

11^{ème} Colloque « De la Recherche à l'Enseignement »

Samedi 3 septembre 2022, 9h30 - 17h00

IPGG — 6 rue Jean Calvin, 75005 Paris ou sur Zoom

Xavier Bantreil

Membre junior de l'IUF 2021
Montpellier

Les technologies innovantes pour un accès facilité aux biomolécules

Hélène Bourbigou-Olivier

Prix Pierre Süe 2021 de la SCF
Rueil-Malmaison

Exemples de recherche et innovation en catalyse pour répondre aux défis sociétaux de la transition énergétique

Anne-Marie Caminade

Prix Le Bel 2021 de la SCF
Toulouse

Un exemple de chimie dans le monde nano : les dendrimères

Philippe Poulin

Médaille d'argent 2020 du CNRS
Bordeaux

La mémoire des polymères

Joanna Wencel-Delord

Médaille de bronze 2020 du CNRS
Strasbourg

Activation de liaisons C-H et composés hypervalents originaux : vers une synthèse durable de structures novatrices

Inscriptions : <https://urlz.fr/fH1O>

8h30 Réunion des professeurs de chimie de CPGE

9h30 Accueil général — café et présentation de matériel

10h00 Introduction du colloque
par Vincent Croquette, Directeur de l'ESPCI Paris,
par Stéphane Coussan, Secrétaire général de la Société Chimique de France,
par Jean-Aristide Cavailles, Inspecteur général de l'Éducation Nationale, doyen du groupe PC.

10h20 Conférence de Philippe Poulin *Médaille d'argent 2020 du CNRS*
La mémoire des polymères

11h10 Conférence de Joanna Wencel-Delord *Médaille de bronze 2020 du CNRS*
Activation de liaisons C-H et composés hypervalents originaux : vers une synthèse durable de structures novatrices

12h00 Pause déjeuner — déjeuner en autonomie puis café et présentation de matériel

14h00 Conférence de Anne-Marie Caminade *Prix Le Bel 2021 de la SCF*
Un exemple de chimie dans le monde nano : les dendrimères

14h50 Conférence de Xavier Bantreil *Membre junior de l'IUF 2021*
Les technologies innovantes pour un accès facilité aux biomolécules

15h40 Pause — café et présentation de matériel

16h Conférence de Hélène Bourbigou-Olivier *Prix Pierre Sue 2021 de la SCF*
Exemples de recherche et innovation en catalyse pour répondre aux défis sociétaux de la transition énergétique

16h50 Conclusion du colloque
par Romain Ramozzi, pour l'UPS,
par le Comité d'organisation.

Xavier Bantreil

Membre junior de l'IUF 2021

Les technologies innovantes pour un accès facilité aux biomolécules

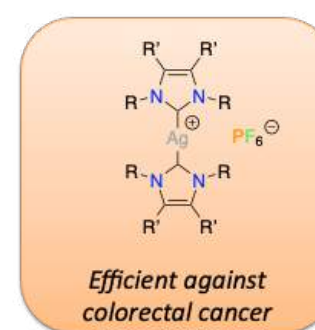
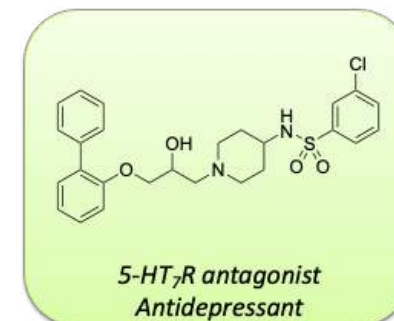
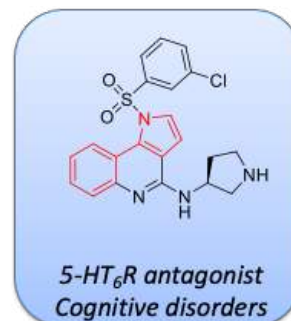
Institut des Biomolécules Max Mousseron
Équipe Chimie Verte et Technologies
Innovantes
Pôle Chimie Balard Recherche
IBMM - UMR5247
1919 route de Mende, 34293 Montpellier
cedex 5

xavier.bantreil@umontpellier.fr



Résumé :

