

Offre de recherche post-doctorale

« Nouvelles méthodes optiques pour le tri des déchets plastiques »

Résumé

La Feuille de Route Economie Circulaire vise un objectif de 100% de plastiques recyclés d'ici 2025. Actuellement, seulement 26% des déchets plastiques sont recyclés. Les centres de tri rencontrent des difficultés dans l'identification des plastiques noirs, qui représentent environ 15% du total, à cause de leur absorption du rayonnement dans le proche infrarouge. Pour surmonter ce problème, le laboratoire Hubert Curien explore une nouvelle approche en développant un instrument optique innovant, capable de mesurer à la fois la lumière absorbée et diffusée en surface. Cette technologie pourrait améliorer l'identification des plastiques noirs, combinée à des méthodes avancées comme la modélisation par codes Monte-Carlo. Le candidat doit avoir une expérience en mesure optique et un intérêt pour la recherche scientifique appliquée. Le poste est financé pour un an, avec possibilité de prolongation, et d'enseignement à l'Institut d'Optique Graduate School.

Description du sujet

La Feuille de Route Economie Circulaire fixe un objectif ambitieux de 100% de plastiques recyclés en 2025. Aujourd'hui, seuls 26% des déchets plastiques sont effectivement recyclés, tandis que 39% sont incinérés et 35% finissent en décharge. Pour identifier les plastiques et déterminer ceux qui sont recyclable ou non, la plupart des centres de tri utilisent des instruments optiques basées sur la spectrométrie dans le domaine spectral du proche infrarouge. Cependant, cette méthode n'opère plus lorsque le plastique absorbe le rayonnement, ce qui est le cas des plastiques noirs, colorés en ajoutant 0,5 à 3 % en masse de noir de carbone dans le polymère fondu pendant le processus d'extrusion. Ceux-ci représentent environ 15% du plastique arrivant dans les centres de tri et sont largement utilisés dans les produits électroniques ou l'automobile. Plusieurs méthodes alternatives [1, 2] ont été mise au point par les chercheurs pour identifier les plastiques noirs, comme la spectroscopie Raman, la spectroscopie en moyen infra-rouge (8-12 μm), la fluorescence X ou la spectroscopie de plasma induite par laser (LIPS). Le laboratoire Hubert Curien dispose d'ailleurs d'instruments capables de réaliser ces mesures parmi ses équipements. Cependant, si ces méthodes fonctionnent au cas par cas pour des mesures faites en laboratoire, elles s'avèrent trop complexes et trop coûteuses pour mettre au point un instrument utilisable dans un centre de tri.

Fort de son expertise dans le domaine de la métrologie de l'apparence, le laboratoire Hubert Curien (<https://laboratoirehubertcurien.univ-st-etienne.fr>) envisage d'explorer une nouvelle approche en mettant au point un instrument optique capable non seulement de mesurer la proportion de lumière absorbée en fonction de la longueur d'onde mais également de lumière diffusée en surface. L'utilisation d'outils de modélisation sophistiqués comme les codes Monte-Carlo développés par la société PhotonLyx devrait permettre d'extraire de ces mesures plus d'informations que le simple spectre d'absorption et par exemple d'identifier les colorants utilisés et la nature du polymère. Si les pistes envisagées pour identifier les plastiques noirs sont novatrices et donc pas garanties de fonctionner sur des plastiques noirs, elles pourront de toute façon permettre d'enrichir les diagnostics réalisés actuellement à partir de spectrométrie infra-rouge.

Le but du travail demandé, sur la base de l'expertise du laboratoire Hubert Curien et ses partenaires, est d'explorer une méthode optique alternative qui pourra être ensuite commercialisée par une start-up, la société Plas'tri (<http://plastri.fr>). Parmi les pistes originales envisagées, l'analyse de la diffusion électromagnétique et de phénomènes d'interférences qui ne sont généralement pas pris en compte dans les modèles classiques de diffusion lumineuse basées sur l'équation du transfert radiatif. Les résultats de ces mesures, combinés à des données simulées par modèles optiques et à d'autres mesures optiques (spectroscopie infra-rouge notamment), pourront être croisés dans le but d'obtenir une classification sur un ensemble de plastiques étalons.

Références

- [1] Qu, X., Williams, J. S., & Grant, E. R. (2006). *Viable plastics recycling from end-of-life electronics*. *IEEE transactions on electronics packaging manufacturing*, 29(1), 25-31.
- [2] Adarsh, U. K., Kartha, V. B., Santhosh, C., & Unnikrishnan, V. K. (2022). *Spectroscopy: A promising tool for plastic waste management*. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 149, 116534.

Travail demandé

Avec l'aide des chercheurs de l'équipe CMAT du laboratoire Hubert Curien et des ingénieurs de Plas'tri, la personne recrutée devra proposer un ou plusieurs montages optiques permettant de réaliser ces mesures interférentielles, d'abord sur des matériaux peu absorbants, puis sur des plastiques noirs. En utilisant des approches de modélisation et de simulation, il s'agira d'interpréter les résultats obtenus, de valider les résultats expérimentaux et de déterminer les limites pratiques de la méthode, notamment en vue d'une application industrielle pour le tri des plastiques ou pour d'autres applications. Plusieurs approches pourront être étudiées : en réflexion, sur des matériaux semi-infinis ou en transmission en fonction de l'épaisseur, sur des échantillons dont la concentration en centres diffusants varie ou en exploitant la polarisation de la lumière. Ce travail devra permettre de valider expérimentalement et théoriquement la pertinence de la mesure, pour application à l'identification des plastiques ou d'autres domaine de la métrologie de l'apparence.

Profil recherché et environnement de travail

La ou le candidat devra justifier d'une expérience dans le domaine de la mesure optique et d'un goût pour la recherche scientifique dans un domaine applicatif. Le contrat obtenu pour le financement est d'une durée d'un an, mais devrait pouvoir être reconduit pour un an supplémentaire (recherche de financement en cours). Il sera en outre possible d'effectuer des vacances auprès des étudiants de l'Institut d'Optique Graduate School. La personne recrutée sera affectée au laboratoire Hubert Curien, sur le campus manufacture de Saint-Etienne.

Date de démarrage prévue : septembre 2024

Salaire : 3300 € brut / mois.

Durée : 12 mois

Pour en savoir plus et candidater

Mathieu Hebert (mathieu.hebert@institutoptique.fr) et Raphael Clerc (raphael.clerc@institutoptique.fr), professeurs au laboratoire Hubert Curien de Saint-Etienne et Clara Spetebroodt (clara.spetebroodt@plastri.fr), ingénieur et fondatrice de la société Plas'tri.