

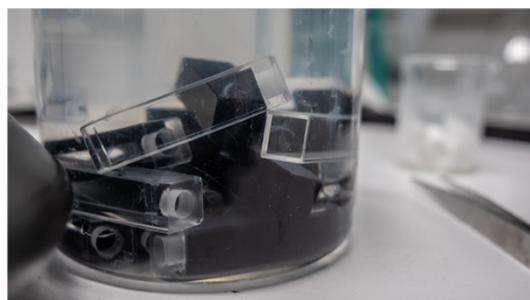
# HIGHLIGHTS

# 2024



Institut de Chimie  
Moléculaire

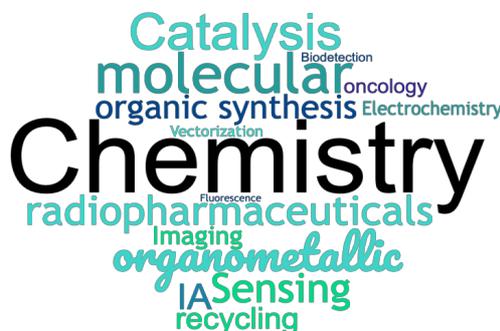
UNIVERSITÉ BOURGOGNE EUROPE



UNIVERSITÉ  
BOURGOGNE  
EUROPE

# Avant-propos

« L'ICMUB est au cœur du développement et de la promotion des Sciences Chimiques au sens large, dans sa mission de recherche et de formation. Les Sciences Chimiques occupent une place centrale et fondamentale dans l'Industrie et la Technologie contemporaine, dans des domaines qui couvrent l'ensemble des problématiques sociétales liées à l'alimentation, la santé et le bien-être, la sécurité, l'environnement, l'habitat, l'énergie, la mobilité, le numérique, les loisirs et la culture. Les Sciences Chimiques s'expriment en termes de création/conception/construction d'objets fonctionnels : molécules, supramolécules, biomolécules, nano-objets, matériaux. Présentes dès l'origine des procédés, elles restent essentielles, ouvertes, et alliées aux disciplines associées comme la mécanique, l'électronique, l'informatique, la physique, la biologie, la médecine, la science des matériaux ou les nanotechnologies. Ainsi, l'Institut de Chimie Moléculaire de l'Université de Bourgogne (ICMUB), unité mixte de Recherche CNRS-UBE, seule rattachée principalement à l'Institut National de Chimie du CNRS, compte au total plus de 170 chercheur(e)s, enseignant(e)s-chercheur(e)s, personnels supports à la recherche et la formation, doctorant(e)s, post-doctorant(e)s et chercheurs associés. Les activités d'excellence de l'ICMUB se déploient nationalement et internationalement, et s'articulent autour de deux axes de recherche transversaux (Environnement et Santé) avec la chimie des métaux, la chimie de coordination et la chimie organométallique, comme fil conducteur. L'Unité dispose de plusieurs plateformes technologiques de premier plan (PACSMUB), d'outils de valorisation très performants, et a un rôle régional leader dans la formation fondamentale et appliquée en chimie moléculaire et chimie analytique des étudiants à tous niveaux. Un rôle que nous conserverons et renforcerons dans une recherche hautement transdisciplinaire et coopérative. »



*Jean-Cyrille HIERO, Directeur de l'ICMUB*

# Sommaire

L'Institut en chiffres clés	1
Organisation de la recherche	3
Plateformes technologiques	4
Projets de recherche	6
Animation scientifique & évènements	7
Highlights projets 2024	9

# L'institut en chiffres clés



## 170 MEMBRES

- **78 Personnels permanents :**

44 Enseignant(e)s-chercheur(e)s (24 MCF, 20 PR)

9 Chercheur(e)s CNRS INC (8 CR, 1 DR)

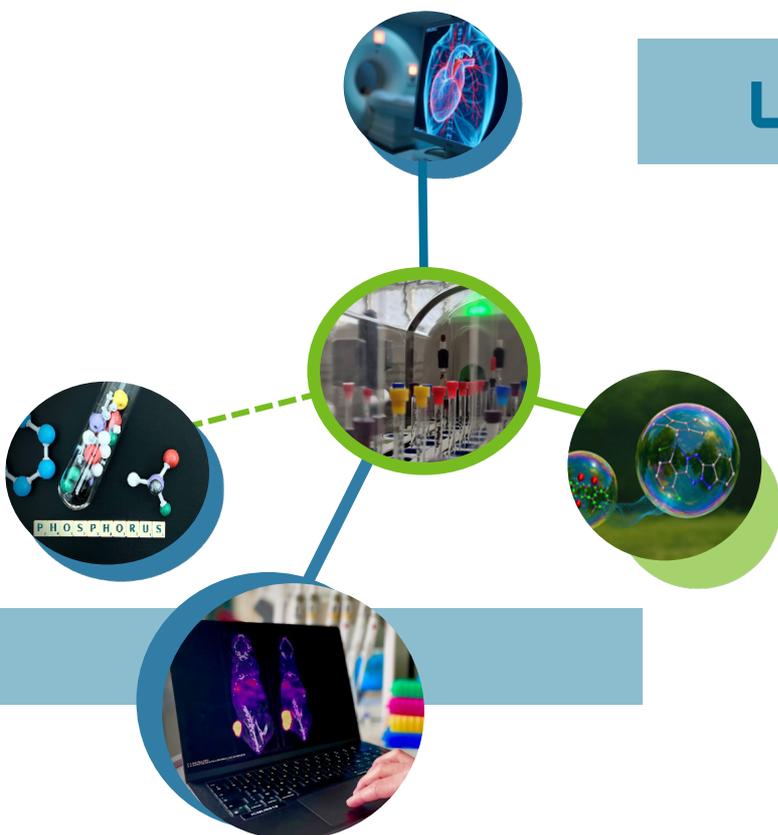
31 Personnels « support » ITA (11 CNRS) et BIATSS (20 uBE)

- **> 90 Non permanents (en 2024) :**

37 Doctorant(e)s

35 Post-doctorant(e)s, IE et IR

> 25 Masters, stagiaires (M1, M2, L, IUT, BTS)



## LA RECHERCHE



- > 100 articles et revues publiés / an (moyenne)
- > 140 communications et conférences invitées /an en congrès et séminaires thématiques
- > 55% en coopération avec partenaires extérieurs
- Implication dans > 30 sociétés scientifiques savantes et réseaux de recherche



## Valorisation et partenariat industriel

- 2 plateformes et 1 *transfer unit*, 500 k€ /an d'activité de prestation Recherche & Service
- 400 k€ recherche collaborative avec l'industrie (moyenne/an)
- 3 start-ups en activité
- 2 projets en incubation

## Formation

- Pilotage de 3 **Masters** dans la mention de MASTER CHIMIE de l'UBE :
  - T2MC « Transition Metal in Molecular Chemistry »
  - CAC Parcours Contrôle et Analyse Chimiques
  - QESIS : Parcours Qualité, Environnement et Sécurité dans l'Industrie et les Services
- 1 **Licence Professionnelle** : IPCS Industrie Pharmaceutiques, cosmétologie et santé

## Budget de 2024 : 3,8 M€

## Budget de l'unité



Au-delà du soutien des tutelles, le laboratoire mène une politique de financement importante en sollicitant de nombreuses agences de moyens et dispositifs de financement, conduisant à un budget annuel d'environ 3 M€ par an (hors couts personnels permanents).



# Organisation de la recherche

Les activités de l'ICMUB s'articulent autour de 2 axes de recherche transversaux avec la chimie des métaux, la chimie de coordination et la chimie organométallique, comme fil conducteur. L'unité a par conséquent choisi de structurer ces recherches en deux départements, l'un dédié aux thématiques de l'environnement, des matériaux et de l'énergie (SEM), l'autre dédié aux sujets en lien avec la santé et l'imagerie médicale (SI).

## 2 Départements ...

### Santé, Ingénierie et Imagerie



### Synthèse, Environnement et Matériaux



## ... 5 équipes

#### CapCoM

Catalyse, Polymères,  
Coordination et  
Modélisation

#### EMCAP

Electrochimie, Matériaux,  
Coordination, Analyse et  
Porphyrinoïdes

#### SMol

Sondes  
moléculaires

#### RITM

Radiopharmaceutiques,  
Imagerie, Théranostiques et  
Multimodalité

#### IFTIM

Imagerie Fonctionnelle et  
Moléculaire et Traitement des  
Images Médicales

interconnectées à travers des thèmes partagés

# Plateformes technologiques



41 équipements dans le parc pour 8 M€ d'investissement

- Spectroscopie RMN
- Spectrométrie de masse
- Photophysique avancée
- CDRX, HN, ICP, RPE, ...

