

SUJET DE THESE :

DETECTION ET QUANTIFICATION DES RADICAUX LIBRES RADIO-INDUITS PAR DES FAISCEAUX  
PULSES DE PARTICULES H<sup>+</sup> ET He<sup>2+</sup>

Directeur de Thèse : Johan Vandenborre (CR)

Encadrement Scientifique : Mohammad Ghalei (EC), Guillaume Blain (IE)

Unité de Rattachement : SUBATECH (UMR 6457) : <http://www-subatech.in2p3.fr/fr/>

Equipe : Radiochimie

Etablissement de Rattachement : Financement Nantes Université

Date : Octobre 2022-2025

### Résumé :

*Tout rayonnement déposant son énergie dans un milieu chimique peut engendrer des transformations : casser des liaisons chimiques et en créer de nouvelles pour produire des espèces chimiques radicalaires et moléculaires. Ce processus complexe s'appelle la radiolyse.*

*La radiolyse de l'eau a été étudiée depuis environ 60 ans par une communauté scientifique internationale qui forme aujourd'hui une discipline à part entière au sein de la physico-chimie. Le mécanisme de radiolyse de l'eau peut se décomposer en 4 étapes successives (primaire, pré-diffusionnelle, diffusionnelle et homogène) à partir de l'impact initial du rayonnement qui amènent à la formation de différentes espèces radiolytiques. L'interaction des rayonnements ionisants sur les molécules d'eau entraîne l'ionisation et/ou l'excitation de celles-ci, puis, conduit à la formation de produits radicalaires (O<sub>2</sub><sup>•-</sup>, H<sup>•</sup>, •OH, e<sup>-</sup><sub>aq</sub>) et moléculaires (H<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Ces espèces sont « quantifiées » par leur rendement radiolytique qui est le nombre de molécules formées ou disparues pour une énergie déposée de 100 eV (molécules/100 eV soit 1.036 10<sup>-7</sup> mol.J<sup>-1</sup>). Les premières études d'identification d'espèces radicalaires, à très faible temps de vie, ont été réalisées en utilisant des piègeurs ou « scavengers » (capture sélective d'espèces radiolytiques par ajout d'un soluté). L'ajout de ce soluté n'est pas neutre et des expériences de radiolyse pulsée à résolution temporelle sont maintenant possibles permettant de se passer de « scavenger ».*

*Nous proposons d'utiliser les faisceaux d'Hélium et de Proton disponibles du cyclotron Arronax (<https://www.aronax-nantes.fr/>), afin de réaliser des expériences de radiolyse pulsée dans un domaine de Transfert d'Énergie Lineïque (TEL) encore peu étudié (i.e. 20 < TEL < 40 keV.μm<sup>-1</sup>), y compris au niveau international. L'utilisation des faisceaux pulsés d'Arronax (protons et alpha) permettra de déterminer les rendements radiolytiques d'espèces à court temps de vie telles que l'électron hydraté (e<sup>-</sup><sub>aq</sub>) et le radical superoxyde (O<sub>2</sub><sup>•-</sup>), encore méconnus.*

*La détermination des rendements des espèces radiolytiques à vie courte telles qu'e<sup>-</sup><sub>aq</sub> et O<sub>2</sub><sup>•-</sup> permettra de contraindre de nombreux modèles Monte-Carlo tentant de décrire les mécanismes de radiolyse, afin de répondre à de nombreux besoins dans le domaine de l'énergie et de la santé.*

*Depuis une dizaine d'année, un spectromètre UV-Visible résolu en temps (μs), couplé à l'accélérateur ARRONAX a été développé pour cet objectif. Quasi unique au monde, il est à présent opérationnel et sera l'outil-clef du travail du/de la doctorant(e). Le/la doctorant(e) bénéficiera de l'expérience accumulée depuis 10 ans par l'équipe d'encadrement dans le domaine de la radiolyse expérimentale.*

*Intégré(e) au sein de l'équipe de radiochimie du laboratoire, il/elle partagera son temps entre Subatech et les expériences au sein du GIP ARRONAX. De solides connaissances en chimie générale et physico-chimie, et un intérêt fort pour les aspects expérimentaux seront autant d'atouts pour mener à bien ce projet.*

*Au carrefour de plusieurs disciplines, un esprit ouvert, une bonne capacité d'adaptation et un excellent relationnel lui permettront de travailler en équipe, tant avec les chimistes que les physiciens et les pilotes du cyclotron.*