

2019, Année internationale du tableau périodique

Chemline, un jeu de cartes pour jouer avec les éléments !



Chemline a été présenté au public lors des portes ouvertes de l'école le 2 mars dernier. © ENSCMu.

Dans le cadre de l'Année internationale du tableau périodique 2019 et de l'Année de la chimie 2018-2019, l'École Nationale Supérieure de Chimie de Mulhouse (ENSCMu) a conçu *Chemline*, un jeu de cartes sur le tableau périodique des éléments.

Ce jeu a été imaginé par Samuel Fouchard, enseignant-chercheur à l'ENSCMu, adepte des jeux et impliqué par ailleurs dans plusieurs actions vis-à-vis de publics scolaires pour promouvoir la chimie, dans l'idée de proposer un outil ludo-pédagogique innovant pour l'apprentissage des éléments du tableau périodique, notamment auprès des élèves du secondaire et des classes préparatoires.

Le jeu est constitué de 104 cartes correspondant aux premiers éléments chimiques. Elles présentent, au recto le nom d'un élément chimique, son symbole et une utilisation, et au verso viennent s'ajouter des caractéristiques de l'élément (numéro atomique, année de découverte...). L'objectif des joueurs est de positionner à tour de rôle leurs cartes les unes par rapport aux autres selon le numéro atomique ou l'année de découverte des éléments.

Il est possible d'acquérir *Chemline* dans la limite des stocks disponibles, un exemplaire étant offert aux entreprises et particuliers et cinq aux établissements scolaires en faisant la demande (hors frais de port).

• Pour en savoir plus :

www.enscmu.uha.fr/index.php/2019/02/07/chemline-pour-jouer-avec-les-elements

Atome Hotel, le webdoc atomique



Le service Culture scientifique de l'Université de Montpellier a lancé la tournée « Atome Hotel, le webdoc atomique », qui fait suite au web documentaire sorti en 2015*.

Cette nouvelle saison, qui a pu voir le jour grâce à un financement FEDER-FSU (Région Occitanie et Union européenne), s'exprime par une tournée dans une vingtaine d'établissements (collèges et lycées) de la Région Occitanie avec des médiateurs scientifiques, des chercheurs et des doctorants. Le tableau périodique y est bien sûr à l'honneur avec diverses méthodes de médiation.

Le service Culture scientifique dispose en effet de différents outils de médiation à partager (exposition, ateliers, jeu sérieux, cabinet de curiosités atomiques). Afin de les compléter, l'équipe lance un « **appel à partenariats et contributions** » pour la finalisation d'un poster mural en réalité augmentée du tableau périodique des éléments (conception graphique, impression, diffusion dans les classes).

• Renseignements : thierry.brassac@umontpellier.fr

www.cs.umontpellier.fr

* en ligne sur France.tv Education : <https://education.francetv.fr/atome-hotel>

Rendez-vous sur www.iypt2019.org pour en savoir plus et suivre les actions programmées partout dans le monde

IUPAC 2019 à Paris : inscrivez-vous vite !



Le 47^e Congrès international de chimie de l'IUPAC, qui marque le centenaire de l'association, aura lieu **du 7 au 12 juillet** à Paris, à l'endroit même où elle est née. Pour marquer cet événement d'ampleur internationale, de nombreux invités prestigieux sont attendus, dont dix prix Nobel.

Le Comité National de la Chimie (CNC), représentant de la chimie française à l'IUPAC, se réjouit que Paris puisse ainsi accueillir des milliers de chimistes et scientifiques du monde entier issus du milieu académique et de l'industrie pour débattre des réponses à apporter à la société autour de grandes questions essentielles et dans l'air du temps : la chimie pour la vie, la chimie pour l'énergie et pour les ressources, et la chimie pour l'environnement. Le congrès explorera les frontières de la connaissance en chimie et leur évolution au-delà de 2020, au travers de très nombreuses conférences et symposiums.