La chimie médicinale est souvent limitée à des techniques de laboratoire standard impliquant des réactions classiques bien connues. Ces dernières années, dans le cadre d'une collaboration avec le groupe du Prof. Pawel Zajdel (Jagellonian University Medical College, Cracovie, Pologne), nous avons étudié la synthèse de molécules biologiquement actives, ciblant des récepteurs sérotoninergiques spécifiques, et qui pourraient être utilisées pour le traitement des déficits cognitifs associés à la démence et à la maladie d'Alzheimer.[1] Une amélioration majeure a été constatée dans l'utilisation de nouvelles technologies telles que la chimie en flux[2] et la mécano-chimie.[3] Le broyage à billes a également été utilisé comme une approche unique pour la synthèse de complexes d'argent (I) biologiquement actifs comportant des ligands carbène N-hétérocycliques.[4] Ces nouvelles technologies permettent donc de synthétiser plus efficacement différentes familles de molécules biologiquement actives tout en respectant au mieux l'environnement.



Références bibliographiques :

- 1) Zajdel, P.; Grychowska, K.; Mogilski, S.; Kurczab, R.; Satała, G.; Bugno, R.; Kos, T.; Gołębiowska, J.; Malikowska-Racia, N.; Nikiforuk, A.; Chaumont-Dubel, S.; Bantreil, X.; Pawłowski, M.; Martinez, J.; Subra, G.; Lamaty, F.; Marin, P.; Bojarski, A. J.; Popik, P., *J. Med. Chem.* 2021, 64, 13279.
- 2) Drop, M.; Bantreil, X.; Grychowska, K.; Umuhire Mahoro, G.; Colacino, E.; Pawłowski, M.; Martinez, J.; Subra, G.; Zajdel, P.; Lamaty, F. *Green Chem.* 2017, 19, 1647.
- 3) a) Canale, V.; Frisi, V.; Bantreil, X.; Lamaty, F.; Zajdel, P., *J. Org. Chem.* 2020, 85, 10958. b) Canale, V.; Kotariska, M.; Dziubina, A.; Stefaniak, M.; Siwek, A.; Starowicz, G.; Marciniak, K.; Kasza, P.; Satała, G.; Duszyńska, B.; Bantreil, X.; Lamaty, F.; Bednarski, M.; Sapa, J.; Zajdel, P., *Molecules* 2021, 26, 3828.
- 4) Beillard, A.; Quintin, F.; Gatignol, J.; Retailleau, P.; Renaud, J.-L.; Gaillard, S.; Métro, T.-X.; Lamaty, F.; Bantreil, X., *Dalton Trans.* 2020, 49, 12592.

Hélène Bourbigou-Olivier

Prix Pierre Sue 2021 de la SCF

IFP Énergies nouvelles
1 et 4 avenue de Bois-Préau
92852 Rueil-Malmaison Cedex
France
helene.olivier-bourbigou@ifpen.fr



Exemples de recherche et innovation en catalyse pour répondre aux défis sociétaux de la transition énergétique

Résumé :

La période actuelle est marquée par une prise de conscience forte et de plus en plus large des enjeux environnementaux à l'ère de l'anthropocène. L'homme réalise que son impact sur la Terre est majeur avec des conséquences inéluctables et des effets irréversibles. La France s'est fixé l'objectif d'atteindre la neutralité carbone en 2050 avec les trajectoires inscrites dans la SNBC (Stratégie Nationale Bas Carbone) et dans la PPE (Programmation Pluriannuelle de l'Énergie) et avec le Pacte vert européen fixant la cible intermédiaire d'une réduction des émissions de gaz à effet de serre de l'UE d'ici 2030 d'au moins 55 % par rapport au niveau de 1990 (« Fit for 55 »). Le contexte actuel est donc particulièrement difficile et exigeant : réduire l'empreinte écologique globale en limitant ses émissions de CO₂ tout en gérant et en valorisant ses déchets et en maîtrisant sa consommation d'énergie. L'atteinte de ces objectifs nécessite ainsi des efforts soutenus de Recherche et d'Innovation, l'union des forces et des savoir-faire, afin de développer des solutions technologiques en rupture bas carbone, acceptables d'un point de vue sociétal et économiquement viables et d'accélérer leur mise en œuvre.

