

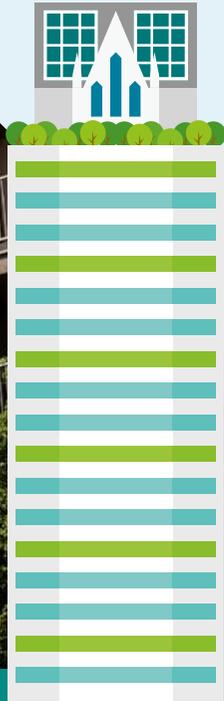


Innovons pour  
la ville de demain



RAPPORT D'ACTIVITÉ

2023



# SOMMAIRE

---

ÉDITO .....	4
LES CHIFFRES CLÉS MECD.....	5
LES CARNOT : UN RÉSEAU DE R&D PLURIDISCIPLINAIRE .....	6
LE RÉSEAU CTI ET LE RÉSEAU DES CARNOT RENFORCENT LEUR COOPÉRATION .....	7
MECD PARTENAIRE DU RÉSEAU POUR LA VILLE DURABLE .....	8
MECD PARTENAIRE DU RÉSEAU INDUSTRIE DU FUTUR.....	9
LES TEMPS FORTS 2023 .....	10
DES PROJETS QUI ONT MARQUÉ L'ANNÉE.....	14
DEUX NOUVEAUX PROJETS POUR 2024 .....	20
MECD SOUTIENT LA RECHERCHE À L'INTERNATIONAL.....	22
6 BONNES RAISONS DE FAIRE APPEL À MECD .....	23

# ÉDITO

C'est un plaisir, chaque année renouvelée, que de revoir « à froid » le film de l'année écoulée pour y trouver matière à écrire l'édito du rapport annuel. L'année 2023 n'échappe pas à la règle, le plaisir est toujours là mais l'exercice demeure difficile.

En effet, la matière est foisonnante et particulièrement illustrative d'un Institut Carnot assurant une production de grande qualité empreinte de l'excellence scientifique. Mais les consignes propres à la rédaction de l'édito sont claires, strictes, implacables... tout saisir en quelques phrases !

Par où commencer et que mettre en valeur ? Des 27 thèses en cours, laquelle mérite d'être sous les projecteurs ? Toutes bien sûr ! Tant par l'importance des sujets traités en lien avec nos axes stratégiques que sont la construction durable, la transition numérique, la mixité fonctionnelle ou la vie et les usages des bâtiments que par la grande qualité des doctorants et la passion qui les anime. L'exercice n'est pas moins difficile quand il s'agit de choisir un projet partenarial que nous avons mené au service d'un client plutôt qu'un autre. Ils sont singuliers, pertinents et légitimes.

Finalement, je choisis de ne pas citer tel plutôt que tel autre au risque de stigmatiser. Je vais simplement et naturellement me contenter de remercier au nom de l'Institut Carnot MECD, l'ensemble de nos clients pour la confiance constante qu'ils nous accordent, nos partenaires pour leur soutien et leur contribution, notamment scientifiques, aux résultats de MECD, les confrères du Réseau Carnot qui participent avec nous au développement d'une R&D partenariale d'excellence, et bien sûr l'ensemble des collègues de MECD, qui chaque jour par leur engagement contribuent à son rayonnement.

Pour ce qui est des illustrations, vous les trouverez dans les pages qui suivent. Bonne lecture de ce rapport annuel 2023 !



Stéphane Le guirriec  
Président



27

THÈSES EN COURS

39

BREVETS EN PORTEFEUILLE

7

MILLIONS D'EUROS DE CHIFFRE D'AFFAIRES  
AVEC LES ENTREPRISES (RECHERCHES  
CONTRACTUELLES ET COLLABORATIVES  
SUBVENTIONNÉES)

+200

CONTRATS

4

PLATEFORMES STRUCTURÉES

## LES CHIFFRES CLÉS MECD

L'institut Carnot MECD accompagne les acteurs de la construction dans la conception de produits et de systèmes constructifs innovants, qui répondent aux nouvelles exigences en particulier en termes de transitions énergétique et environnementale sur les 4 axes stratégiques :



CONSTRUCTION DURABLE



TRANSITION NUMÉRIQUE



MIXITÉ MULTIFONCTIONNELLE  
(MATÉRIAUX, FONCTIONS  
ET USAGES)



VIE ET USAGES  
DES BÂTIMENTS

# LES CARNOT : UN RÉSEAU DE R&D PLURIDISCIPLINAIRE

Les Carnot se structurent pour tirer profit de leurs complémentarités et faire jouer les synergies. Leur mission : élaborer les solutions R&D aux grands défis auxquels sont confrontées les entreprises des différentes filières industrielles.



PROJETS DE R&D BILATÉRAUX

## 55%

**DE LA R&D FINANCÉE**  
par les entreprises à la recherche publique au réseau Carnot, soit **plus de 11 000 contrats** de recherche par an **dont 40% avec des PME-ETI**



CONSEIL ET EXPERTISE

## 110

**SOCIÉTÉS**  
essaimées  
dans l'année



LABORATOIRES COMMUNS

## 1100

**BREVETS PRIORITAIRES**  
déposés dans l'année, positionnant **le réseau des Carnot au 1<sup>er</sup> rang des déposants français**



PRESTATIONS PLATEFORMES TECHNOLOGIQUES



PROJETS COLLABORATIFS

## 60

**ÉQUIPES COMMUNES**  
avec l'industrie créées en 2022

# LE RÉSEAU CTI ET LE RÉSEAU DES CARNOT RENFORCENT LEUR COOPÉRATION

Alexandre Bounouh, président du Réseau des Carnot, et Stéphane Le Guirriec, président du Réseau CTI, ont signé le 18 octobre 2023 à Lyon une convention de partenariat afin d'accélérer ensemble le passage de la recherche à l'innovation pour les entreprises industrielles et contribuer ainsi au futur technologique de l'industrie.

Ce partenariat permettra de renforcer leurs liens afin de valoriser ensemble la performance de leurs modèles auprès de leurs tutelles institutionnelles, des fédérations professionnelles, et en soutien à l'industrie.

Cette alliance a également pour objectif de promouvoir l'excellence en recherche et développement menée dans leurs établissements respectifs et d'encourager conjointement les entreprises à oser la recherche partenariale avec un Institut Carnot.



