



INSTITUT
CARNOT

Chimie Balard Cirimat

2

0

2

3

**RAPPORT
D'ACTIVITÉS**

TABLE DES MATIÈRES

ÉDITO	4
LE CARNOT CHIMIE BALARD CIRIMAT	6
LES CHIFFRES DE L'ANNÉE	7
TEMPS FORTS DE L'ANNÉE	8
LE RÉSEAU DES CARNOT	10
FOCUS DÉMONSTRATEUR	11
RENFORCEMENT DES COMPÉTENCES PAR LE RESSOURCEMENT CARNOT	14
TABLE RONDE CHIMIE POUR LA SANTÉ	16
NOS PARTENAIRES NOUS METTENT À L'HONNEUR	17
PRIX ET DISTINCTIONS	18

La dynamique instaurée pour encourager la création de démonstrateurs au sein de l'institut Carnot Chimie Balard a pris une importance croissante au cours de l'année 2023. Elle a suscité une mobilisation de nos chercheurs, les incitant à exploiter pleinement les outils mis à leur disposition, notamment à travers d'un appel à projets dédié.

Cette impulsion a conduit à la création de nombreux démonstrateurs variés, illustrant la diversité et la qualité de l'expertise de notre Institut Carnot.

Ces derniers se présentent tant sous une forme physique, pouvant être exposée lors de salons et accompagnée de supports explicatifs, que sous forme de films permettant une meilleure appréhension des compétences développées au sein de notre institut Carnot. Cette approche multidimensionnelle renforce notre capacité à démontrer notre expertise de manière tangible et accessible.

De plus, nous avons renforcé notre présence sur la scène des congrès d'affaires en nous associant à d'autres instituts Carnot. Cette collaboration nous a permis non seulement d'offrir une gamme de compétences élargie, mais aussi de proposer une chaîne de valeur complète à nos futurs partenaires, tout en rationalisant nos coûts.

Ces actions collectives, qu'elles aient lieu sur des congrès d'affaires sur des thématiques ciblées ou plus génériques, ont été au cours de l'année tournées plus spécifiquement vers l'international afin d'offrir de nouvelles opportunités de collaborations.

Enfin, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers tous les acteurs de l'Institut, qu'ils soient impliqués dans des tâches de recherche ou de support technique et administratif. Notre reconnaissance va tout particulièrement vers celles et ceux qui contribuent au rayonnement de Chimie Balard Cirimat, que ce soit à travers leur résultats de recherche au quotidien ou par la reconnaissance de leurs réalisations par le biais de différentes distinctions.

L'obtention du prix Carnot de la recherche partenariale par l'un de nos chercheurs revêt notamment une importance toute particulière cette année. Cette distinction témoigne de notre engagement pour la recherche partenariale avec le monde socio-économique et nous offre une visibilité accrue dans le cadre du dispositif Carnot et au-delà.

Continuons à avancer ensemble au sein de Chimie Balard Cirimat, en innovant, en collaborant et en visant toujours l'excellence.

LE CARNOT CHIMIE BALARD CIRIMAT

L'Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT est une structure de recherche partenariale labellisée par le Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation. Créé en 2006, il regroupe plus de 800 personnels de recherche reconnus pour leur expertise dans le domaine de la Chimie, des Matériaux et des Procédés et réalise plus de 14 M€ de recettes partenariales par an. L'offre technologique à destination des entreprises est organisée autour de 5 thématiques :



L'INSTITUT S'APPUIE SUR 4 UNITÉS MIXTES DE RECHERCHE (UMR) À MONTPELLIER ET À TOULOUSE



L'Institut Carnot Chimie Balard CIRIMAT bénéficie du soutien de ses tutelles : le CNRS, l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier, l'Institut National Polytechnique de Toulouse, l'Université de Montpellier et l'Université de Toulouse III Paul Sabatier.

