre des congrès de Lyon a accueilli la 16ème édition des Rendez-vous Carnot, un événement incontournable pour l'innovation en France. Cette année encore, le salon a rassemblé plus de 2 000 participants, dont plus de la moitié des start-up, PME et ETI, et a permis la tenue de 8 000 rendez-vous d'affaires.

Un programme riche et complet au cœur de cette rencontre annuelle

Les Rendez-vous Carnot sont organisés depuis 17 ans par le Réseau des Carnot qui fédère à ce jour 39 structures de recherche publique labellisées et engagées pour le développement de la recherche partenariale. Le succès du salon au fil des ans repose essentiellement sur une excellente organisation : des rendez-vous d'affaires préprogrammés, une offre riche et complète en matière de R&D et la présence des meilleurs spécialistes des dispositifs de soutien à l'innovation. Tous les secteurs industriels et technologiques étaient représentés, de l'aéronautique à la santé, en passant par l'énergie, l'environnement et les technologies numériques. Encore cette année, les entreprises participantes étaient très satisfaites de la qualité des rencontres et des échanges. 97 %* d'entre elles déclarant avoir identifié de nouveaux partenaires R&D potentiels.

Les Rendez-vous Carnot confirment ainsi leur rôle de véritable catalyseur de l'innovation, en favorisant les collaborations entre le monde de la recherche et celui des entreprises de toutes tailles, tous secteurs d'activité confondus.

La Place de l'innovation : un tremplin pour les start-up et les PME

La Place de l'innovation, espace dédié aux start-up et PME innovantes, a été particulièrement apprécié par les différents participants. Il a en effet permis aux 17 entreprises sélectionnées de pitcher leurs produits et de rencontrer des investisseurs et des grands groupes. Des ateliers de financement ont également été proposés, offrant ainsi aux start-up et aux PME un accompagnement précieux pour leur développement.

Une offre de compétences très large, des échanges riches et des tables rondes pour ouvrir de nouvelles perspectives

Les Rendez-vous Carnot ont également mis en avant l'offre de plus de 650 laboratoires et structures de soutien à l'innovation. Les 39 instituts Carnot, mais aussi d'autres laboratoires de recherche, universités, écoles d'ingénieurs et établissements de recherche étaient présents, ainsi que des sociétés de recherche contractuelle, des centres techniques industriels et des pôles de compétitivité.

Au-delà, des tables rondes et des conférences ont également été organisées sur des thèmes variés, tels que l'intelligence artificielle, les matériaux biosourcés, la décarbonation des mobilités ou encore les dispositifs d'accompagnement de l'innovation. Ces moments d'échange sur les enjeux actuels

ont permis d'enrichir les débats et d'ouvrir de nouvelles perspectives.

L'excellence de la recherche partenariale récompensée

Parmi les moments forts du salon, il y a notamment la cérémonie de remise des Prix Carnot de la recherche partenariale et du Prix de thèse IFPEN-ANRT «Collaboration science-industrie pour la transition écologique». Ces prix ont récompensé des projets de recherche partenariale emblématiques, qui mettent en lumière l'apport de la recherche pour l'innovation des entreprises.

La dimension écologique au cœur de cette 16ème édition

Grande nouveauté pour cette 16ème édition des Rendez-vous Carnot : la dimension écologique était au cœur de l'événement. Plusieurs mesures ont été prises pour réduire l'impact environnemental du salon, qui a été pour cette année-là, zéro papier.

Le plan des stands était consultable sur deux panneaux, toutes les informations pratiques et le programme complet étaient disponibles sur smartphone et facilement accessibles via un QR code. Une attention particulière a été également portée à la valorisation et à la réduction des déchets, notamment au travers des recyclages des bâches, de l'utilisation de vaisselles compostables pour les pauses déjeuner et de vaisselles réutilisables pour les pauses café et le cocktail. Des structures réutilisables et des mobiliers loués ont été privilégiés pour l'installation des stands et l'éclairage des stands a été intégralement assuré par LED.