D'autre part, le symposium « Chimie et société » donnera l'occasion aux congressistes de débattre de la perception que se font les citoyens de la chimie suivant les pays, et de comment améliorer le dialogue lorsque c'est nécessaire. Le symposium sur l'enseignement de la chimie traitera des questions clés nécessaires à son développement. Une session sera bien évidemment consacrée à l'histoire de l'IUPAC, patrimoine pour l'avenir. Enfin, un symposium pour les jeunes chimistes est organisé par le Réseau des Jeunes chimistes de la SCF (RJ-SCF), occasion de débattre de leurs attentes, de leurs besoins et de leurs questionnements.

Mille excellentes raisons pour vous inscrire massivement à cet événement marquant de la chimie tant en France qu'à l'international si vous ne l'avez pas encore fait !

• Nouvelle deadline de soumission des articles : 1^{er} avril.

Programme et inscriptions (**tarifs préférentiels jusqu'au 31 mai**) :

www.iupac2019.org

@IUPAC2019Paris

Le tableau de Mendeleïev, 150 ans d'histoire

À l'occasion de cette année anniversaire du tableau périodique, le nouveau dossier CNRS/Sagascience «Le tableau de Mendeleïev, 150 ans d'histoire» propose de rendre accessible, en mots et en images, chacun des 118 éléments qui le compose. Ce tableau interactif retrace les grandes caractéristiques et les usages concrets des éléments, des anecdotes qui les entourent, ainsi que les travaux et applications récents menés au sein des laboratoires du CNRS. Il a été mis en ligne le 29 janvier 2019, date coup d'envoi de l'Année internationale du tableau périodique des éléments chimiques qui a été donné au siège de l'UNESCO à Paris.

• <https://sagascience.com/mendeleiev>

L'Élémentarium, tableau périodique interactif

La Société Chimique de France et France Chimie se sont associées pour mettre en commun leurs connaissances en construisant un tableau avec deux niveaux de lecture. Un premier niveau, ludique, qui permet à chacun de se faire une idée synthétique sur les principaux usages des éléments chimiques dans notre quotidien. Un second niveau, plus didactique, donne une compréhension plus fine du rôle et du poids de ces éléments et de leurs dérivés dans l'industrie, en France et dans le monde.

• www.lelementarium.fr

2018-2019, Année de la chimie de l'école à l'université



Les sucres règnent sur notre vie

Dans ce nouveau post du blog «Matières à penser» du CNRS – lancé à l'occasion de l'Année de la chimie, de l'école à l'université –, Anne Imberty et Serge Pérez, spécialistes des glycosciences, nous parlent des glycanes, molécules complexes qui se cachent sous l'appellation de «sucre». Objets d'étude des glycosciences, ces glycanes protègent et soignent notre corps, diagnostiquent la maladie, constituent la biomasse végétale terrestre et inspirent les matériaux de demain.

• <https://lejournal.cnrs.fr/nos-blogs/matieres-a-penser/les-sucres-regnent-sur-notre-vie>

Lancement de la journée Avogadro au ministère

Le mercredi 6 février à 10 h 23, la «Journée Avogadro» a été lancée partout en France pour célébrer la constante universelle d'Avogadro N_A , dont la nouvelle valeur égale à $6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ (... d'où la date et l'heure de l'événement !), définie par le Bureau international des poids et des mesures et fixée par convention, entrera en application le 20 mai prochain. Cet événement a trouvé sa place dans le contexte de l'Année de la chimie, de l'école à l'université, et a été l'occasion pour de nombreux lycéens et étudiants de réaliser des animations autour de la chimie.

Au sein du ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse, rue de Grenelle à Paris, c'est un véritable laboratoire éphémère qui s'est mis en place, mettant la chimie à l'honneur. Des élèves de BTS des métiers de la chimie du lycée Galilée de Gennevilliers sont venus animer des stands et des



De gauche à droite et de haut en bas : tableau périodique... en pain d'épices ; atelier animé par les élèves du lycée Galilée ; stand de la SCF ; les enfants avaient réservé une surprise au ministre.
Photos : M.-T. Dinh-Audouin, DR.

ateliers autour de la couleur et des odeurs pour des classes de primaire et de secondaire. Les enfants ont pu par exemple extraire des pigments à partir de ressources animales et végétales et découvrir l'extraction d'huile essentielle.

