

2020

Highlights

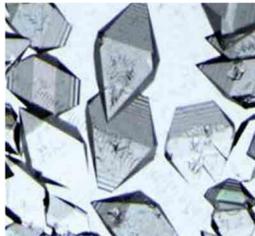
Laboratoire de chimie
de coordination



Sommaire

- 3** Édito
- 4** Laboratoire de chimie de coordination : présentation et chiffres clés
- 6** Chimie et catalyse

- 10** Chimie et santé

- 15** Chimie et matériaux

- 21** Les temps forts de 2020
- 22** Lexique

Édito

L'année 2020 est évidemment une année particulière en raison de la crise sanitaire exceptionnelle que nous sommes en train de traverser. Plus que jamais, les recherches scientifiques et le temps long de la recherche sont indispensables. Allant de pair, diffuser les résultats de recherche qui s'effectuent dans les laboratoires est primordial, afin d'éclairer et d'apporter des données scientifiques fiables à nos concitoyen.nes.

A l'heure où énormément d'activités professionnelles, telles que les réunions ou les enseignements se font en distanciel, il nous a semblé nécessaire de diffuser ces résultats de la recherche du laboratoire de chimie de coordination (LCC) numériquement mais également *via* ce document.

Cette brochure, « Temps forts du laboratoire 2020 » tout en vous présentant des résultats scientifiques récents obtenus au laboratoire, vient démontrer, encore une fois, la diversité et la complémentarité des recherches qui y sont menées. Répartis en trois axes thématiques, catalyse, santé et matériaux, vous y découvrirez notamment l'importance des complexes d'or dans la lutte des maladies tel que le cancer, l'importance des nanoparticules d'argent pour le développement de capteurs de polluants aqueux ou encore que les amines chirales se mettent au tandem...

À travers des recherches allant du fondamental jusqu'aux applications, ces quinze textes vous feront découvrir la chimie de coordination et ses trois interfaces disciplinaires : chimie/biologie, chimie/catalyse et chimie/physique.

L'année 2020 a été ponctuée par le démarrage du projet « Innovative Training Network », le principal programme européen de formation doctorale développé par la Commission européenne. C'est dans ce cadre que le laboratoire a eu le plaisir d'accueillir notamment 5 des 15 doctorant.es de ce programme dont il a la coordination globale.

Le laboratoire a également à cœur d'ouvrir chaque année ses portes lors de la Fête de la science en faveur de la diffusion de la culture scientifique. Cette année, afin de remplir cette mission tout en assurant la sécurité sanitaire de tout.es, ce sont donc trois portraits vidéos de scientifiques du laboratoire qui ont été réalisés et diffusés dans ce cadre.

L'année 2021, sera nous l'espérons, tout aussi riche en résultats scientifiques, avec notamment la mise en place du projet Plateformes régionales de recherche et d'innovation (PPRI) NANOMAT pour le renforcement du service de diffraction de rayons X et de microscopie électronique du laboratoire dont le financement est déjà acquis, la mise en place, nous l'espérons, des projets CPER LCC-BAT-INNOV et TCM, respectivement destinés à renforcer l'innovation et les plateformes scientifiques du laboratoire ainsi que celles de la fédération de chimie moléculaire du site (ICT).

Je vous souhaite une belle lecture. Avec tous mes remerciements aux actrices et acteurs de cette excellente brochure.

Azzedine Bousseksou

Présentation et chiffres-clés du laboratoire



La recherche au LCC

La recherche développée au LCC possède une unité thématique qui s'articule autour de la chimie des métaux et des hétéro-éléments.

Les domaines d'application sont la catalyse, la synthèse organique, la synthèse macromoléculaire, les matériaux moléculaires, les nanosciences, la chimie bio-inorganique, les médicaments...



Nombre de personnels

À présent, plus de 200 personnes travaillent au laboratoire de chimie de coordination, selon la répartition suivante :

- 82 chercheur.es et enseignant.e-chercheur.es
- 52 personnels d'accompagnement de la recherche (ingénieur.es, administratifs, technicien.nes)
- 65 doctorant.es et 16 post-doctorant.es
- 4 stagiaires



Équipes de recherche

15 équipes de recherches sont réparties parmi les trois axes thématiques du laboratoire :

- « chimie et catalyse »
- « chimie et santé »
- « chimie et matériaux »

Les recherches menées sont à l'interface avec d'autres disciplines : la chimie fine et catalyse à l'interface avec le génie des procédés ; les matériaux moléculaires à l'interface avec la physique et la chimie bio-inorganique et le rôle des métaux en biologie à l'interface avec la santé et les sciences de la vie.



Services scientifiques et techniques

Le LCC possède 16 services scientifiques et techniques qui représentent l'ensemble de l'équipement et du soutien à la recherche nécessaire au fonctionnement d'une grosse unité de recherche travaillant essentiellement dans le domaine de la chimie moléculaire.

Les services du LCC sont intégrés dans les services de la structure fédérative en chimie moléculaire et ouverts à la communauté scientifique toulousaine.



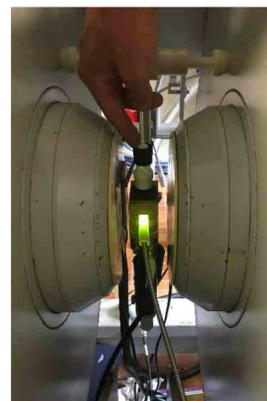
© Cyril Fresillon/CNRS Photothèque



© Cyril Fresillon/CNRS Photothèque



© Cyril Fresillon/CNRS Photothèque



© Bruno Meier/LCC Toulouse

Ci-dessus, quatre équipements de recherche (de gauche à droite) : résonance magnétique nucléaire (RMN), microscopie électronique à transmission, diffraction de rayons X et résonance paramagnétique électronique (RPE)



Production scientifique

En moyenne par an, 217 publications et 12 ouvrages scientifiques sont issus du laboratoire.

17 thèses en moyenne sont soutenues par an.

Le laboratoire accueille également chaque semaine une conférence d'un laboratoire ou organisme extérieur.



Collaborations internationales

Le LCC a mis en place deux laboratoires internationaux avec le Mexique et les États-Unis, trois projets internationaux de coopération scientifique avec l'Espagne, la Russie et le Brésil et plusieurs groupements de recherches internationaux avec notamment la Russie, le Japon et l'Ukraine.



Innovation et industries

Le LCC participe annuellement à environ 8 dépôts de brevets. Le transfert technologique s'opère au travers des contrats de collaboration mis en place avec nos partenaires industriels, dans des domaines applicatifs très variés, et dans lesquels nos équipes de recherche apportent leur expertise.



Formations

Le LCC est impliqué dans la formation d'étudiant.es via l'encadrement de doctorant.es et post-doctorant.es mais également via la dispense d'enseignements en licence et master à l'université Paul Sabatier, à l'INP de Toulouse et l'IUT de Castres.



Prix et distinctions

En moyenne chaque année, ce sont 8 prix et distinctions qui sont attribués à des membres du laboratoire.

I. Chimie et catalyse



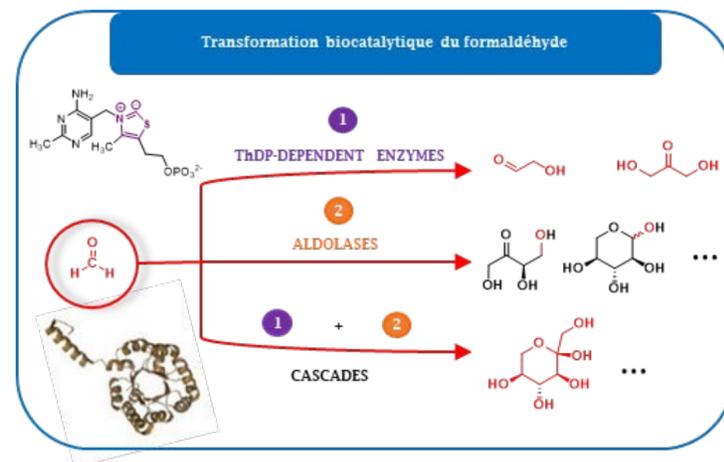
Transformation biocatalytique du formaldéhyde

Mots-clés : biocatalyse, cascade, formaldéhyde

Dans le contexte de remplacement des ressources fossiles, le formaldéhyde apparaît comme une source carbone émergente, parfaitement complémentaire avec les sources plus étudiées que sont les composés CO_2 , CO , HCOOH et CH_4 .

Dans cette revue, les scientifiques ont montré que la biocatalyse est une approche idéale pour contrôler la grande réactivité du formaldéhyde et l'exploiter dans des réactions complexes. Le formaldéhyde a été utilisé, en particulier, comme

seul réactif pour la synthèse énantiosélective de sucres composés de 4 à 6 atomes de carbone grâce à une cascade enzymatique impliquant une réaction de formose puis d'aldolisation (figure ci-dessous, cascade 1+2). La combinaison des domaines i) de découverte d'enzymes naturelles, ii) de la compréhension des mécanismes et iii) de la bio ingénierie offre une synergie remarquable d'élaboration de biocatalyseurs stéréospécifiques d'intérêt pour la chimie de synthèse.