Alexandre Bounouh, président du Réseau des Carnot, et Stéphane Le Guirriec, président du Réseau CTI (au sein de MECD, 4 CTI : CERIB, CTICM, CTMNC, FCBA).

© Stefan Meyer

# MECD PARTENAIRE DU RÉSEAU POUR LA VILLE DURABLE



INSTITUTS CARNOT PARTENAIRES :  
Clim'adapt, CETIM, MECD, Ingénierie@  
Lyon, Eau & Environnement

Le réseau des Carnot s'implique dans  
une réflexion commune et la mise en  
œuvre de projets et actions de commu-  
nication, autour de quatre thématiques  
liées à la ville durable :

## Infrastructures et adaptation aux nouvelles mobilités

- Transport et mobilité
- Ouvrages d'art
- Espaces publics et voiries
- Connectivité



## Infrastructures et adaptation aux changements climatiques

- Optimisation des aménagements et des réseaux
- Atmosphère (pollution, îlots de chaleur...)
- Préservation des ressources : eaux, sols et énergie
- Risques naturels
- Connectivité



## Bâtiments

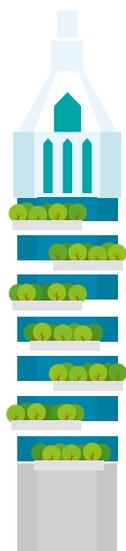
- Conception (matériaux, produits, process, évolutivité...)
- Sobriété énergétique, nouvelles énergies
- Vie en œuvre
- Fin de vie



## Usagers et collectivités

- Ergonomie et confort
- Impact sociétal et économique
- Mobilité douce

Ville  
durable,  
sobre  
et connectée



# MECD PARTENAIRE DU RÉSEAU INDUSTRIE DU FUTUR



## INSTITUTS CARNOT PARTENAIRES :

ARTS, CEA LETI, CEA LIST, CETIM, Chimie Balard Cirimat, Icéel, Ingénierie@Lyon, LSI, M.I.N.E.S, MECD, MERS, MICA, Télécom & Société Numérique

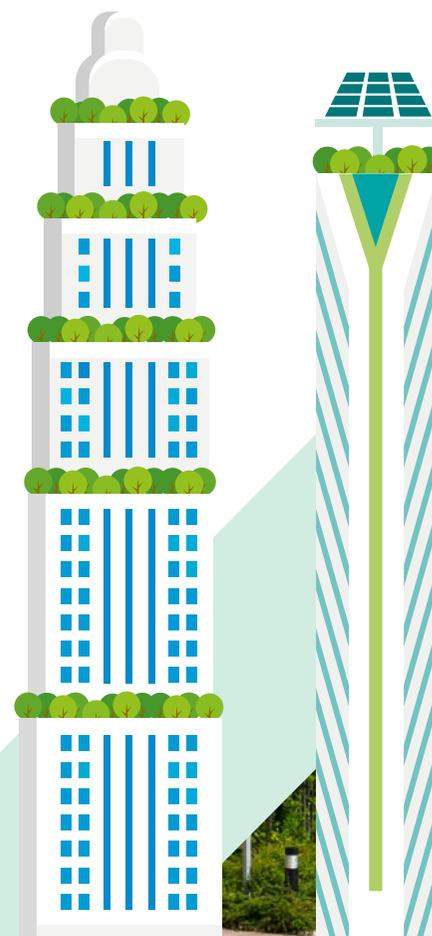
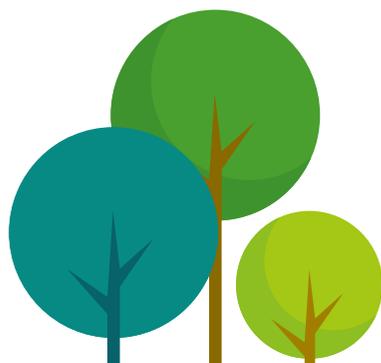
Le réseau des Carnot accompagne les entreprises industrielles dans leur transformation vers l'industrie du futur en valorisant le recours à des technologies innovantes.

Ces technologies permettent notamment de :

- Donner de la valeur aux outils de production et aux sites d'exploitation et contribuer à leur décarbonation.
- Concevoir et réaliser des produits et des solutions écoresponsables et intégrant de nouveaux services.
- Favoriser l'émergence d'une nouvelle offre française de solutions « industrie du futur » en embarquant tous les acteurs de la chaîne de valeur (du composant élémentaire au système complexe).

## FAITS DE L'ANNÉE 2023 :

- Signature d'une charte fondatrice
- Participation avec les membres du réseau au salon 3Dprint
- Dépôt d'un dossier de projet collaboratif avec le CETIM et deux industriels.



# LES TEMPS FORTS 2023

## 19 février



### GRAND JURY GREEN SOLUTIONS AWARDS

Cécile Vinot, directrice de MECD, a été sollicitée par Construction 21 pour faire partie du Grand Jury Bâtiment lors des Green Solutions Awards. Ce concours vise à faire émerger des territoires des solutions durables réelles, à les promouvoir et à contribuer à leur adoption par un nombre croissant de professionnels. Les huit membres du jury étaient réunis autour de Philippe Pelletier, président du Plan Bâtiment Durable, qui a animé des échanges constructifs et passionnants. Plusieurs prix ont été attribués : Climats Chauds, Low-Tech, Santé & Confort, Grand Prix Rénovation...

## 17-22 avril

### BAU - MUNICH

MECD s'est rendu au salon BAU à Munich en Allemagne, le rendez-vous des professionnels de la construction, du bâtiment, des travaux publics. Plus de 2 200 exposants, 19 halls d'exposition sur près de 200 000 m²... L'occasion était "vaste" de découvrir des solutions novatrices (habitat abordable, ressources et recyclage, transformation digitale, construction modulaire...) pour relever les défis de la transition écologique et du numérique.



## 14-17 mars

### MIPIM - CANNES

Le palais des Festivals accueillait comme chaque année le rendez-vous international de l'immobilier. Le fil conducteur de cette édition était d'explorer les solutions pour accélérer la transformation du secteur immobilier vers un modèle plus durable et décarboné... L'opportunité pour MECD de rencontrer des acteurs de la ville de demain, comme la Métropole de Lyon et Grenoble Alpes Métropole.



