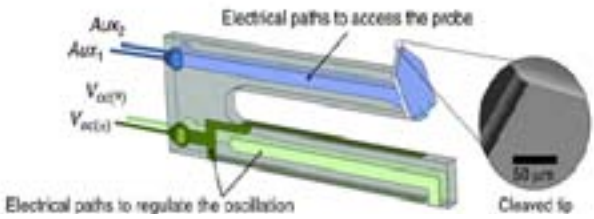
327 - Juin-juillet-août 2023

BRÈVES DE L'IRAMIS

Nouvelles sondes planaires actives pour microscopes AFM

Laurent Pham Van : tél. : 01.69.08/47.20, laurent.pham-van@cea.fr

À l'origine, l'introduction des "tuning fork" (diapasons horlogers) porte pointe en Microscopie à Force Atomique (AFM) à l'air semblait une gageure, car la raideur de ces sondes était physiquement incompatible avec les deux modes de stabilisation connus : "contact" et "tapping". En développant le mode 0PM-AFM (Zero Phase Mode) exploitant les variations de phase de la pointe oscillante, il a été possible de séparer les forces dissipatives et conservatives, à l'instar des techniques avancées sous ultravide (mode "non contact"), tout en améliorant la stabilité et la rapidité de la mesure. Avec les pointes usinées au SPEC fixées aux diapasons, les premières résolutions atomiques "vraies", montrant des défauts uniques à l'air et à l'interface liquide-solide ont pu être obtenues. Pour étendre leurs applications, nous nous sommes associés à une équipe de l'Université Technique d'Eindhoven qui avait développé pour la Microscopie à Effet Tunnel (STM) des pointes planaires actives à partir de rectangles de wafer de silicium métallisés, clivés en pointe et usinés pour former un circuit électrique produisant à l'apex un champ magnétique et/ou un gradient thermique. Ces pointes de 2x2 mm² ont été fixées à des diapasons modifiés. Dans un récent article de la revue "Nature Microsystems & Nanoengineering" nous montrons que le facteur de qualité global dépasse celui du diapason nu, accroissant ainsi la sensibilité. Le bruit électrique est également réduit. Les deux électrodes détournées fournissent des conducteurs électriques permettant des imageries STM/AFM et MFM (force magnétique) /AFM simultanées, et de sonder les propriétés thermiques locales. Finalement, la possibilité d'alimenter de futures pointes planaires mésoscopiques dotées de fonctionnalités électro-actives ouvre la voie à un champ d'applications bien plus vaste.



Diapason rééquilibré pour supporter une sonde planaire massive millimétrique. La nouvelle configuration d'électrodes permet d'accéder aux contacts électriques de la pointe sans perturber l'oscillation des branches.

Référence : Çiftçi, H.T., et al. Enhancing sensitivity in atomic force microscopy for planar tip-on-chip probes. Microsyst Nanoeng **8** *(2022) 51. https://doi.org/10.1038/s41378-022-00379-x.*

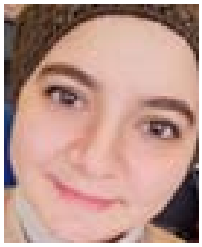
Brèves des labos

Après une thèse primée par la SCF sur le recyclage chimique des plastiques, au sein du **LCMCE** (NIMBE), Marie Kobylarski a été recrutée au CEA en février 2023 afin de valoriser les résultats de ses recherches en vue de la création d'une start-up. Actuellement en phase de pré-maturation, son projet baptisé UPNYL repose sur le développement d'une voie innovante de "surcyclage" de fibres plastiques (comme les nylons) en nouveaux matériaux à haute valeur ajoutée.

Nouvel instrument sur la plateforme SWAXSLab du CEA Paris-Saclay

Le Laboratoire Interdisciplinaire sur l'Organisation Nanométrique et Supramoléculaire (**LIONS**) du NIMBE vient d'accueillir en mai 2023 un nouvel instrument Xeuss 3 au SWAXSLab. Cet instrument, en grande partie financé par le PEPR DIADEM, fait partie du démonstrateur FastNano, dont l'objectif est d'accélérer la découverte de nouveaux nanomatériaux en couplant analyse, synthèse et intelligence artificielle. Cet instrument, complètement automatisé, permet la caractérisation (taille, forme, concentration, interaction...) de nanomatériaux en phase liquide grâce à deux sources de rayons X (Mo et Cu). La plateforme permettra deux modes de mesure : (i) un screening rapide de nanomatériaux en phase liquide à l'aide d'un robot passeur d'échantillons, (ii) un suivi et un pilotage de la synthèse des nanomatériaux au cours du temps grâce à l'ajout de réacteurs de synthèse chimique instrumentés (température, pression, agitation, ajout de réactifs, Raman, UV).

Nouveau Xeuss 3.0 situé dans la plateforme SWAXSLab du NIMBE. Une pièce maîtresse du démonstrateur FastNano du PEPR DIADEM.