© Sarah Desmons/LCC Toulouse

Référence

Formaldehyde as a Promising C1 Source: The Instrumental Role of Biocatalysis for Stereocontrolled Reactions, Desmons, S., Fauré, R., Bontemps, S., *ACS Catal.* **2019**, 9575-9588, DOI:10.1021/acscatal.9b03128

Collaboration

Ces travaux ont été réalisés en collaboration avec Toulouse Biotechnology Institute (TBI, CNRS/INRAE/INSA).

Financements

Ce travail a bénéficié d'un financement de thèse Région Occitanie/Université de Toulouse et d'un financement de l'agence nationale de la recherche (ANR) pour le projet « Cycle de Calvin Inorganic – ICC ».

Équipe

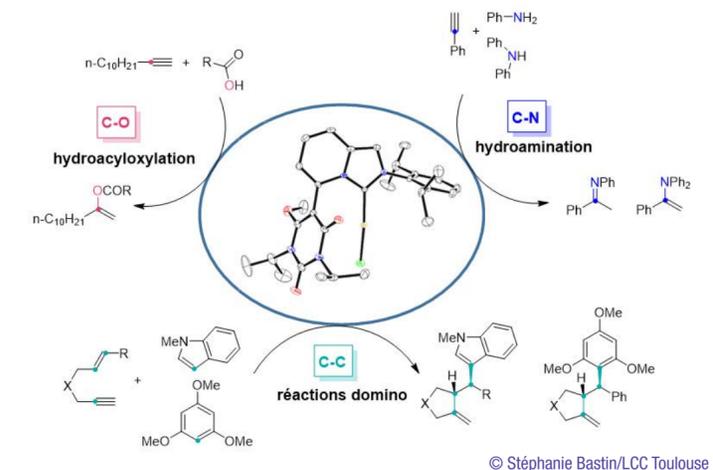
Activation de petites molécules

La ruée de l'or vers de nouveaux outils moléculaires

Mots-clés : carbènes N-hétérocycliques, catalyse, or

L'or a toujours fait l'objet de fascination et de convoitise depuis des millénaires mais a longtemps été considéré comme inactif en chimie. Il présente pourtant l'avantage de conduire à de larges complexités moléculaires à partir de molécules simples sans toxicité résiduelle, c'est-à-dire sans créer de sous-produit toxique durant la réaction. Les complexes d'or ont été étudiés par les scientifiques et représentent des candidats parfaits pour la chimie verte et durable. Ils ont été élaborés de nouvelles structures catalytiques capables de former des liaisons C-C, C-O et C-N. Le travail de recherche a consisté à trouver la combinaison métal-ligand permettant d'accéder à une efficacité et une sélectivité maximales. Les équipes ont imaginé un ligand en forme de

« L » associant une entité carbénique, connue pour être efficace en catalyse à l'or et un motif barbiturique. Grâce à la forme de sa structure, ce ligand forme une poche protectrice autour du centre métallique du complexe formé. Il protège ainsi le site actif durant le cycle catalytique et il le stabilise. Selon les équipes de recherche, ce nouveau catalyseur engendre une excellente activité pour la synthèse de molécules organiques incorporant des motifs indoles, justement présents dans de nombreuses molécules d'intérêts pharmaceutiques. Ces catalyseurs ouvrent également de nouvelles perspectives en catalyse asymétrique en présence de complexes d'or, une technique essentielle en industrie pharmaceutique.



© Stéphanie Bastin/LCC Toulouse

Référence

An original L-shape, tunable N-Heterocyclic Carbene platform for efficient gold(I) catalysis, Tang, Y., Benaissa, I., Huynh, M., Vendier, L., Lugan, N., Bastin, S., Belmont, P., César, V., Michelet, V., *Angew. Chem. Int. Ed.* **2019**, 58, 7977-7981, DOI:10.1002/anie.201901090

Collaboration

Ces travaux ont été réalisés en collaboration avec l'Institut de recherche chimie Paris (IRCP, CNRS/Université PSL/Chimie ParisTech), l'Institut de chimie de Nice (ICN, CNRS/Université Côte d'Azur) et le laboratoire Cibles thérapeutiques et conception de médicaments (CiTCoM, CNRS/Université de Paris Descartes/Faculté de pharmacie de Paris).

Financements

Ce travail a été financé par l'agence nationale de la recherche (ANR) pour le projet « Catalyse asymétrique en présence de complexes d'or(I) et d'or(III) – Un nouvel arsenal pour la construction d'architectures moléculaires chirales – GOLDWAR ».

Équipe

Ingénierie moléculaire des pré-catalyseurs

Vers un contrôle parfait de la polymérisation : une utopie radicale ?

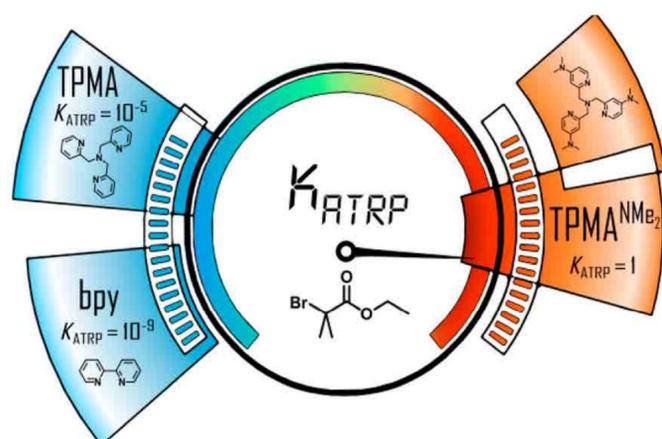
Mots-clés : mécanismes de réaction, polymérisation radicalaire par transfert d'atome (ATRP), radicaux libres

La polymérisation radicalaire contrôlée, développée depuis les années 90, est devenue un outil incontournable pour la fabrication de nouveaux matériaux fonctionnels. L'une des méthodes les plus performantes, la polymérisation radicalaire par transfert d'atomes (ATRP), fait appel à des catalyseurs métalliques, (L)Mt. Une forte activité de recherche sur l'ingénierie de la sphère de coordination du métal (L), a conduit au développement de catalyseurs de plus en plus actifs. Le champion actuel, un milliard de fois plus actif que les premiers complexes étudiés, est un complexe de cuivre développé par les scientifiques. Les performances de ces catalyseurs sont tellement bonnes que des réactions parasites, jusque-là négligées, doivent maintenant être étudiées en détail.

L'étude présentée scrute l'interaction entre radicaux modèles des chaînes polymères en croissance (P•) et catalyseurs. L'étape clé ouvrant la voie aux réactions parasites est la formation d'une liaison directe entre le métal et la chaîne polymère, (L)Mt-P. Ces travaux ont mis en évidence la présence d'un nouveau mécanisme de terminaison, appelé terminaison radicalaire réductrice, conduisant à

des chaînes de polymère « mortes », aux bouts de chaîne hydrogénés (P-H), par transfert couplé d'un proton en provenance du milieu (molécules de solvant) et d'un électron du métal. L'étude a également montré que les radicaux stabilisés par une fonction nitrile ne se lient pas au métal *via* l'atome de carbone mais plutôt *via* l'atome d'azote conjugué, donnant lieu à une espèce kétonimine, Mt-N=C=C. La facilité de cette réaction a été étudiée par rapport à la nature du radical, de la sphère de coordination du métal et de l'acidité du donneur de proton.

Les résultats de cette étude permettent de mieux appréhender l'effet de la nature du catalyseur sur la vitesse et le contrôle de la polymérisation d'un côté et sur la présence de réactions non désirées de l'autre. L'ATRP est déjà une méthode extrêmement efficace et utilisée pour une multitude d'applications. Une compréhension très fine des rares réactions parasites ouvre la voie à l'optimisation des catalyseurs et donc à la possibilité de fabriquer des matériaux encore mieux définis avec encore moins de catalyseur : moins chers et moins contaminés par des traces de métal.



© American Chemical Society

Référence

Reductive termination of cyanoisopropyl radicals by copper(I) complexes and proton donors: organometallic intermediates or coupled proton-electron transfer?, Thevenin, L., Fliedel, C., Fantin, M., Ribelli, T. G., Matyjaszewski, K., Poli, R., *Inorg. Chem.* **2019**, 58, 6445–6457, DOI:10.1021/acs.inorgchem.9b00660

Collaborations

Ces recherches ont été menées avec Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Etats-Unis.

Financements

Ces travaux ont été financés par le Laboratoire international associé (LIA) « Laboratoire de chimie de coordination pour la polymérisation radicalaire contrôlée » (LCC-PRC).

Équipe

Ligands, architectures complexes et catalyse



Quand les amines chirales font du tandem....