## 21-23 juin

### 5<sup>TH</sup> ICBBM 2023 - VIENNE, AUTRICHE

Le Pr. Sofiane Amziane, de l'Institut Pascal, est à l'origine de la conférence internationale sur les matériaux de construction biosourcés (International Conference on Bio-based Building Materials), dont la première édition s'est déroulée en 2015 à Clermont-Ferrand. Il est également co-président des sessions suivantes. La cinquième ICBBM, qui s'est tenue en juin dernier en Autriche était co-présidée par le

Pr. Ildiko Merta, de l'Université de Vienne.

Les thèmes de la conférence allaient de l'utilisation du bambou à la construction en terre, de la caractérisation hygrothermique à la résistance au feu... pour n'en citer que quelques-uns. L'événement a été une excellente occasion de réunir des experts de renommée mondiale et de jeunes chercheurs, désireux d'unir leurs forces dans le débat sur l'empreinte carbone de l'environnement bâti.

Cette conférence a permis d'entretenir et de développer un réseau international de collaboration dans le domaine des matériaux de construction biosourcés en mobilisant plus de 250 participants venant

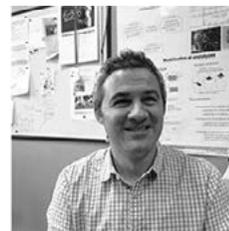
de 40 pays.

## 23 juin

### WEBINAIRE MIXITÉ & INNOVATION

Mixité & Innovation : quels services pour les acteurs de la construction ? La question a été posée lors du webinaire organisé par MECD. Réduire les impacts environnementaux des bâtiments et ouvrages de génie civil est un enjeu important pour atteindre les objectifs de neutralité carbone et nécessite une mutation profonde. Cette évolution transforme l'activité du secteur de la construction et structure le champ de la recherche et de l'innovation en matière de conception de produits et de systèmes constructifs.

Durant ce webinaire, Pierre Morenon, ingénieur-chercheur en Génie civil au LMDC (Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions de Toulouse, Université Paul-Sabatier et INSA de Toulouse), et Stéphane Ginestet, directeur du département Génie civil de l'INSA de Toulouse, ont expliqué comment faire face à ces problématiques à l'appui de deux exemples concrets d'accompagnement : Notre-Dame de Paris, « le chantier du siècle » et la rénovation du bâti ancien à Cahors.



Stéphane Ginestet  
directeur du département Génie civil de l'INSA de Toulouse.



Pierre Morenon  
ingénieur-chercheur en Génie civil au LMDC.



## 6 juillet

### JEC - CERIB, ÉPERNON

Au programme de cette 8<sup>e</sup> édition de la Journée Expertise & Construction organisée par le Cerib : conférences, visites, expositions... ou encore l'inauguration du nouveau laboratoire Kairos, dédié à la durabilité des ouvrages. Plus de trois cents industriels, entrepreneurs et constructeurs, prescripteurs, experts techniques, chercheurs et universitaires, partenaires français et européens... étaient présents. L'opportunité pour MECD de présenter ses solutions constructives innovantes autour de la mixité.

Isabelle Dorgeret, directrice générale du CTMNC, avec Cédric Francou, directeur Qualité Sécurité et Environnement du Cerib, et Philippe Antolin, responsable commercial MECD.



# LES TEMPS FORTS 2023

## 20-21 juillet



### SÉMINAIRE INTERNE MECD - CTMNC, LIMOGES

Une cinquantaine de membres MECD, issus des quatre centres techniques et des deux laboratoires LMDC et Institut Pascal, ont participé à ces deux journées d'échanges. Le séminaire a débuté par une visite des nouveaux locaux et équipements du laboratoire du CTMNC, en présence des experts sur site. Ce laboratoire est dédié à la recherche, au développement et au transfert de technologies dans les domaines des produits de terre crue, des procédés de fabrication des tuiles et briques en terre cuite, la fonctionnalisation des surfaces ainsi que la pierre naturelle. Riches en partages et en innovations, ces deux journées ont mis en lumière les projets de ressourcement (exosquelettes...), les activités de l'Institut, les actions de communication et l'état d'avancement des plateformes Mixinov. La présentation d'un panel de matériaux bio-inspirés ("BIOM", capter le vivant" - FCBA) a été très appréciée.

## 28 septembre

### LEARNING EXPEDITION - SACLAY

La Learning Expedition était co-organisée par le Club de Paris des Directeurs de l'Innovation et le Réseau des Carnot, sur le thème du développement du leadership mondial dans l'expertise par la recherche et l'innovation. Une soixantaine de directrices et directeurs de l'innovation, membres du Club de Paris des Directeurs de l'Innovation et représentants des dix instituts Carnot étaient réunis pour présenter leurs développements, à l'instar de Céline Vinot, directrice de MECD, venue présenter les offres Mixinov.

Le Club de Paris des Directeurs de l'Innovation rassemble une centaine d'entreprises européennes et internationales, le plus souvent des leaders mondiaux, ainsi que des organismes publics et des centres de recherches.

## 16-20 octobre

### CONGRÈS WOODRISE - BORDEAUX

Grand succès pour la 4<sup>e</sup> édition du congrès Woodrise avec plus de 4 000 participants, dont une centaine de conférenciers et 189 exposants venus du monde entier. Au programme de ce salon, des échanges internationaux autour de la décarbonation des bâtiments et de la ville, ou des solutions pour favoriser la compétitivité de la construction bois.

Bien que ce salon soit naturellement orienté construction bois, une visite technique valorisant la mixité des matériaux a été organisée au sein de l'entreprise Lamecol (utilisation de ressources locales et biosourcées) et sur le chantier de rénovation de l'école d'ingénieur en agronomie BSA et de NARURAE (programme immobilier neuf avec matériaux biosourcés à Ambares).

## 3-5 octobre

### CONGRÈS HLM - USH, NANTES

Le thème de ce 83<sup>e</sup> Congrès HLM, «Toutes nos énergies pour le logement», résonnait comme une opportunité pour transformer les méthodes de construction, de rénovation mais aussi de consommation d'énergie. MECD a relevé ce défi pendant ces trois jours de conférences et de rencontres avec les professionnels du secteur. Notre institut a été sollicité pour animer une table ronde sur les "matériaux stratégiques pour la construction et la rénovation bas carbone". Tous les intervenants ont démontré les atouts du béton, du bois, de l'acier, de la terre et des matériaux biosourcés, et de leur nécessaire alliance pour répondre aux objectifs de neutralité carbone, de confort du bâtiment et d'économie circulaire.