(*Enquête de satisfaction 2023)



Évènements clés 2023-2024

En 2023-2024, l'institut Carnot Clim'adapt a présenté l'offre du Cerema lors de plusieurs salons. L'équipe Clim'adapt a également organisé et participé à des événements, en présence de chercheurs et d'experts du Cerema, comme l'illustre la frise ci-dessous :

22 & 23 JUIN 2023

Séminaire Carnot 2023



Paris
Réunion inter-Alliances Carnot

29 NOVEMBRE 2023

21 AU 23 NOVEMBRE 2023

Paris
Salon des maires et des collectivités locales



15 & 16 NOVEMBRE 2023

Paris
2e édition des Journées de la Recherche du Cerema sur le thème «Les liens recherche – expertise, un atout à développer». Ces journées se sont appuyées sur des retours d'expérience issus de 8 cas concrets illustrant les différentes articulations possibles entre recherche et expertise, toutes deux missions du Cerema.

14 NOVEMBRE 2023

Comité d'Orientation Stratégique (COS) de l'institut Carnot Clim'adapt.



7 & 8 NOVEMBRE 2023

Paris
Meet'Up Greentech Intervention de l'institut Carnot Clim'adapt

2023

ÉTÉ 2023

Lancement de l'appel à projets de ressourcement scientifique de l'institut Carnot Clim'adapt (exercice 2024)



13 SEPTEMBRE 2023

Paris
Séminaire Mobilités et recherche partenariale, organisé à l'initiative de la Direction technique Territoires et Ville et de l'institut Carnot Clim'adapt

19 & 20 SEPTEMBRE 2023

Paris
Innopolis, le salon de la ville durable et de la ville intelligente. Pascal Berteaud, directeur général du Cerema et plusieurs spécialistes dans les domaines de la ville intelligente et de l'aménagement du territoire étaient présents pour des interventions lors d'ateliers ou tables rondes.



10 AU 13 OCTOBRE 2023

Lyon
Salon Pollutec

Lyon

Les Rendez-vous Carnot

Cet événement a permis à 2 000 participants de rencontrer les acteurs de la R&D. Avec 8 000 rendez-vous d'affaires pré-programmés et des retours très positifs, le salon a été une excellente opportunité pour stimuler les projets d'innovation.

18 & 19 OCTOBRE 2023



8 & 9 MARS 2024

Paris

Colloque organisé par l'Académie des sciences sur « l'urgence climatique: un tournant décisif » avec Jean Jouzel, climatologue - vice-président du giec



4 AVRIL 2024

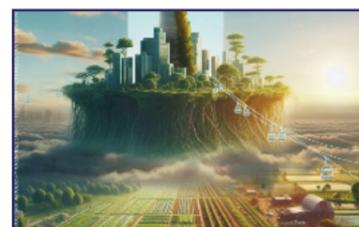
Paris

15ème édition du Forum national des éco-entreprises

7 DÉCEMBRE 2023

Paris

Séminaire stratégique des Directeurs Carnot
Lors du séminaire des Directions Carnot, la collaboration pour résoudre les défis socio-économiques a été mise en avant. Les directeurs ont discuté des consortiums, des contributions aux Comités Stratégiques de Filières et des solutions pour les transitions environnementales, technologiques et sociétales.



AVRIL 2024

Publication du recueil « imaginer en commun un avenir positif » co-écrit avec l'équipe Discovery de la R&D d'EDF, l'institut Carnot Clim'adapt, le CEA Grenoble, l'ADEME, Le Réseau SATT, l'ENSAS (École nationale supérieure d'architecture de Strasbourg) et 2 tonnes.

POUR EN SAVOIR PLUS



17 AVRIL 2024



Paris

Rencontre avec Cédric Villani (Mathématicien et ancien député), Pascal Berteaud (Directeur général du Cerema) et Thierry Braine-Bonnaire (Directeur de l'institut Carnot Clim'adapt) pour échanger autour de la recherche partenariale.



31 MAI 2024

Paris

21ème forum international de la météo et du climat avec l'intervention du chercheur Lamine IGHIL AMEUR, expert en mécanique des sols au Cerema.

