

École d'été 2019 de la Physique-Chimie – Août 2019

Le lundi 26 août et le mardi 27 août une quinzaine de professeurs de Physique-Chimie de l'académie de Caen se sont réunis dans les locaux de l'ENSICAEN (<https://www.ensicaen.fr/>) et du GANIL (<https://www.ganil-spiral2.eu>).

Cette action de formation continue inscrite au PAF 2018-2019 en Physique-Chimie est le fruit d'une collaboration étroite entre le rectorat, l'université de Caen, le CNRS, l'ENSI et le GANIL.



Conférence d'ouverture par M. LEGAY, ingénieur de recherche au LCMT

Pour les stagiaires, ces deux journées ont été l'occasion d'actualiser leurs connaissances sur des points des programmes de Physique-Chimie du lycée à travers des conférences et des visites de laboratoires. Elles ont également été l'occasion de découvrir les activités, ainsi que la richesse des métiers, liés au monde de la recherche. Enfin, ces deux journées ont permis la présentation de dispositifs mobilisables pour mener à bien des projets pédagogiques associant des chercheurs, des professeurs de Physique-Chimie et leurs élèves.

Le stage a débuté avec une conférence sur la spectroscopie RMN par **M. Rémi LEGAY**, Ingénieur de Recherche au *Laboratoire de Chimie Moléculaire et Thio-organique (LCMT)*, suivie par la visite du laboratoire. M. LEGAY a présenté le principe et des applications de la RMN pour la caractérisation et l'identification des molécules, en particulier dans la synthèse de médicaments.

La visite de la salle des appareils de RMN a permis d'illustrer les propos de la conférence.



Spectroscopie à Résonance Magnétique Nucléaire

M. Philippe BAZIN, Ingénieur de Recherche au *Laboratoire Catalyse et Spectrochimie (LCS)* a ensuite présenté ses travaux en analyse par spectroscopie infra-rouge. Il étudie les mécanismes réactionnels lors des catalyses.

La visite du laboratoire a permis aux stagiaires de découvrir les méthodes d'analyse *in situ et in operando*.

La collection des molécules sondes et les canalisations d'alimentation des enceintes d'analyse sont particulièrement impressionnants.

La mise au point des diverses enceintes d'analyse présentées s'est révélée très intéressante. L'étroite collaboration du LCS avec l'industrie pousse ce laboratoire à l'innovation permanente.



Enceinte réactionnelle

Mme **Virginie KLAUSER**, chargée de projets en médiation, a enfin présenté l'offre scolaire proposée par le *Dôme* (<http://ledome.info/>).

Les possibilités sont nombreuses et s'articulent autour de trois axes :

- Mener un projet d'expérimentation et bénéficier de l'appui de professionnels pour le développement de projets « Pratiques de Chercheurs » dans les lycées.
- Accueillir une opération permettant la mise en relation avec des chercheurs : conférences du GRES, visites de doctorants, têtes chercheuses...
- Se déplacer sur une manifestation, comme la « **fête de la science** » du 5 au 13 octobre, le **Turfu festival** du 14 au 20 octobre, l'**atelier du chercheur** du 3 au 14 février, les **rencontres Grand témoin** (cette année sur le thème du dihydrogène), ...



Le DÔME - Caen

La journée du mardi a commencé par une conférence sur le système métrique, présentée par **M. Pierre LANGOIS**, enseignant-chercheur à l'Université de Normandie au département [Mesures Physiques de l'IUT de Caen](#). M. LANGLOIS est revenu sur les nombreuses étapes avant l'adoption du système métrique en France en 1837.

Il a fallu attendre 1875 pour la création du Bureau International des Poids et Mesures, 1960 pour le Système International, 1983 pour la définition du mètre à partir de la célérité de la lumière avec une précision entre 10^{-10} m et 10^{-11} m, et 2018 pour les nouvelles définitions de l'Ampère, du kg, du Kelvin et de la mole.

Les nouvelles définitions reposent sur l'adoption de la charge élémentaire e , la constante de Planck h , la constante de Boltzmann k et le nombre d'Avogadro N_A comme des constantes dont les valeurs sont fixées de façon exacte.