Au micro, Patrick Molinie, responsable développement construction au FCBA.





De gauche à droite : Véronique Velez, responsable du département innovation & prospective USH, Rémy Vasseur, ingénieur énergies et environnement USH, Nicolas Cailleau (CTICM), Céline Laurens (Fibois), Juliette Lavis (Novabuild), Olivier Dupont (CTMNC) et Stéphane Herbin (CIMBéton).



## 18-19 octobre

### RENDEZ-VOUS CARNOT - LYON

Le centre des Congrès de Lyon a hébergé le stand MECD pour ce rendez-vous majeur de la R&D. Les 2 000 participants se sont prêtés à près de 8 000 rendez-vous d'affaires, rythmés par des conférences et tables rondes sur les nouvelles voies prospectives et les réponses de la recherche aux défis économiques de demain.

Philippe Antolin en rendez-vous client sur le stand Carnot.



## 25 octobre

### JOURNÉE TECHNIQUE "LES MATÉRIAUX MINÉRAUX DANS NOS VIES" - MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES

Cette journée d'échanges autour de la thématique de la construction et l'aménagement durables dans les territoires était organisée par le Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, le CTMNC et le Cerib. Au programme, de nombreuses conférences d'experts, d'industriels et de grands témoins de notre société sur les cinq thématiques suivantes : géodiversité et biodiversité des matériaux minéraux ; écoconception et produits en béton ; écoconception et matériaux naturels de construction ; évolution de l'aménagement des espaces et du cadre de vie ; innovation produits, ouvrages, bâtiments, infrastructures.

Céline Vinot, directrice de MECD, et Olivier Dupont, directeur adjoint du CTMNC, ont exposé les enjeux et tendances pour les bâtiments du futur avec les solutions constructives mixtes développées par MECD. Nos experts ont présenté les thématiques déclinées dans les plateformes Mixinov élaborées en 2022 : mixité des matériaux, solutions constructives, économie circulaire, durabilité, confort. Quelques actions et projets achevés et en cours ont également été valorisés : démontabilité avec DEMODULOR, surélévation avec LIGN2TOIT, réduction des îlots de chaleur avec DIMILOT...

Céline Vinot, directrice de MECD, et Olivier Dupont, directeur adjoint au CTMNC.



# DES PROJETS QUI ONT MARQUÉ L'ANNÉE

## EXATTRACT

### PROMOUVOIR L'ATTRACTIVITÉ DES EXOSQUELETTES

Juillet 2023 - Avril 2024

Dans le cadre d'un appel à projets, MECD a réuni plusieurs centres techniques au sein d'une étude sur la valeur ajoutée des exosquelettes, d'un point de vue technique et social.

#### Pourquoi une étude sur les exosquelettes ?

**Justine Rouger, responsable équipe innovation, FCBA :** Les troubles musculosquelettiques (TMS) sont la première cause de maladie professionnelle reconnue en France. Le bâtiment et les industries métallurgiques comptent parmi les sept secteurs les plus touchés par ces pathologies, déclenchées par des manutentions répétées de charges lourdes ou encore par de fortes sollicitations posturales et articulaires.

En recherche de solutions pour prévenir les TMS et améliorer l'attractivité des métiers de la construction et de la manutention, MECD a sollicité notre connaissance des exosquelettes car nous avons déjà mené des études sur ce sujet. Un exosquelette vise à apporter une assistance physique dans l'exécution d'une tâche par des opérateurs ou des manutentionnaires. Il représente en ce sens une alternative intéressante pour rendre leur travail plus soutenable sur le long terme.

Démarré en juillet 2023, le projet EXATTRACT implique le FCBA, le CTICM, le Cerib et le CTMNC, qui apportent leur expertise sur leurs matériaux de construction respectifs : le bois, les métaux, le béton et les matériaux naturels.

#### En quoi consiste le projet ?

**J. R. :** Un premier volet consiste à cartographier les différents exosquelettes utilisables dans les métiers de la construction et de la manutention, et d'étudier leur contribution technique au confort de l'utilisateur.

EXATTRACT vise également à démontrer l'intérêt des exosquelettes sous un éclairage social, en évaluant le pouvoir d'attractivité de leur utilisation auprès de différentes catégories de population. Le recours aux exosquelettes peut-il permettre d'attirer des jeunes vers les métiers concernés ? De recruter des femmes ? De maintenir les seniors dans leur emploi ?



FCBA



Poste de reconditionnement de palettes

CERIB



Poste de ferrailleur

CTICM



Poste de monteur chantier en charpente métallique

CTMNC



Poste de technicien chantier

#### Comment avez-vous procédé ?

**Clarine Lenormand, consultante en ergonomie :** Huit métiers en tension ont été identifiés, deux par filière. Des visites terrains ont été effectués pour chaque métier afin d'étudier leur compatibilité avec des solutions exosquelettes. Par la suite, l'attractivité a fait l'objet d'une enquête qualitative auprès de divers acteurs des entreprises concernées (chargés de recrutement, responsables HSE).

#### Quels sont les premiers résultats ?

**C. L. :** Dans leur globalité, ces enquêtes démontrent que les exosquelettes représentent un levier d'attractivité pour une majorité d'entreprises, de salariés ou de futurs salariés. Et notamment les seniors ! C'est moins évident pour certaines femmes, pour lesquelles la pénibilité physique n'est pas le seul frein qui les détournent de nos métiers !



**"Ce projet vise également à démontrer l'intérêt des exosquelettes sous un éclairage social."**

Justine Rouger



# SUREMIX

## DÉMONTRER LES POTENTIALITÉS DE LA SURÉLÉVATION

Février 2022 - Septembre 2023

La surélévation est un enjeu d'importance pour MECD qui a choisi d'en étudier les potentiels sur des opérations de rénovation. Financé par MECD et coordonné par le CTICM, le projet SUREMIX vise à approfondir certaines solutions de surélévation appuyées notamment sur la mixité des matériaux.