LES CHIFFRES DE L'ANNÉE

37,8 M€
de budget consolidé

692
publications
de rang A

810
personnels équivalents
temps plein

21
brevets déposés
dans l'année

14,2 M€
de recherche partenariale

3,6 M€
de recherche
contractuelle
bilatérale

1,1 M€
de recherche
contractuelle Bilatérale
avec des TPE, PME et ETI

9
événements dédiés
à la rencontre
des entreprises

111
contrats
non subventionnés
pour près de
100 entreprises
accompagnées

TEMPS FORTS DE L'ANNÉE

En 2023, l'INSTITUT CARNOT CHIMIE BALARD CIRIMAT en synergie avec d'autres Carnot pour rencontrer les entreprises en France et à l'international

MARS 2023

Salon R4 Composites à Bordeaux



MARS 2023

Salon Global Industrie à Lyon avec les Carnot ICEEL, MICA, TSN



21 ET 22 MARS 2023

Salon Meet4Hydrogene_Hyport au stade Vélodrome de Marseille



DU 17 AVRIL AU 17 SEPTEMBRE 2023

Exposition Prototypes au Musée du Saut du Tarn. Présentation du démonstrateur MACRILIEN™ issue des recherches développées au sein du laboratoire IBMM

12 AVRIL 2023

Journée Interne 2023, on cultive et on diffuse l'esprit réseau Carnot en recevant les directeurs des Carnot MICA, ESP, et I2C



18 AVRIL 2023

Évènement technique sur la Fabrication Additive dans le cadre de la Stratégie Régionale d'Innovation (SRI) «Matériaux Intelligents et Durables et Procédés Associés»



DU 23 AU 25 MAI 2023

Salon Ceramic Network



24 ET 25 MAI 2023

Salon Chemspec Europe - Int. Exhibition for Fine & Speciality Chemicals à Bale (Suisse) avec l'Institut Carnot I2C



DU 23 AU 15 MAI 2023

Salon BIOKET Bioeconomy Key Enabling Technologies platform avec les Carnot 3BCAR, MICA et I2C à Trois Rivières (Canada)

31 MAI ET 1ER JUIN 2023

Salon Med'Inov avec les Carnot MICA et I@L

20 ET 21 SEPTEMBRE 2023

Salon Aerospace Additive Manufacturing Summit avec le Carnot I@L

6 OCTOBRE 2023

Le réseau des Carnot pour la Bioéconomie, le Carnot Chimie Balard CIRIMAT et le Carnot 3BCAR ont soutenu l'organisation de la « Première Journée Occitane du Biomimétisme » qui a eu lieu à Toulouse dans les locaux de l'INP-ENSIACET

DU 11 AU 13 OCTOBRE 2023

Salon POLLUTEC avec MICA et ICEEL



DU 18 AU 19 OCTOBRE 2023

Les Rendez-vous Carnot à Lyon



LE RÉSEAU DES CARNOT

39

instituts Carnot
implantés dans toutes
les régions Françaises

600 M€

de recherche
contractuelle avec
les entreprises

35 000

professionnels
de la recherche en ETP
dont 10 000 doctorants
(1 600 en contrat CIFRE)

110

sociétés essaimées
dans l'année

55 %

de la R&D financée
par les entreprises soit
plus de 11 000 contrats
de recherche par an dont
40 % avec des PME ETI

20 %

des effectifs
de la recherche publique

32 500

publications
de rang A

1 100

brevets prioritaires
déposés dans l'année

FOCUS DÉMONSTRATEUR

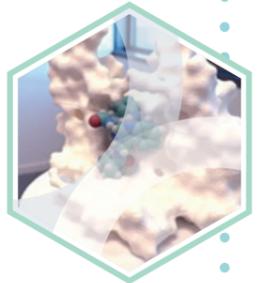
La prospection commerciale, menée notamment avec le réseau des Carnot et la réalisation de démonstrateurs soutenue par le ressourcement Carnot depuis quelques années, a permis de mettre à l'honneur les compétences de nos laboratoires au travers d'objets, de films et de maquettes présentées aux entreprises lors de salons BtoB et de salons professionnels.

