



Impacts biologiques des microplastiques biosourcés et compostables sur la moule bleue (*Mytilus edulis*)

Amina Khalid¹, Aurore Zalouk-Vergnoux¹, Samira Benali², Rosica Mincheva², Jean-Marie Raquez², Samuel Bertrand¹, Laurence Poirier¹

Introduction

La mise au point de plastiques biosourcés destinés à remplacer les produits pétrochimiques qui menacent notre environnement marin nécessite l'évaluation des impacts toxiques de ces nouveaux matériaux sur la faune et la flore marine. Les conditions optimales nécessaires à leur dégradation n'étant pas atteintes dans les écosystèmes aquatiques et marins, il est nécessaire de connaître leur dégradation et leurs impacts sur les organismes en milieu naturel. Cette étude vise à évaluer les effets toxicologiques d'une matrice biosourcée et industriellement biocompostable broyée mécaniquement. Ces microplastiques ont été mis en présence d'un bivalve marin, la moule bleue (*Mytilus edulis*). La combinaison des analyses de marqueurs biochimiques et d'une approche métabolomique plus globale ont permis une étude pertinente des effets toxicologiques.

Matériel et méthodes

Des microplastiques de tailles allant de 10 à 100 µm ont été produits à partir de la fragmentation de d'une matrice commerciale à base d'acide polylactique (PLA). Quinze moules ont été exposées à 3 conditions différentes : absence de microplastique (CON: témoin), à des microplastiques en concentrations environnementalement réalistes (D1 : 10 µg/L et D2 : 100 µg/L) pendant 8 jours, dans des aquariums remplis d'eau de mer artificielle. L'expérience a été réalisée en triplicats pour chaque condition d'exposition. Le potentiel des microplastiques à induire une neurotoxicité a été mesuré par l'inhibition de l'acétylcholine estérase (AChE). La stabilité de la membrane lysosomale (LMS) et la phosphatase acide (AcP) ont été utilisées comme biomarqueurs des réponses immunotoxiques. La superoxyde dismutase (SOD), la catalase (CAT) et la glutathion-S-transférase (GST) ont permis d'évaluer le stress oxydatif. Des analyses métabolomiques ont été effectuées en parallèle par injection en flux couplée à la spectrométrie de masse à haute résolution (FIA-HRMS) sur des extraits lipidiques de 8 individus de moules par condition.

Résultats et discussion

Stress oxydatif, effets neurotoxiques et immunologiques

Une diminution significative de l'AChE a été observée après exposition des moules à la dose D1 par rapport aux témoins et à D2. Des effets neurotoxiques similaires ont été décrits pour des expositions à des microplastiques pétrochimiques (Avio et al., 2015 ; Paul-Pont et al., 2016). Aucune différence significative dans les structures membranaires lysosomales et l'activité enzymatique de l'AcP n'a été observée. En ce qui concerne le stress oxydatif, les activités CAT, GST et SOD ont été significativement augmentées après exposition à la dose D1. Ces régulations à la hausse traduisent des modifications physiologiques auxquelles l'organisme est confronté pendant l'exposition. Ces résultats sont en cohérence avec des précédentes études décrivant l'impact de microbilles de polystyrène sur *M. edulis* et *M. galloprovincialis* (Paul-Pont et al., 2016).

¹ Laboratoire Mer, Molécules, Santé, Université de Nantes, 9 rue BIAS, 44035 Nantes Cedex 1, France

² Centre d'innovation et de Recherche des Matériaux et Polymères (CIRMAP), Service des Matériaux Polymères et Composites (SMPC), Université de Mons, Place du Parc 20, B7000 Mons, Belgique



Effets métaboliques

Les données métabolomiques analysées par OPLS-DA ont permis de discriminer les moules en fonction de la condition d'exposition (Fig.1A). La représentation des ions (Fig. 1B) a mis en évidence 42 composés sous exprimés chez les moules exposées pendant 8 jours aux microplastiques. Sur la base des données HRMS, la plupart de ces composés appartiennent à la famille des glycérophospholipides. Ces lipides sont les composants majeurs des membranes lipidiques où ils assurent plusieurs rôles, notamment celui de réguler la liaison des protéines aux membranes, celui de messagers ou de molécules de signalisation dans le cycle cellulaire et l'apoptose (Hannun et al., 2008).

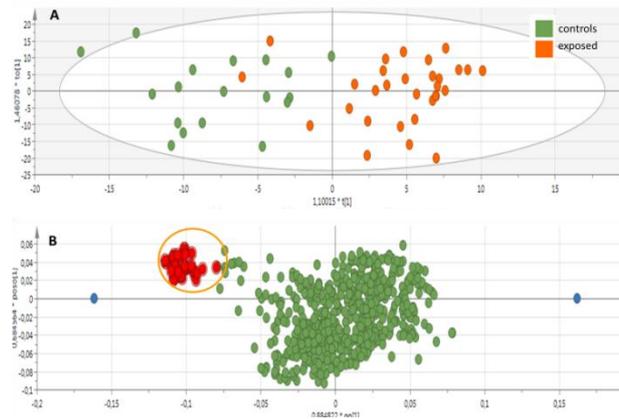


Figure 1 : OPLS-DA des moules témoins et exposées. A) représentation des individus; B) représentation des ions

Conclusion

Cette étude a permis de mettre en évidence qu'une exposition à des doses de microplastiques de PLA, réalistes d'un point de vue environnemental, conduit à un stress oxydant et une neurotoxicité chez *M. edulis*. Les effets les plus importants ont été observés à la concentration d'exposition la plus faible (10 µg/L). Cette observation peut s'expliquer par une plus faible activité de filtration des individus à la concentration la plus élevée (100 µg/L). D'autre part, le lipidome des moules a également été impacté aux deux doses d'exposition. Les glycérophospholipides, lipides structurels importants des membranes biologiques, semblent constituer la catégorie de lipides la plus perturbée. Des analyses utilisant un couplage chromatographique à l'HRMS permettront, dans un futur proche, d'identifier précisément les glycérophospholipides impliqués dans ces perturbations métaboliques afin d'approfondir les mécanismes d'action des particules de PLA.

Mots clés : poly(L)-lactide, PLA, biomarqueurs, métabolomique

Références

- Avio, C.G., Gorbi, S., Milan, M., Benedetti, M., Fattorini, D., D'Errico, G., Paoletto, M., Bargelloni, L., Regoli, F., 2015. Pollutants bioavailability and toxicological risk from microplastics to marine mussels. *Environ Pollut* 198:211–222.
- Paul-Pont, I., Lacroix, C., González Fernández, C., Hégaret, H., Lambert, C., Le Goïc, N., Frère, L., Cassone, A.L., Sussarellu, R., Fabioux, C., Guyomarch, J., Albentosa, M., Huvet, A., Soudant, P., 2016. Exposure of marine mussels *Mytilus* spp. to polystyrene microplastics: toxicity and influence on fluoranthene bioaccumulation. *Environ Pollut* 216:724–737.
- Hannun, Y.A., Obeid, L.M., 2008. Principles of bioactive lipid signalling: lessons from sphingolipids. *Nat Rev Mol Cell Biol* 9:139.