### Dans quel contexte le projet SUREMIX a-t-il été lancé ?

Gisèle Bihina, directrice de projets de recherche au CTICM : SUREMIX est consécutif à deux autres projets : le premier, DSUP-SIS, a démontré l'utilité de la surélévation en zone sismique. Le second, LIGN2TOIT, a permis de mettre au point un outil d'évaluation du potentiel de surélévation d'un bâtiment. Il fallait maintenant étudier la gestion de l'interface entre l'existant et la partie ajoutée, tout en tenant compte de critères techniques, économiques (faisabilité), environnementaux (performance du bâtiment surélevé, comportement en zone sismique) ou sociétaux (acceptabilité de la surélévation par les résidents ou les riverains).

### Quel est le niveau d'acceptabilité d'un chantier de surélévation ?

Gisèle Bihina : La plupart des personnes que nous avons interrogées ne sont pas favorables aux opérations de surélévation, ce qui semble une spécificité française. Ce résultat varie selon les catégories d'âge et socioprofessionnelles. L'acceptabilité est excellente lorsque le projet a une vocation sociale (87 % d'avis favorables) et très faible (10 %) lorsque la raison est environnementale. Or, rien que sur le territoire français, les opérations de surélévation pourraient représenter un potentiel de logements de 30 millions de m<sup>2</sup>. Des surfaces habitables obtenues sans augmentation de l'emprise au sol, ni frais de démolition. De plus, certains projets de surélévation pourraient s'inscrire dans le cadre de travaux de rénovation énergétique, et donc bénéficier d'une aide de l'État.

### SUREMIX a-t-il donc vocation à promouvoir la surélévation ?

Sébastien Durif, maître de conférences à l'Institut Pascal (UCA) : SUREMIX a donné lieu à la rédaction d'un cahier de recommandations à l'usage des professionnels du bâtiment et des bureaux d'études. Sans fournir de solution clé en main - car chaque situation est unique ! -, ce document synthétise les bonnes pratiques et présente différentes options techniques. Nos études portent

*“Les opérations de surélévation pourraient représenter un potentiel de logements de 30 millions de m<sup>2</sup>.”*

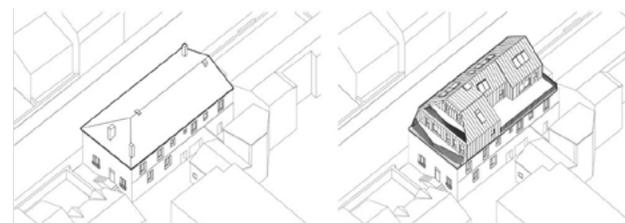
Gisèle Bihina



notamment sur plusieurs solutions multi-matériaux, testées sur maquette en conditions sismiques, et qui offrent un excellent potentiel.

Alors, en effet, nous escomptons que notre publication puisse contribuer à ouvrir les consciences sur la valeur ajoutée des opérations de surélévation auprès des maîtres d'ouvrages et des usagers.

Équipes : cticm FCBA Institut Technologique CERIB Expertise concrète CTMNC Institut Pascal LMDC Toulouse - Tarbes



Avant

Après

# DES PROJETS QUI ONT MARQUÉ L'ANNÉE

## DIMILOT

### LUTTER CONTRE LES ÎLOTS DE CHALEUR PAR DES SOLUTIONS CONSTRUCTIVES MULTI-MATÉRIAUX

Janvier 2021 - Octobre 2023 (phase 1)

**En initiant le projet DIMILOT en 2021, MECD a souhaité apporter une contribution aux enjeux sociétaux liés aux îlots de chaleur urbains. Six membres MECD se sont mobilisés pour développer une méthodologie commune permettant d'évaluer la performance des solutions constructives multi-matériaux.**

#### Dans quel contexte est né le projet Dimilot ?

**Patrick Rougeau, directeur matériaux économie circulaire, Cerib :** Liés au réchauffement climatique et à la configuration des villes, les îlots de chaleur correspondent à des augmentations locales de la température de plusieurs degrés l'été. Sources d'inconfort, ils constituent une préoccupation croissante pour les collectivités. Convaincu de l'intérêt de disposer d'une méthodologie commune pour bien appréhender les performances des systèmes constructifs vis-à-vis des îlots de chaleur et du fait qu'une approche pluridisciplinaire et multi-matériaux était nécessaire pour bien appréhender ces phénomènes, MECD a initié le projet DIMILOT.

#### Comment se déroule le projet ?

**P. R. :** DIMILOT se décline en deux phases. Dans un premier temps, notre objectif a été d'identifier les principaux mécanismes physiques qui interviennent dans les phénomènes liés aux îlots de chaleur. Nous nous sommes appuyés à la fois sur des expérimentations, des modélisations, et sur l'expertise de chaque contributeur. Nous nous sommes également intéressés aux apports venant de la mise en œuvre de démonstrateurs à l'échelle de la ville et du quartier, comme à Paris ou à Toulouse. Cette première phase s'est conclue en octobre 2023 par la publication du premier rapport DIMILOT, disponible sur les sites internet des partenaires.

#### Sur quels phénomènes se basent vos observations ?

**P. R. :** Nous avons considéré de manière pragmatique les différents facteurs physiques liés au rôle de l'eau (évapotranspiration, végétalisation des surfaces), de l'air (ventilation), ou encore à la teinte des matériaux de surface (albédo). Par exemple, des combinaisons de matériaux à plus fort albédo peuvent permettre de diminuer les effets liés au rayonnement solaire et ainsi de maintenir

une température plus fraîche. Il n'y a cependant pas de solution unique et il est nécessaire d'intégrer les spécificités de l'urbanisme sur plusieurs échelles : les ouvrages (bâtiments, voirie...), la rue, le quartier, la ville et son environnement.

#### En quoi consiste la deuxième phase du projet ?

**P. R. :** Nous allons maintenant développer une méthodologie multi-échelles à l'attention des différents acteurs de la construction (collectivités, entreprises, architectes, bureaux d'études...). Elle leur fournira des outils pour identifier et caractériser les systèmes constructifs performants dans la lutte contre les îlots de chaleur. Le plus souvent multi-matériaux, ces systèmes constructifs horizontaux ou verticaux seront applicables sur des ouvrages neufs ou existants (sols urbains, façades, toitures, terrasses).

Équipes : 



Le premier rapport DIMILOT, octobre 2023.