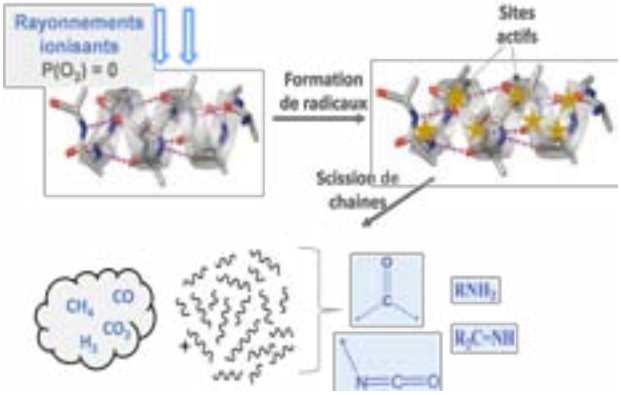


Titulaire d'un Master recherche "chimie moléculaire organique" de l'Université libanaise, Hoda AL ASSAAD a intégré l'équipe MADIR du laboratoire CIMAP en 2020, où elle termine sa 3ème année de thèse sous la direction de Yvette Ngono.

Hoda Al Assad : tél. : 02.31.45.44.23, hoda.alassaad@ganil.fr

Modification structurelle de la matrice extracellulaire du cartilage en conditions d'hadronthérapie : modèles de peptides synthétiques comme substituts du collagène de type II

L'hadronthérapie (protons, ions carbone) présente une alternative intéressante à la radiothérapie conventionnelle pour le traitement des tumeurs radiorésistantes et inopérables. Bien que les caractéristiques des faisceaux d'ions soient choisies pour une irradiation ciblée de la tumeur, les tissus sains environnants traversés sont également irradiés. Il est donc important d'étudier leur évolution sous irradiation ionique qui reste encore très mal connue. Ma thèse s'intéresse à l'évolution du collagène, la protéine majoritaire de la matrice extracellulaire du cartilage, lors du traitement de chondrosarcomes, tumeurs radiorésistantes à différenciation cartilagineuse. Le collagène est une protéine organisée en triple hélice et de composition complexe en terme d'acides aminés. Pour pallier les difficultés apportées par cette complexité, les premières études ont été réalisées sur des homopolymères des principaux acides aminés formant le collagène. Ma thèse vise à étudier les effets des rayonnements ionisants sur ces objets modèles du collagène, et des peptides modèles à triple hélice. L'un des objectifs est de comprendre le mécanisme de formation des défauts à travers la caractérisation et la quantification des modifications macromoléculaires et l'émission gazeuse. Le premier effet notable de l'irradiation des trois homopolypeptides modèles étudiés (Polyglycine, Poly-DL-alanine et Poly-L-proline), avec des ions lourds accélérés ou électrons sous atmosphère inerte, correspond à la consommation des groupements amides formant la liaison peptidique et la formation de nouveaux groupements dont la concentration augmente avec la dose. Dans les conditions d'irradiation choisies, seule l'évolution de la poly-DL-alanine dépend du TEL (énergie déposée par unité de longueur). Les gaz émis sont essentiellement H_2, CH_4, CO et CO_2 (figure). La formation de ces gaz peut soit modifier le pH local du cartilage soit être toxique pour les cellules. Les premières études sur le collagène montrent la perte de molécules H_2O structurales dès les plus faibles doses, quelle que soit l'atmosphère d'irradiation. La suite de ce travail sera de quantifier 1) la perte en eau dans le collagène de type II, 2) l'évolution de sa masse molaire via des méthodes telles que l'électrophorèse de type SDS-Page.



Evolution de la structure de la poly-DL-alanine sous irradiations ioniques (Ne^{9+}, 8 MeV/A) : scissions des liaisons peptidiques, puis création de nouvelles liaisons chimiques notamment des cétones, des amines, des imines et des isocyanates, et émission gazeuse.

Brève de l'Institut

Anne l'Huillier célèbre ses Prix Wolf 2022 et BBVA 2023 au LIDYL

Anne l'Huillier est la récipiendaire du Prix Wolf en 2022 et du prix de la fondation BBVA 2023. Elle a souhaité célébrer ces succès avec les chercheurs du LIDYL, lors d'une journée passée au laboratoire à Saclay, où son parcours a été retracé.

Anne l'Huillier a débuté ses travaux scientifiques au Centre CEA de Saclay, au Département de Physique Générale, dans le Service de Physique Atomique et des Surfaces (DPhG/SPAS, aujourd'hui le LIDYL), où elle a soutenu sa thèse en 1986 sur le sujet "Ionisation multiphotonique et multiélectronique". Après une dizaine d'années de travail sur l'étude de la génération d'harmoniques d'ordre élevé dans les gaz, elle a poursuivi ses travaux en tant que professeur à l'Université de Lund en Suède, tout en poursuivant une collaboration continue et très étroite avec son laboratoire d'origine.

Directeur de la publication : F. Daviaud - Comité de rédaction : L. Barbier, G. de Loubens - Réalisation : C. Becquet