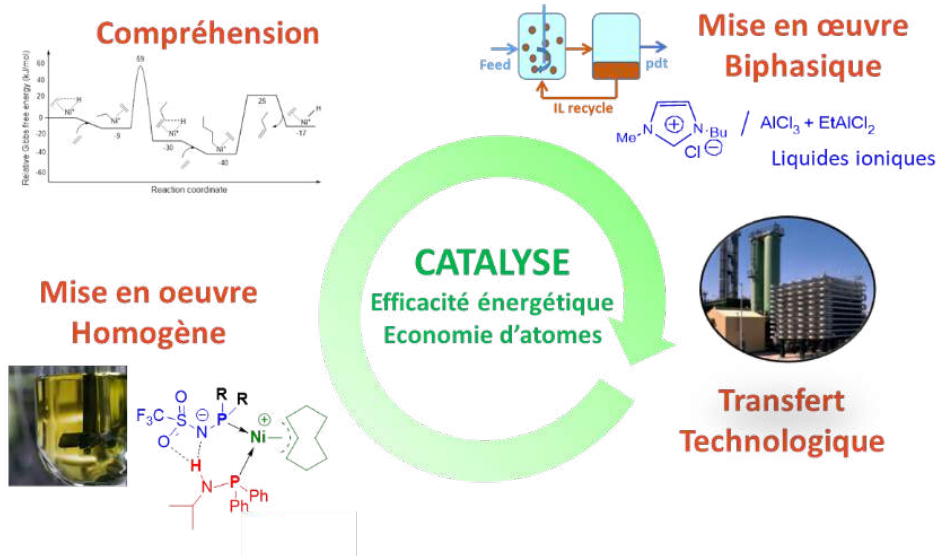
Mes recherches à IFP Energies nouvelles se sont orientées sur les deux priorités stratégiques suivantes développer des procédés plus eco-efficients et mieux utiliser les matières premières et/ou exploiter de nouvelles ressources, comme la biomasse non destinée à l'alimentation humaine ou animale, les déchets ou encore les matières recyclées, pour la production de carburants durables ou d'intermédiaires chimiques.

Plus particulièrement, nous avons développé des catalyseurs et leur mise en œuvre (catalyse homogène ou multiphasique en milieu liquides ioniques), pour les procédés industriels, avec dans le cas de la valorisation des bioressources une approche intégrée de « bioraffinerie ». Les catalyseurs sont des substances qui accélèrent les réactions chimiques et orientent leur sélectivité. Ils jouent un rôle-clé pour le développement durable, dans l'économie d'atomes, économie d'énergie, économie circulaire intégrant le recyclage et éco-conception.

Pour l'industrie qui a besoin de réduire son impact environnemental et ses coûts, gagner en performance sur les catalyseurs est un levier de compétitivité. Notre recherche consiste donc à améliorer les catalyseurs existants et à en concevoir de nouveaux, à diminuer et contrôler les rejets, à assurer des réactions plus rapides, plus sélectives, moins consommatrice d'énergie... dans la perspective de produire pour la chimie et l'énergie de façon plus efficace et flexible.