**“Nous allons maintenant développer une méthodologie multi-échelles à l'attention des différents acteurs de la construction.”**

Patrick Rougeau

## CONTRIBUER AU RÉFÉRENTIEL DE CONSTRUCTION DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE

2022-2023

**Créé en 2020, le RCNC<sup>1</sup> a pour ambition d'améliorer la qualité de la construction en Nouvelle-Calédonie. L'utilisation de matériaux de construction agréés est l'un des piliers fondateurs de ce référentiel qui a été soumis à l'expertise technique de MECD.**

### Pourquoi le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie a-t-il sollicité MECD ?

**Wilfried Pillard, chargé de mission RCNC :** La Nouvelle-Calédonie applique ses propres normes de construction. En 2020, le gouvernement a souhaité disposer de référentiels techniques pour évaluer différents matériaux de construction en vue de leur agrément. Le RCNC a ainsi été créé dans le but de garantir la qualité des constructions sur le territoire, d'assurer la sécurité des Calédoniens et de protéger les entreprises du secteur. Après la rédaction de 37 référentiels produits, nous avons sollicité MECD pour en effectuer une relecture critique.

### En quoi ces référentiels se distinguent-ils des référentiels européens ?

**W. P. :** Avant tout, ils prennent en compte les phénomènes climatiques de la Nouvelle-Calédonie (vents cycloniques, expositions aux UV...) qui influent sur les solutions constructives et donc sur les performances des produits. Ensuite, nous utilisons aussi des matériaux locaux ou importés d'Australie ou de Nouvelle-Zélande, dont les standards sont différents ou inconnus en Europe. Par exemple, nous avons intégré dans nos référentiels les granulats de scories, un coproduit issu de l'industrie du nickel très répandu sur notre territoire. Pour travailler sur ces spécificités, j'ai créé un groupe de travail sur place intégrant des experts MECD.

### Les référentiels sont-ils validés à ce jour ?

**W. P. :** La majeure partie des référentiels a été validée par le Comité Technique d'Évaluation du RCNC. Le gouvernement est ainsi très satisfait de ce travail collectif et du niveau de l'expertise apportée par MECD, dont nous avons besoin pour convaincre les acteurs comme les assureurs et les bureaux de contrôle.

### Quelles sont les prochaines étapes ?

**W. P. :** Nous avons démarré une phase d'audits permettant aux industriels locaux d'obtenir des agréments pour tel ou tel matériau constructif. Nous avons eu une demande d'agrément pour la scorie et allons donc nous appuyer sur les compétences d'auditeurs du Cerib qui doivent venir fin mai. Dans la continuité des audits, nous comptons également sur l'appui de MECD pour nous positionner comme des laboratoires de référence (donc agréés) pour le territoire calédonien. Le gouvernement entend notamment développer l'utilisation de matériaux biosourcés comme le chanvre, le bambou, la BTC et le pisé, qui ne sont pas encore référencés. Mais notre démarche doit rester progressive. Pour l'heure, notre objectif est de promouvoir les solutions agréées auprès des maîtres d'ouvrages et des constructeurs.

**Équipes :**   

**Partenaire**  **cetiat :**



**“Le gouvernement calédonien est très satisfait du niveau de l'expertise apportée par MECD.”**  
Wilfried Pillard

# DES PROJETS QUI ONT MARQUÉ L'ANNÉE

## ISCORT

### AMÉLIORER LE CONFORT D'ÉTÉ DANS LES LOGEMENTS URBAINS

Mai 2023 - Automne 2025

**Dans le but de monter en compétences sur l'amélioration du confort d'été dans les logements urbains non rénovés, MECD a lancé en mai 2023 le projet ISCORT<sup>1</sup>, piloté par le LMDC<sup>2</sup> en collaboration avec le Cerib, le CTICM, le FCBA et le CTMNC.**

#### Quels sont les enjeux du projet ISCORT ?

**Valentin Lahaye, ingénieur ISA-BTP<sup>3</sup>, doctorant au LMDC :** Le projet ISCORT consiste en une étude de la rénovation des logements urbains et de son impact sur le confort estival. De manière générale, les projets de rénovation sont souvent axés sur l'amélioration du bâtiment en hiver (réduction des consommations d'énergie) mais éludent parfois le confort de l'utilisateur en saison chaude. MECD a missionné plusieurs partenaires autour du LMDC pour étudier l'impact sur le confort d'été de solutions mixtes de rénovation et de leurs interactions. Certains phénomènes, comme l'augmentation du risque de surchauffe en période de canicule à la suite de la mise en place d'une trop forte isolation, seront par exemple étudiés.

#### Sur quelle typologie de logements travaillez-vous ?

**V. L. :** Nous nous concentrons sur les centres anciens de villes moyennes, sensibles au phénomène d'îlot de chaleur urbain, et sur les grands ensembles immobiliers des années 1960-1980, souvent mal isolés. Notre approche vise à appréhender le logement dans son environnement immédiat, à l'échelle du quartier et de la rue. Depuis un an, nous modélisons des scénarios de rénovation et ouvrons aujourd'hui une nouvelle phase de réalisation de travaux d'amélioration sur des logements démonstrateurs. Cette double méthodologie va nous permettre d'évaluer plusieurs solutions tout en étudiant leur impact sur le confort d'été.

#### Quels types de solutions étudiez-vous ?

**V. L. :** À l'appui des expertises des différents partenaires du projet, nous étudions plusieurs solutions de rénovation, combinant des matériaux de type bois, métal, terre cuite, béton, notamment pour observer l'impact de leur position dans le logement (par exemple en façade), sur l'inertie thermique. Nous travaillons également sur les couleurs des surfaces des matériaux et leur influence sur la diffusion de la chaleur sous forme de rayonnement thermique infrarouge. À l'échelle de la rue, notamment en centre-ville historique, nous sommes contraints par une réglementation très restrictive. Nous évaluons quelques pistes possibles, comme l'aménagement de toiles d'ombrage amovibles.

#### Quand communiquerez-vous vos premiers résultats ?

**V. L. :** Nous présenterons nos premiers travaux lors de la prochaine conférence scientifique IBPSA France, organisée à La Rochelle par le LaSIE en mai prochain. Nous interviendrons également lors de la semaine annuelle du RILEM qui se tiendra à Toulouse en août. Mais bien d'autres solutions émergeront de ce projet qui va se poursuivre jusqu'à l'automne 2025. Nous communiquerons via MECD auprès des bureaux d'études et des prescripteurs.

