



Design de polyesters (bio)dégradables en milieu aqueux

Estelle Renard^{}, Fabienne Fay[†], Karine Vallée Réhel[‡], Valérie Langlois[§]*

L'utilisation croissante de matières plastiques a soulevé ces dernières années des difficultés environnementales et écologiques en raison, d'une part, de la dépendance vis à vis des ressources pétrolières et d'autre part de l'accumulation de ces matières plastiques liées à leur faible vitesse de dégradation. Ces problèmes motivent la recherche actuelle pour développer de nouveaux matériaux plus respectueux de l'environnement qui soient à la fois biosourcés et/ou biodégradables. Les polyesters biodégradables, tels que les poly(hydroxyalcanoate)s (PHA), la poly(caprolactone) (PCL) et le poly(lactide) (PLA) ont fait l'objet d'études approfondies comme alternatives aux polymères synthétiques classiques non biodégradables ou lentement dégradables afin de réduire leur impact environnemental.

Nous proposons de montrer comment par voie chimio-enzymatique nous pouvons adapter la vitesse de dégradation des polymères en fonction de leur structure chimique (Renard et al, 2012). Un exemple d'application dans les peintures antisalissures marines sera développé.

Les **(PHAs)** sont des biopolyesters naturels obtenus par biotechnologie à partir de substrats naturels et de bactéries (Guérin et al, 2010). Les PHAs sont stockés par des bactéries en vue de leur décomposition éventuelle et de leur utilisation comme source de carbone lorsque le carbone extracellulaire n'est plus disponible. Il existe un mécanisme efficace et rapide à l'intérieur de la cellule pour la biodégradation des PHA en composé organique simple. Les bactéries et les champignons sont également capables d'excréter des dépolymérase extracellulaires qui hydrolysent la matière en monomère et en oligomères solubles non toxiques. La biodégradation correspond à une hydrolyse impliquant des systèmes endo- ou exo-enzymatiques dans la rupture des liaisons esters. Par conséquent, les PHA sont des polyesters qui peuvent être dégradés dans des milieux naturels comme le sol, les boues, l'eau douce et l'eau de mer où de nombreux organismes utilisent ces produits comme source de carbone. Cette capacité de dégrader ce type de polyesters est largement répandue parmi les champignons et les bactéries. Nous avons montré que la biodégradation des PHA dépend de la structure du polyester (Lao et al, 2007; Mangeon et al, 2017) et de sa formulation (Figure 1). L'introduction de groupes carboxyliques polaires dans les chaînes permet également une augmentation du taux de dégradation en favorisant la pénétration de l'eau dans le polymère.

^{**} Institut de Chimie et des Matériaux Paris-Est, CNRS UPEC, 2 rue Henri Dunant, 94 320 Thiais

^{††} Laboratoire de Biotechnologie et Chimie Marines EA 3884, Université de Bretagne-Sud, BP92116,56321 Lorient Cedex

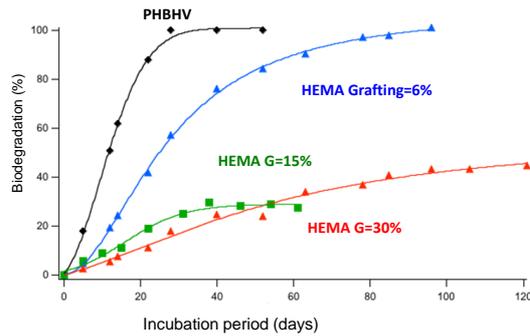


Figure 1 : Biodégradation des PHAs greffés avec HEMA

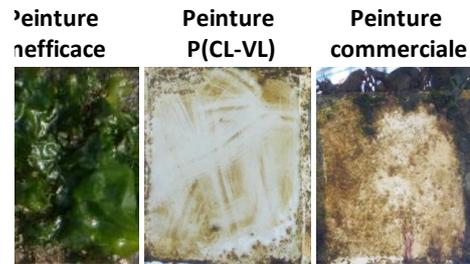


Figure 2 : Peintures antisalissures marines à base de PCL

Dans la famille des polyesters aliphatiques biodégradables, la **PCL** et ses copolymères attirent également l'attention, car ils peuvent être utilisés comme matrices ayant une perméabilité élevée à diverses molécules et comme additifs pour l'amélioration des propriétés mécaniques. La PCL peut également constituer un polymère intéressant pour les applications environnementales telles que les peintures antisalissures, revêtements utilisés pour empêcher la croissance d'organismes marins sur les coques des navires, pour lesquels une dégradation modérée est requise. L'utilisation potentielle des copolymères de caprolactone comme liants (Fay et al, 2006; Fay et al, 2007) pour les peintures antisalissures a été démontrée (Figure 2).

Références

- Guérin P., Renard E., Langlois V., Degradation of natural and artificial PHAs: From biodegradation to hydrolysis, in *Microbiology Monographs, Plastics from Bacteria : Natural Functions and Applications*, ed.by Springer, 2010, 283-321
- Renard E ; Grande D ; Babinot J. ; Ramier J ; Langlois V. *Degradable Polymers and Materials* (2nd edition) ACS Symposium series, Washington, DC, chapter 12, 187-199, 2012.
- Lao H-K, Renard E, Linossier I, Langlois V, Vallee-Rehel K. Modification of poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) film by chemical graft copolymerization. *Biomacromolecules*. 2007 Feb;8(2):416–23.
- Mangeon, C.; Renard, E.; Thevenieau, F.; Langlois, V., Networks based on biodegradable polyesters: An overview of the chemical ways of crosslinking. *Mater. Sci. Eng., C* 2017, 80, 760-770.
- Fay F, Linossier I, Langlois V, Vallee-Rehel K. Biodegradable poly(ester-anhydride) for new antifouling coating. *Biomacromolecules*. 2007 May;8(5):1751–8.
- Fay F, Linossier I, Langlois V, Renard E, Vallee-Rehel K. Degradation and controlled release behavior of epsilon-caprolactone copolymers in biodegradable antifouling coatings. *Biomacromolecules*. 2006 Mar;7(3):851–7.