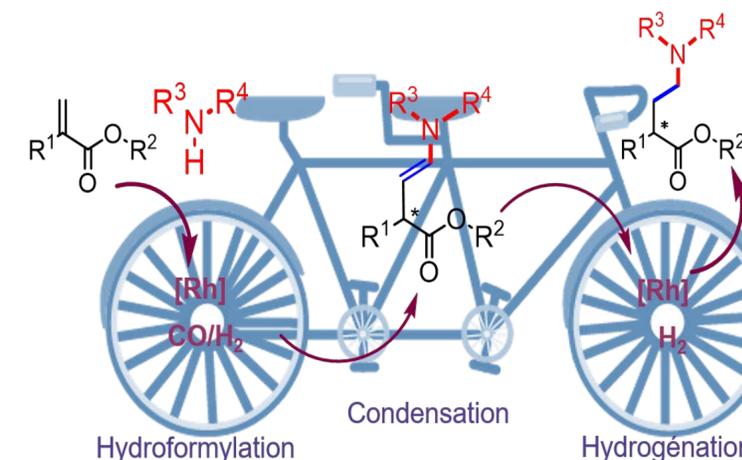
Mots-clés : amines chirales, catalyse d'hydroaminométhylation, réaction tandem

Les amines chirales sont des éléments de base dans l'industrie pharmaceutique (présentes dans environ 40 % des produits pharmaceutiques) et agrochimique. Par conséquent, le développement de méthodologies efficaces pour la préparation d'amines chirales à haute pureté optique est d'une grande importance. Une méthode élégante et prometteuse de synthèse est la réaction tandem d'hydroaminométhylation qui permet à partir d'un alcène d'accéder directement à l'amine chirale visée. Cette réaction tout en un, efficace en économie d'atomes, permet d'effectuer la synthèse des amines à partir d'alcènes et d'amines sous pression de CO/H₂. Elle combine trois étapes de synthèse en une seule dont deux sont catalysées par des complexes de métaux de transition.

La première étape est l'hydroformylation de l'alcène générant l'aldéhyde qui se condense ensuite avec l'amine initialement présente dans le milieu réactionnel pour former l'énamine (ou

imine) correspondante. Son hydrogénation permet d'obtenir l'amine finale avec de l'eau comme seul produit concomitant.

Les scientifiques ont développé une synthèse efficace d'esters γ-aminobutyriques chiraux par cette réaction tandem intermoléculaire d'esters acryliques. Il s'agit du premier exemple de réaction d'hydroaminométhylation asymétrique catalysée par un seul complexe de rhodium sans utiliser d'agents réducteurs extérieurs ou de cocatalyseurs souvent nécessaires pour obtenir de bonnes énantiosélectivités. Une grande variété d'esters γ-aminobutyriques chiraux a été obtenue avec des rendements moyens à excellents (50-96 %) et des énantiosélectivités bonnes à élevées (66-86 %). Une étude de résonance magnétique nucléaire (RMN) sous pression montre la coexistence d'espèces catalytiques neutres et cationiques. L'étude se poursuit sur d'autres alcènes et sur le système catalytique pour améliorer l'énantiosélectivité.



© Martine Urrutigoity/LCC Toulouse/FreePik

Référence

Efficient Synthesis of Chiral γ-Aminobutyric Esters via direct Rhodium-Catalyzed Enantioselective Hydroaminomethylation of acrylates, Cunillera, A., Dias de los Bernados, M., Urrutigoity, M., Claver, C., Ruiz, M., Godard, C., *Catal. Sci. Technol.*, **2020**, 10, 630-634, DOI:10.1039/C9CY01797F

Collaborations

Ce travail a été réalisé en collaboration avec le Departament de Química Física i Inorgànica de l'Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, Espagne.

Équipe

Catalyse et chimie fine

II. Chimie et santé



Des complexes d'or pour cibler les acides nucléiques G-quadruplex

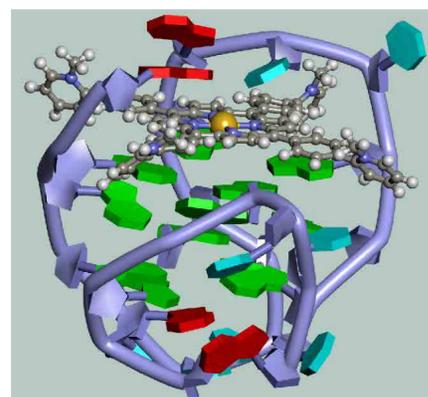
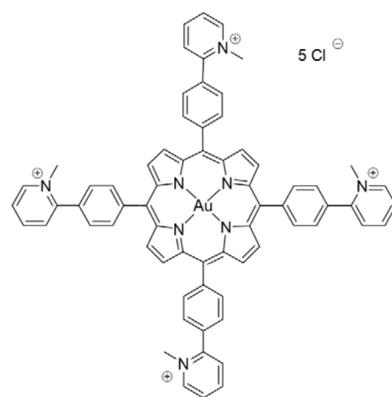
Mots-clés : activité biologique, porphyrine

Les acides nucléiques (ADN et ARN) riches en guanines peuvent adopter un repliement particulier en quatre brins appelé G-quadruplex. Ces structures originales constituent des signaux de régulation au niveau du génome ou de la biosynthèse des protéines. Ils sont notamment impliqués dans des maladies comme le cancer, on en trouve aussi dans les génomes de virus. Le ciblage des G-quadruplex associés à une maladie grâce à des molécules de synthèse permettrait de mettre au point de nouveaux médicaments.

Les scientifiques ont conçu et préparé des porphyrines (à gauche sur la figure) pour cibler

spécifiquement les acides nucléiques G-quadruplex. Dans toutes les séries préparées, les porphyrines métallées par de l'or(III) s'avèrent d'excellents ligands de G-quadruplex (voir l'association porphyrine d'or-G quadruplex sur la figure de droite) capables d'inhiber les processus cellulaires gérés par les G-quadruplex d'ARN ou d'ADN.

Les porphyrines d'or ont montré des activités antivirales très prometteuses contre le virus HIV-1 (un brevet a été déposé sur ce sujet en 2017) et sont actuellement testées à l'Institut Pasteur sur le coronavirus.



© Geneviève Pratviel/LCC Toulouse

Référence

G-Quadruplex binding optimization by gold(III) insertion into the center of a porphyrin, Pipier, A., De Rache, A., Modeste, C., Amrane, S., Mothes-Martin, E., Stigliani, J.-L., Calsou, P., Mergny, J.-L., Pratviel, G., Gomez, D., *Dalton Trans.* **2019**, 48, 6091-6099, DOI:10.1039/c8dt04703k

Collaborations

Ces travaux ont été réalisés en collaboration avec l'Institut de pharmacologie et de biologie structurale (IPBS, CNRS/Université Toulouse III – Paul Sabatier) et l'Institut européen de chimie biologique, Bordeaux.

Financements

Ces travaux ont été financés par l'agence nationale de la recherche (ANR) pour le projet « Synthèse et évaluation cellulaire de ligands spécifiques de G-quadruplexes dérivés de porphyrines et salens – QUARPDIEMS » et par des financements régions « Quadruplexes d'acides nucléiques : synthèse et évaluation biologique de petits ligands ».

Équipe

Agents anti-infectieux moléculaires et macromoléculaires

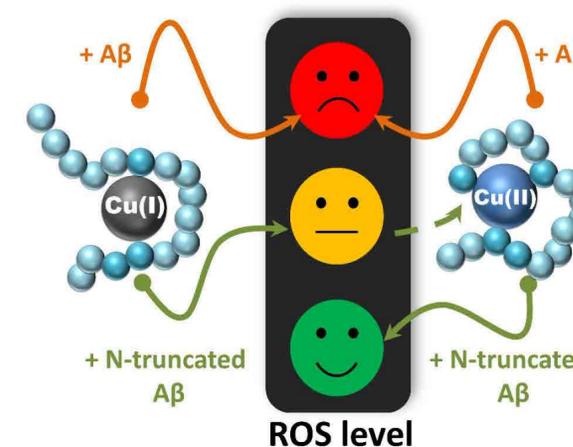


Toxicité du cuivre dans la maladie d'Alzheimer : la longueur du peptide amyloïde importe !

Mots-clés : cuivre, maladie d'Alzheimer, peptides

La maladie d'Alzheimer (MA) est une maladie neurodégénérative causée, entre autre, par une accumulation du peptide amyloïde-beta ($A\beta$) qui devient nocif à travers son agrégation en plaque sénile et à travers la production d'espèces réactives de l'oxygène (ERO) du complexe de cuivre associé ($Cu-A\beta$). De longue date, dans les études visant à comprendre le rôle des ions métalliques dans la production d'ERO, le peptide modèle $A\beta_{1-x}$ a été utilisé. Or, il a été mis en évidence qu'une grande partie des peptides $A\beta$ retrouvés dans les plaques séniles est sous une forme tronquée en position N-terminale ($A\beta_{4/11-x}$). Cette coupure du peptide, en particulier en position 4 et en position 11, génère un site de coordination de type ATCUN (Zzz-Xxx-His) conduisant à des propriétés de coordination du Cu très différentes de celles du peptide non tronqué ($A\beta_{1-16}$). Dans une étude pionnière, le peptide tronqué en position 4 ($A\beta_{4-16}$) s'est montré capable d'extraire le Cu(II) du complexe $Cu(II)-A\beta_{1-16}$ et d'arrêter la production d'ERO via la formation d'un complexe de $Cu(II)ATCUN$ résistant à la réduction. Un rôle bénéfique de cette modification dans le cadre de la MA a alors été proposé. Depuis, de nombreuses études cherchent à identifier le rôle physiologique de ces modifications. Afin d'avoir une vision plus large des événements qui pour-

