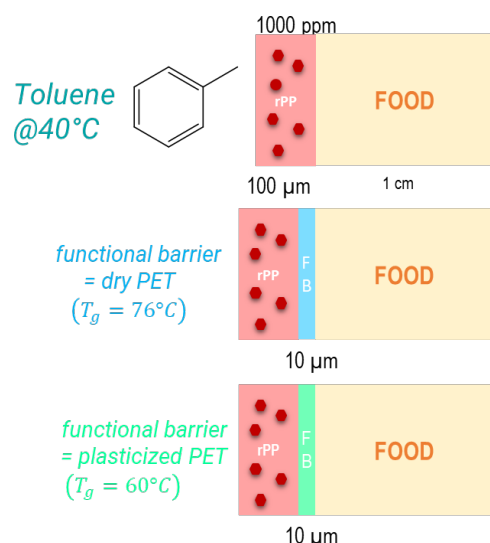


Contexte : Le concept de barrière fonctionnelle (BF) permet d'utiliser une couche de polymère pour limiter le transfert éventuel de polluants issus de la matière recyclée tout en réduisant les interactions entre l'aliment et le matériau au contact. Cette approche vise à favoriser l'augmentation du flux de matière recyclée vers le contact alimentaire, indépendamment de la nature du gisement recyclé et de l'élément de l'emballage considéré (primaire, secondaire, ternaire). La première moitié de la thèse a permis de définir les principes d'une sécurité équivalente qui permettrait d'affirmer que la matière recyclée utilisée derrière une BF serait aussi sûre qu'une matière recyclée plus décontaminée et utilisée directement au contact des aliments. Ce principe permettrait de pallier au manque de matière recyclée sur le marché (polyesters) et pourrait ouvrir de nouvelles perspectives au recyclage des polyoléfinés pour le contact alimentaire.



Méthodologie: La modélisation mathématique est la seule méthode viable reconnue par les agences européennes et américaines pour évaluer les matériaux recyclés dans les conditions d'utilisation. Des modèles numériques de diffusion conformes sont utilisés pour simuler la diffusion de solutés aromatiques homologues dans des systèmes pertinents avec du polypropylène recyclé et des polymères vierges vitreux connus pour leurs bonnes propriétés de barrière, tels que les multicouches rPP/vPET ou rPP/EVOH/PE. Les conditions et les paramètres des simulations sont choisis sur la base d'hypothèses conservatrices et les coefficients de diffusion sont extraits de données validées ou mesurées indépendamment par des expériences de sorption ou d'empilement. L'approche sans dimension du problème le rend applicable à tout type d'emballage plastique, de géométrie, de substance, d'application.

Résultats : La faisabilité d'une réduction de la décontamination derrière une BF pour les matériaux difficiles à décontaminer ou dont l'origine est moins contrôlée est démontrée : les contaminants de faible poids moléculaire sont facilement éliminés, mais ne sont pas arrêtés par la BF, tandis que les contaminants de poids moléculaire élevé sont persistants mais facilement retardés par une couche de polymère vitreux. Un profil de décontamination optimal pour les barrières en PET et EVOH est proposé et validé expérimentalement. Des règles d'évaluation des risques et de dépendance à l'égard des substances sont identifiées pour les barrières fonctionnelles et les contaminants organiques homologues. L'épaisseur de la barrière fonctionnelle doit être suffisante pour tenir compte de la durée de conservation des aliments et du stockage du matériau avant utilisation. Dans ce contexte, l'optimisation multicritère offre un bon prototype d'emballage alimentaire combinant une durée de conservation maximale et une quantité minimale de polymère vierge.

| Polymer | $D (m^2 \cdot s^{-1})$ | Ref. |
|-----------------|------------------------|--|
| PP | 10^{-13} | Fang <i>et al.</i> Macromolecules 2013, 46, 3, 874 |
| Dry PET | 3.5×10^{-18} | Zhu <i>et al.</i> Soft Matter, 2019,15, 891 |
| plasticized PET | 5×10^{-16} | Zhu <i>et al.</i> Soft Matter, 2019,15, 891 |