PACSMUB est certifiée ISO9001 depuis 2010 pour son activité de prestation.

La plateforme est soutenue par le CNRS, l'Université Bourgogne Europe, la Région Bourgogne Franche-Comté, le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche et l'Europe



## Nouveauté 2024 !

CrystalBreeder : nouvel appareil de cristallisation à la pointe de la technologie

Cet appareil contribuera à la découverte de nouvelles structures par DRX, améliorant ainsi notre compréhension des structures chimiques des molécules créées au laboratoire

# Plateformes technologiques

IMATHERA, qui fait partie du département de médecine nucléaire du Centre Georges-François Leclerc (CGFL) de Dijon, dispose de 2 laboratoires d'environ 550 m<sup>2</sup> chacun.

La plateforme est accréditée par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) ainsi que par la Direction Départementale de la Protection des Populations (DDPP).



<p><b>Radiomarquage sur place</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Large gamme d'isotopes</li> <li>- Cellules blindées dédiées</li> <li>- Expertise sur multiples vecteurs</li> </ul>	<p><b>Etudes <i>in vitro</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etudes de cytotoxicité</li> <li>- Etudes d'internalisation</li> <li>- Etudes d'immuno-modulation</li> </ul>	<p><b>Imagerie <i>in vivo</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- TEP/CT</li> <li>- TEMP/CT</li> <li>- TEP/IRM</li> </ul>	<p><b>Etudes de RIV <i>in vivo</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Multiples modèles animaux</li> <li>- Suivi de volume tumoral</li> <li>- Etudes de toxicité</li> </ul>

## Fin 2024 : 1<sup>er</sup> marquage à l'Ac-225 !

Isotope radioactif émetteur de particules alpha, l'Actinium-225 (Ac-225) fait l'objet de nombreuses études dans le domaine de la radiothérapie interne vectorisée de par ses propriétés ionisantes adaptées au traitement des tumeurs métastatiques. Fin 2024, les équipes de l'ICMUB ont pu réaliser des tests de radiomarquage avec ce radioélément d'avenir, une première à Dijon.



# Projets de recherche

L'ICMUB entretient une dynamique forte de réponse aux AAP afin de financer sa recherche, avec notamment 19 projets ANR, 3 programmes public/privé FEDER ainsi que > 10 projets nationaux (dont INCA, France 2030, MITI, RHU).

## Focus projets Horizon Europe en cours

- 2022-2026 (MSCA - DN) - BOSOMSHIELD : A comprehensive CAD system based on radiologic- and pathologic-image biomarkers for diagnosis and prognosis of breast cancer relapse - 264 K€
- 2022-2026 EIC PATHFINDER - CODAFLIGHT : Coloring the Dark in Fluorescence Light - 174 K€

## Focus projets ANR obtenus en 2024

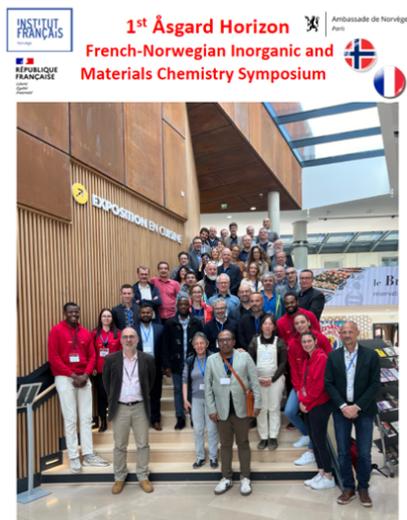
- DEHAYLIDE - Earth Abundant Group 4 Metal P-Yldiides for the Dehalogenation of Polymers. Coord - 198 k€
- COVADIS-CO<sub>2</sub> - Valorization by Plasma Discharge - 150 K€
- SUPRALABEL - *In vivo* supramolecular chemistry: a solution for pretargeted nuclear imaging - 200 k€
- TOP2G4 - Understanding & tuning the cellular properties of G4 ligands - 206 k€
- 2IN1 ADRC - A novel class of drug: Antibody Drug Radioisotope Conjugates for treating advanced cancers - 330 k€
- NOSE TO BRAIN N2B - POC for the nose-to-brain delivery of trastuzumab to the brain. Evaluation of therapeutic efficacy with the systemic route for the treatment of brain metastases from HER2+ breast cancer - 190 k€



# Animation scientifique et événements

## Journée scientifique 2024 de l'ICMUB

Vendredi 08 Novembre 2024 a eu lieu la 1ère édition de la Journée Scientifique de l'ICMUB ! Tous les membres de l'Unité et le Conseil Scientifique externe d'institut (external *Scientific Advisory Board*, SAB) ont eu le très grand plaisir d'assister aux brillantes présentations des membres « juniors » des différentes équipes et de la start-up icmubienne FLUONIR. La pause-repas a été suivie par un moment convivial d'échange devant des posters. Une table ronde d'échange avec les membres du SAB et animée par les doctorants a conclu l'après-midi.



Dijon, France - 2024, May, 30<sup>th</sup>-31<sup>st</sup>

## Symposium Franco-Norvégien

Ce symposium international a été organisé en partenariat avec la Norwegian Chemical Society (NKS), la section régionale BFC de la Société Chimique de France (SCF) sous le haut patronage de l'Ambassade de France en Norvège (Åsgard Horizon, Institut Français de Norvège).

## Inuvion tour (Thermo Fisher Scientific)

Le 25 juin 2024 l'ICMUB a été le laboratoire d'accueil pour l'organisation de la journée « Inuvion » en partenariat avec Thermo Fisher Scientific, destinée à réunir les utilisateurs expérimentés ou nouveaux utilisateurs de chromatographie ionique afin de découvrir le système Inuvion.





## Classement de Stanford 2024

Sept membres d'ICMUB dans le classement Stanford's World's Top 2% Scientist de 2024 ! Ce classement, réalisé par les scientifiques de l'Université de Stanford et la base de données Scopus, liste les chercheurs les plus influents dans leur domaine.

*Chercheurs : Marcel Bouvet, Roger Guilard, Jean-Cyrille Hierso, Alain Lalande, Romaric Loffroy, Fabrice Mériaudeau et David Monchaud.*

## Membre Junior Chair Innovation IUF

Le professeur Ewen BIODIO a été nommé Membre Junior 2024 au titre de la chair d'innovation. Ewen a rejoint en septembre le laboratoire CEISAM à Nantes Université, et reste dans l'aventure pour accompagner le projet de start-up FLUONIR dans lequel il reste pleinement impliqué.



## Grand Prix Lauréat du concours i-PhD 2024

Après la Dr. Amélie GODARD lauréate 2023, c'est au tour du Dr. Moad BOUZID porteur du projet H2 SOLIDE de recevoir cette prestigieuse distinction du concours d'innovation i-PhD opéré par Bpifrance, pour son projet de création d'entreprise.



## « A l'Ombre des Gestes » - UBE

Mise en lumière sur les talents de ceux qui accompagnent la recherche à l'Université Bourgogne Europe. Merci à notre collègue Henri Sabbadin pour sa démonstration sur le savoir-faire de l'ICMUB sur le travail de réparation et préparation de verreries pour la réalisation des expériences de chimie.