EXPOSITION PROTOTYPES MACRILEN™

La région Occitanie a retenu pour son exposition PROTOTYPES la maquette 3D du récepteur de la Ghréline, l'hormone de croissance. Le déficit de cette hormone est attribuable à un dysfonctionnement de l'axe hypothalamo-hypophysaire pouvant être caractérisé par une atteinte de l'hypothalamus ou de l'hypophyse. Jusqu'à présent, il n'existait aucun moyen direct et peu contraignant de doser l'hormone de croissance sécrétée par l'hypophyse. L'entreprise Aeterna Zentaris y remédie avec la mise au point de Macrilen™. Ce médicament ingérable par voie orale, est issu des recherches menées au sein de Chimie Balard Cirimat.



Retrouvez l'histoire derrière cette innovation sur
<https://www.youtube.com/watch?v=6kPVID0AanI>



POLLUANTS ÉTERNELS

La présence de polluants dits « éternels » (ou PFAS) dans les milieux naturels à des niveaux croissants, préoccupe de plus en plus les acteurs publics. Mona Semsarilar et ses collaborateurs de l'IEM développent des matériaux polymères à base de macrocycles azotés aux performances d'adsorption et de désorption de PFAS en milieux aqueux bien supérieures à l'existant. Ces matériaux ultra performants sont à même de générer des progrès significatifs dans le domaine de la décontamination environnementale et des ressources d'eau potables. Nous avons pu présenter ces matériaux aux acteurs de la dépollution. Certaines adaptations de ces matériaux ont également montré leur capacité à capter d'autres éléments tels que l'iode (I₂) ou l'or (Au) de manière réversible. Une start-up est en cours de création afin de diffuser cette technologie.



MÉCANOCHIMIE EN CONTINUE

Le procédé d'extrusion réactive (mécanochimie en continu) pour la synthèse de molécules d'intérêt pharmaceutique, est étudié et mis en œuvre au sein du laboratoire IBMM par l'équipe Chimie verte et technologies innovantes dirigée par Frédéric Lamaty.

Du fait de l'évolution de la réglementation vis-à-vis de l'utilisation de certains solvants, l'industrie chimique est confrontée à un véritable défi. Est-il possible de faire de la chimie fine sans solvant organique ? L'équipe de l'IBMM adresse ce défi et développe un procédé de synthèse sans solvant de molécules d'intérêt pharmaceutique : l'extrusion réactive. Un film présente la synthèse sans solvant d'un antidépresseur, le moclobémide.

Pour en savoir plus, rendez-vous sur <https://www.youtube.com/watch?v=yXGaXjc89mU>



CÉRAMIQUES TRANSPARENTES COLORÉES

Lionel Presmanes et les collègues de son équipe au CIRIMAT ont développé une expertise forte dans le domaine du dépôt de films minces céramiques par Pulvérisation Cathodique (procédé PVD). Ceux-ci trouvent des applications variées dans les domaines des capteurs de gaz, de la thermo-électricité, ou encore pour des applications en tant que conducteurs transparents. Certains de ces matériaux ont pu être exposés lors de salons comme Ceramic Network ou encore Global Industrie.



PUITS DE CULTURE

L'équipe de Sophie Fullana-Girod (CIRIMAT) a développé des procédés en chimie verte et/ou douce permettant l'obtention de matrices 3D originales à base d'alginate. Les procédés utilisés permettent de maîtriser la structure poreuse et les propriétés mécaniques des matrices 3D afin de les adapter à l'application visée. En pratique, ces biomatériaux sont des matrices poreuses tridimensionnelles destinées à êtreensemencées en profondeur par des cellules. Elles présentent des propriétés mécaniques renforcées qui permettent aisément de les implanter, mais aussi de les transférer entre puits de culture.

Un réel atout compétitif, en particulier là où quelques matrices commerciales présentent une vulnérabilité. De plus, ces matrices conservent leur transparence, facilitant ainsi l'imagerie in situ des cellules.



ANALYSE DE LA DISPERSION DE TAYLOR (TDA)

L'analyse de la dispersion de Taylor (TDA) est une méthode innovante pour l'analyse de composés nano-moléculaires basé sur la distribution de rayons hydrodynamiques d'objets en solution.