raient se produire dans la fente synaptique les chercheurs s'intéressent à l'impact de l'état d'oxydation du Cu dans la production d'ERO. Dans ce travail ils ont évalué la capacité des peptides N-tronqués $A\beta_{4/11-16}$ à arrêter la production d'ERO en présence de Cu(I) et à extraire le Cu(I) du complexe $Cu(I)-A\beta_{1-16}$. Les résultats montrent que les peptides N-tronqués produisent effectivement des ERO lorsque du Cu(I) est présent dans le milieu, bien que dans une moindre mesure que la version non modifiée. Cette production d'ERO a été attribuée à l'existence d'un complexe formé de façon transitoire dans lequel le Cu(II) est coordonné de façon linéaire et non dans le motif ATCUN. En outre, lorsque les peptides N-tronqués sont étudiés en mélange avec le peptide $A\beta_{1-16}$, reproduisant ainsi le milieu biologique ou différents isoformes du peptide $A\beta$ coexistent, les peptides N-tronqués ne sont pas capables d'empêcher totalement la production d'ERO induite par $Cu(I)-A\beta_{1-16}$. Ce résultat est en parfaite adéquation avec les constantes d'affinités pour le Cu(I) déterminées, similaires pour $A\beta_{4/11-16}$ et $A\beta_{1-16}$. Cette étude mitige le rôle protecteur alloué aux peptides $A\beta$ tronqués en position N-terminale 4 et 11, en conditions « plus » physiologiques.



© Christelle Hureau/LCC Toulouse

Référence

N-truncated $A\beta$ peptides impact on Cu and $Cu(A\beta)$ -generated ROS: Cu(I) matters ! Esmieu, C., Ferrand, G., Borghe-
sani, V., Hureau, C., *Chem. Eur. J.*, **2020**, DOI:10.1002/chem.202003949

Financements

Ces travaux ont été financés par la bourse européenne ERC "Alzheimer's disease and Zinc: the missing link ?" et le programme post-doc PRESTIGE (projet : n. PCOFUND-GA-2013-609102).

Équipe

Alzheimer et amyloïdes : bases moléculaires, thérapie par chélation et détection



Le cuivre et l'or boostent l'activité anti-cancéreuse de dendrons

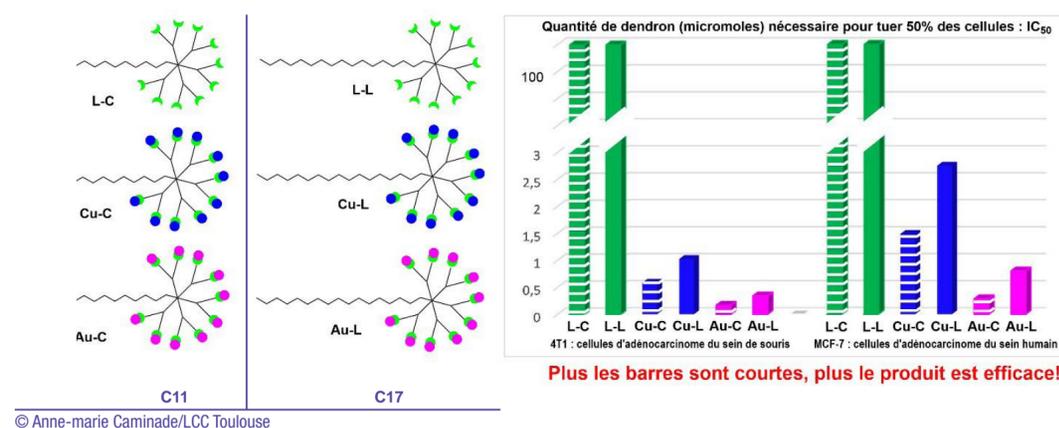
Mots-clés : complexes métalliques, dendrons phosphorés, propriétés anti-cancéreuses

Des dendrons phosphorés possédant une chaîne alkyle de longueur variable (C11 ou C17) liée au cœur et 10 ligands en surface ont été synthétisés et utilisés pour la complexation du cuivre ou de l'or (voir la schématisation de ces dendrons sur la partie gauche de l'image). Les complexes de dendrons ont montré une activité antiproliférative significative contre plusieurs lignées de cellules cancéreuses du sein agressives, comme indiqué dans la partie droite de l'image. Les valeurs d'IC50 (la quantité minimale de dendrons nécessaire pour tuer 50 % des cellules) sont de deux ordres de grandeurs plus faibles (donc plus efficaces) avec les complexes de dendrons qu'avec les dendrons non complexés. La cytotoxicité augmente lorsque la longueur de la chaîne alkyle diminue et lorsque le cuivre est remplacé par l'or, le complexe Au-C étant donc le plus actif.

De façon très intéressante, la nature du métal

influe considérablement sur la voie de mort cellulaire. Les complexes de cuivre ont induit une faible activation de la caspase 3, une protéase à cystéine, dont l'activation séquentielle joue un rôle central dans le déclenchement de l'apoptose cellulaire. Les complexes d'or au contraire induisent un processus dépendant de la caspase 3 mais provoquent aussi la translocation de Bax (une protéine régulatrice de l'apoptose) dans les mitochondries, induisant une activation très efficace du processus apoptotique.

Ces complexes de dendrons phosphorés représentent une nouvelle classe de nano-médicaments anticancéreux potentiels et leur développement pourrait ouvrir de nouvelles voies pour lutter contre les cancers agressifs.



© Anne-marie Caminade/LCC Toulouse

Référence

Potent Anticancer Efficacy of First-In-Class Cull and AuIII Metaled Phosphorus Dendrons with Distinct Cell Death Pathways, Chen, L., Fan, Y., Qiu, J., Laurent, R., Li, J., Bignon, J., Mignani, S., Caminade, A.M., Shi, X., Majoral, J.P., *Chem. Eur. J.* **2020**, 5903-5910, DOI:10.1002/chem.202001014

Collaborations

Ces recherches ont été menées avec l'Institut de chimie des substances naturelles (ICSN, CNRS), avec le Laboratoire de chimie et biochimie pharmacologiques et toxicologiques (LCBPT, CNRS/Université de Paris), avec le Centro de Quimica da Madeira, (CQM, Universidade da Madeira) et le State Key Laboratory for Modification of Chemical Fibers and Polymer Materials (College of Chemistry, Chemical Engineering and Biotechnology, Donghua University, Shanghai).

Financements

Ces travaux ont été financés par le National Natural Science Foundation of China, le programme Franco-Chinois Cai Yuanpei (CNRS) et un projet FEDER avec le Centro de Quimica da Madeira.

Équipe

Dendrimères et hétérochimie

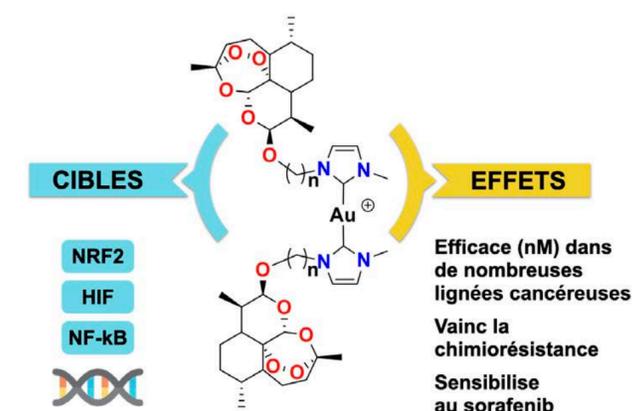
Une molécule pour rendre les cellules cancéreuses vulnérables

Mots-clés : cancer, or, protéines NRF2

Le cancer est une maladie qui touche de plus en plus de monde aujourd'hui. Beaucoup de scientifiques sont mobilisés pour trouver des traitements contre cette maladie, mais les cellules cancéreuses ont des mécanismes de protection très efficaces et développent souvent des résistances contre les traitements médicamenteux. À la recherche de nouvelles molécules anticancéreuses, les scientifiques ont développé des complexes d'or pour tuer les cellules cancéreuses d'une façon sélective, c'est-à-dire capables de faire la différence entre une cellule cancéreuse et une cellule non-cancéreuse. Dans ce contexte, ils ont développé une famille de molécules contenant de l'or et un dérivé de l'artémisinine, une molécule connue pour le traitement du paludisme et qui est actuellement en tests cliniques pour un repositionnement de drogue pour le traitement du cancer. Ces molécules hybrides « or-artémisinine » montrent de très bonnes activités sur un panel de lignées cellulaires de cancers humains avec des GI50 (inhibition de 50 % de la croissance cellulaire) entre 20 et 70 nanomolaires et des indices de sélectivité entre 15 et 17 par rapport à des cel-

lules non-cancéreuses. Cette molécule possède la propriété très particulière d'inhiber le facteur de transcription NRF2, contrairement aux autres complexes d'or et aux dérivés de l'artémisinine. Le rôle de NRF2 est la protection de la cellule, soit en déclenchant des mécanismes contre le stress oxydatif, soit en régulant les voies de biotransformation et d'efflux des substances toxiques pour la cellule. L'activité de NRF2 est souvent associée aux cancers agressifs et résistants aux thérapies contre le cancer. En bloquant NRF2, cette molécule hybride est capable d'affaiblir la défense de la cellule cancéreuse et de la rendre sensible au traitement de médicaments anticancéreux. En d'autres termes, elle peut rendre un médicament efficace pour le traitement d'un cancer normalement résistant à ces médicaments. Cet effet a été démontré pour le traitement de cellules du cancer du foie en combinaison avec le médicament de référence pour ce cancer, le Sorafenib. Ces molécules vont faire l'objet de tests précliniques en 2021.