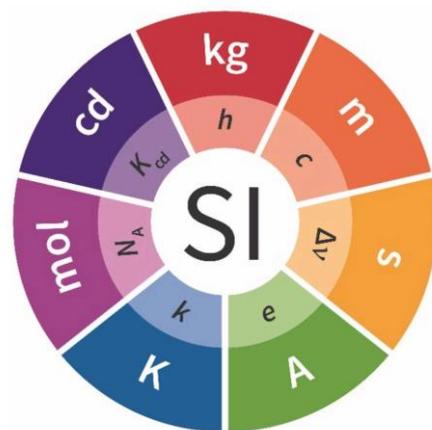
À compter du 20 mai 2019, toutes les unités du SI sont définies à partir de constantes physiques de la nature.

Les sept constantes définissant le SI sont les suivantes :

- la fréquence de la transition hyperfine du césium $\Delta\nu_{\text{Cs}}$;
- la vitesse de la lumière dans le vide c ;
- la constante de Planck h ;
- la charge élémentaire e ;
- la constante de Boltzmann k ;
- la constante d'Avogadro N_A ;
- l'efficacité lumineuse d'un rayonnement monochromatique défini K_{Cd}

La conférence sur le système métrique a été complétée par une conférence sur le calcul d'incertitudes par **M. David BOILLEY**, enseignant-chercheur au [GANIL](#). M. BOILLEY a insisté sur l'utilisation d'un vocabulaire correct pour désigner le mesurage, le mesurande, etc. Ces définitions sont établies dans le VIM (Vocabulaire International de Métrologie).

La conférence a porté sur les calculs d'incertitude de Type A et de Type B en lien avec les nouveaux programmes du lycée.



M. Richard RETOUX, ingénieur de recherche CNRS au *Laboratoire de Cristallographie et Sciences des Matériaux (CRISMAT)*, a présenté les microscopes électroniques à balayage et en transmission.

Les longueurs d'ondes de la lumière visible s'étalant entre 0,4 et 0,7 μm , la limite de résolution d'un microscope optique est de l'ordre de 0,1 μm .

Avec les microscopes électroniques, la longueur d'onde du faisceau d'électrons entre 10^{-10} et 10^{-11} m permet d'atteindre des résolutions de l'ordre du nanomètre.

La préparation des échantillons d'une épaisseur inférieure à 100 nm nécessite des outils perfectionnés et une grande technicité. Lors de la visite du laboratoire, M. RETOUX a présenté l'appareillage pour préparer les échantillons à l'aide de diamants taillés à 45° et d'un système de fixation orientable, protégé des vibrations et permettant des déplacements de l'ordre du micromètre, voire du nanomètre. Les images obtenues permettent de descendre au niveau de l'atome.



Microscope électronique à transmission

La deuxième journée s'est terminée par une visite d'installations du GANIL, dont la plateforme de recherche **ARIBE** (Accélérateur pour la Recherche avec des Ions de Basse Energie).

M. Philippe BODUCH, enseignant chercheur au Centre de recherche sur les Ions, les Matériaux et la Photonique (**CIMAP**), utilise des faisceaux d'ions lourds accélérés à basse énergie (keV) pour bombarder des glaces et d'autres matériaux solides et étudier leurs modifications.



Ligne d'accélération d'ions lourds à basse énergie ARIBE

Le flux d'ions lourds est suffisamment intense pour simuler un rayonnement cosmique sur des échelles de temps beaucoup plus longues. Quelques heures de rayonnement dans ARIBE contre des millions d'années dans l'espace. Ces expériences permettent de simuler le vieillissement de matériaux soumis à des radiations cosmiques sur de longues périodes. Il permet également de s'intéresser à la fabrication de molécules organiques dans ces mêmes conditions d'irradiation cosmique et de rechercher des origines possibles de la vie.

Jean-Charles THOMAS chercheur au **GANIL** a fait visiter l'un des deux cyclotrons permettant d'accélérer des ions lourds stables à des énergies pouvant atteindre 100 MeV/nucléon, ainsi qu'une salle d'expériences dédiées à l'étude des propriétés des noyaux radioactifs au moyen d'un ensemble de détecteurs de rayonnement gamma et d'un séparateur d'ions.



Vue du couplage de l'ensemble de détection AGATA et du séparateur d'ions VAMOS du GANIL.