L'équipe DSBC de l'IBMM, en collaboration avec le L2C (L. Cipelletti) et l'ESPCI (M. Martin), a développé une méthode d'analyse permettant de déterminer la distribution de rayons hydrodynamiques d'objets nano-moléculaires en solution, par Analyse de la Dispersion de Taylor (TDA).

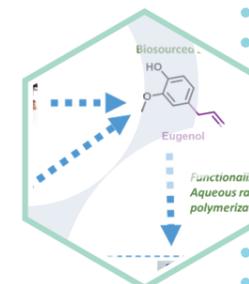
Cette approche novatrice offre de multiples applications analytiques, permettant la caractérisation en termes de taille des formulations vaccinales à ARNm, des antigènes vaccinaux, des protéines thérapeutiques, des nanoparticules, des macromolécules biologiques ou synthétiques, des microémulsions, des biopolymères, et bien d'autres encore.

Pour en savoir plus rendez-vous sur <https://www.youtube.com/watch?v=91Bm-X4lq5Q>



LATEX BIOSOURCÉ DÉGRADABLE

La substitution des produits issus de la pétrochimie par des composés bio-sourcés est un enjeu majeur actuellement. L'équipe de Patrick Lacroix-Desmazes à l'ICGM a développé un démonstrateur sur ce concept. Il s'agit d'utiliser des synthons biosourcés, ici l'eugénol qui provient du clou de girofle, mais qui peut aussi être produit par dépolymérisation de la lignine. Ce synthon est fonctionnalisé avec des liaisons clivables puis engagé dans une réaction de polymérisation radicalaire en émulsion aqueuse. Un latex aqueux biosourcé comportant dans la chaîne principale des liaisons clivables (ex: liaisons esters hydrolysables) permettant la dégradation du latex ou du film issu du latex est ainsi obtenu.



RENFORCEMENT DES COMPÉTENCES PAR LE RESSOURCEMENT CARNOT

Financement de bourse de thèse

Approches « Chimie du solide » et « Composite » autour des oxydes lamellaires pour de meilleures électrodes positives de batteries Na-ion

Le développement des batteries Na-ion s'inscrit dans la recherche de solutions alternatives à la technologie Li-ion. La versatilité chimique des oxydes lamellaires offre des perspectives pour augmenter la densité d'énergie des prototypes actuels. L'ambition de ce projet a été d'identifier les meilleures compositions et de les associer dans une approche composite pour améliorer les performances. Les recherches réalisées dans ce contexte ont été supervisées par Romain Bertheot de l'ICGM et Patrick Rozier du CIRIMAT. Ils ont permis à Ghassen Charrad de soutenir sa thèse de doctorat. Deux grands groupes industriels ont montré leur intérêt pour ces travaux soutenus par le Carnot et ont mis en place des contrats de collaboration.



<https://www.youtube.com/watch?v=2pLPzVjC2rE>

Caractérisation expérimentale et modélisation des interphases Époxyde-Amine / Métal : Influence sur l'adhérence



Les systèmes époxyde-amine sont largement utilisés comme adhésifs et peintures. Ceux-ci sont très réactifs avec les surfaces métalliques via la formation d'interphases. Ces dernières, encore mal connues, mènent à des propriétés d'usage largement dégradées (Tmax utilisation, modules...).

Ce travail a visé à caractériser ces interphases par une approche innovante couplant expériences/modélisation pour prédire le comportement de multimatériaux à base d'époxy. Ces travaux, encadrés par Maelenn Aufray (CIRIMAT), Christophe Drouet (CIRIMAT) et Fabrice Salles (ICGM), ont permis à Zineb Fritah de soutenir sa thèse de doctorat. Suite à ce projet de ressourcement, l'intérêt d'un industriel de l'aéronautique local s'est traduit par la mise en place d'un nouveau contrat de collaboration public privé.