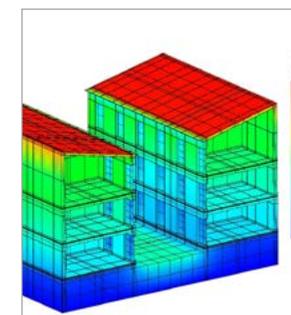
**Équipes :** 

1) Impact Sur le Confort d'été de la Rénovation Thermique de différentes typologies de logements en milieu urbain.  
2) Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions, Université Paul-Sabatier Toulouse 3, INSA Toulouse.  
3) Institut supérieur aquitain du bâtiment et des travaux publics



**“Nous étudions plusieurs solutions de rénovation, combinant de multiples matériaux.”**

Valentin Lahaye



# CI3S

## FACILITER LA GESTION DES PONTS CONNECTÉS

Octobre 2021 - Septembre 2023

**Pendant deux ans, l'entreprise Cideco, l'Institut Pascal (université Clermont-Auvergne) et le Conseil départemental du Puy-de-Dôme ont mené des travaux dans le cadre du projet CI3S<sup>1</sup>, dédié à l'amélioration de la gestion des ponts connectés.**

### Dans quel cadre le projet CI3S s'est-il déroulé ?

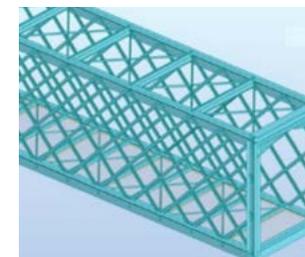
CI3S a reçu une aide dans le cadre de l'appel à projets ponts connectés, financé par l'État et porté par le Cerema (organisation et suivi), qui vise à améliorer la gestion des ponts par l'emploi des techniques les plus récentes en matière d'instrumentation, de transmission, et de traitement des données.

La démarche de surveillance des ouvrages qui a été développée s'appuie sur un réseau de capteurs, un système d'acquisition, des algorithmes d'intelligence artificielle, une plateforme web pour le suivi de l'état de santé et l'envoi des alertes en cas de désordres sur les ouvrages. Les outils, capteurs et algorithmes développés sont testés et évalués sur des maquettes de laboratoire, installées dans les locaux de l'Institut Pascal et de Cideco, ainsi que sur cinq ponts gérés par le département du Puy-de-Dôme (un en béton armé, deux en béton précontraint, et deux en acier).

L'objectif est de mettre à la disposition des gestionnaires et exploitants un système clé-en-main pour le suivi des ponts connectés.

Équipe :  INSTITUT PASCAL

Partenaires :  PUY-DE-DÔME LE DÉPARTEMENT  CIDECO



Exemple de pont en acier (Dallet : construction 1899; réhabilitation en 1999 puis 2023)..

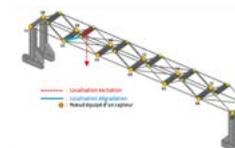


Exemple de pont caisson en béton précontraint à Rochefort-Montagne (construction 1972)..



Installation des capteurs sous les poutres de pont.

Installation de capteurs sur le caisson.



Localisation de défauts sur une maquette testée en laboratoire.

1) Chaîne Intelligente de Surveillance de la Santé Structurale.

# DEUX NOUVEAUX PROJETS POUR 2024

En 2023, deux projets de ressourcement scientifique ont été proposés par les équipes engagées sur les différentes plateformes Mixinov. Évalués par le COST<sup>2</sup>, composés de membres internes et externes représentatifs des acteurs de la construction, ces deux projets ont été retenus avec un financement sur deux ans.

## REMATCO

### RÉEMPLOI - RÉUTILISATION DE MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Ce projet a été initié par les plateformes « Structures et constructions », « Économie circulaire » et « Durabilité ». Il couvre trois grands axes : la caractérisation des performances résiduelles, préférentiellement par des essais non-destructifs, le traitement statistique et l'analyse de l'opportunité de marché.

Pour cela, l'ensemble des membres MECD vont mettre en commun leur expertise sur les différents matériaux de construction afin d'apporter de nouvelles connaissances sur les pistes de réemploi-réutilisation.

Les résultats du projet pourront contribuer, dans un premier temps et au niveau français, à l'actualisation des règles de l'art pour faciliter le réemploi et la réutilisation des matériaux et produits de construction, et, dans un second temps et au niveau européen, à l'harmonisation des pratiques pour aboutir à une évolution des règles du marquage CE.



2) Comité d'orientation scientifique et technique de MECD.