Hydride Artémisinine-Complexe d'or NHC



© Olivier Cuvillier/LCC Toulouse/IPBS

Référence

Artemisinin-Derivative-NHC-gold(I)-Hybrid with Enhanced Cytotoxic Activity Through Inhibiting NRF2 Transcriptional Activity, Zhang, C., Fortin, P.-Y., Barnoin, G., Qin, X., Wang, X., Fernandez Alvarez, A., Bijani, C., Maddelein, M.-L., Hemmert, C., Cuvillier, O., Gornitzka, H., *Angew. Chem. Int. Ed.* **2020**, 59, 12062-12068, DOI:10.1002/anie.202002992

Collaboration

Ces travaux ont été réalisés en collaboration avec l'Institut de pharmacologie et de biologie structurale (IPBS, CNRS/Université Toulouse III – Paul Sabatier).

Équipe

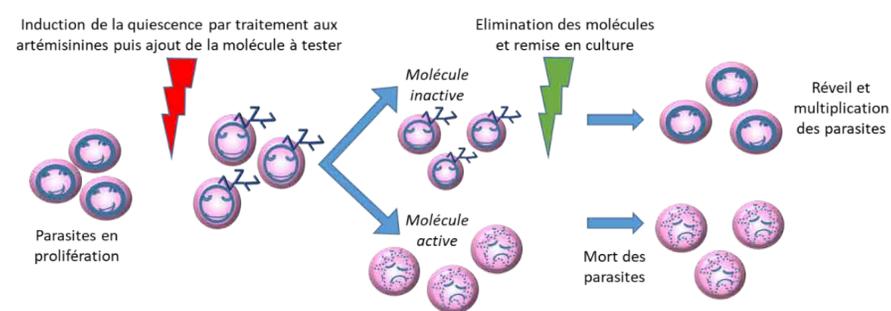
Chimie médicinale pour l'oncologie

Paludisme et résistance aux artémisinines : une nouvelle stratégie pour de nouvelles molécules

Mots-clés : paludisme, résistance médicamenteuse, quiescence

Le paludisme (ou malaria) est la maladie parasitaire la plus mortelle avec 219 millions de cas et plus de 400 000 morts recensés chaque année dans le monde. Tout nouveau traitement est confronté tôt ou tard au développement d'une résistance par le parasite *Plasmodium falciparum*. Les combinaisons thérapeutiques utilisées actuellement qui associent un dérivé de l'artémisinine à une autre molécule antipaludique (appelée molécule partenaire) ne font pas exception. Depuis plusieurs années, des parasites résistants aux artémisinines sont apparus sur le terrain. Cette résistance a la particularité d'être due à un phénomène de quiescence (dormance) : lorsqu'ils sont exposés aux artémisinines, les parasites résistants entrent dans une phase de sommeil puis, lorsque le traitement est éliminé, ils se multiplient à nouveau. Si la molécule partenaire n'est pas capable d'éliminer les parasites dormants, cela favorise les échecs thérapeutiques et la sélection de résistances secondaires. Jusqu'à présent, il était impossible

d'évaluer *in vitro* la chimio-sensibilité de parasites quiescents car tous les tests existants reposaient sur la prolifération parasitaire. Le test spécifique qui a donc été développé permet de déterminer l'activité de molécules sur ces parasites résistants et dormants en se basant sur leur capacité de réveil, après l'arrêt du traitement, puis de multiplication. L'application de ce test aux molécules partenaires utilisées actuellement dans les combinaisons thérapeutiques démontre que peu d'entre elles sont efficaces sur les parasites quiescents. L'identification de molécules agissant sur les parasites quiescents met aussi en évidence les voies parasitaires actives lors de la quiescence. Ces résultats orientent ainsi la conception de nouveaux antipaludiques qui, visant les cibles spécifiques des parasites dormants, seront capables d'éliminer tous les parasites et notamment ceux résistants aux traitements. L'impact de ces travaux est donc à la fois fondamental et appliqué d'un point de vue thérapeutique.



© Jean-Michel Augereau/LCC Toulouse

Référence

Identification of active compounds on quiescent artemisinin-resistant *Plasmodium falciparum* parasites via the Quiescent-stage Survival Assay. Reyser, T., Paloque, L., Oujj, M., Nguyen, M., Ménard, S., Witkowski, B., Augereau, J.-M., Benoit-Vical, F., *J. Antimicrob. Chemother.* **2020** Online ahead of print. DOI:10.1093/jac/dkaa250

Collaborations

Ces travaux ont été réalisés en collaboration avec l'Institut Pasteur du Cambodge.

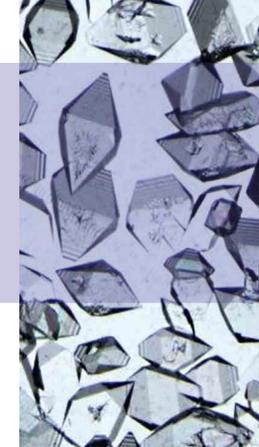
Financements

Ces travaux ont été financés par l'Agence nationale de la recherche (ANR) pour le projet « MALaria ARTemisinins RESistance – MALARTRES ».

Équipe

Nouvelles molécules antipaludiques et approches pharmacologiques

III. Chimie et matériaux

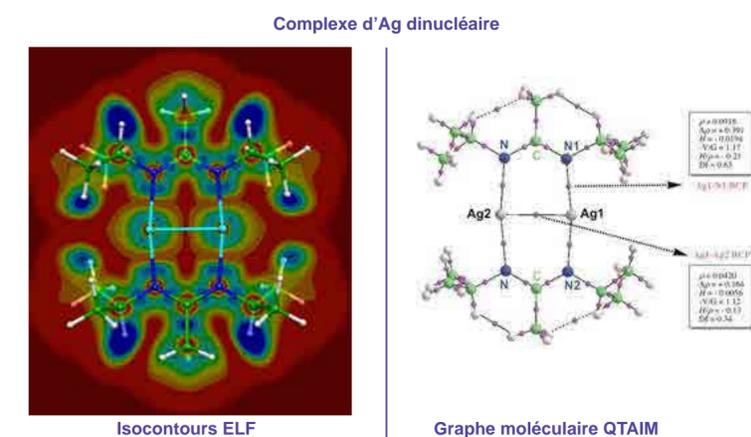


Caractérisation de la liaison chimique au service de la synthèse de nanoparticules d'argent

Mots-clés : analyses topologiques Ag-Ag et Ag-N, complexes organométalliques, nanoparticules d'argent

La synthèse de nanoparticules (NP) d'argent de morphologie et d'état de surface contrôlés est déterminante pour leur usage dans les domaines de l'environnement, de la santé ou encore de l'énergie. Les scientifiques ont conçu et développé des capteurs à partir de complexes précurseurs. L'influence du complexe précurseur sur le mécanisme de nucléation-croissance des NP a été très peu étudiée. Pourtant, la nature des motifs de substitution peut influencer la stabilité, la structure et la nucléarité des précurseurs, paramètres qui vont impacter fortement la synthèse des NP. C'est ce qu'il a été montré pour des précurseurs d'amidinate d'argent employés pour la synthèse de NP d'Ag. Ce travail a été mené dans un dialogue expérience-théorie. Il a été montré qu'un substituant méthyle conduit

à la formation d'un mélange de complexe d'Ag dinucléaire et trinucéaire. Un substituant n-butyle conduit à cristalliser un nouveau complexe tétranucléaire. Les analyses théoriques de la liaison chimique dans ce complexe montrent que le caractère covalent et la force des interactions argentophiles Ag-Ag sont beaucoup plus faibles dans le complexe tétranucléaire que dans le complexe dinucléaire construit avec un anion amidinate à substituant méthyle. Cette pré-organisation variable des centres métalliques permet d'envisager différents mécanismes de réduction du complexe précurseur. Il s'agit d'un premier pas dans l'étude fondamentale des espèces moléculaires formées en tout début de synthèse des NP.



© Christine Lepetit/LCC Toulouse

Référence

Topological analysis of Ag-Ag and Ag-N interactions in silver amidinate precursor complexes of silver nanoparticles, Puyo, M., Lebon, E., Vendier, L., Kahn, M. L., Fau, P., Fajerweg, K., Lepetit, C. *Inorg. Chem.* **2020**, 59, 4328–4339, DOI:10.1021/acs.inorgchem.9b03166

Financements

Ce travail a été financé par le CNRS et le MESRI et a été réalisé à l'aide de ressources des centres de calcul régionaux (CALMIP) et nationaux (GENCI).

