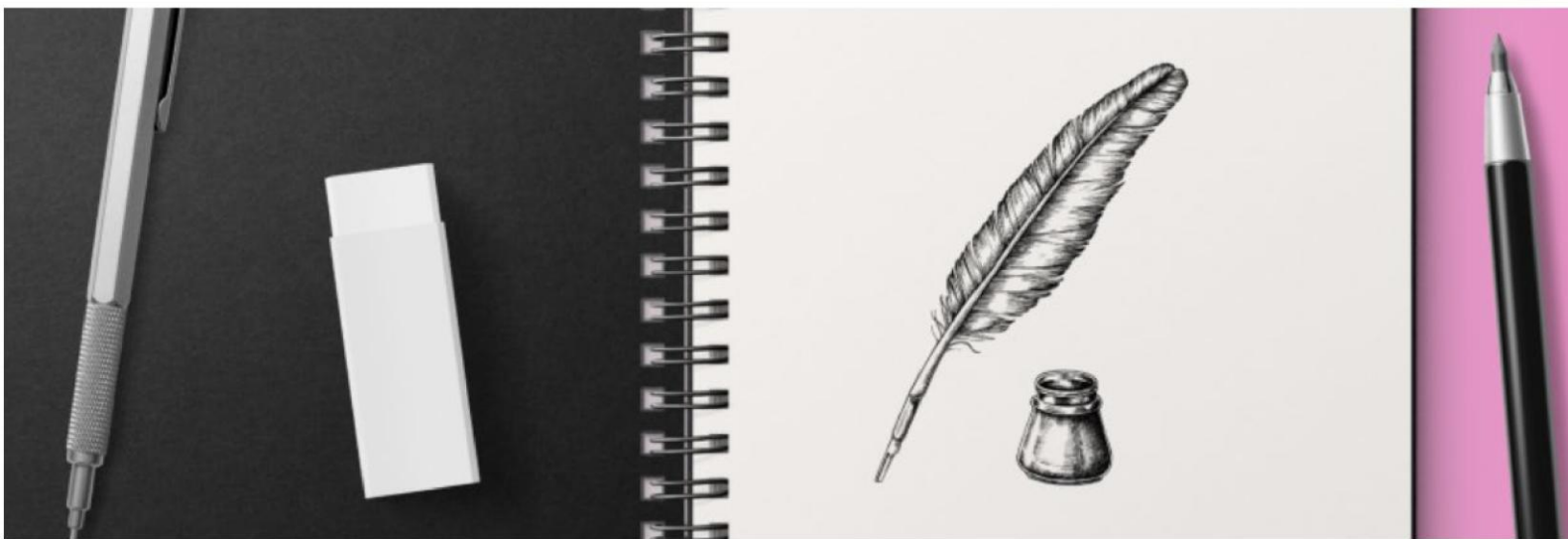


Newsletter #02



Techniques d'Extraction des Retardateurs de Flamme Bromés

Mots-clés : retardateurs de flamme bromés (BFRs), recyclage des polymères, scCO_2 , irradiation UV-Visible, économie circulaire, décontamination

Les retardateurs de flamme bromés (BFR) sont largement utilisés dans les matériaux polymères afin d'améliorer leur résistance au feu. On les retrouve dans diverses applications, en particulier dans les équipements électriques et électroniques ainsi que dans d'autres produits techniques.

Si ces additifs apportent des propriétés importantes en matière de sécurité incendie, leur présence peut également poser des défis lors du recyclage et de la réutilisation des déchets polymères. Dans le cadre du projet **Circoplast**, **UMET**, **Centexbel**, **LCPE-UGent** et **Materia Nova** étudient des approches innovantes visant à améliorer le traitement et la valorisation des polymères contenant des BFR.

Une attention particulière est portée à l'utilisation de l'**irradiation UV-Visible** et du **scCO₂** comme approches potentielles pour réduire la teneur en brome des matériaux polymères.

Technique UV-VIS : par UMET-CNRS

Étude des polymères ABS bromés

Les travaux réalisés à **UMET** se concentrent sur l'acrylonitrile butadiène styrène (**ABS**), un polymère largement utilisé dans les applications techniques. Différents systèmes de BFR sont étudiés, notamment le décabromodiphényléthane (**DBDPE**), le tétrabromobisphénol A (**TBBPA**) et l'hexabromocyclododécane (**HBCDD**).

L'objectif est d'étudier le comportement de ces composés bromés dans des conditions d'irradiation contrôlées et d'évaluer si le traitement UV-Visible peut contribuer à leur élimination de la matrice polymère.