# Highlights 2024

Recherche Collaborative

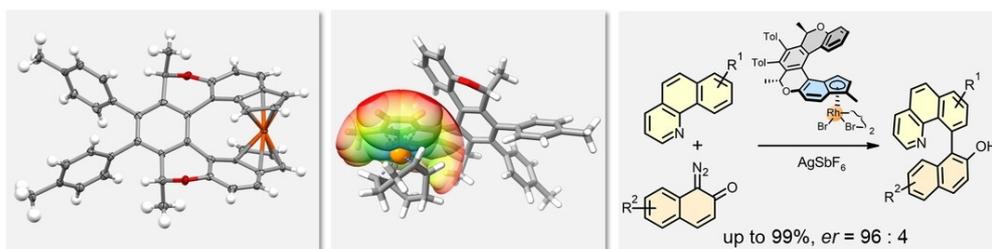
## *Synthèse stéréocontrôlée de complexes métalliques à chiralité hélicoïdale et leur utilisation en catalyse*

T. Edlová, J. Rybáček, H. Cattey, J. Vacek, L. Bednárová, P. Le Gendre, A. T. Normand, I. G. Stará, I. Starý

▪ *Angew. Chem. Int. Ed.* **2024**, e202414698. doi.org/10.1002/anie.202414698

Malgré les progrès considérables récents dans la synthèse d'aromatiques chiraux non planaires, et d'hélicènes en particulier, leur utilisation en tant que ligand des métaux de transition est encore à la traîne. Pourtant, ils représentent une famille attrayante d'architectures chirales modulaires avec un fort potentiel en catalyse asymétrique. Dans cette étude, nous avons synthétisé des complexes demi-sandwich de Rh(I), de Rh(III) et des complexes ansa-métallocène Fe(II) sous forme énatio- et diastéréopure à partir de proligands chiraux hélicène-indényles. Les complexes de Rh(III) ont été utilisés comme catalyseurs dans l'arylation énantiosélective C–H de benzoquinoléines avec des 1-diazonaphtoquinones pour conduire à des composés biaryles à chiralité axiale avec des rendements élevés et des énantiosélectivités atteignant 96:4. Ainsi, nous avons développé une synthèse stéréocontrôlée de complexes métalliques Ind-hélicène à chiralité hélicoïdale et démontré avec succès la première utilisation de ces complexes en catalyse énantiosélective. Une séquence originale de transfert de chiralité (de centrale à hélicoïdale puis planaire et in fine axiale) a été mise en évidence.

Helicene-indenido  
ansa-ferrocene  
& half-sandwich  
Rh complexes



Tereza Edlová a obtenu le Master double diplôme « Organická Chemie » de l'UCT Prague et « Transition Metals in Molecular Chemistry » de l'UBFC en 2021

# Highlights 2024

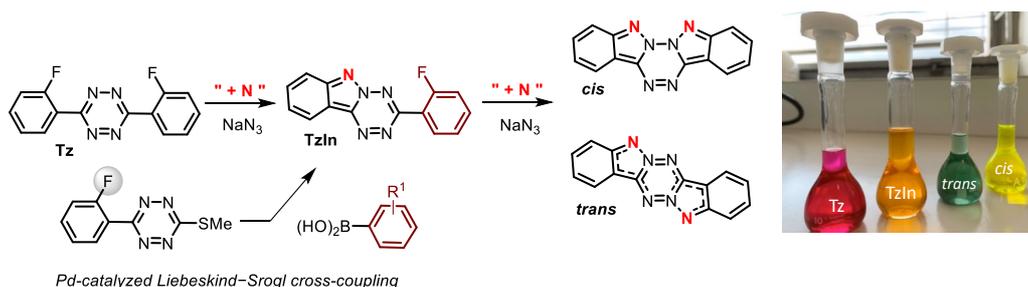
Recherche Collaborative

## Tétrazo[1,2-*b*]indazoles : une classe émergente d'azapolyaromatiques pour des semi-conducteurs organiques à partir de la *s*-tétrazine

Daher, A. Bousfiha, O. Abidi, L. Lemetayer, C. D. Mboji, N. Sood, I. Tolbatov, F. Barrois, H. Cattey, M. Cordier, T. Roisnel, M. Hissler, J.-C. Hierso, P. Fleurat-Lessard, P.-A. Bouit, J. Roger

- *Angew. Chem. Int. Ed.* **2023**, *62*, e202300571. [10.1002/anie.202300571](https://doi.org/10.1002/anie.202300571)
- *Dalton Trans.* **2024**, *53*, 10737–10743. [10.1039/D4DT01122H](https://doi.org/10.1039/D4DT01122H)

Une nouvelle classe d'aza-polyaromatiques, nommée tétrazo[1,2-*b*]indazole, a été synthétisée par cyclisation d'azide sur le cœur azoté de la *s*-tétrazine. Le mécanisme de cette cyclisation inédite a été étudié par calculs DFT. La réactivité des atomes d'azote a également été utilisée pour diversifier davantage ces composés dans un panel de réactions (protonation, oxydation sélective, métallations). Leurs post-fonctionnalisations (halogénéation, acétoxylation et arylation) par activations sélectives des liaisons C–H en position ortho- de cet hétérocycle à l'aide de trois métaux de transition (MT = Pd, Ir et Rh) ont également été démontrées. Les effets stéréosélectifs de toutes ces stratégies d'ingénierie moléculaire sur les propriétés optiques et redox des tétrazo[1,2-*b*]indazoles 3-arylés, en particulier les modifications sur la partie polyazotée, ont été étudiés expérimentalement et théoriquement. Ce polyaromatique présente à l'état solide des propriétés d'empilement par  $\pi$ -stacking, un faible potentiel de réduction, une absorption dans le visible jusqu'au proche infrarouge (dans le cas du *trans* bis-tétrazo[1,2-*b*]indazole) et une fluorescence intense dans le cas du *cis* bis-tétrazo[1,2-*b*]indazole.



Grâce à son simple accès synthétique, le tétrazo[1,2-*b*]indazole apparaît donc comme une classe émergente de semi-conducteurs organiques qui peut être utilisée dans diverses applications photoniques ou optoélectroniques (cellules solaires, OFET etc.).

# Highlights 2024

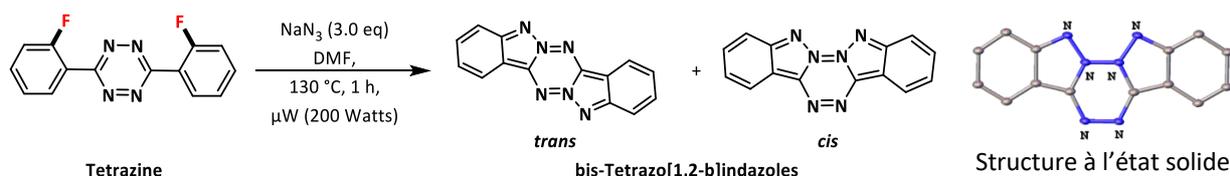
Recherche Collaborative

## Apport de la modélisation à la chimie des tétrazines et de leurs dérivés

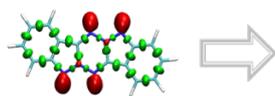
L. Gelin, O. Abidi, A. Bousfiha, A. Daher, C. Mboyi, I. Tolbatov, G. Le Breton, H. Cattey, J. Roger, J.-C. Hierso, P. Fleurat-Lessard

- *Angew. Chem. Int. Ed.* **2023**, *62*, e202300571. [10.1002/anie.202300571](https://doi.org/10.1002/anie.202300571)
- *Dalton Trans.* **2024**, *53*, 10737–10743. [10.1039/D4DT01122H](https://doi.org/10.1039/D4DT01122H)
- *Organometallics* **2024**, *43*, 807. [10.1021/acs.organomet.3c00497](https://doi.org/10.1021/acs.organomet.3c00497)

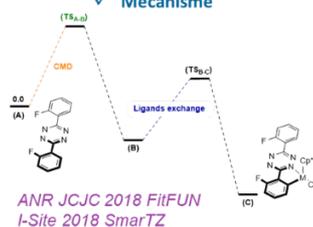
La chimie quantique peut actuellement étudier les molécules pour analyser et prédire la nature des liaisons (dative, covalente, ionique, ...), les sites réactifs, les vitesses de formation des produits et les spectres UV-visibles, Infrarouge ou RMN par exemple. En collaboration avec les membres de l'équipe CaPCoM, nous étudions les propriétés « directrices » du cœur tétrazine pour la fonctionnalisation C–H. Dernièrement, ce dialogue théorie–expérience a permis l'accès à une nouvelle classe de molécules obtenues par mono ou dicyclisation de la tétrazine : les (bis)tétrazo-indazoles. La modélisation a permis d'élucider le mécanisme et de rationaliser les produits formés, mais aussi de rationaliser les propriétés spectroscopiques UV-visibles et proche IR des dérivés obtenus.