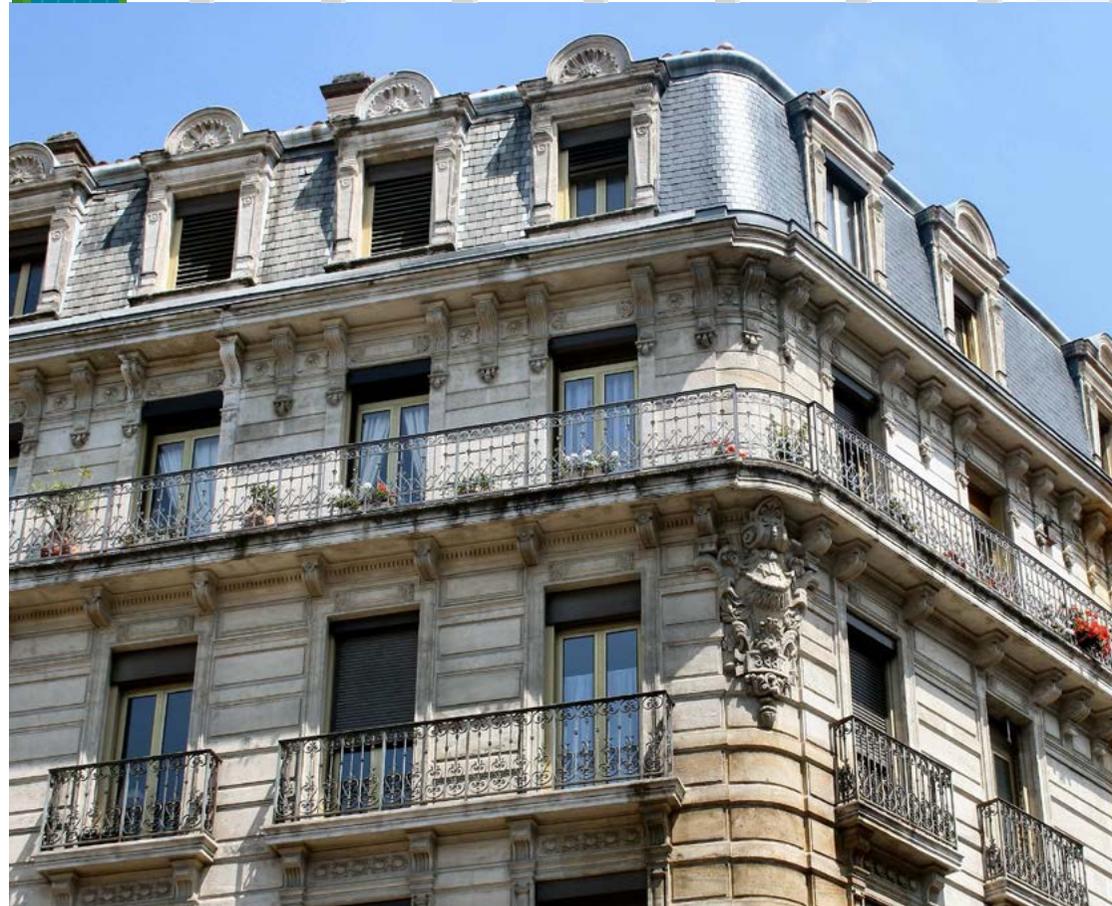
## RENHAUSS

### RÉNOVATION DES BÂTIMENTS EN MILIEU URBAIN À L'AIDE D'UNE SOLUTION DE RÉAMÉNAGEMENT PAR L'INTÉRIEUR (CAS DU BÂTIMENT HAUSSMANNIEN)

Ce projet a pour objectif la rénovation des bâtiments haussmanniens, et plus généralement des bâtiments en milieu urbain, qui suscitent de fortes attentes, notamment du fait de l'impossibilité de rénover autrement que par l'intérieur (bâtiments classés, périmètre monuments historiques, conservation de l'aspect des façades...).

Porté par les plateformes «Confort et Enveloppe» et «Economie Circulaire, ce projet se déroulera selon quatre tâches interconnectées :

- Une analyse approfondie des bâtiments haussmanniens afin de mieux comprendre leur structure, leur niveau de confort et leur performance énergétique. Des cas représentatifs avec des problématiques de consommation énergétique et d'inconfort hygrothermique seront sélectionnés pour une étude détaillée.
- Une étude de l'aménagement intérieur incluant des enquêtes auprès des usagers pour recueillir leurs besoins en termes d'aménagement et de confort multicritères, dans le cadre d'une rénovation par l'intérieur.
- Une étape de créativité et d'idéation collaborative afin d'imaginer des solutions aux besoins identifiés.
- Une phase de modélisation, intégrant une étude de sensibilité sur les paramètres liés aux propriétés hygrothermiques de l'enveloppe, aux transferts thermiques et aux conditions climatiques.



# MECD SOUTIENT LA RECHERCHE À L'INTERNATIONAL

Cette année, plusieurs experts issus des laboratoires de recherche du LMDC et de l'Institut Pascal ont pu participer à des conférences internationales et présenter leurs travaux.

**CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR L'ÉVALUATION NON DESTRUCTIVE DU BÉTON DANS LES APPLICATIONS NUCLÉAIRES (NDE NUCCON 2023).**

**Helsinki/Espoo, Finlande, 25-27 janvier.**

**Présentation :** "Towards a harmonization of permeability measurements under pressure and in vacuum".

**Auteurs :** **Hugo Cagnon**, Jérôme Verdier, Alexandre Nehme, Stéphane Multon - Université de Toulouse, UPS, INSA, LMDC.



**CONGRÈS FRANÇAIS DE GÉNIE CIVIL 2023.**

**ENS Paris Saclay, Gif-sur-Yvette, 23-25 mai.**

**Présentation :** "Experimental and numerical study of an original demountable composite concrete steel beam made of concrete blocks".

**Auteurs :** **Chaimaa Jaafri**, Sébastien Durif, Firas Houimli, Abdelhamid Bouchaïr.

**INTERNATIONAL RILEM - CONFÉRENCE SUR LA SYNERGIE DES EXPERTISES VERS LA DURABILITÉ ET LA ROBUSTESSE DES MATÉRIAUX À BASE DE CIMENT ET DES STRUCTURES EN BÉTON (SYNERCRETE'23).**

**Milos, Grèce, 4-16 juin.**

**Présentation :** "Results of RILEM TC-275 (HDB) interlaboratory test on water vapor permeability of bio-aggregate based building materials".

**Auteurs :** Florence Collet, Stijn Mertens, Paulina Faria, Sofiane Amziane, Thibaut Colinart, **Camille Magniont**, Sylvie Prérot, Romildo Dias Toledo Filho, Méryl Lagouin.

**5<sup>ème</sup> CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION BIOSOURCÉS (ICBBM 2023).**

**Vienne, Autriche, 21-23 juin.**

**Présentation :** "Multiscale hygrothermal characteristics review of plant-based building materials".

**Auteurs :** Amer Bakkour, **Salah-Eddine Ouldboukhitine**, Pascal Biwolé, Sofiane Amziane.

**SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LA SÉCURITÉ INCENDIE (IFIRESS 2023).**

**Rio de Janeiro, Brésil, 21-23 juin.**

**Présentation :** "Thermomechanical behaviour of Steel Timber Composite beams".

**Auteurs :** Antoine Béreyziat, Maxime Audebert, **Sébastien Durif**, Dhionis Dhima, Abdelhamid Bouchaïr.

Les noms en gras sont ceux des chercheurs bénéficiaires d'une subvention.



# 6 BONNES RAISONS DE FAIRE APPEL À MECD



UNE ÉCOUTE PERSONNALISÉE ET UNE ANALYSE DES BESOINS DE RECHERCHE



LA FORCE D'UN RÉSEAU STRUCTURÉ ET L'ACCÈS FACILITÉ À SES COMPÉTENCES



UNE RÉPONSE DE R&D RAPIDE ET ADAPTÉE



LE RESPECT DE LA CONFIDENTIALITÉ



UNE GESTION DE PROJET INTÉGRANT VOS CONTRAINTES TOUT AU LONG DU PROJET



UNE POLITIQUE DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE RESPECTÉE





projet@mecd.fr  
mecd.fr