L'irradiation UV-Visible comme approche potentielle de débromation

Les travaux expérimentaux reposent sur une **irradiation UV-Visible** dans une gamme de longueurs d'onde d'environ **250–500 nm**. Les échantillons sont irradiés dans des conditions contrôlées, à l'aide de lampes d'une puissance de **400 W**. Le traitement est réalisé sous vide primaire, à une pression d'environ **10⁻² mbar**, pendant une durée d'irradiation d'une heure.



Figure 1: Montage expérimental du réacteur UV-Visible développé et mis en œuvre à l'UMET

L'effet de l'irradiation est ensuite évalué en comparant les matériaux avant et après traitement. Plusieurs techniques complémentaires sont utilisées à UMET, notamment la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR), l'analyse thermogravimétrique (TGA), la calorimétrie différentielle à balayage (DSC), la fluorescence X (XRF), la chromatographie liquide à haute performance (HPLC) et la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS). La **XRF** est utilisée pour suivre les variations de la teneur en brome, tandis que les autres techniques fournissent des informations sur la structure chimique, la composition et les propriétés thermiques des matériaux.

Vers des matériaux polymères plus circulaires

Les résultats préliminaires obtenus à UMET montrent que l'irradiation UV-Visible peut entraîner une **réduction mesurable de la teneur en brome** de l'ABS contenant des BFR. Ces résultats constituent une base encourageante pour poursuivre l'étude du procédé et de son potentiel pour la décontamination des polymères.

Les prochaines étapes viseront à mieux comprendre les mécanismes impliqués, à optimiser les conditions d'irradiation, à évaluer leur impact sur les propriétés chimiques et thermiques du polymère, ainsi qu'à identifier une méthode appropriée pour récupérer et valoriser le brome libéré pendant le traitement.

Technique scCO₂ : par Centexbel en collaboration avec LCPE-UGent

Étude de l'extraction au scCO₂ pour les polymères contenant des BFR

En complément des travaux d'irradiation UV-Visible réalisés à UMET, **Centexbel** étudie l'utilisation du **dioxyde de carbone supercritique (scCO₂)** comme approche potentielle pour éliminer les BFR des matériaux polymères. Grâce à ses propriétés uniques, le scCO₂ peut extraire sélectivement les contaminants tout en limitant l'impact sur la matrice polymère.

Dans le cadre de Circoplast, des granulés polymères contenant des BFR tels que le DBDPE et le TBBPA sont produits par compoundage puis traités au moyen du scCO₂. L'efficacité du procédé d'extraction est évaluée en comparant la teneur en contaminants avant et après traitement.



Figure 2: Dispositif expérimental scCO₂ chez Centexbel

Optimisation du procédé grâce à la collaboration

Les travaux se concentrent sur l'optimisation du procédé d'extraction en étudiant l'influence de paramètres tels que la pression, la température, le temps d'extraction, le débit de CO₂ et la concentration en co-solvant. Une attention particulière est accordée à l'utilisation de **co-**

solvants, qui peuvent améliorer l'efficacité d'extraction des BFR.

La sélection et l'évaluation de co-solvants appropriés sont réalisées en collaboration avec **LCPE-UGent**. Différents systèmes de co-solvants sont évalués afin de maximiser l'élimination des contaminants tout en préservant la qualité du polymère. En parallèle, l'influence du type de polymère et de la concentration en BFR sur les performances d'extraction est également étudiée. Ces connaissances sont essentielles pour comprendre comment différents flux de déchets réagissent au traitement et pour définir des conditions de procédé optimales en vue d'une mise en œuvre industrielle.

Vers une décontamination des polymères à grande échelle

Les premiers résultats démontrent le potentiel de l'extraction au scCO_2 comme une technique prometteuse et respectueuse de l'environnement pour réduire les contaminants bromés dans les polymères. Les travaux futurs porteront sur l'optimisation approfondie du procédé et sur **l'évaluation de son applicabilité à l'échelle industrielle**, y compris l'intégration de l'extraction au scCO_2 dans des **lignes continues de transformation des polymères**.

Collaboration au sein de Circoplast

Les travaux menés par UMET, Centexbel, LCPE-UGent, Materia Nova et les autres partenaires de Circoplast mettent en évidence **l'approche collaborative** du projet pour le **traitement des polymères contenant des BFR**. En combinant des expertises et des technologies complémentaires, le consortium développe des solutions innovantes pour la décontamination, le recyclage et la valorisation des polymères.



Figure 3: De l'extrusion des polymères à la débromation : Une approche collaborative

Grâce à cette collaboration, Circoplast vise à transformer des plastiques difficiles à recycler en matières premières secondaires plus sûres et à plus

forte valeur ajoutée, contribuant ainsi à une économie des plastiques plus circulaire et durable.

