

Le recyclage des matériaux, une des clés pour une économie circulaire - Cas des polymères

Jean-François GERARD^{1,2}

¹*Ingénierie des Matériaux Polymères UMR CNRS 5223 – Université de Lyon/INSA de Lyon, 69621 Villeurbanne
(jean-francois.gerard@insa-lyon.fr)*

²*Institut de Chimie CNRS – Rue Michel-Ange, 75016 Paris
Directeur de programme PEPR Recyclage, Recyclabilité & Ré-Utilisation des Matières France 2030 – ANR
(jean-francois.gerard@cnrs-dir.fr)*

Quelques chiffres pour préciser la situation à laquelle notre société fait face. En 2021, la production de plastiques mondiale a représenté 391 Mt (15% produites en Europe) dont 352 issues de ressources fossiles, 6 de ressources biosourcées et seulement 32,5 issues d'un recyclage 'post-consommateur'. Cette dernière catégorie, que l'on pourrait qualifier de 'circulaire', est près de 6 Mt en Europe pour une demande de 50 Mt de polymères à transformer en particulier pour les secteurs de l'emballage (44%) et de la construction (18%). Il est important également de souligner que les plastiques les plus concernés sont les 'grands' polymères comme les polyoléfines (PE : 15 Mt; PP : 10Mt), le PVC (5 Mt) et le PET (4 Mt) mais aussi vu l'étendue des domaines d'application, une très grande variété d'autres composés : polyamide, polystyrène, polycarbonate, polyuréthane, etc. Par ailleurs, une plus importante circularité de nombreux plastiques est exigée au regard de la disponibilité des ressources fossiles et de la part encore faible des plastiques recyclés dans les pays européens (29,5 Mt collectées dont 35% sont recyclées -25% en France-, 42% valorisées énergétiquement et 23% mis en décharge). Les solutions proposées doivent donc être à la hauteur de ces volumes et des enjeux économiques présents.

Plusieurs voies de recyclage sont possibles pour les polymères, pour certaines de maturité industrielle, qui dépendent de la nature de ceux-ci. La voie, jusqu'ici la plus développée a été celle du recyclage dit 'mécanique' (même si la chimie n'y est pas absente) s'intéressant aux polymères thermoplastiques (les plus largement utilisés comme détaillé au-dessus) puisque ceux-ci peuvent être remis en forme après un passage en température. Les contraintes réglementaires à venir comme celles liés aux objets à usage unique et/ou de ré-utilisation des matières utilisées comme dans l'emballage alimentaire, conduisent à s'intéresser plus encore au recyclage chimique permettant de revenir aux monomères initiaux ou des composés ré-intégrables dans la synthèse de polymères. Dans le dernier cas relatif aux polymères des emballages, le recyclage chimique permet de s'affranchir de la présence de composés (néo)formés lors d'un recyclage mécanique avec passage en température (formation de NIAS - Non Intentionally Added Substances). Différentes voies de recyclage chimique sont possibles en fonction de nouveau de la nature des polymères considérés. Les procédés les plus rencontrés sont la pyrolyse (le plus souvent pour des polyoléfines PE, PP), la dépolymérisation (PS par exemple), les solvolyses (glycolyse, méthanolyse et hydrolyse du PET; acidolyse, aminolyse, hydrolyse des polyamides PA, etc) qui peuvent faire appel à des milieux conventionnels mais aussi aux liquides ioniques ou aux fluides supercritiques et également l'enzymolyse (désormais considérée pour le recyclage du polyéthylène téréphtalate PET). Les verrous pour le déploiement de toutes ces voies de recyclage chimique reposent sur le développement et l'intensification des procédés notamment en faisant appel à des catalyses originales.

De plus, de nombreuses recherches ont trait à la synthèse de polymères de grande diffusion 'circulaires', c-à-dire capables de substituer des polymères comme les polyoléfines et/ou des matériaux hautes performances comme des thermodurcissables matrices de composites, en intégrant lors de leur conception la capacité à être recyclés chimiquement pour revenir aux composés initiaux ou d'intérêt par des liaisons clivables sous un stimulus donné. La préparation de polymères notamment réticulés avec des liaisons réversibles et/ou dynamiques ouvre la voie de polymères recyclables et donc circulaires.

On profitera également de cet exposé pour présenter rapidement le programme de projets et équipements prioritaires de recherche (PEPR) 'Recyclage, Recyclabilité & Ré-Utilisation des Matières' associé à la Stratégie d'Accélération de France 2030 du même nom. En effet, au sein des différents axes du PEPR, de nombreuses recherches ayant trait au recyclage chimique des polymères eux-mêmes ou sous forme de textiles, de matériaux composites sont déployées (comme pour d'autres types de matériaux ou dispositifs : métaux stratégiques, papiers, batteries, DEEE, etc).