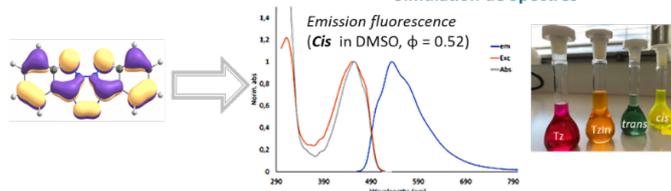
### ✓ Structure Électronique



### ✓ Mécanisme



### ✓ Simulation de Spectres



# Highlights 2024

Recherche Collaborative

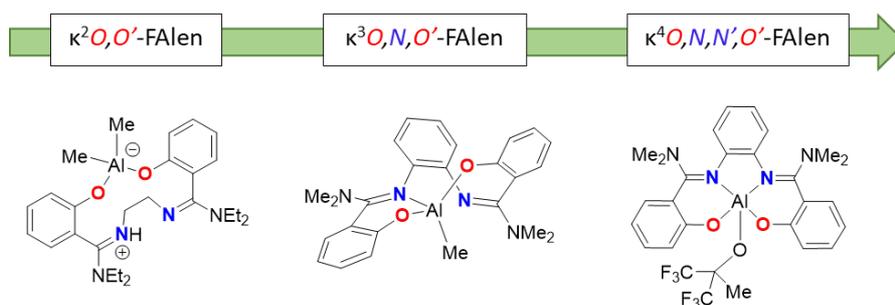
## *Ligands phénoxy-amidines à denticité modulable pour la coordination et la catalyse*

V. Vaillant-Coindard, F. Chotard, B. Théron, J.-T. Pouzens, C. Balan, J. Bayardon, E. Bodio, Y. Rousselin, P. Fleurat-Lessard, R. Malacea-Kabbara, P. Le Gendre,

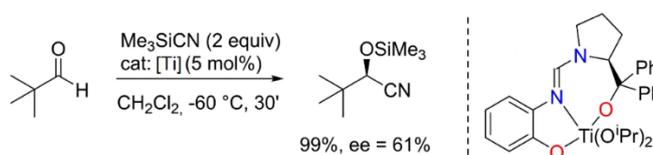
▪ *Inorg. Chem.* **2023**, 62, 19, 7342–7352, [doi.org/10.1021/acs.inorgchem.3c00493](https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.3c00493)

▪ *Eur. J. Inorg. Chem.* **2024**, 27, e202400405, [doi.org/10.1002/ejic.202400405](https://doi.org/10.1002/ejic.202400405)

Les phénoxy-amidines (FA) représentent une nouvelle famille de ligands bidentés [N,O] combinant un groupe phénoxy et un fragment amidine N,N,N'-trisubstitué. Grâce à leur fort caractère  $\sigma$  et  $\pi$  donneur, ils forment des complexes chélates stables avec les métaux oxophiles tels que le Zn. Ces complexes se sont révélés très actifs et robustes pour la polymérisation par ouverture de cycle du lactide. Plus récemment, nous avons développé une version tétradente de ces ligands, analogue aux ligands salen, en combinant deux fragments phénoxy-amidine. Ces ligands, nommés FAlen, ont montré une chimie de coordination unique par rapport au salen, en étant capables d'adapter leur denticité en fonction de la richesse électronique de l'ion métallique et du pont entre les deux amidines. Des études par diffraction des rayons X des proligands et des complexes d'aluminium montrent que les fonctions amidines changent de configuration pendant la coordination au métal. Certains complexes FAlen Al se sont révélés capable d'initier la réaction de polymérisation par ouverture de cycle du rac-lactide à température ambiante.



Dans le but d'étendre davantage la portée des ligands phénoxy-amidine (FA) et l'utilisation de leurs complexes en catalyse, nous avons développé une version chirale tridente [O, N, O] dérivée du prolinol. La complexation ultérieure de ces ligands avec le titane conduit aux complexes (FA)Ti(OiPr)<sub>2</sub> ou (FA)TiCl<sub>2</sub> qui sont stables et actifs dans la réaction de silylcyanation asymétrique des aldéhydes atteignant une énantiosélectivité de 74%.



# Highlights 2024

Recherche Collaborative

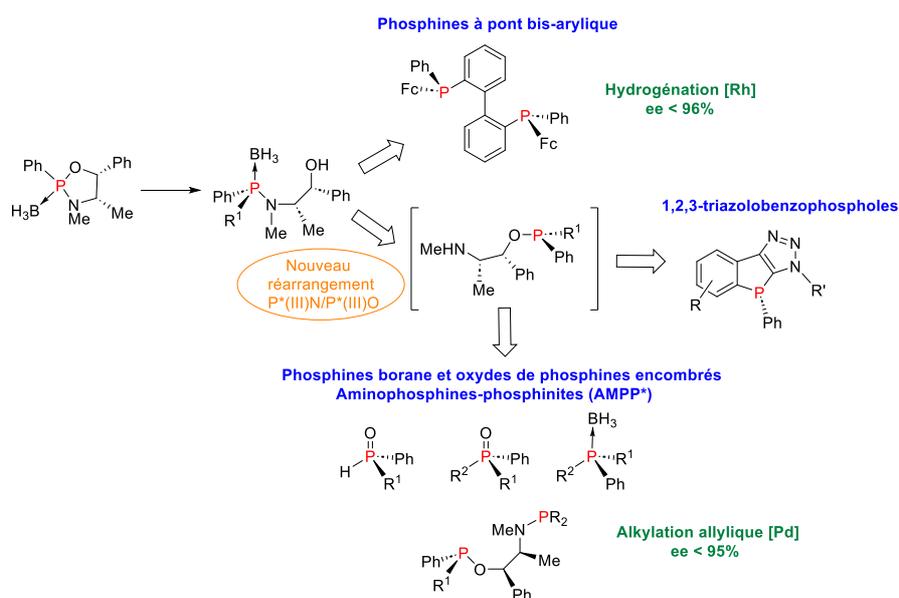
## Phosphines P-chirogéniques : nouvelle méthodologie de synthèse et catalyse asymétrique

A. Jaillat, C. Qian, Y. Rousselin, R. Malacea-Kabbara, J. Bayardon, S. Jugé

▪ *J. Org. Chem.* **2023**, *88*, 16679. [10.1021/acs.joc.3c01753](https://doi.org/10.1021/acs.joc.3c01753)

▪ *J. Org. Chem.* **2024**, *89*, 11031. [10.1021/acs.joc.4c01009](https://doi.org/10.1021/acs.joc.4c01009)

Les organophosphorés porteurs d'une chiralité sur l'atome de phosphore (P-chirogéniques) intéressent de nombreux domaines tels que l'agrochimie, la biologie ou la pharmacie, la chimie de coordination et les matériaux, la catalyse ou l'organocatalyse asymétriques. Depuis de nombreuses années, nous développons au laboratoire la synthèse de ligands P-chirogéniques en utilisant la méthode éphédrine (ou méthode Jugé), qui est reconnue internationalement. Cette méthode hautement stéréosélective a permis de développer la synthèse de phosphines P-chirogéniques à pont bis-arylique qui ont été appliquées en catalyse asymétrique dans la réaction d'hydrogénation catalysée par des complexes de rhodium avec des énantiosélectivités atteignant 96%. Récemment, une extension innovante de la méthode éphédrine a été mise au point, avec le réarrangement stéréospécifique d'aminophosphines borane en phosphinites P-chirogéniques qui a fait l'objet d'un dépôt de brevet. Ce nouveau réarrangement a permis de synthétiser de nombreux organophosphorés jusqu'à présent très difficiles à préparer, tels que des oxydes de phosphines secondaires ou tertiaires encombrés, des phosphines borane encombrées ainsi que des aminophosphines-phosphinites P-chirogéniques sur les deux centres phosphorés. Enfin, cette nouvelle méthodologie a permis la synthèse de 1,2,3-triazolobenzophospholes P-chirogéniques qui ont été utilisés en chimie de coordination pour la préparation de complexes d'or (I).



# Highlights 2024

## Valorisation & maturation

### *Prematuration CNRS - De la conception d'un catalyseur de Polymérisation éco-compatible à l'élaboration d'emballages papier alimentaire*

P. Le Gendre, R. Malacea-Kabbara, C. Bernard, T. Karbowiak, D. Breilly

#### Problématique

Les contraintes liées aux nouvelles directives nationales et européennes en matière de réduction des plastiques et emballages à usage unique créent un besoin urgent de nouveaux emballages alimentaires. La stratégie 3R (Réduction Réemploi Recyclage) vise 20 % de réduction de ces emballages plastiques à usage unique d'ici fin 2025 et leur interdiction en 2040. Dès janvier 2025, les contenants alimentaires en plastique de cuisson et de service seront interdits en restauration collective scolaire et universitaire (loi EGalim). Si les plastiques pétro-sourcés dominent encore ce marché, les industriels ont développé des produits biosourcés biodégradables (notamment en milieu marin) et biocompatibles. Leur mise en œuvre sur du papier ou carton passe cependant encore par des techniques complexes ou qui ne répondent pas totalement aux objectifs de recyclabilité.