JUIN 2024



Thierry Braine-Bonnaire, directeur de l'institut Carnot Clim'adapt, invité de l'émission Trajectoire de BFM Business pour présenter le réseau des Carnot et le rôle de l'institut Carnot Clim'adapt.

Ressourcement scientifique

Le ressourcement scientifique est l'un des trois modes d'utilisation de l'abondement que perçoit Clim'adapt, l'institut Carnot du Cerema. Ce ressourcement a pour vocation de **maintenir l'excellence scientifique de l'établissement**, reconnue par la labellisation Carnot, et d'**anticiper les demandes des industriels et des marchés**. Les actions de ressourcement scientifique peuvent porter sur des projets de recherche ou sur l'acquisition d'équipements jugés stratégiques.

APPEL À PROJETS 2024 : 4 PROJETS RETENUS

Lors du récent appel à projets de ressourcement scientifique de 2024, **quatre projets ont été sélectionnés pour bénéficier d'un soutien financier**.

Les candidatures reçues ont été évaluées par l'équipe Clim'adapt et des membres du comité d'orientation stratégique, selon une grille comprenant plusieurs critères :

- contribution de la direction demandeuse au chiffre d'affaires Carnot,
- conformité à l'objet de Clim'adapt,
- potentiel de génération de nouveaux contrats de recherche avec les entreprises,
- enrichissement scientifique...

Le classement des demandes ainsi opéré a été présenté au Comité de Direction du Cerema – qui est le Comité de Pilotage de Clim'adapt – pour ultime sélection.

La part de l'abondement reçu par l'institut Carnot Clim'adapt allouée au ressourcement scientifique pour l'exercice a permis de sélectionner et de soutenir financièrement les projets suivants :

1 DBMIP- Réduction du Bruit et suivi de la Migration des Polluants dans le cadre des opérations d'infiltration des eaux routières

Résumé : Analyse des politiques de désimperméabilisation en évaluant l'impact de l'infiltration des eaux urbaines sur les aquifères dans les zones de forte porosité, ainsi que le bruit associé, ceci en confrontant la perméabilité à l'eau et à l'air des matériaux poreux utilisés.

 **Équipes de recherche du Cerema impliquées : TEAM ; UMR AE**

MEDIA

Résumé : Étude de la faisabilité de l'utilisation de l'intelligence artificielle (IA) pour la prédiction du comportement des matériaux dans le contexte de la gestion des infrastructures de transport soumises à des risques géologiques (gravitaires et sismiques).

 **Équipes de recherche du Cerema impliquées : GéoCoD ; MCD ; Repsody**

3 EDE - Essais Dynamiques sur Écrans de filets

Résumé : Les défaillances inattendues des écrans souples de filets pare-blocs sous des sollicitations inférieures à leur capacité théorique nécessitent une révision des méthodes de dimensionnement pour garantir leur fiabilité, afin de sécuriser les infrastructures en montagne face au changement climatique.

 **Équipes de recherche du Cerema impliquées : GéoCoD ; Repsody**

Drone caméra IR

Résumé : Drone équipé d'une caméra infrarouge 3D pour le diagnostic, la modélisation et la visualisation des impacts de la surchauffe urbaine sur la végétation, les bâtiments et les espaces urbains.

 **Équipes de recherche du Cerema impliquées : Team ; BPE ; ENDSUM**

LA SOUFFLERIE

L'innovation du Cerema pour mesurer l'étanchéité à l'air des bâtiments et anticiper les effets du changement climatique.



INTERVIEW D'ADELINE MÉLOIS

cheffe de projet et chercheuse bâtiment au sein de l'équipe de recherche BPE du Cerema (Bâtiments Performants dans leur Environnement)

Dans un contexte de transition écologique et de renforcement des normes de construction, l'efficacité énergétique des bâtiments est cruciale. Adeline Mélois, chercheuse au Cerema Centre-Est, a consacré sa thèse à l'impact du vent sur les mesures d'étanchéité à l'air des bâtiments, un enjeu clé pour garantir des performances optimales.

