

Dépolymérisation chimique de déchets plastiques par coupures catalytiques de liaisons C–O et C–N



Pour construire une industrie chimique durable, et apporter des réponses aux problématiques environnementales actuelles (chgt climatiques, pollutions...), il faut remplacer les matières premières fossiles par des sources de carbone renouvelables mais également récupérer et valoriser le contenu carboné de nos déchets. Ces ressources étant souvent oxydées, il convient de développer de nouvelles méthodes de réduction utilisant des catalyseurs efficaces. Depuis les années 1950, la production de plastiques, essentiellement pétrosourcée, est passée de 2 Mt à 460 Mt aujourd'hui et devrait atteindre 1,2 milliard de tonnes d'ici 2060. Fortement émettrice de CO₂, cette industrie génère également une pollution durable de l'environnement du fait d'une mauvaise utilisation des matières et une quasi absence de gestion de ses déchets. Dès lors, comment faire face aux gigantesques flux sortants de matières plastiques ? Dans le cadre de nouvelles directives européennes et de la *loi antigaspillage pour une économie circulaire*, il conviendrait de ne plus brûler (valorisation énergétique) ces plastiques mais de les valoriser mécaniquement et chimiquement. Le recyclage chimique apparaît comme une voie prometteuse pour récupérer le contenu carboné des plastiques mais nécessite de développer de nouveaux procédés efficaces pour traiter chacun de ces nombreux types de polymères (carbonés, oxygénés, azotés). La dépolymérisation de ces matériaux pour entrer dans une économie circulaire et produire sélectivement des molécules utilisables, que l'on aurait plus à produire à partir de pétrole, reste ainsi un défi.

Objectifs et méthodes

Le but de ce projet est de développer de nouveaux systèmes catalytiques moléculaires permettant de dépolymériser, en présence d'agents réactifs ou réducteurs, des matières plastiques oxygénées et azotées (de type polyesters, polyamides et polyuréthanes) en leurs monomères ou en molécules dérivées. Le projet s'orientera vers l'utilisation de nouveaux complexes moléculaires métalliques (Aluminium, zirconium, terres rares, etc...) qui soient simples, peu chers, et sélectifs dans la dépolymérisation de différents plastiques (polyesters, polycarbonates, polyuréthanes et polyamides) en présence de réducteurs doux classiques tels que les hydrosilanes ou les hydroboranes, mais également avec H₂, l'acide formique ou d'autres sources agissant par hydrogénation par transfert, et qui opèrent dans des conditions douces.^[1-5]

Ce projet doctoral permettra au doctorant de développer des compétences pointues en catalyse homogène (éventuellement sous pression, analyses GPC, RMN et GC/MS), en chimie de coordination sous atmosphère inerte (lignes vide-argon, Boîtes à gants), en caractérisation (RMN, diffraction des rayons X, UV/Vis, IR) et en synthèse organique (synthèse de substrats et ligands). Des interactions possibles avec des permanents du laboratoire permettront au doctorant de s'initier au calcul théorique.

Références bibliographiques de l'équipe sur le sujet :

- [1] E. Feghali, T. Cantat, *ChemSusChem* **2015**, 8, 980-984
- [2] E. Feghali, G. Carrot, P. Thuéry, C. Genre, T. Cantat, *Energy Environ. Sci.* **2015**, 8, 2734-2743
- [3] L. Monsigny, E. Féghali, J.-C. Berthet and T. Cantat, *Green Chem.* **2018**, 20, 1981-1986
- [4] M. Kobylarski, L. J. Donnelly, J.-C. Berthet, T. Cantat, *Green Chem.* **2022**, 24, 6810 -6815
- [5] X. Liu, M. Kobylarski, J.-C. Berthet, T. Cantat, *Chem. Commun.*, **2023**, 59, 11228

Pour candidater, merci d'envoyer CV, lettre de motivation, 2 lettres recommandations, diplômes et bulletins de notes à :

Dr. Thibault Cantat : thibault.cantat@cea.fr et Dr. Jean-Claude Berthet : jean-claude.berthet@cea.fr,
CEA Saclay, Direction de la Recherche Fondamentale