

Proposition de thèse 2026

Étude du comportement du PVC sous l'action conjuguée des particules alpha et de la température : étude de l'émission gazeuse dans le contexte du transport des déchets radioactifs

De nombreux déchets technologiques radioactifs contiennent des polymères, dont le plus courant est le polychlorure de vinyle (PVC). Il est notamment utilisé pour fabriquer les sacs ou manches de boîte à gants et des composants de filtres de ventilation. Le PVC se trouve souvent au contact direct de matières radioactives pulvérulentes émettrices de particules alpha. Il en résulte, comme pour la majorité des polymères, des phénomènes de radiolyse conduisant à la formation de nouveaux groupements chimiques, appelés défauts macromoléculaires, et à l'émission de gaz de radiolyse. Le dihydrogène (H_2) et le chlorure d'hydrogène (HCl) sont les gaz majoritaires émis par le PVC à température ambiante. Chacun de ces gaz présente des risques particuliers en présence d'oxygène : inflammabilité et explosion pour H_2 et corrosion pour HCl (en présence d'eau). La corrosion étant elle-même initiatrice d'émission de dihydrogène, la maîtrise du « risque hydrogène » constitue un enjeu majeur pour la sûreté du stockage et du transport des déchets radioactifs.

Dans les conditions du transport, les polymères sont soumis à l'action conjointe des rayonnements ionisants et de la température, en présence d'oxygène. Malheureusement, très peu d'études ont été effectuées sur le comportement du PVC dans ces conditions.

Le but de cette thèse est d'étudier l'influence de la température d'irradiation sur les mécanismes de formation de H_2 , de HCl (et d'autres gaz de radiolyse) et des défauts macromoléculaires en présence d'oxygène, sous irradiation α . Il s'agira notamment de découpler les effets liés à la thermolyse de ceux dus à la radiolyse, d'identifier une éventuelle synergie entre ces deux phénomènes et de préciser la dépendance en température du rendement radiolytique d'émission de H_2 . Les objectifs poursuivis seront de qualifier et quantifier les gaz émis et les défauts macromoléculaires à température ambiante, sous différentes pressions d'oxygène puis d'étudier l'influence de la température en appliquant la même procédure jusqu'à 180°C. En parallèle, des expériences de thermolyse effectuées dans des conditions de pressions d'oxygène identiques permettront de déterminer le domaine de température dans lequel la thermolyse devient prépondérante et d'extraire l'énergie d'activation associée.

Les effets des particules α des actinides seront simulés par des faisceaux d'ions du GANIL à Caen soigneusement sélectionnés. Cette thèse incluant des aspects de recherche fondamentale, des irradiations avec des rayonnements induisant des faibles TEL (rayons X et γ), permettant de s'affranchir des densités d'excitation et d'ionisation élevées apportées par les ions, seront également effectuées.

Les irradiations seront effectuées dans une chambre d'irradiation et d'analyse en ligne résistante à HCl qui sera conçue en début de thèse. Les défauts et gaz de radiolyse seront analysés soit en ligne par spectrométrie IRTF, spectrométrie de masse et chromatographie (μ -GC) soit hors ligne par DSC, HPLC et GC-MS.

A l'issue de la thèse, le/la doctorant(e) pourra valoriser ses connaissances dans le domaine de la physique de l'interaction rayonnement/matière, de l'irradiation des matériaux, de la mise en forme des polymères et des méthodes d'analyse en phase solide et en phase gazeuse (chimie analytique). Plus largement, il/elle aura acquis une expérience solide dans la gestion d'un projet pluridisciplinaire avec multiples interlocuteurs travaillant dans des contextes différents.

Informations administratives

Le/la doctorant(e) sera principalement basé(e) à Caen mais sera amené(e) à se rendre régulièrement à Saclay et à Cadarache suivant les besoins (expériences ou discussions scientifiques)

Thèse financée par l'université de Caen dans le cadre du projet CaeSAR (MESR)

Candidature

Le (la) candidat(e) doit être en possession d'un Master II recherche (ou être inscrit en Master II recherche au cours de l'année 2025-2026) en chimie, chimie-physique ou Science des matériaux et être intéressé(e) par l'expérimentation. Les ingénieurs et étudiants en école d'ingénieurs peuvent bénéficier d'une dispense de Master II

Seules les candidatures intégrant un CV complet et une lettre de motivation seront prises en compte.

Mots clés : Polymères, irradiation, rayonnements ionisants, vieillissement oxydatif, interactions rayonnement/matière, défauts

Contacts

Mme Yvette NGONO (ngono@ganil.fr) : direction de la thèse

M. Vincent PACARY (vincent.pacary@ganil.fr) : encadrement de la thèse