<https://www.youtube.com/watch?v=lYeSSpdBYM4>



TABLE RONDE CHIMIE POUR LA SANTÉ

A l'occasion du salon les Rendez-Vous Carnot 2023 organisé du 18 au 19 octobre 2023 à Lyon, une table ronde en partenariat avec France Biolead a été organisée.

Des experts des instituts Carnot IPGG micro fluïdique, Innovation Chimie Carnot, ainsi que de nos laboratoires ont eu l'occasion de présenter divers aspects de leurs compétences et de leurs réalisations dédiées à la Chimie pour la Santé.

Les interventions de Xavier Bantreil (IBMM) (Synthèse d'API: apport de la mécano-chimie), de Suzanne Peyrottes (IBMM) (Préparation de prodrogues nucléotidiques), de David Virieux (ICGM) (Nouveaux bioisostères pour la chimie médicinale) et de Sophie Fullana Girod (CIRIMAT) (Médecine personnalisée: galénique et biomatériaux) sont disponibles en replay.

L'ensemble de ces interventions montrent les complémentarités des compétences de nos laboratoires et de celles de l'ensemble du réseau des Carnot, au service de la chaîne de valeur de la médecine personnalisée.

Pour en savoir plus, rendez-vous sur YouTube.



NOS PARTENAIRES NOUS METTENT À L'HONNEUR

LES PODCAST RS2E

Marie-Liesse Doublet, directrice de recherche à l'Institut Charles Gerhardt Montpellier (ICGM), nous raconte son parcours et sa recherche en chimie théorique, où elle développe des stratégies théoriques et des outils computationnels pour aider les expérimentateurs à mieux comprendre leurs systèmes en particulier dans le domaine des batteries.

Hugo Chotard, doctorant en 2e année au CIRIMAT (Institut Carnot Chimie Balard Cirimat), raconte son parcours et sa recherche, et nous donne sa vision sur le rôle du scientifique dans la société face aux enjeux planétaires.

LA PRESSE SPÉCIALISÉE

Groupe Berkem, dans Actualité chimique

Des résines alkydes hybrides aux propriétés ignifugeantes pour la formulation de revêtements. Paru dans l'Actualité Chimique N°484-485 (mai-juin 2023) édité par la Société Chimique de France, le Groupe Berkem est co-auteur d'un article qui présente les recherches réalisées pour notamment conférer un meilleur temps de séchage, une meilleure brillance et une meilleure résistance chimique sur un type de résine alkyde.

L'article en quelques mots : *un oligomère contenant du phosphore et du silicone (DOPO-VMDMS) a été synthétisé et greffé sur des résines alkydes afin d'obtenir des résines alkydes hybrides aux propriétés ignifugeantes.*

Avec le travail conjoint de : Damien LE BORGNE, Maxinne DENIS, Laurent CUBIZOLLES, Rodolphe SONNIER, Sylvain CAILLOL et Claire NEGRELL.

Pour en savoir plus, retrouver le numéro de l'Actualité Chimique N°484-485, disponible à l'achat ici : <https://swll.to/sCqku>.



PRIX ET DISTINCTIONS



PRIX CARNOT DE LA RECHERCHE PARTENARIALE

Le prix CARNOT de la recherche partenariale avec une PME a été remis à Sylvain Caillol (ICGM), et Aliénor Delavarde de la société Sÿnia, spécialisée dans l'imprimerie numérique et la production d'étiquettes en polyuréthane pour leur collaboration. Ils ont intégré l'utilisation de polyuréthane biosourcé dans leur processus de fabrication d'étiquette Doming.