Équipe

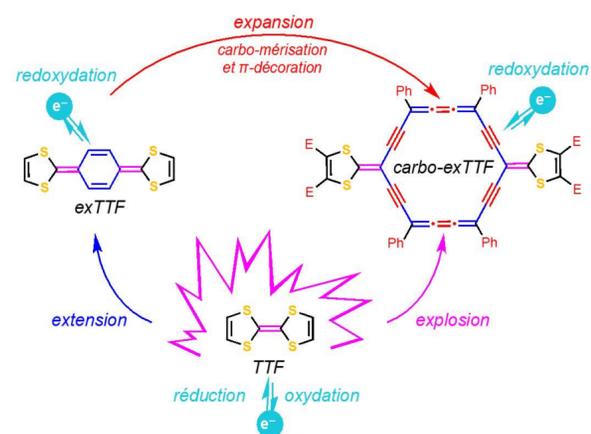
Nanochimie, organisation et capteurs

Nouveau système redox dans l'univers en expansion de la chimie des TTF

Mots-clés : carbo-mères, tétraThiaFulvalènes (TTF), réducteurs riches en carbone

Après sa description en 1970 par Coffen à Boulder au Colorado, le tétrathiafulvalène $H_2C_2S_2C=CS_2C_2H_2$ (TTF) a suscité un engouement en tant que réducteur organique avec la découverte des propriétés conductrices lors de son association avec le chlore, ou avec le TCNQ, puis des propriétés supraconductrices résultant de son association avec le complexe $Ni(DMIT)_2$. Depuis ce « Big Bang », la chimie des TTF reste un univers de recherche en expansion via d'innombrables variations structurales, en particulier en versions expansées « exTTF », où les noyaux dithiolyldènes : $CS_2C_2H_2$ (DTD) sont séparés et pontés par des circuits π -conjugués conditionnant la facilité de leur double oxydation en dications. Un exemple remontant à 1989 est celui d'un pont quinoïde $p-C_6H_4$ dont l'aromatisation en pont benzénique induit l'oxydation séquentielle des noyaux DTD. L'insertion d'un pont carbo-quinoïde $p-C_{18}Ph_4$ a donc été envisagée, en particulier pour évaluer

l'effet de la « carbo-aromaticité » sur la formation des mono- et di-cations : en comparaison du cycle du benzène (C_6), stable, rigide et isolant, la moindre aromaticité du cycle carbo-benzène (C_{18}) est un compromis entre stabilité, flexibilité et conductivité, ces dernières propriétés faisant l'originalité de la cible dite « carbo-exTTF » : cette molécule de type carbo-mère, parfois qualifiée de type « explosé », a ainsi été synthétisée et caractérisée par spectroscopie (RMN), voltammétrie, cristallographie et microscopie à effet tunnel (STM). Des calculs de chimie quantique (DFT) ont permis de montrer que la carbo-aromaticité est bien la force motrice de la formation non seulement des mono- et dications, mais aussi de l'anion dans un processus de réduction inédit. En étant compatible avec une stricte coplanarité des cycles DTD (C_4S) et carbo-quinoïde (C_{18}) à l'état neutre, ce carbo-exTTF initie une famille prometteuse de systèmes redox.



© Remi Chauvin/LCC Toulouse

Référence

Core carbo-mer of an Extended Tetrathiafulvalene: Redox-Controlled Reversible Conversion to a carbo-Benzenic Dication, Listunov, D., Hammerich, O., Caballero-Quintana, I., Poater, A., Barthes, C., Duhayon, C., Højer Larsen, M., Maldonado, J.-L., Ramos-Ortiz, G., Brønsted Nielsen, M., Maraval, V., Chauvin, R., *Chem. Eur. J.* **2020**, 26, 10707-10711, DOI:10.1002/chem.202001700

Collaborations

Ces recherches ont été menées avec l'université de Copenhague, l'université de Gironne et le Mexique.

Financements

Ces travaux ont été financés par l'idex Emergence «Carbo-device», le Laboratoire international associé LIA franco-mexicain et le programme ECOS-Nord M16P02.

Équipe

Molécules insaturées pour la physique, la biologie et la chimie

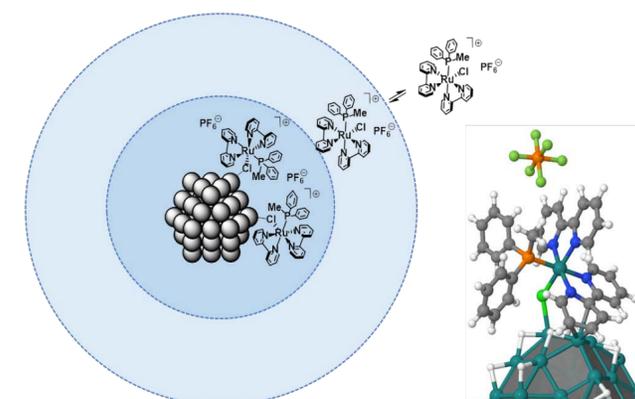
Nanomatériaux hybrides par liaison covalente de complexes organophosphorés de ruthénium à la surface de nanoparticules métalliques

Mots-clés : complexes de métaux de transition, nanoparticules métalliques, nanohybrides

Ces travaux décrivent une voie originale d'élaboration de nanomatériaux hybrides associant des complexes de métaux de transition à des nanoparticules métalliques dont il existe à ce jour dans la littérature très peu d'exemples fondés sur un lien covalent direct entre complexes et nanoparticules.

La synthèse organométallique de nanoparticules de ruthénium fonctionnalisées par des complexes organophosphorés polypyridyles du ruthénium, noté $[RuPMe]^+$, a été aisément réalisée en une étape. Une étude de résonance magnétique nucléaire (RMN) approfondie a mis en évidence l'existence d'une double couche de complexes autour des nanoparticules. Des calculs théoriques ont révélé que la coordination des complexes à la surface du métal (couche interne) intervient via leur atome de chlore qui se

comporte donc comme un ligand pontant entre les deux entités. Les complexes en interaction statique avec leurs homologues internes (seconde couche) sont quant à eux dynamiques. Des propriétés physicochimiques différentes des entités parentes sont attendues par effet de synergie pour de tels nanomatériaux hybrides. Des études préliminaires en électrochimie et en catalyse ont conduit à des résultats prometteurs, validant ainsi l'intérêt de cette approche. Ces travaux ouvrent de nombreuses perspectives pour la conception de nano-hybrides innovants, en variant la nature du métal pour les nanoparticules et/ou celle du complexe organophosphoré.



© Karine Philippot/LCC Toulouse

Référence

When ruthenium transition metal complexes covalently bind to ruthenium nanoparticles to form nanoscale hybrid materials, Martin Morales, E., Coppel, Y., Lecante, P., Esvan, J., del Rosal, I., Poteau, R., Sutra, P., Philippot, K., Igau, A., *Chem. Commun.* **2020**, 56, 4059-4062, DOI:10.1039/D0CC00442A with Journal Cover (<https://doi.org/10.1039/D0CC90159H>).

Collaborations

Ces travaux ont été réalisés en collaboration avec le Centre d'élaboration de matériaux et d'études structurales (CEMES, CNRS) et le Laboratoire de physique et chimie des nano-objets (LPCNO, CNRS/INSA/Université Toulouse III - Paul Sabatier).

Financements

Ce travail a été financé par une bourse doctorale de l'Université Fédérale - Université Paul Sabatier Toulouse et CNRS.

Équipe

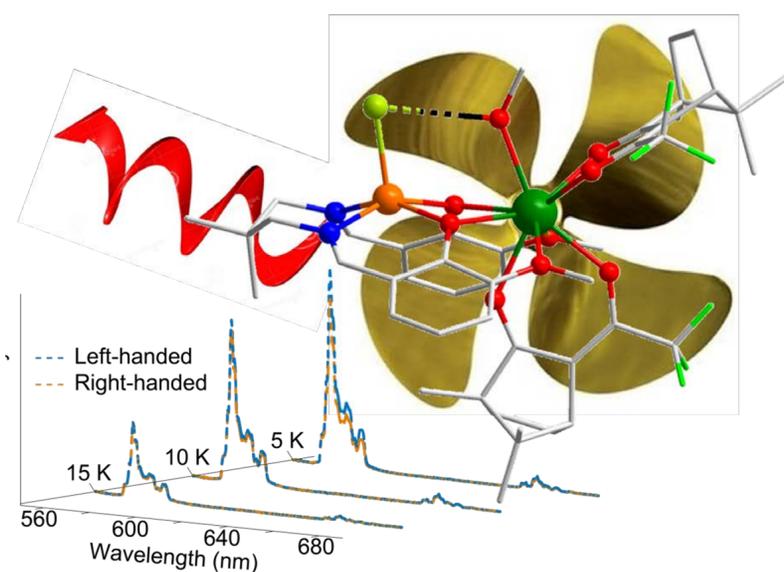
Ingénierie des nanoparticules métalliques

Quand luminescence et magnétisme croisent la chiralité

Mots-clés : luminescence, magnétisme moléculaire, terre-rare

L'action d'un champ magnétique sur une onde lumineuse conduit à des modifications de certaines des caractéristiques optiques. Ainsi, la propagation d'une lumière peut être manipulée par l'application d'un champ magnétique ou utilisée pour sonder l'état magnétique d'un matériau. Les effets magnéto-optiques sont à l'origine d'applications en télécommunications, dans les capteurs ou encore le stockage d'information. Un de ces effets est la polarisation circulaire d'une émission (CPL pour circular polarized luminescence) et correspond à une différence d'intensité entre la fraction de lumière de polarisation droite et celle de polarisation gauche. Dans cette étude, la CPL a été utilisée pour détecter l'aimantation d'une molécule-aimant. L'hypothèse de travail était que le champ magnétique intrinsèque au matériau - et non pas un champ appliqué - induirait ce dichroïsme.

