



Vers une chimie des hautes énergies

Spécialité CHIMIE

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [NIMBE/LIONS](#)

Candidature avant le 18/04/2018

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [RENAULT Jean-Philippe](#)
+33 1 69 08 15 50
jean-philippe.renault@cea.fr

Résumé

Le but de ces stages est de mettre en place des méthodologies d'étude ces événements les plus énergétiques qu'on puisse envisager en chimie - les ionisations en couches internes en utilisant le rayonnement X "mou" (100 - 2keV) pour les déclencher sélectivement autour des différents seuils d'ionisation des constituants de la matière biologique (comme le carbone, l'oxygène, l'azote ou différents métaux aussi présent dans certaines protéines).

Sujet détaillé

L'effet des rayonnements ionisant est étudiée depuis plus de cent ans, à la fois pour ce qui concerne la dégradation de la matière biologique pour la radiobiologie, mais aussi pour ses nombreuses implications dans le domaine de l'industrie nucléaire. Les événements d'ionisations simples par l'Ultra-Violet, correspondant à des dépôts d'énergie de quelques eV (électron Volt) par molécules, sont assez bien d'écrits. Les effets de l'ionisation en couches externes (impliquant les électrons jouant un rôle dans les liaisons chimiques) ou par les particules de hautes énergies sont aussi connus (dépôts de quelques dizaines d'eV conduisant en particulier à la cassure des liaisons OH et CH). Mais les effets des événements les plus énergétiques qu'on puisse envisager en chimie - les ionisations en couches internes (impliquant les électrons conservant un caractère atomique et ne jouant pas de rôle dans la liaisons chimiques) menant des dépôts d'énergies de plusieurs centaines d'eV à l'échelle d'un atome - sont encore mal compris en phase condensée. Certes, ils demeurent des événements rares lorsqu'un milieu est exposé à des particules de haute énergie, mais pourtant, leurs effets sur les biomolécules, les protéines et l'ADN pourraient être très significatifs [1] et en particulier être le facteur limitant les études structurales, de microscopie X et sur les lasers à électron libre de haute énergie (XFEL) [2,3].

Le but de ces stages est de mettre en place des méthodologies d'étude ces événements rares en utilisant le rayonnement X "mou" (100 - 2keV) pour les déclencher sélectivement autour des différents seuils d'ionisation des constituants de la matière biologique (comme le carbone, l'oxygène, l'azote ou différents métaux aussi présent dans certaines protéines).

Dans le cadre de l'ANR HighEnerChem nous proposons différents stages :

Stage 1 ;

Le stagiaire travaillera d'abord sur le développement d'irradiations en cuves à fenêtres ultraminces (150 nm de nitrure de silicium) testées avec succès au seuil du carbone et de l'oxygène. Ces mesures donneront accès aux produits de dégradations aux temps longs (jusqu'à la microseconde).

Il utilisera ces cellules pour mettre en place les méthodes d'analyses [4] permettant de distinguer les produits d'ionisations en couches internes du fond radiolytique. Ces études seront développées sur des petites molécules d'intérêt biologiques. (peptides, sucres, modèles des bases de l'ADN).

Stage 2 ;

Le stagiaire travaillera sur la ligne PLEIADES du Synchrotron SOLEIL, à l'amélioration de la technique de jet liquide sous vide (système qui vient d'être mis en place et testé avec succès sur la ligne de lumière). Celle-ci permet d'effectuer la spectroscopie d'électron sur une solution. Les transferts d'énergies, intervenant après une excitation ou une ionisation en couche interne, entre la molécule organique et le solvant seront étudiés. De plus les changements structuraux de la biomolécule après différentes doses d'irradiation pourront être aussi investigués.

Mots clés

Physique

Compétences

Fluidique innovante, irradiation radiolyse

Logiciels

High energy chemistry

Summary

The goal of these Masters internships is to set up methodologies to study the most energetic events that can occur in molecule, the ionizations of inner electronic shells. It will be done using soft X-ray radiation (100 - 2 keV) to trigger them selectively around the different ionization thresholds of the constituents of the biological material (such as carbon, oxygen, nitrogen or various metals also present in certain proteins).

Full description

The effect of ionizing radiation has been studied for more than hundred years, with regards to the degradation of biological material for radiobiology, but also for its many implications in nuclear industry fields. The events of simple ionizations by Ultra-Violet, corresponding in deposition of energy of a few eV (electron Volt) per molecules, are quite well known. The ionization effects of the outer electronic shells (involving electrons playing a role in the chemical bonds) by high-energy particles are also known (deposition of a few tens of eV, leading in particular to breakage of the OH and CH bonds). But the effects of the most energetic events that can be envisaged in chemistry - the ionizations of inner electronic shells (involving electrons with an atomic character and not playing a role in the chemical bonds) leading to a deposition of energies of several hundred eV on the scale of an atom - are still poorly understood in the condensed phase. Even if they remain rare events, when a medium is exposed to high energy particles, their effects on biomolecules, proteins and DNA could be very significant [1], and in particular could be a limiting factor for structural studies, X-ray microscopy and high-energy free-electron lasers (XFEL) [2,3].

The goal of these Masters internships is to set up methodologies to study these rare events using "soft" X-ray radiation (100 - 2 keV) to trigger them selectively around the different ionization thresholds of the constituents of the biological material (such as carbon, oxygen, nitrogen or various metals also present in certain proteins).

Within this broad topic, we propose different internships.

I1

During the Masters internship, the trainee will perform measurements around the carbon and oxygen edges using an irradiation cell with ultrafine windows (150 nm silicon nitride windows). These measures will give access to degradation products at long times (up to microseconds).. The trainee will initially put in place the analytical methods [4] making it possible to distinguish the products of inner shell ionization from the radiolytic background. These studies will be developed on small molecules of biological interest. (peptides, sugars, DNA base models).

I2 :

During the Masters internship, the trainee will work on the PLEIADES beamline at the SOLEIL Synchrotron, to improve the technique of a vacuum liquid jet (system that has just been successfully tested on the beamline). This technique makes it possible to perform electron spectroscopy on a solution. The energies transfer, after an inner shell excitation or an ionization, between the organic molecule and the solvent will be studied. Moreover, the structural changes of the biomolecule after different irradiation doses could also be investigated.

Keywords

Skills

Microfluidic, irradiation, radiolysis

Softwares