Dans le contexte actuel de changement climatique, avec des phénomènes météorologiques intenses, imprévisibles et de plus en plus fréquents, comment vos recherches sur l'impact du vent lors des mesures d'étanchéité à l'air des bâtiments peuvent-elles aider à améliorer la résilience des constructions face à ces nouvelles conditions climatiques ?

La mesure d'étanchéité à l'air des bâtiments est essentielle pour évaluer leurs performances énergétiques. Elle permet de vérifier la capacité de l'enveloppe à limiter les transferts d'air, et par conséquent les déperditions de chaleur en hiver et les gains de chaleur en été. Cette mesure permet également de contrôler l'infiltration de polluants extérieurs, qu'il s'agisse de la pollution ambiante habituelle ou de situations exceptionnelles, comme les feux de forêt que nous avons connus récemment. Mieux caractériser l'étanchéité à l'air des constructions neuves mais aussi celles des bâtiments existants est essentielle. Cela vient en complément d'une connaissance des systèmes de ventilation en place et de leur performance, afin de maîtriser le confort dans les périodes extrêmes, en hiver ou en été, mais également de définir les risques potentiels encourus par les occupants lors d'évènements exceptionnels. Par exemple, en fonction du niveau d'étanchéité à l'air du bâtiment, la gestion d'un confinement comme on l'a connu avec le COVID 19 n'est pas la même. Le risque de contamination dépendant des équilibres de pression entre les pièces d'un logement par exemple ou entre les logements d'un même immeuble, équilibre qui est assuré à la fois par la ventilation et par l'étanchéité de la construction.

Le dispositif de la « Soufflerie » a bénéficié en 2023 d'un financement dans le cadre du ressourcement scientifique institut Carnot Clim'adapt. Pouvez-vous expliquer en quoi il consiste et comment les équipes de recherche ont participé à développer la recherche partenariale ?

La soufflerie, développée par le Cerema et l'ENTPE en 2019-2020, a pour objectif principal de reproduire à échelle réduite des mesures de perméabilité à l'air sur une maquette de maison, en imposant des conditions de vent différentes et maîtrisées. L'avantage de l'échelle réduite est la possibilité de faire varier un paramètre important qui est la répartition des fuites sur les façades, tout en connaissant toujours parfaitement la taille de ces fuites, et donc la vraie valeur d'étanchéité à l'air.

Grâce au ressourcement Carnot, la soufflerie a fait l'objet d'une grande campagne de mesure réalisée par une post-doctorante co-financée par le Cerema et l'ENTPE. Cette campagne de mesure permet de mieux comprendre ce qui se passe dans la soufflerie, notamment de caractériser l'homogénéité des vitesses de vent, et ainsi que prévoir une amélioration de la soufflerie (agrandissant, acquisition de nouveaux capteurs, installation d'un dispositif permettant de recréer des turbulences du vent). Cette caractérisation et ces évolutions vont permettre d'élargir les applications de la soufflerie, avec notamment des tests futurs envisagés dans le domaine de la ventilation et de la qualité d'air intérieur, qui pourront être proposés à nos partenaires industriels et scientifiques avec qui nous avons déjà des projets de recherche partenariale en cours.

L'engagement pour les entreprises

Le Cerema, labellisé institut Carnot Clim'adapt, réalise des prestations pour le compte d'entreprises privées pour plus de 18 millions d'euros, soit 35 % des recettes propres de l'établissement.

Il constitue, dans ses six domaines d'activités, un garant national impartial via son travail d'accompagnement des réglementations et normalisations, de proposition de recommandations et bonnes pratiques et, le cas échéant, de labellisation et certification.

Le Cerema se positionne également en complémentarité de partenaires privés pour répondre au mieux aux besoins locaux, nationaux et internationaux souvent complexes. L'expertise de l'établissement est sollicitée au sein de groupements en réponse à des appels à projets et des appels d'offres notamment en matière d'innovation au regard d'un savoir-faire spécifique de l'établissement. Le Cerema accompagne de manière croissante des entreprises françaises à l'international dans une logique de promotion et diffusion des savoir-faire français.