Références bibliographiques :

- 1) Net Zero by 2050 – A roadmap for the global energy sector, IEA, May 2021
- 2) La « Décarbonation de l'industrie » fait partie des 10 objectifs de France 2030, avec parmi ses 5 leviers les « matières premières » (matières recyclées, métaux critiques, recours à la biomasse : bioproduits et carburants durables) et la « formation de demain »
- 3) <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/>



Anne-Marie Chaminade

Prix Le Bel 2021 de la SCF

Laboratoire de Chimie de
Coordination du CNRS (LCC)
205 route de Narbonne, BP
44099
31077 Toulouse cedex 4
anne-marie.caminade@lcc-toulouse.fr



Un exemple de chimie dans le monde nano : les dendrimères

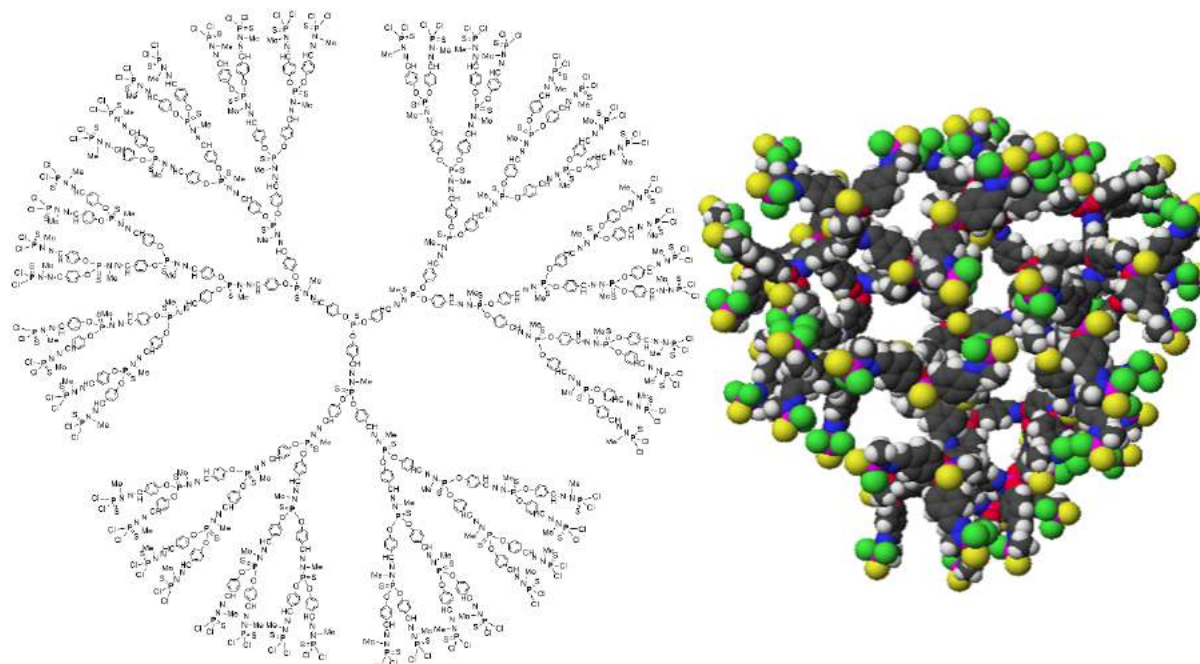
Résumé :

Les nanosciences ont envahi divers champs de recherche, essentiellement en physique, en raison de certains phénomènes particuliers qui interviennent à l'échelle nanométrique (10^{-9} m). Les nanosciences touchent aussi le grand public, en particulier dans le domaine des nouveaux matériaux, mais aussi avec les craintes liées aux nanoparticules. Certains aspects de la chimie de synthèse concernent aussi l'échelle nanométrique, avec en particulier une famille de molécules hyper-ramifiées, appelées « dendrimères » (du grec δένδρον/dendron, signifiant arbre). Les dendrimères sont synthétisés étape par étape à partir d'un cœur central, par la répétition d'un processus réactionnel quantitatif, qui permet de multiplier le nombre de branches, et d'accroître leur taille, de 1 à quelques nanomètres (nm). Du fait de leur taille nanométrique, les dendrimères apportent des propriétés particulières dans divers domaines, tels que la catalyse ou l'élaboration de nouveaux matériaux, et ouvrent aussi de nouvelles perspectives dans le domaine de la santé. Ces divers domaines seront en particulier illustrés par une famille de dendrimères ayant un atome de phosphore en chaque point de ramification.