#### Solution / produit / technologie

Ce projet propose de développer une fonctionnalisation de surface par une couche de polymère biodégradable et compostable. Ainsi l'étanchéité à l'air (l'humidité et l'eau) autorisera l'usage de matériaux cellulosiques sans recours aux plastiques pétro-sourcés. Le cœur de cette nouvelle solution technologique protectrice utilisable notamment pour le marché des aliments humides est l'utilisation de nouveaux catalyseurs écocompatibles capables de rivaliser avec les catalyseurs écotoxiques à base d'étain tels que ceux utilisés actuellement dans l'industrie pour la synthèse d'acide polylactique. Le procédé devra être adapté pour s'intégrer avec le minimum de perturbation dans une chaîne industrielle de production et il conduira à des sandwiches papier/polymère d'avenir, offrant des solutions biodégradables, recyclables et performantes.

# Highlights 2024

## Valorisation & Maturation

### *Maturation SATT SAYENS - Stockage sécurisé et à haute densité de dihydrogène (H<sub>2</sub>) en phase solide*

M. Bouzid, Clève. D. Mboyi, D. Poinot, G. Karacaoglan, C. Bernhard, J.-C. Hierso



La France vise la neutralité carbone en 2050, la trajectoire énergétique Française *via* la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) a proposé l'hydrogène (H<sub>2</sub>) en tant que vecteur à haut potentiel énergétique. Parmi les objectifs fixés figure le développement de l'H<sub>2</sub> bas-carbone et renouvelable dans les usages industriels, énergétiques et pour la mobilité. L'Agence internationale de l'énergie (AIE) prévoit, à l'horizon 2050, une consommation de près de 500 Mt d'hydrogène, dont 320 Mt d'hydrogène produit par électrolyse de l'eau.

Cependant, au-delà de la production, les moyens actuels de stockage, de transport, et de conversion, de l'hydrogène ne répondent pas encore à une utilisation ultrasécurisée, compacte et à grande échelle, garantissant la sérénité publique. Sous forme gazeuse, majoritairement présent actuellement, le stockage d'H<sub>2</sub> est volumineux, coûteux, lourd et dangereux. L'état liquide de l'hydrogène, très énergivore, n'est évoqué uniquement pour des applications spécifiques tels que l'aéronautique et/ou aérospatial.

Le programme H2 VOWS supporté par un portefeuille de brevets de l'équipe CaPCoM (groupe du Pr. J.-C. Hierso : Nanocatalyst systems and their use for H<sub>2</sub> delivery from solid storage, Université de Bourgogne; CNRS, n° de publication EP4438173 A1, WO2024200745A1) propose une solution de stockage solide, compact et sûr de l'hydrogène. En évitant tout stockage gazeux ou liquide, elle valorise l'accès à l'hydrogène dans des composés chimiques, sous l'apparence d'une poudre blanche, compacte, non dangereuse et régénérable. Nous visons ainsi un stockage de l'hydrogène plus compact que les systèmes hautement pressurisés accompagné d'une délivrance contrôlée par nanocatalyse métallique à basse température et pression atmosphérique. Couplé à l'alimentation de systèmes tels que des piles à combustible ou des moteurs à combustion rétrofités et tolérant l'hydrogène, nous proposerons alors une alternative énergétique sécurisée, accessible et décarbonée. Le porteur, le Dr. M. Bouzid (PhD ICMUB 2023) a été lauréat du programme ICE de la région BFC (2024-2025), Grand-Prix du concours i-PhD 2024, et sélectionné pour intégrer la 10<sup>ème</sup> promotion du programme RISE du CNRS, piloté par CNRS innovation.

# Highlights 2024

Recherche Collaborative

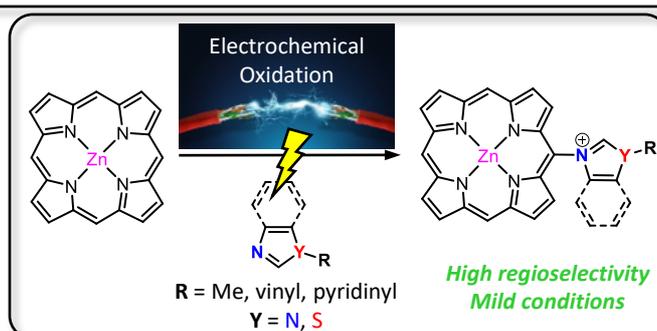
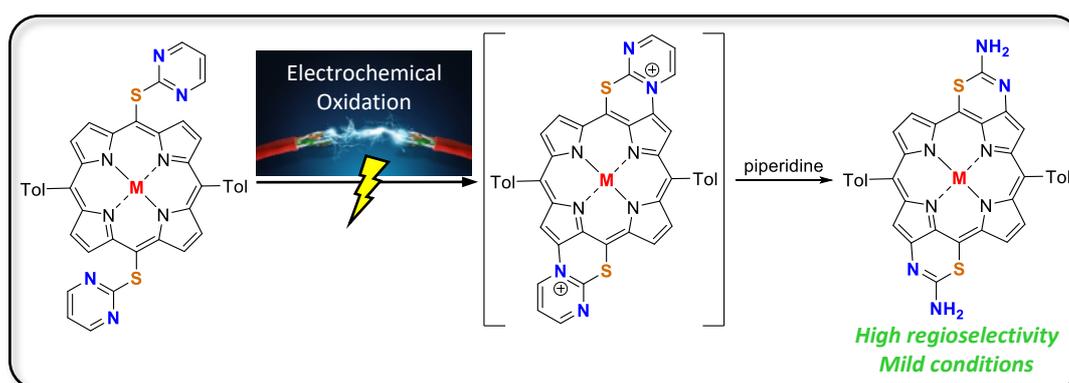
## *Electrosynthèse : Fonctionnalisations inter- et intramoléculaires de porphyrines par oxydation*

F. Akhssas, A. Bousfiha, R. Lin, M. Trojan, L. Poyac, N. Amiri, T. Ertel, S. Fournier, M. Pirrotta, H. Cattey, S. Clément, S. Richeter, P. Fleurat-Lessard, C. H. Devillers

▪ *Org. Lett.* **2023**, 25, 44, 7979–7983, doi: [10.1021/acs.orglett.3c03062](https://doi.org/10.1021/acs.orglett.3c03062)

▪ *ChemSusChem* **2024**, e202401439, doi: [10.1002/cssc.202401439](https://doi.org/10.1002/cssc.202401439)

La fonctionnalisation des porphyrines est un domaine de recherche important, car ce macrocycle est impliqué dans de nombreuses applications allant des cellules solaires photovoltaïques à la thérapie photodynamique, en passant par l'électrocatalyse et la photocatalyse. Malgré les efforts considérables consacrés à cette tâche depuis plusieurs décennies, une fonctionnalisation plus efficace et (régio)sélective des porphyrines reste toujours en cours de développement. Compte tenu du regain d'intérêt considérable de l'électrosynthèse, méthode propre et durable dans la mesure où l'électricité provient de ressources renouvelables, nous l'avons exploitée afin de réaliser des extensions de cycles par oxydation intramoléculaire (schéma du haut) mais aussi afin de fonctionnaliser des porphyrines de façon intermoléculaire par des groupements de type azolium, précurseurs de carbène N-hétérocycliques (schéma du bas).



# Highlights 2024

Recherche Collaborative

## *Capteurs de gaz à base de matériaux moléculaires, apports de l'électrochimie et ambipolarité*

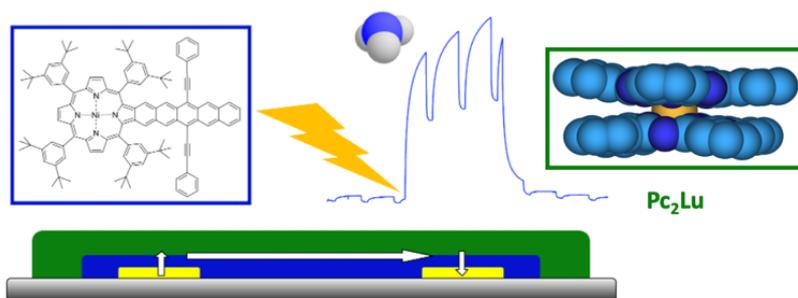
S. Ganesh Moorthy, A. Kumar, P. Becvar, B. Jansova, I. D. Nwosu, L. Vachey, R. Meunier-Prest, M. Bouvet

- *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2024**, 16, 3795–3808. [doi.org/10.1021/acscami.3c16144](https://doi.org/10.1021/acscami.3c16144); 16, 58991-59003. [doi.org/10.1021/acscami.4c14619](https://doi.org/10.1021/acscami.4c14619); 16, 68091-68102. [doi.org/10.1021/acscami.4c15731](https://doi.org/10.1021/acscami.4c15731)
- *ACS Sensors* **2024**, 9, 883–894. [doi.org/10.1021/acssensors.3c02247](https://doi.org/10.1021/acssensors.3c02247); 9, 3707-3719. [doi.org/10.1021/acssensors.4c00900](https://doi.org/10.1021/acssensors.4c00900)
- *Mater. Chem. Frontiers* **2024**, 8, 2666-2680. [doi.org/10.1039/D4QM00323C](https://doi.org/10.1039/D4QM00323C)
- *Sens. Actuators B Chem.* **2024**, 408, 135507. [doi.org/10.1016/j.snb.2024.135507](https://doi.org/10.1016/j.snb.2024.135507)

Nous développons des capteurs capables de détecter l'ozone (O<sub>3</sub>) à l'échelle du ppb pour répondre aux critères de surveillance de la qualité de l'air (10 - 200 ppb) et l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) avec une limite de détection inférieure au ppm, pour des applications non seulement dans l'industrie agroalimentaire, mais aussi dans le domaine de l'analyse de l'air expiré.