De nombreux acteurs du monde de la chimie étaient au rendez-vous, dont la Société Chimique de France, l'Institut de Chimie du CNRS, la Fondation de la Maison de la Chimie, le Village de la Chimie, France Chimie et le Palais de la découverte. Le ministre Jean-Michel Blanquer a fait le tour des stands et discuté avec les différents acteurs, étudiants et enfants, accompagné d'Anne Szymczak, inspectrice générale de l'Éducation nationale, et du député et chimiste Jean-Luc Fugit, pour qui cette opération est « *la preuve que ce ministère accorde une importance première à faire en sorte que la chimie se trouve au cœur de l'Éducation nationale et que l'on forme nos jeunes à avoir la capacité à imaginer la chimie de demain, une chimie plus verte !* »*

Minh-Thu Dinh-Audouin

* Voir son message en vidéo : <https://youtu.be/kpQiOdVGEss>

**Rendez-vous sur www.annedelachimie.fr
pour suivre toutes les actions programmées**

Distinctions

Grand prix Émile Jungfleisch

Appel à candidatures

L'Académie des sciences décernera en 2019 le Grand Prix Émile Jungfleisch d'un montant de 90 000 euros. Créé en 1923 et devenu grand prix en 2007, ce prix biennal est destiné à récompenser un(e) scientifique et son équipe ayant effectué des travaux dans un laboratoire français dans le domaine de la chimie organique et/ou de la biochimie. Ce prix pourra exceptionnellement être partagé.

Un tiers du montant du prix (30 000 €) sera destiné au responsable scientifique de l'équipe et les deux tiers restants (60 000 €) serviront à promouvoir le travail de l'équipe.

Rappelons que le précédent prix a été attribué en 2017 à Marc Taillefer, directeur de recherche CNRS à l'École nationale supérieure de chimie de Montpellier, actuel président de la Société Chimique de France, et à son équipe*.

• **Dossiers de candidature** à soumettre en ligne **au plus tard le 30 avril 2019**.

Pour en savoir plus et candidater :

www.academie-sciences.fr/fr/Appel-a-candidature/prix-emile-jungfleisch.html

* Voir *L'Act. Chim.*, janv. 2018, 425, p. 52.

Luisa De Cola, Izatt-Christensen Award 2019



Professeure de chimie à l'Université de Strasbourg et chercheuse à temps partiel au Karlsruhe Institute of Technology, Luisa De Cola vient de se voir décerner le Prix Izatt-Christensen, l'un des prix les plus prestigieux en chimie, qui reconnaît l'excellence en chimie macrocyclique et supramoléculaire.

Née à Messine en Italie, elle y a étudié la chimie. Après un postdoctorat aux États-Unis, elle a été nommée professeure assistante à l'Université de Bologne (1990), professeure à temps plein à l'Université d'Amsterdam (1998), puis a rejoint en 2004 l'Université de Münster en Allemagne. Depuis 2013, elle est professeure de classe exceptionnelle à l'Université de Strasbourg (Institut de sciences et d'ingénierie supramoléculaires (ISIS), chaire AXA en chimie supramoléculaire et des biomatériaux). En 2019, elle a été nommée professeure honoraire de l'Université de Tianjin (Chine).

Ses recherches sont axées sur l'autoassemblage de complexes métalliques luminescents et les nanosystèmes hybrides pour des applications médicales. Elle a publié 370 articles (indice h de 72, plus de 19 000 citations) et déposé 36 brevets.

Elle est la fondatrice d'une société située en Suisse, SiBreaX, qui développe des médicaments et des hydrogels à base de nanoparticules/microparticules de silicate pour la délivrance de composés.

