

Vieillessement accéléré et performance des polymères biosourcés PA-11, PHBV et de leurs composites renforcés par des fibres de lin

Bernard Miranda Campos ^{a*}, Patricia Jouannot-Chesney ^a, Joël Bréard ^b

[*bernard.miranda-campos@ensicaen.fr](mailto:bernard.miranda-campos@ensicaen.fr)

^a Université de Caen Normandie, ENSICAEN, UNICAEN, CNRS, CRISMAT – Laboratoire de Cristallographie et Sciences des Matériaux – UMR 6508 – Caen, France.

^b Université de Caen Normandie, UNICAEN, ABTE - Aliments Bioprocédés Toxicologie Environnements – UR4651 – Caen, France

Mots-clés : durabilité, vieillissement accéléré, PA-11, PHA, composite.

Résumé : Le développement des polymères biosourcés et biodégradables constitue une approche prometteuse vers des matériaux durables dans les applications structurelles et semi-structurelles. Le polyamide-11 (PA-11), dérivé de l'huile de ricin mais non biodégradable, ainsi que le poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalérate) (PHBV), un polyester appartenant à la famille des poly(hydroxyalkanoates) (PHAs) synthétisé par des bactéries et présentant une biodégradabilité, connaissent une utilisation croissante.^{1,2} Ces polymères sont souvent associés à des fibres naturelles, telles que le lin, afin d'augmenter leur rigidité et de diminuer leur impact environnemental, contrairement à une association avec des fibres synthétiques (carbone et verre) qui augmente l'empreinte carbone.³ Malgré tout, la performance à long terme de ces matériaux est un point critique en raison du caractère biodégradable et de la sensibilité à l'eau de certains de ces polymères.^{4,5} Dans ce travail, le PA-11, le PHBV et leurs composites renforcés par des fibres de lin, élaborés par thermocompression, ont été soumis à des essais de vieillissement accéléré à température (23°C/50°C) et humidité contrôlée (50, 75, 90 % HR) pendant 60 jours. Les conditions de vieillissement, particulièrement l'humidité, ont été choisies pour reproduire les contraintes hygrométriques extrêmes rencontrées pendant leur durée de vie. L'évolution des propriétés physiques, chimiques et mécaniques a été investiguée. Les changements morphologiques ont été évalués par microscopie optique et MEB. Les résultats mettent en évidence des comportements de vieillissement distincts entre les deux matrices polymères (Figure 1). Les composites à matrice PHBV conservent une bonne partie de leurs propriétés mécaniques malgré l'humidité, tandis que le PA-11 et ses composites sont plus sensibles à l'eau. Le vieillissement a induit une réduction de la ductilité tant dans les polymères purs que dans les composites. Ces résultats permettent de comparer la durabilité des composites biosourcés à matrices PA-11 et PHBV, et montrent l'importance de tenir compte du vieillissement environnemental lors de la conception de ces matériaux.

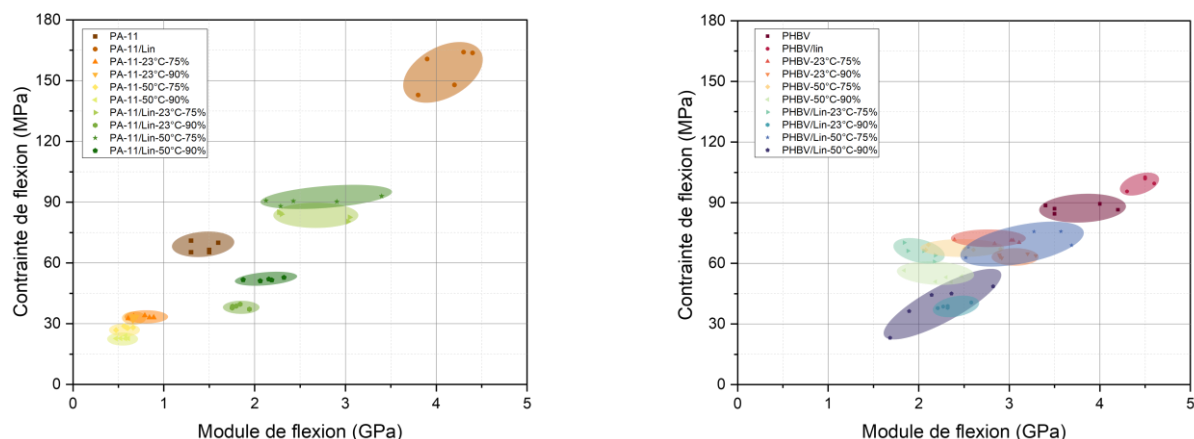


Figure 1 : Diagramme d'Ashby illustrant l'effet du vieillissement sur le PA-11, le PHBV et leurs composites

Références :

1. Rosenboom, J. G., Langer, R. & Traverso, G. Bioplastics for a circular economy. *Nat Rev Mater* **7**, 117–137 (2022).
2. Park, H. *et al.* PHA is not just a bioplastic! *Biotechnol Adv* **71**, 108320 (2024).
3. Ventura, H., Claramunt, J., Rodríguez-Pérez, M. A. & Ardanuy, M. Effects of hydrothermal aging on the water uptake and tensile properties of PHB/flax fabric biocomposites. *Polym Degrad Stab* **142**, 129–138 (2017).
4. Badia, J. D. *et al.* Water absorption and hydrothermal performance of PHBV/sisal biocomposites. *Polym Degrad Stab* **108**, 166–174 (2014).
5. Chamley, A. *et al.* (Bio)degradation of biopolymer and biocomposite in deep-sea environments. *Mar Pollut Bull* **209**, (2024).