La figure ci-contre illustre la structure chimique d'un dendrimère (à gauche) et sa modélisation (à droite).

Références bibliographiques :

- 1) Dendrimers. Towards Catalytic, Material and Biomedical Uses, Caminade A.M., Turrin C.O., Laurent R., Ouali A., Delavaux-Nicot B, Eds. 21 chapters, 528 pages, John Wiley & Sons, Chichester (UK), 2011 ISBN: 978-0-470-74881-7
- 2) Recent advances for catalysis, nanomaterials, and nanomedicine, Caminade A.M., Chem. Soc. Rev. 2016, 45, 5174-5186
- 3) Regioselective stepwise growth of dendrimer units in the internal voids of a main dendrimer, Galliot C., Larré C., Caminade A.M., Majoral J.P., Science 1997, 277, 1981-1984
- 4) A phosphorus-based dendrimer targets inflammation and osteoclastogenesis in experimental arthritis, Hayder M., Poupot M., Baron M., Nigon D., Turrin C.O., Caminade A.M., Majoral J.P., Eisenberg R.A., Fournié J.J., Cantagrel A., Poupot R., Davignon J.L. Science Transl. Med. 2011, 3, 81ra35



Philippe Poulin

Médaille d'argent 2020 du CNRS

La mémoire des polymères

Centre de Recherche Paul Pascal - CNRS
University of Bordeaux
115 avenue Schweitzer
33600 Pessac
philippe.poulin@crpp.cnrs.fr



Résumé :

L'effet de dit de « mémoire de forme » des polymères [1] est utilisé dans des applications courantes comme les emballages ou gaines thermo-rétractables. Dans ces applications, un polymère initialement étiré à haute température puis refroidi rapidement se contracte lorsqu'il est chauffé à nouveau. Lors de l'étirement initial, les chaînes macromoléculaires sont étirées dans un état instable. La configuration la plus stable, d'entropie maximale, correspond à une structuration sous forme repliée de pelote. L'état instable est fixé temporairement par le refroidissement rapide sous la température dite de transition vitreuse. Les chaînes polymères retrouvent de la mobilité lorsque le matériau est chauffé au-dessus de cette température. Le polymère peut ainsi spontanément revenir vers sa forme stable en se contractant. Même si cet effet est suffisant pour des emballages, les contraintes mécaniques associées restent relativement faibles et les options de programmation limitées. Nous présentons ici des découvertes récentes qui ouvrent de nouvelles perspectives dans le domaine. En effet, il a été observé que les polymères, au-delà de leur mémoire de forme, présentent une « mémoire de température ».[2] Lors de son recouvrement de forme, le polymère génère un maximum de force et de déformation précisément à la température à laquelle il a été initialement programmé. Ce comportement unique dans le monde des matériaux sera discuté en considérant la présence d'hétérogénéités dynamiques.[3] La mémoire de température permet des programmations de forme plus complexes, et des réponses à différentes températures.[4] De plus, il a aussi été montré que les polymères renforcés par des nanoparticules comme du graphène ou des nanotubes de carbone peuvent absorber et générer des contraintes mécaniques beaucoup plus importantes.[2] L'inclusion de particules conductrices apporte au passage de nouvelles fonctionnalités comme une mémoire électrique aux polymères.[5] Les polymères peuvent donc avoir une mémoire bien plus riche que celle exploitée dans les emballages thermo-rétractables. Les nouvelles propriétés découvertes ces dernières années ouvrent des perspectives à l'utilisation de la mémoire des polymères dans des applications allant de la robotique aux dispositifs biomédicaux[6] en passant par des structures déployables.



Fibre polymère se contractant spontanément à une température précisée préprogrammée.