Comme transducteurs conductométriques, nous étudions principalement des dispositifs bicouches, la couche supérieure étant très sensible (en général la bisphthalocyanine de lutécium, Pc<sub>2</sub>Lu), tandis que la sous-couche permet de contrôler la nature des porteurs de charge majoritaires circulant dans le dispositif, comme démontré dans un dispositif que nous avons breveté. Grâce à la formation d'un canal d'accumulation à l'interface entre les deux matériaux, les dispositifs à hétérojonction présentent une sensibilité et une stabilité supérieures à celles des résistors classiques. L'électrogreffage de cycles benzéniques substitués a permis de moduler le travail de sortie des électrodes et d'augmenter l'énergie de barrière du dispositif, induisant une modification des propriétés électriques et de détection.

Nous nous concentrons actuellement sur l'étude de capteurs conductométriques ambipolaires, capables de fonctionner dans deux états, type p et type n. Nous avons ainsi démontré l'inversion de polarité d'hétérojonctions à base d'octahalogéno-phthalocyanines sous lumière visible. Dans certains cas la réponse est amplifiée sous éclairage.



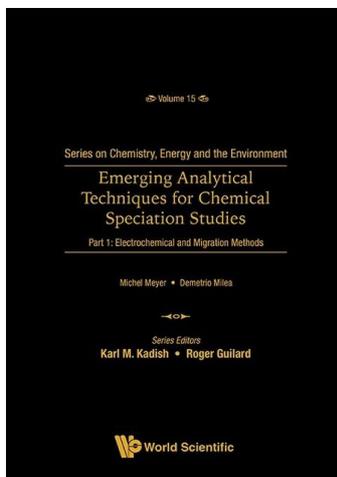
# Highlights 2024

Edition scientifique

## *Emerging Analytical Techniques for Chemical Speciation Studies*

M. Meyer (ICMUB), D. Milea (Università degli Studi di Messina)

La description thermodynamique des équilibres de complexation, qu'il s'agisse d'un cation métallique, d'un anion ou d'un substrat organique par un chélateur, un récepteur moléculaire ou une biomolécule, est au cœur de nombreuses disciplines relevant des sciences chimiques, biologiques, géologiques ou environnementales. Elle permet de rationaliser, modéliser et ainsi prédire la spéciation de chaque constituant dans une matrice ou un échantillon particulier à une température et une pression prédéfinies. La connaissance de la variation d'enthalpie libre ( $\Delta_r G$ ) associée à la formation réversible d'adduits, de complexes ou d'agrégats à l'échelle moléculaire ou supramoléculaire donne accès à la distribution et à la concentration de toutes les formes chimiques spécifiques sous lesquelles les composants peuvent se présenter dans un système complexe à l'équilibre. Inversement, la détermination directe ou indirecte de la concentration ou de l'activité de certains constituants et/ou produits par la mise en œuvre d'outils analytiques modernes permet de remonter à la valeur expérimentale de  $\Delta_r G$ , voire dans certains cas à la variation d'enthalpie ( $\Delta_r H$ ) et d'entropie ( $\Delta_r S$ ).



Emerging Analytical Techniques for Chemical Speciation Studies est un ouvrage collectif dont le premier tome est paru en septembre 2024 chez World Scientific Publishing Co. sous le volume 15 de la série « Series on Chemistry, Energy and the Environment » (un second tome, volume 16, est en cours d'édition). Chaque chapitre, rédigé par d'éminents spécialistes dans leur domaine respectif, couvre à la fois les aspects théoriques, méthodologiques, instrumentaux, chimométriques et de mise en œuvre pratique d'une technique analytique permettant d'appréhender la spéciation et les phénomènes de complexation en solution (identification des espèces, stœchiométrie, degré redox, détermination du domaine de prédominance), mais également de déterminer expérimentalement les paramètres thermodynamiques ( $\Delta_r G$ ,

constante d'équilibre,  $\Delta_r H$  et  $\Delta_r S$ ). Le premier tome traite de diverses techniques électrochimiques, d'électromigration et de thermophorèse capillaire. Le second volume à paraître sera consacré aux méthodes spectroscopiques (absorption des rayons X, RPE et RMN). Les dernières avancées techniques et d'analyse numérique des données sont abordées et illustrent les contributions majeures des auteurs. L'ouvrage donne une vue d'ensemble actualisée, tout en prodiguant des conseils utiles à la mise en œuvre des outils analytiques. A ce jour, aucun ouvrage similaire ne couvre un éventail aussi large de techniques capables de mesurer spécifiquement les paramètres thermodynamiques associés aux équilibres de complexation en solution.

# Highlights 2024

## Valorisation & Maturation

### *Prematuration CNRS - SUPRALINK nouvel outil de bioconjugaison reçoit le soutien de CNRS Innovation*

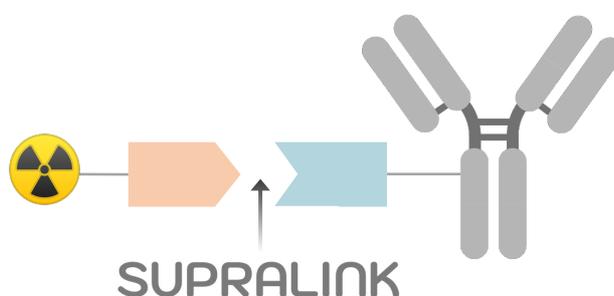
V. Goncalves, R. Vizier

La radiothérapie interne vectorisée est une thérapie de plus en plus utilisée en oncologie. Elle repose sur l'administration d'un médicament marqué par un isotope radioactif, appelé « radiopharmaceutique », capable de détruire sélectivement les cellules cancéreuses. Cependant, cette thérapie présente certaines limites. En particulier, l'administration du radiopharmaceutique est à l'origine d'une irradiation indiscriminée des organes du patient tant qu'il ne s'est pas accumulé dans la tumeur. Cet effet limite la dose pouvant être délivrée au patient.

Le projet SUPRALINK vise à développer une technologie novatrice de bioconjugaison basée sur la chimie supramoléculaire. Elle permet la synthèse de radiopharmaceutiques adaptés aux approches dites de « pré-ciblage ». Le pré-ciblage consiste en l'administration d'un vecteur non radiomarqué au patient, capable de se fixer sélectivement sur les cellules cancéreuses. Le radioisotope thérapeutique n'est ensuite administré que dans un second temps, une fois que la concentration en vecteur est maximale dans la tumeur et minimale dans les tissus sains.

La technologie SUPRALINK permet la combinaison rapide et sélective, dans l'organisme, du vecteur et du radioisotope par assemblage supramoléculaire. Cet outil permet ainsi d'augmenter la fenêtre thérapeutique des radiopharmaceutiques, en améliorant leur sécurité et leur efficacité anticancéreuse.

Le projet SUPRALINK a été sélectionné par CNRS Innovation en 2024 afin d'initier un programme de pré-maturation en vue du futur développement industriel de la technologie, avec le support de la SATT SAYENS. Les différentes applications de cette nouvelle stratégie de conjugaison seront également étudiées dans le cadre d'un projet collaboratif soutenu par l'ANR (projet PRC SUPRALABEL 2024-2028, en collaboration avec le CEA Saclay et le CGFL).