Pour ce faire, un complexe de Dy(III), dont le métal est centre de chiralité, a été conçu. Les études menées sur des cristaux de ce composé ont mis en évidence une polarisation de l'émission en-dessous de 25 K, domaine de température dans lequel le composé présente un comportement magnétique de type SMM, c'est-à-dire que son aimantation s'oriente selon l'axe de facile aimantation. Le facteur de dissymétrie de la luminescence obtenu, $|g_{lum}| = 0,18$, est de signe opposé pour les deux énantiomères (Δ et Λ). Le rôle essentiel du blocage de l'aimantation dans la CPL du composé de Dy a été confirmé par l'absence de CPL pour l'homologue à base d'Eu(III). Ces observations contribuent à la problématique de détection des SMM et sont une première dans le domaine.



© Jean-Pascal Sutter/LCC Toulouse

Référence

Concomitant Emergence of Circularly Polarized Luminescence and Single-Molecule Magnet Behavior in Chiral-at-Metal Dy Complex, El Rez, B., Liu, J., Béreau, V., Duhayon, C., Horino, Y., Suzuki, T., Coolen, L., Sutter, J.-P., *Inorg. Chem. Front.* **2020** (ASAP) DOI:10.1039/d0qi00919a

Collaborations

Ces travaux ont été réalisés en collaboration avec l'Institut des nanosciences de Paris (INSP, CNRS, Sorbonne Université) et le Research Institute for Interdisciplinary Science (RIIS), Okayama University, Japon.

Financements

Ce travail a été financé par l'agence nationale de la recherche (ANR), référence du projet : ANR-09-BLAN-0054-01

Équipe

Matériaux moléculaires et supramoléculaires

Exaltation de l'absorption à deux photons et libération de NO dans un complexe de ruthénium-nitrosyle

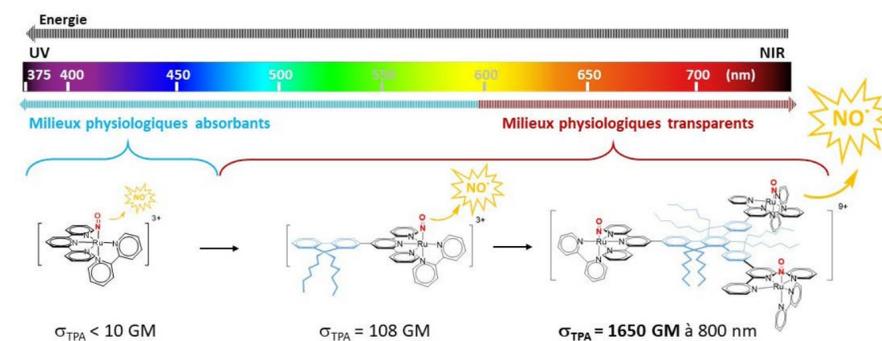
Mots-clés : absorption à deux photons, complexe de ruthénium nitrosyle photoréactif, libération de NO

Depuis la reconnaissance de l'importance biologique du monoxyde d'azote (NO•), à l'origine du prix Nobel de médecine en 1998, les donneurs de NO• sont activement recherchés. Toutefois, en raison de sa toxicité potentielle et de propriétés biologiques qui dépendent fortement de sa concentration, la libération de NO• doit s'effectuer localement et quantitativement. Cette condition est principalement remplie par les complexes photoactivables de ruthénium nitrosyle (RuNO) qui offrent l'avantage de libérer NO• uniquement sous irradiation. De plus, le caractère non invasif de la lumière est un avantage pour l'utilisation thérapeutique de ces complexes.

La localisation spatiale du phénomène peut être réalisée au moyen de la technique de l'absorption à deux photons (TPA) qui utilise deux photons au lieu d'un seul (OPA) pour activer les transitions électroniques moléculaires à la base de la photo-libération et qui est quantifiée par la section efficace moléculaire (δ TPA) exprimée en Göppert-Mayer (GM). La TPA offre en outre l'avantage de travailler dans la fenêtre thérapeu-

tique ($\lambda = 600 - 1300$ nm), où les tissus biologiques offrent la meilleure transparence. Les complexes de ruthénium de première génération, de type dipolaires (donneurs ==> accepteurs) ont montré leur pertinence en permettant de multiplier par 100 les capacités bactéricides d'antibiotiques comme la méthycilline. Mais la faculté de ces composés à absorber la lumière par TPA reste limitée, de l'ordre de 100 GM. C'est pourquoi une nouvelle classe de donneurs née d'une stratégie basée sur une augmentation de la dimensionnalité des systèmes a été étudiée. L'abandon des structures dipolaires simples pour des architectures octupolaires plus complexes conduit à multiplier par 16 la réponse des systèmes RuNO dans des édifices présentant une symétrie d'ordre 3.

Cette exaltation des propriétés permet d'envisager une libération réellement efficace de NO• au moyen de la technique TPA, tout en évitant les dommages collatéraux (brûlure des tissus environnants) avec une profondeur de pénétration accrue.



© Isabelle Malfant/LCC Toulouse

Référence

Two-Photon Triggered NO-Release via a Ruthenium-Nitrosyl Complex with a Star-Shaped Architecture, Romero-Ávila, M., León Rojas, A.F., Lacroix, P.G., Malfant, I., Farfan, N., Mhanna, R., Santillan, R., Ramos-Ortiz, G., Malval, J.-P., *J. Phys. Chem. Lett.* **2020**, 11, 6487-6491, DOI:10.1021/acs.jpcclett.0c01953

Collaborations

Ces travaux ont été réalisés en collaboration avec l'Institut de sciences des matériaux de Mulhouse (IS2M, CNRS, Université Haute-Alsace) et l'université nationale autonome du Mexique.

Financements

Ces travaux ont été financés par le CNRS, CONACyT au Mexique et par le laboratoire international associé LIA-LCMMC (France-Mexique).

Équipe

Molécules et composites pour l'optique

Les thermomètres chimiques prennent la température à l'échelle nanométrique

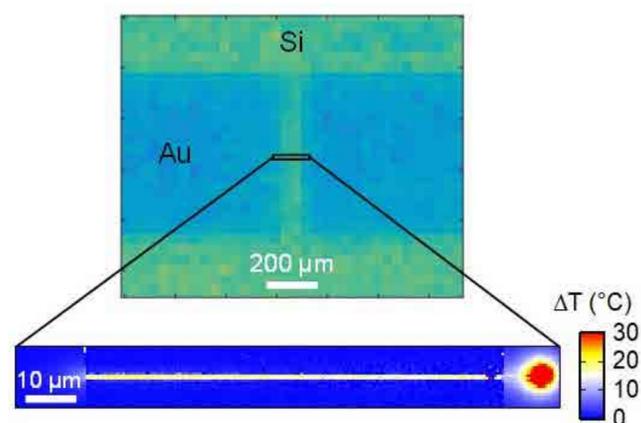
Mots-clés : complexes à transition de spin, dispositifs microélectroniques, nano-thermométrie

La miniaturisation des composants électroniques et l'augmentation de leur densité d'intégration a pour conséquence d'augmenter considérablement les flux de chaleur, pouvant mener à des phénomènes de surchauffe locale endommageant les composants. Mais comment mesurer ces événements parfois nanométriques, alors que les solutions conventionnelles comme la thermographie infrarouge ne permettent pas de descendre sous le micromètre (1000 fois plus grand qu'un nanomètre) ?

Une équipe de recherche propose d'utiliser pour cela les capacités de bistabilité d'une famille de composés chimiques appelée molécules à transition de spin (TS). Celles-ci présentent deux états électroniques, avec des propriétés physiques différentes, et peuvent passer de l'un à l'autre lorsqu'elles reçoivent ou perdent de l'énergie. Par exemple, certaines changent de

couleur en fonction de la température.

Une fois déposées en couche mince sur un composant électronique, les molécules à TS voient leurs propriétés optiques évoluer en fonction de la température. Ce thermomètre chimique permet donc d'établir une cartographie de la température, à l'échelle nanométrique, de la surface de circuits microélectroniques, dépassant les capacités de dispositifs infrarouges commerciaux actuels limités au micromètre. Mais la principale prouesse de ces revêtements moléculaires à TS réside dans sa stabilité unique : les propriétés des molécules restent inchangées, même après plus de 10 millions de cycles thermiques sous atmosphère ambiante et jusqu'à des températures élevées (230°C).