À travers l'institut Carnot Clim'adapt, le Cerema renforce ses activités de recherche partenariale tournée vers le monde socio-économique. Clim'adapt opère un transfert efficace de la recherche et de l'innovation du Cerema vers les entreprises de toutes tailles – start-up, PME, ETI, grandes entreprises – dont les majors du BTP, partenaires historiques de l'établissement.

Les industriels sollicitent le Cerema sous plusieurs angles. En effet, s'agissant de l'impact sur le climat et, plus généralement, sur l'environnement, le rôle de l'industrie est double :

- le processus de production est, souvent, consommateur de ressources non renouvelables et émetteur de gaz à effet de serre et autres effluents ;
- les produits qui y sont manufacturés, une fois mis en œuvre, peuvent jouer un rôle favorable en matière d'atténuation et d'adaptation et, de fait, les investissements industriels privilégient ceux-ci de façon croissante.

Les expertises du Cerema, complétées par le maillage territorial apporté par ses implantations réparties, lui permettent d'interagir avec les entreprises industrielles sur les deux volets : afin de réduire le premier et d'accroître le second.

Par ailleurs, l'activité industrielle, au même titre que toute activité humaine, peut être menacée dans sa pérennité par les effets du dérèglement climatique et, là encore, l'expertise du Cerema est précieuse.

Le Cerema génère plus de

51,3 M€

par an en recettes propres dont plus de

6,6 M€

de recettes contractuelles éligibles à l'abondement Carnot.

Ceremalab poursuit son action au service des startups et des PME innovantes

En 2023, CeremaLab a mené de nombreuses actions visant à identifier et nouer des collaborations avec des entreprises porteuses de solutions innovantes. Tout au long de cette période, CeremaLab a consolidé son image d'organisme à l'écoute des startups. Les rencontres se sont notamment faites à la faveur de salons ou événements, comme Innopolis Expo Paris, Meet'Up Greentech, Les Rendez-Vous Carnot, le Forum du PEXE. À la suite d'un premier contact, les entreprises ont été orientées vers les interlocuteurs pertinents en interne afin d'évaluer les possibilités d'accompagnement de leurs projets.



Parmi les startups ayant signé des conventions de partenariats dans le cadre de CeremaLab cette année, on retrouve **Sedimentterre** identifié grâce à l'AMI CeremaLab économie circulaire et matériaux pour un nouveau matériau de construction écologique, et **Hydrasol** qui mène un projet de recherche sur la récupération des eaux pluviales en zone urbaine, avec un doctorant CIFRE encadré par le Cerema. En mettant son expertise, ses plateformes technologiques, ses capacités de recherche, de développement et d'expérimentation à la disposition des startups et PME innovantes, le Cerema s'engage pour l'avenir au plus proche des projets territoriaux partout en France et dans les Outre-mer.

Le deuxième appel à projet en partenariat avec la Région Grand Est. Appel à projets CeremaLab « L'innovation au service de l'adaptation au changement climatique des territoires du Grand Est »

Forts du succès de leur premier appel à projet en commun en 201, la Région Grand Est et Grand E-Nov+, l'agence d'innovation et de prospection internationale du Grand Est et le Cerema ont lancé un second appel à projets dans le cadre du dispositif CeremaLab avec la collaboration du pôle Build & Connect et du pôle HYDREOS. Cet appel a permis de renforcer la dynamique d'innovation régionale et de primer des entreprises locales qui seront accompagnées par le Cerema dans le développement de leurs solutions innovantes : **Altereo** (solution digitale pour une gestion intégrée de l'eau pluviale et de l'aménagement urbain) ; **KM Sime** (optimisation de la chaussée hivernale), **Reichstett Matériaux** (terres de substitution à partir de stériles et d'invendus de carrières), **Tech4Gaia** (monitoring de la biodiversité locale grâce au suivi de la vitalité des abeilles)



Focus sur Sablières Palvadeau (44), lauréat de l'AMI CeremaLab économie circulaire et matériaux CeremaLab