# Highlights 2024

Partenariat industriel



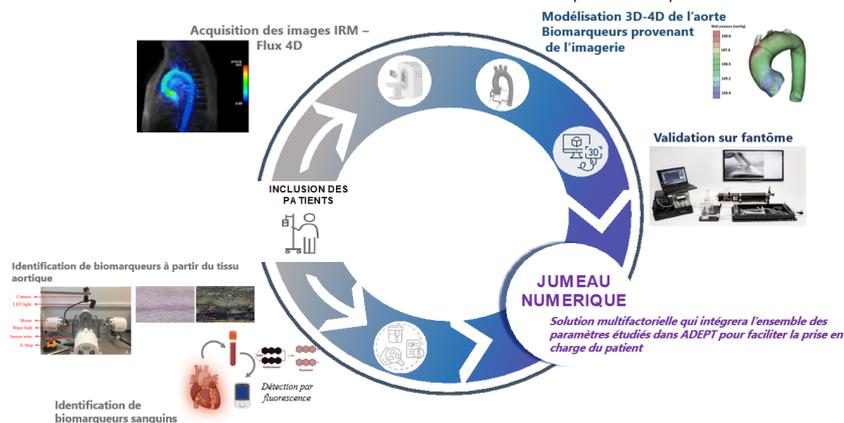
RÉGION  
BOURGOGNE  
FRANCHE  
COMTE

## Le Projet ADEPT : Jumeau numérique pour prédire l'évolution d'une dissection aortique

Consortium rassemblant le département ISI du laboratoire ICMUB, le CHU de Dijon, la société CASIS (Quetigny) et de la société Ennoïa (Besançon)

La dissection aortique est une affection grave au cours de laquelle une déchirure au sein des couches internes de l'aorte avec passage du sang dans la paroi entraîne la constitution d'un vrai et d'un faux chenal. Le principal risque est la rupture de paroi. Il existe deux types de dissections selon la classification de Stanford ; le type A correspond à une dissection qui touche l'aorte ascendante (juste après le cœur) et le type B celle qui atteint l'aorte descendante. Le risque de rupture est beaucoup plus faible pour une dissection de type B, et est considéré comme une urgence médicale. La dissection de type B nécessite une surveillance rapprochée par imagerie. L'analyse anatomique seule ne permet pas d'anticiper une évolution vers un anévrisme qui nécessiterait une prise en charge chirurgicale. Les contraintes biomécaniques, la composition du tissu aortique et les marqueurs sanguins sont des paramètres complémentaires permettant de mieux appréhender l'évolution d'une dissection aortique. L'objectif principal du projet ADEPT (Aortic Dissection Evaluation Prediction from Digital Twin) est de créer un modèle de type jumeau numérique spécifique à chaque patient permettant de modéliser les zones à risques de façon multifactorielle et d'anticiper une évolution anévrysmale d'une dissection aortique de type B. A partir de l'ensemble des données (histologique, biomécanique, imagerie (notamment par IRM de flux 4D), simulation numérique et marqueurs sanguins (à la phase aiguë et/ou chronique)), une modélisation tridimensionnelle de l'aorte avec mise en avant des zones à risque sera proposée. La validation de ce modèle d'un point de vue de l'imagerie sera effectuée *via* des études sur fantômes synthétiques de l'aorte créés à partir la modélisation 3D de l'aorte obtenue avec des images d'IRM de flux 4D. La solution multifactorielle résultant de ce projet multidisciplinaire pourra être utilisée cliniquement dans le cadre d'un dispositif médical logiciel afin de personnaliser le parcours de soin pour chaque patient atteint d'une dissection de type B de l'aorte.

Ce projet bénéficie d'un financement FEDER-FSE et débute au printemps 2025.



# Highlights 2024

## Partenariat industriel



### Le projet BosomShield

Consortium rassemblant l'équipe IFTIM du laboratoire ICMUB et 9 autres équipes de recherche académiques ainsi que 5 partenaires privés (MSCA Doctoral Networks (HORIZON-MSCA-2021-DN-01-01))

Le cancer du sein est l'une des formes de cancer les plus répandues et préoccupantes dans le monde. Le consortium BosomShield (<https://bosomshield.eu/>) réunit dans le cadre d'un projet Européen tend à résoudre ce problème en proposant différentes solutions associant imagerie multimodale et intelligence artificielle. BosomShield réunit deux disciplines complémentaires (l'imagerie pathologique (histologique) et l'imagerie radiologique) dans un logiciel destiné à analyser des images de différentes modalités afin de classer les sous-types de cancer du sein et de prédire, en tenant compte de l'historique clinique complet de la patiente, la probabilité de rechute par métastases à distance. BosomShield offre une formation de haut niveau dans le domaine de la recherche sur le cancer du sein à de jeunes chercheurs, en leur apportant les compétences transférables nécessaires pour réussir dans des carrières pluridisciplinaires alliant radiologie et pathologie numériques, biologie médicale, intelligence artificielle, confidentialité des données et développement de logiciels.

Le consortium BosomShield comprend dix bénéficiaires et douze partenaires associés, et bénéficie d'un équilibre optimal grâce à la collaboration entre :

- Radiologues et pathologistes experts :

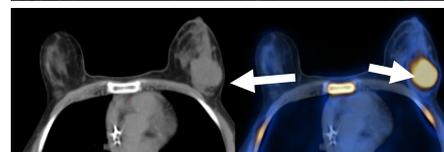
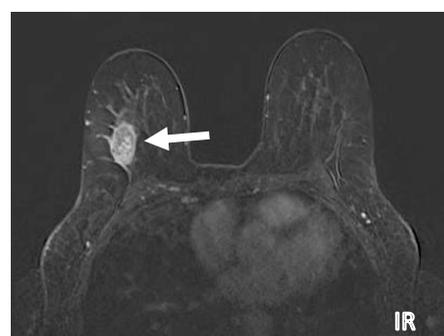
Institut d'Investigation Sanitaire Pere Virgili (Espagne), Hôpital Universitaire Sant Joan de Reus (Espagne), Hôpital Universitaire Skåne (Suède), Centre Hospitalier Universitaire de Maribor (Slovénie), Hôpital Universitaire Puerta del Mar (Espagne), Entreprise Sanitaire Universitaire Friuli Centrale (Italie), Centre de lutte contre le cancer Georges-François Leclerc (France) et Hôpital de Tortosa Verge de la Cinta (Espagne).

- Chercheurs en biologie médicale et intelligence artificielle :

Université Rovira i Virgili (Espagne), Institut Royal de Technologie KTH (Suède), Centre Médical Universitaire Radboud (Pays-Bas), Institut de Biocybernétique et d'Ingénierie Biomédicale Nalecz (Pologne), Université d'Udine (Italie), Université Bourgogne Europe (France), Université de Maribor (Slovénie), Institut de Technologie Petronas (Malaisie) et Centre des Sciences de la Santé de l'Université du Texas à Houston (États-Unis).

- Développeurs de logiciels biomédicaux :

NVISION Systems and Technologies SL (Espagne), Mediri GmbH (Allemagne), Ummon HealthTech (France) et SFERA IT STORITVE DOO (Slovénie) O3 Enterprise S.R.L. (Italie) et General Electric Research (États-Unis).



Scanner X (CT)

TEP-CT

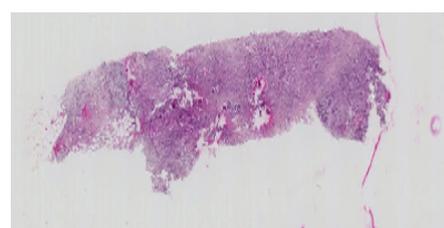


Image histologique numérisée (WSI)

# Highlights 2024

## Partenariat industriel



### *Le projet COMETE*

Consortium rassemblant le département ISI du laboratoire ICMUB, le CHU de Dijon, le Centre Georges François Leclerc (CGFL) et la société biopharmaceutique Oncodesign Precision Medicine (OPM)



Début 2024, l'ICMUB a obtenu une subvention de près de 2 millions d'euros dans le cadre du projet COMETE pour développer de nouvelles molécules de radiothérapie interne vectorisée (RIV), destinées au traitement des cancers digestifs. La RIV est une

approche thérapeutique innovante qui consiste à administrer des molécules radioactives ciblées, capables de délivrer précisément des rayonnements au sein des cellules tumorales, tout en limitant les effets sur les tissus sains.