© Ridier Karl/LCC Toulouse

Référence

Unprecedented switching endurance affords for high-resolution surface temperature mapping using a spin-crossover film. Ridier, K., Bas, A.-C., Zhang, Y., Routaboul, L., Salmon, L., Molnár, G., Bergaud, C., Bousseksou, A., *Nature Communications*, 2020, DOI:10.1038/s41467-020-17362-7

Collaborations

Ces travaux ont été réalisés en collaboration avec le laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes du CNRS (LAAS-CNRS).

Financements

Ce travail a été financé par une bourse de la région Occitanie.

Équipe

Matériaux moléculaires commutables

Les temps forts de 2020

Malgré le contexte sanitaire complexe de l'année 2020, des faits marquants, tels que l'obtention de distinctions ou le démarrage d'un projet européen, que nous vous invitons à découvrir ci-dessous, sont à noter au sein du laboratoire.



Le projet Coordination Chemistry Inspires Molecular Catalysis (CCIMC)

Le projet CCIMC est un « Innovative Training Network », le principal programme européen de formation doctorale développé par la Commission européenne. Avec une durée de 4 ans, il permet le financement de projets doctoraux impliquant des mobilités entre 2 ou 3 institutions bénéficiaires. Un séjour (2-4 mois) chez un partenaire industriel est également prévu pour chaque doctorant.e. Au total, 15 doctorant.es seront recruté.es pour mener à bien ces projets de recherche ambitieux sous la supervision de deux établissements universitaires, un partenaire industriel et dans certains cas, une troisième institution. Le LCC fait partie des 9 bénéficiaires académiques du projet. Il est chargé de la coordination globale et accueille notamment 5 des 15 doctorant.es depuis octobre 2020.



Plateformes régionales de recherche et d'innovation

En 2018, trois laboratoires du site toulousain, le centre de micro-caractérisation Raimond Castaing, le Centre interuniversitaire de recherche et d'ingénierie des matériaux (CIRIMAT) et le Laboratoire de chimie de coordination (LCC), ont déposé un projet Plateformes régionales de recherche et d'innovation (PPRI). Pour le laboratoire, ce projet implique des équipements de diffraction de rayons X (DRX) de pointe permettant de faire des caractérisations *in situ* en conditions extrêmes. Ce projet a été accepté par la région en 2020 et un montant de 700 kEuros a été alloué au LCC. Cela va permettre d'acquérir un diffractomètre sur monocristal 4 cercles avec 2 micro-sources, doté d'un détecteur 2D ultra rapide, d'un système de refroidissement basses températures et d'une cellule haute pression à développer avec notre partenaire industriel. Le projet devrait démarrer début 2021 avec une acquisition du matériel dans l'année.

fête de la Science Fête de la science

Chaque année, à l'automne, le laboratoire ouvre ses portes au grand public dans le cadre de la Fête de la science. En raison du contexte sanitaire, les portes du laboratoire ont été ouvertes cette année...virtuellement !

Ainsi trois courtes vidéos ont amené à la découverte des recherches menées au laboratoire, autour du thème « les idées reçues par rapport à la chimie, l'environnement et l'humain ! ». Les trois vidéos sont à découvrir sur la chaîne Youtube du laboratoire, son site web et compte twitter.

- « Des capteurs au service de l'environnement » avec Aymen Sendi, doctorant au laboratoire de chimie de coordination au sein de l'équipe « Nanochimie, organisation et capteurs » et au laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes du CNRS. Il explique en quoi consistent ces capteurs de gaz et leurs fonctionnements.
- « Valorisation de la biomasse par catalyse » avec Dominique Agustin, enseignant-chercheur à l'IUT A Paul Sabatier de Castres et au laboratoire de chimie de coordination au sein de l'équipe « Ligands, architectures complexes et catalyse ». Il détaille les procédés chimiques qui permettent d'utiliser la biomasse pour créer de nouvelles molécules et de nouveaux matériaux.
- « Dendrimères et nanomédecine » avec Evgeny Apartsin, post-doctorant au sein de l'équipe « Dendrimères et hétérochimie ». Il déchiffre l'implication de la chimie des dendrimères dans le développement de nouveaux traitements contre le cancer.



Prix et distinctions

Plusieurs scientifiques du LCC ont reçu en 2020 de prestigieuses distinctions. Nous citerons par exemple Azzedine Bousseksou, directeur de recherche CNRS et directeur du Laboratoire de chimie de coordination, lauréat du Grand Prix Pierre Süe de la Société chimique de France pour sa contribution précieuse au rayonnement de la chimie, tout particulièrement dans le domaine du magnétisme moléculaire. Rinaldo Poli, professeur à l'INP de Toulouse et responsable d'une équipe au sein du laboratoire est lauréat du prix Jaffé et de la médaille Berthelot de l'Académie des sciences. Ses recherches portent sur la chimie moléculaire des éléments de transition, avec une attention particulière à l'élucidation de mécanismes réactionnels avec variation de l'état de spin, à la conception de nouveaux ligands et aux réactions avec des radicaux libres, pour des applications en catalyse et en polymérisation radicalaire contrôlée.

Lexique

Aldolisation

Réaction de formation de liaisons carbone-carbone importante en chimie organique.

Apoptose

Processus par lequel des cellules déclenchent leur autodestruction en réponse à un signal.

Barbiturique

Classe de médicaments dérivés de l'acide barbiturique, agissant comme dépresseur du système nerveux central, et dont le spectre d'activité s'étend du sédatif à l'anesthésie.

Catalyse / catalyseur

La catalyse définit tout processus qui permet d'accélérer une réaction chimique par le biais d'un catalyseur : ce dernier, qui est couramment sous forme liquide ou solide, fournit des sites actifs dont l'interaction avec les réactifs (produits à transformer) permet d'abaisser les barrières d'énergie à franchir pour obtenir les produits de réaction.

Cytotoxicité

Propriété d'un agent chimique ou biologique à altérer la viabilité des cellules, éventuellement jusqu'à les détruire.

Dendrons

Molécule comportant, d'une part, un site branché muni d'extrémités réactives et, d'autre part, un site apte à se fixer sur un support moléculaire ou solide.

Enantiométrie / énantiomères

L'énantiométrie est une propriété de certaines molécules stéréoisomères, dont deux des isomères sont l'image l'un de l'autre dans un miroir plan mais ne sont pas superposables. L'un des énantiomères (appelé dextrogyre et représenté par le signe (+)) possède la propriété de dévier la lumière polarisée à droite, tandis que l'autre (lévogyre, (-)) la dévie à gauche avec la même valeur absolue.

Enantiosélectif, -ive

Se dit d'une synthèse ou d'une réaction au cours de laquelle sont obtenus, à partir d'un précurseur achiral, deux énantiomères d'un produit chiral en quantités inégales.

Formose

La réaction de formose consiste à polymériser le formaldéhyde pour former des sucres y compris des pentoses (sucres à cinq atomes de carbone). Formose est un mot-valise formé par la contraction des termes formaldéhyde et aldose.

GI50 (GI pour growth inhibition)

Concentration en composé conduisant à l'inhibition de 50 % de la croissance cellulaire (inhibiteur de croissance).

IC50 (concentration inhibitrice médiane CI50 ou IC50 en anglais)

Mesure de l'efficacité d'un composé donné pour inhiber une fonction biologique ou biochimique spécifique. Cette mesure quantitative indique quelle quantité d'un médicament ou d'une autre substance (inhibiteur) est nécessaire pour inhiber à moitié un processus biologique donné.

Pharmacocinétique

Devenir d'une substance active dans un organisme (absorption, distribution, métabolisme, excrétion).

Polymère

Substance composée de macromolécules.

Réduction

Réaction chimique par laquelle un (ou plusieurs) atome(s) d'une molécule ou d'un ion gagne(nt) un (ou plusieurs) électron(s).

Spin

Caractéristique quantique des particules liée à leurs propriétés de rotation ne pouvant prendre que des valeurs entières ou demi-entières.

Highlights 2020

Laboratoire de chimie de coordination
205 route de Narbonne, Toulouse
<https://www.lcc-toulouse.fr/>
@LCC_CNRS

Directeur de la publication

Azzedine Bousseksou

Comité éditorial et rédaction

Stéphanie Bastin
Emilie Delahaye
Céline Deraeve
Lucie Paloque
Lucie Routaboul
Martine Urrutigoity

Coordination de la publication et conception graphique

Laure Vayssettes

Remerciements

Merci à l'ensemble du personnel du laboratoire qui a contribué à la réalisation de cette brochure

Photo de couverture

© Frédéric Maligne/LCC/CNRS Photothèque

Photo de chimie et catalyse

Autoclave pour réaliser des réactions sous pression de gaz jusqu'à 100 bars.
© Frédéric Maligne/LCC/CNRS Photothèque

Photo de chimie et santé

Pesée de précision d'un produit entrant dans la chimiothèque nationale du CNRS.
© Frédéric Maligne/LCC/CNRS Photothèque

Photo de chimie et matériaux

Photographie de cristaux de matériaux moléculaires.
© Jean Pascal Sutter/LCC Toulouse



© Frédéric MALIGNE / LCC / CNRS Photothèque



Highlights **2020**

Laboratoire de chimie de coordination
205 route de Narbonne
31077 Toulouse cedex 4
<https://www.lcc-toulouse.fr/>
🐦 @LCC_CNRS