Références bibliographiques :

- 1) Heuchel, M.; Sauter, T.; Kratz, K.; Lendlein, A. Thermally induced shape-memory effects in polymers: Quantification and related modeling approaches. *Journal of Polymer Science Part B-Polymer Physics* 2013, 51 (8), 621-637.
- 2) P. Miaudet, A. Derré, M. Maugey, C. Zakri, P. M. Piccione, R. Inoubli, P. Poulin, Shape and temperature memory of nanocomposites with broadened glass transition. *Science* 318, 1294-1296 (2007).
- 3) F. Grillard, C. Zakri, P. Gaillard, A. Korzhenko, W. Néri, P. Poulin, How polymers lose memory with age. *Soft Matter* 10, 8985-8991 (2014).
- 4) Xie, T. Tunable polymer multi-shape memory effect. *Nature* 2010, 464 (7286), 267-270.
- 5) Grillard, F.; Poulin, P.; Korzhenko, A.; Gaillard, P.; Zakri, C. Thermoelectrical Memory of Polymer Nanocomposites. *Acs Macro Letters* 2014, 3 (3), 224-228.
- 6) Kratz, K.; Voigt, U.; Lendlein, A. Temperature-Memory Effect of Copolyesterurethanes. *Advanced Functional Materials* 2012, 22 (14), 3057-3065.

Joanna Wencel-Delord

Médaille de bronze 2020 du CNRS

Activation de liaisons C-H et composés hypervalents originaux : vers une synthèse durable de structures novatrices

Ecole européenne de Chimie, Polymères et Matériaux (ECPM),
Université de Strasbourg,
25, rue Becquerel, F-67087
Strasbourg Cedex2
wenceldelord@unistra.fr

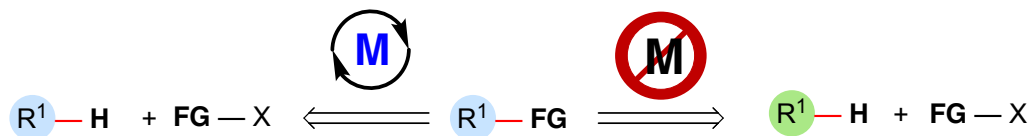


Résumé :

La synthèse durable, rapide et efficace de molécules organiques complexes est l'un des principaux défis de la chimie de synthèse moderne. Dans ce but, le développement de transformations originales visant à convertir des substrats simples en molécules cibles plus complexes via la fonctionnalisation de la liaison C-H a attiré l'attention croissante de la communauté scientifique.[1] En conséquence, une multitude de réactions, nécessitant soit des catalyseurs à base de métaux, soit des modes d'activation alternatifs, a émergé.

Dans ce cadre, nous avons développé diverses réactions d'activation de liaisons C-H asymétriques pour accéder rapidement à des molécules atropoisomères avec des rendements élevés, en utilisant des protocoles atropodiasélectifs[2] ou énantiosélectifs.[3]

En parallèle, nous avons également découvert que des réactifs exotiques présentant des atomes de brome hypervalents fournissent une solution alternative, sans utilisation de métaux, pour augmenter la complexité moléculaire via la fonctionnalisation directe d'une liaison C-H, suivie de la formation de liaisons C-C, C-O ou C-N.[4]



C-H activation based strategy

- key step: insertion of a M into C-H bond
- possibility of affording chiral product

C-H functionalization based strategy

- metal-free
- design of innovative activation modes
- use of hypervalent bromines as original substrates

Références bibliographiques :

- [1] T. Rogge, N. Kaplaneris, N. Chatani, J. Kim, S. Chang, B. Punji, L. L. Schafer, D. G. Musaev, J. Wencel-Delord, C. A. Roberts, R. Sarpong, Z. E. Wilson, M. A. Brimble, M. J. Johansson, L. Ackermann, *Nat Rev Methods Primers* 2021, 1, 43.
- [2] Q. Dherbassy, J.-P. Djukic, J. Wencel-Delord, F. Colobert, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2018, 57, 4668–4672.
- [3] N. Jacob, Y. Zaid, J. C. A. Oliveira, L. Ackermann, J. Wencel-Delord, *J. Am. Chem. Soc.* 2022, 144, 798–806.
- [4] M. Lanzi, Q. Dherbassy, J. Wencel-Delord, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2021, 60, 14852–14857.

Avec le soutien de :