YAOVI HOLADE (IEM)

MÉDAILLE DE BRONZE CNRS DANS LA CATÉGORIE ELECTROCHIMIE

Yaovi Holade conçoit des composants qui améliorent les performances des piles à combustible et des électrolyseurs à membrane pour la production d'hydrogène vert. D'un point de vue plus fondamental, il a quantifié le changement de potentiel électrique lors du remplacement galvanique de l'argent par de l'or et a développé des solutions d'électrochimie analytique pour identifier certains mécanismes réactionnels. ©Faustine Romero DR13



CHRISTOPHE DROUET (CIRIMAT)

IAAM SCIENTIST MEDAL 2023 POUR SES TRAVAUX EN NANO MÉDECINE



THOMAS HÉRISON DE BEAUVOIR (CIRIMAT)

PRIX « JECS BEST PAPER » DE LA CONFÉRENCE INTERNATIONALE ECERS 2023



JULLIEN DRONE (ICGM)

PRIX DE L'INNOVATION 2023 DÉCERNÉ LORS DU 4E « AFTERWORK DE L'INNOVATION 2023 » DE L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

ODILE EISENSTEIN

ÉLUE «FOREIGN FELLOW OF THE ROYAL SOCIETY», FORFRS

Odile EISENSTEIN, Directrice de Recherche Emérite au sein du département Chimie Physique Théorique et Modélisation (D5) de l'ICGM, fait partie des 19 nouveaux élus étrangers pour l'année 2023. Chimiste théoricienne de renommée internationale, elle est reconnue notamment pour ses travaux sur le comportement des complexes moléculaires de métaux de transition et a été récompensée à de nombreuses reprises pour ses contributions exceptionnelles à la compréhension du rôle de ces systèmes dans les transformations chimiques.

GUILLAUME MAURIN

LAURÉAT DE L'INSTITUT UNIVERSITAIRE DE FRANCE (IUF)

Guillaume Maurin, Professeur au sein du Département Matériaux Poreux et Hybrides (D3) de l'ICGM, a été nommé membre Sénior de l'Institut Universitaire de France (IUF) au titre de la Chaire fondamentale. Guillaume Maurin est reconnu pour ses avancées majeures dans le domaine des MOFs. Ses recherches portent sur la compréhension de la flexibilité de cette famille de matériaux et l'utilisation de cette propriété unique pour des applications de séparation de gaz gouvernées par la pression mécanique ; le design de nouveaux adsorbants pour des applications dans le domaine de l'énergie (pompes à chaleur) et de l'environnement (décontamination de l'air ambiant) ; et le développement de membranes mixtes pour le captage de CO₂ et la purification du gaz naturel.

LE PROJET GAIA COORDONNÉ PAR DEBORAH JONES (ICGM)

RÉCOMPENSÉ AUX SUSTAINABILITY & INNOVATION AWARDS 2023 DE LA SOCIETY OF CHEMICAL INDUSTRY (SCI)

Les piles à combustible constituent une des technologies les plus prometteuses dans le contexte de la transition énergétique. Elles constituent un des convertisseurs d'énergie les plus efficaces sans production de CO₂ (avec un hydrogène décarboné). Le projet GAIA (2019-2022) avait pour objectif général de développer de nouveaux assemblages membrane-électrodes pour les piles à combustible pour application automobile. GAIA a permis de développer des matériaux avancés qui apportent des réponses aux 5 points durs dans l'application automobile : performance, coût, quantité de métal noble, fonctionnement à plus haute température, durée de vie. Il est à noter, en particulier, que ces assemblages utilisent une membrane renforcée développée au laboratoire et brevetée en 2014, qui a été mise à l'échelle et validée dans GAIA. Cette membrane est à l'origine de la durabilité accrue des assemblages. Le partenariat du projet GAIA incluait industrie, organismes de recherche et universités. Il a été structuré de manière à couvrir une gamme complète de compétences complémentaires et pour rassembler la masse critique requise pour atteindre ses objectifs.



INSTITUT CARNOT

Chimie Balard Cirimat

ÉCOLE NATIONAL SUPÉRIEUR DE CHIMIE DE MONTPELLIER

240 avenue du Professeur Émile Jeanbrau
34296 Montpellier Cedex 5

UNIVERSITÉ TOULOUSE 3 - PAUL SABATIER

Bâtiment CIRIMAT
118 route de Narbonne
31062 Toulouse Cedex 9

contact@carnot-chimie-balard-cirimat.fr
www.carnot-chimie-balard-cirimat.fr

 Institut Carnot Chimie Balard Cirimat