Ce projet, porté par un consortium public/privé dijonnais incluant également le Centre Georges François Leclerc (CGFL) et la société biopharmaceutique Oncodesign Precision Medicine (OPM), est financé par le FEDER à hauteur de 7,8 millions d'euros. L'objectif est d'amener de nouveaux radiopharmaceutiques en essais cliniques de phase I d'ici fin 2028. Outre le recrutement de trois ingénieurs dédiés à ce programme ambitieux, ce financement a permis l'acquisition d'équipements de pointe pour la caractérisation et la purification des protéines. Parmi eux :

- Le Prometheus Panta (société NanoTemper) permet d'obtenir rapidement des informations biophysiques clés sur l'échantillon, comme la stabilité thermique, la taille des particules présentes et la stabilité des échantillons face à l'aggrégation.
- Le SEC-MALS (société WYATT-Waters) combine chromatographie d'exclusion stérique (méthode de séparation des composés selon leur taille) et diffusion de lumière multi-angle. Elle permet la mesure de la masse moléculaire absolue (Mw) et le rayon de giration (Rg) et ainsi d'obtenir des informations absolues sur les différences structurales entre les échantillons.
- Le système de chromatographie AKTA Pure (société Cytiva), pour la purification des protéines, même dans un milieu complexe.



Une partie du consortium pilotant le projet COMETE (de gauche à droite): Pr. Alexandre Cochet (ICMUB/CGFL), Pr. Charles Coutant (CGFL), Dr. Delphine Vivier (ICMUB), Dr. Philippe Genne (OPM), Dr. Alexia Daoust (OPM), Pr. Franck Denat (ICMUB), Dr. Pierre-Simon Bellaye (CGFL), Dr. Bertrand Collin (ICMUB/CGFL), Dr. Claire Bernhard (ICMUB), Dr. Romain Douhard (CGFL).

Articles dans la presse : [France 3 Bourgogne Franche-Comté](#) et [Infos Dijon](#)

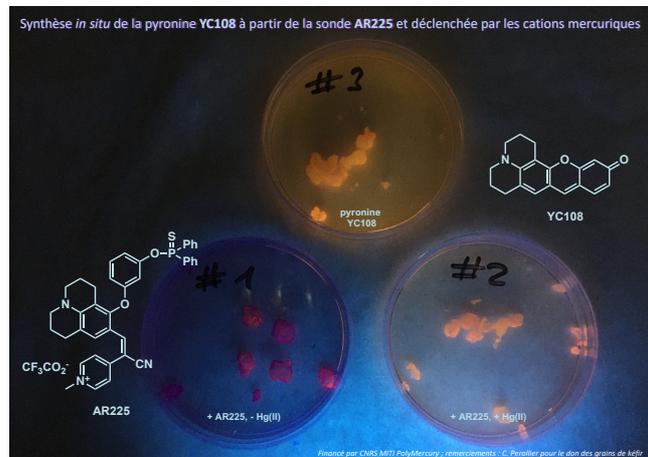
# Highlights 2024

Recherche collaborative

## *L'assemblage covalent : une approche émergente et prometteuse en (bio)détection fluorogénique*

Y. Capello, M. Croizier, V. Gaumerd, K. Renault, A. Romieu

Au cours des deux dernières décennies, l'utilisation des sondes fluorescentes dites intelligentes (ou « smart fluorescent probes ») a bouleversé positivement le secteur de l'analyse (bio)chimique et a contribué à l'avènement de l'imagerie moléculaire *in vivo* et du photo-théranostique. Une des approches fréquemment employées pour concevoir ces sondes moléculaires exploite la réactivité chimique de l'analyte à détecter ; on parle alors de l'approche « activity-based sensing » (ABS). Elle permet souvent une détection hautement sélective de l'analyte cible. Afin d'accéder à des sondes moléculaires toujours plus performantes et de relever des défis actuels et à venir en bioanalyse, nous explorons depuis une dizaine d'années une approche de rupture connue sous le nom d'assemblage covalent, particulièrement bien adaptée pour obtenir une sensibilité de détection optimale. Elle est basée sur la conception et l'utilisation de précurseurs moléculaires « cagés » qui peuvent être convertis *in situ* (i.e., dans le milieu d'analyse) en hétérocycles fluorescents, via des réactions domino, efficaces dans les milieux aqueux et déclenchées par l'analyte cible. Nous avons consacré plusieurs années à la mise au point, l'optimisation et la validation d'une cascade moléculaire fluorogénique originale, permettant la formation *in situ* de colorants pyronine brillants et émissifs au-delà de 550 nm, sous l'action d'un stimulus enzymatique. Ces développements méthodologiques ont ouvert la voie à des réalisations spectaculaires en 2024, dans le cadre des projets ANR InnoTherano (PRC, 2022-2026, en coll. avec l'IC2MP (Poitiers) et l'Institut Curie (Orsay)) et MITI CNRS PolyMercury (2024, en coll. avec le laboratoire Chrono-environnement (Montbéliard)). Ainsi, nous avons pu montrer pour la première fois qu'il était possible de déclencher la formation d'une pyronine fluorescente dans des cellules vivantes présentant une activité  $\beta$ -galactosidase lysosomale. Cette preuve de synthèse *in cellulo* d'un fluorophore organique à partir d'une sonde enzymo-activable constitue la clé de voute de nouvelles approches en (photo)théranostique moléculaire actuellement explorées. Dans le contexte de l'analyse environnementale, nous avons également démontré que ce processus fluorogénique original pouvait être mis en œuvre dans des « grains de kéfir » (levain constitué de bactéries lactiques et levures) utilisés comme bio-adsorbant pour la dépollution des eaux contaminées par des métaux lourds (dans le cas présent, cela permet la détection des cations  $Hg(II)$ ).



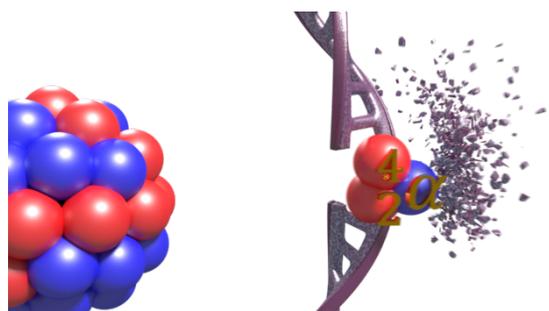
# Highlights 2024

Innovation Recherche et Formation

## *Chaire Professeur Junior : La radiothérapie interne vectorisée alpha – de la radiochimie aux approches multimodales*

S. Poty, Chaire de Professeur Junior (ICMUB et UFR Sciences et Techniques)

Le domaine de la radiothérapie interne vectorisée (RIV) est actuellement en plein essor en raison des réponses spectaculaires observées chez des patients traités en thérapie compassionnelle avec l' [ $^{225}\text{Ac}$ ]Ac-PSMA-617, suscitant un vif intérêt pour les radionucléides émetteurs de particules  $\alpha$ . Cependant, le domaine de la RIV- $\alpha$  fait face à de nombreux défis pour une application clinique plus



large, notamment : i) la rareté du radionucléide, ii) une compréhension limitée de la chimie de coordination et de la radiochimie des émetteurs de particules  $\alpha$ , et iii) les toxicités hors cible qui limitent le potentiel curatif de cette approche. Dans ce contexte l'Université Bourgogne Europe a recruté la Dr. Sophie Poty, en tant que Chaire Professeur Junior (2024-2030), dont le projet de recherche vise à surmonter les limitations actuelles de la RIV- $\alpha$  en explorant la radiochimie fondamentale de ces radionucléides et en appliquant

des outils chimiques innovants ainsi que des approches individualisées pour maximiser les bénéfices thérapeutiques de la RIV- $\alpha$ .

La Dr. Sophie Poty a obtenu son doctorat de chimie à l'Université de Bourgogne en 2015 après une thèse sous la direction du Prof. Franck Denat et de la Dr. Christine Goze. Elle a réalisé deux stages post-doctoraux au Memorial Sloan Kettering Cancer Center (2016-2019; New York, USA) dans le groupe du Prof. Jason S. Lewis, expert en radiochimie, et à l'Institut de Recherche en Cancérologie de Montpellier (2019-2023) dans le groupe du Dr. Jean-Pierre Pouget, expert en radiobiologie. Sophie a rejoint l'ICMUB et l'équipe RITM en octobre 2023 dans le contexte du RHU CASSIOPEIA en collaboration avec l'Institut Curie. Elle est depuis septembre 2024 titulaire d'une Chaire Professeur Junior.

L'arrivée du Dr. Sophie Poty marque le lancement de la RIV- $\alpha$  préclinique à l'ICMUB et s'insère dans le dynamisme de recherche de l'équipe RITM qui suit la montée en puissance des radiopharmaceutiques en clinique et le premier essai clinique avec de l'actinium-225, au Centre Georges François Leclerc. En plus de ces activités de recherche, Sophie assume un service d'enseignement avec notamment la création d'une unité d'enseignement en radiochimie pour le Master international Innovative Drugs.