La sablière Palvadeau Challans est une entreprise familiale qui extrait, transforme et fabrique depuis 1963 du sable et du gravillon de Quartz à Challans (44)

Elle a été lauréate de l'appel à manifestation d'intérêt « Recherche et innovation pour l'économie circulaire des matériaux dans la construction (bâtiments, génie civil, infrastructures) et l'aménagement du territoire » organisé dans le cadre du CeremaLab pour le compte du secteur « Économie circulaire » du Cerema. L'entreprise produit entre autres, des granulats utilisés pour les pavés reconstitués, les dalles ou les panneaux béton. A l'issue de l'AMI, elle a lancé un partenariat avec les équipes du Cerema afin d'exploiter au mieux la ressource et de développer des solutions pour valoriser les boues et sables issus du lavage des granulats



Focus sur Terranis (31) une entreprise de l'écosystème CeremaLab

En 2023, le Cerema a poursuivi des collaborations avec Terranis, une startup spécialiste de l'imagerie Satellite. Cerema avait collaboré avec Terranis lors du projet Green Urban Sat dont de développer, à partir de l'exploitation d'images satellitaires, les méthodes et outils permettant de générer une base de données géospatiale de description fine de la végétation adaptée à l'évaluation des services écosystémiques, d'en produire un démonstrateur sur une agglomération et d'en tester la reproductibilité sur d'autres territoires. En 2023, Terranis et Cerema ont coopéré pour diffuser leurs connaissances en matière de méthode de diagnostic et de production de données concernant les zones climatiques locales et les indicateurs associés.

POUR EN SAVOIR PLUS SUR CEREMALAB



CeremaLab compte aujourd'hui 93 entreprises dans son écosystème.



L'EXCELLENCE SCIENTIFIQUE DU CEREMA

AU SERVICE DE L'ÉCONOMIE FRANÇAISE ET DE SON ADAPTATION

AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

LA RECHERCHE CONTRACTUELLE BILATÉRALE POUR :



COLLECTIVITÉS

De la commune à la région



ENTREPRISES

De la startup à la multinationale



Bâtiment

Mobilités

Infrastructures de transport

Environnement & risques

Mer & littoral

CHANGEMENT CLIMATIQUE : ADAPTATION AUX EFFETS, ATTÉNUATION DES CAUSES

Économie circulaire

Acceptabilité

NATURE EN VILLE

Performance et durabilité

RÉSILIENCE

TRANSITION

Biodiversité

Risques naturels

Sobriété

Bâtiment, quartier, ville et réseaux

Hydrologie urbaine

EXPÉRIMENTATION en grandeur réelle

Prototype

Contacts

Vous avez une question, un besoin, l'envie de travailler avec nous ?

N'hésitez pas à partager avec nous votre problématique scientifique, nous aurons plaisir à y réfléchir avec vous.

POUR NOUS CONTACTER :



Thierry Braine Bonnaire

Directeur de l'institut Carnot Clim'adapt

07 62 84 99 94

thierry.braine-bonnaire@cerema.fr



Chiara DENIS

Chargée de marketing et communication

06 60 70 32 66

chiara.denis@cerema.fr



Chaimaa Chaara

Chargée de mission auprès du directeur

06 60 85 56 71

chaimaa.chaara@cerema.fr

Vous pouvez également nous écrire à clim'adapt@cerema.fr

ou utiliser le formulaire de contact : www.cerema.fr Rubrique Institut Carnot Clim'Adapt

SUIVEZ-NOUS !



@Clim'adapt



La recherche au Cerema

www.cerema.fr

[Institut Carnot Clim'Adapt](#)

INSTITUT CARNOT CLIM'ADAPT

L'EXCELLENCE SCIENTIFIQUE DU CEREMA AU SERVICE DE L'ECONOMIE FRANÇAISE
ET DE SON ADAPTATION AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE



www.cerema.fr

Rubrique Institut Carnot Clim'Adapt

 @Clim'adapt

 La recherche au Cerema