Luisa De Cola a déjà reçu de nombreux prix et récompenses, les plus récents étant l'ERC Advanced Grant (2010), le Prix IUPAC en chimie (2011), le Prix international pour la chimie « L. Tartufari » de l'Accademia dei Lincei (2015) et le Prix Catalan-Sabatier décerné par la Société Chimique de France et la Société royale espagnole de chimie (2015). En 2014, elle a été élue membre de l'Académie des sciences allemande Leopoldina et a été élevée la même année au rang de Chevalier de la Légion d'honneur.

L'Izatt-Christensen Award est décerné depuis 1991 à des personnalités sélectionnées par leurs pairs. C'est ainsi que furent récompensés entre autres Jean-Pierre Sauvage en 1991 et Mir Wais Hosseini en 2014. Le récipiendaire est invité à donner une conférence lors du symposium annuel intitulé International symposium on macrocyclic and supramolecular chemistry (ISMSC). Le premier symposium sur la chimie macrocyclique et supramoléculaire fut organisé à Provo, dans l'État de l'Utah aux États-Unis, par Reed M. Izatt et James

J. Christensen en 1977. Depuis le lancement du prix en 1991, IBC Advanced Technologies Inc. apporte son soutien financier à cette récompense.

Luisa De Cola recevra son prix en juin prochain lors du 14th International symposium on macrocyclic and supramolecular chemistry (2-6 juin, Lecce, Italie).

• Pour en savoir plus sur le prix :

www.chem.byu.edu/faculty-and-staff/resources/international-symposium-on-macrocyclic-and-supramolecular-chemistry/awards

Christian Collette et Patrice Simon élus à l'Académie des technologies

Chaque année, l'Académie des technologies recrute de nouveaux membres afin d'élargir ou d'approfondir son champ de réflexion et d'action, dans le cadre d'une procédure de recrutement rigoureuse, qui prend en compte l'excellence des personnes et le rayonnement de leurs travaux en Europe et à l'international. En décembre dernier, l'assemblée plénière a procédé à l'élection de seize nouveaux membres – élection approuvée par décret en février 2019 –, portant ainsi le nombre d'académiciens à 330. Parmi eux :

Christian Collette, vice-président R & D d'Arkema et directeur New Business Development du groupe depuis 2008. Après un post-doctorat à l'Université de Santa Barbara, il rejoint en 1987 le groupe Elf Aquitaine. Il sera directeur de la recherche et du développement d'Arkema de 2004 – date de la création de l'entreprise – à 2007. Membre de la Société Chimique de France et expert à l'Agence nationale de la recherche (ANR), il a présidé le jury des Instituts Carnot de 2009 à 2013.

Patrice Simon, professeur à l'Université Paul Sabatier-Toulouse III, directeur-adjoint du Réseau sur le stockage électrochimique de l'énergie (RS2E) et ancien directeur de l'Institut de recherche européen Alistore. Ses travaux de recherche portent sur la synthèse et la caractérisation de matériaux pour le stockage électrochimique de l'énergie (batteries et supercondensateurs), et plus particulièrement sur l'électrochimie aux interfaces. Il est nommé maître de conférences au Conservatoire national des arts et métiers (Cnam), dans la chaire d'électrochimie industrielle en 1996 et rejoint l'Université Paul Sabatier en 2001 (laboratoire Cirimat), où il crée la thématique de recherche Matériaux pour le stockage électrochimique de l'énergie. Il a reçu la Médaille d'argent du CNRS en 2015* et le Brian Conway Prize of Physical Chemistry de l'International Society of Electrochemistry en 2018.

• www.academie-technologies.fr/blog/categories/actualite-des-academiciens/posts/seize-nouveaux-membres-elus-a-l-academie-des-technologies

* Voir l'article publié à cette occasion dans nos colonnes : Rotenberg B., Salanne M., Simon P., Vers des supercondensateurs plus performants : quand expériences et simulations permettent d'élucider les mécanismes à l'échelle nanométrique, **2016**, 413, p. 48.

1ST APRIL 2019
L'EMBARCADERE | LYON

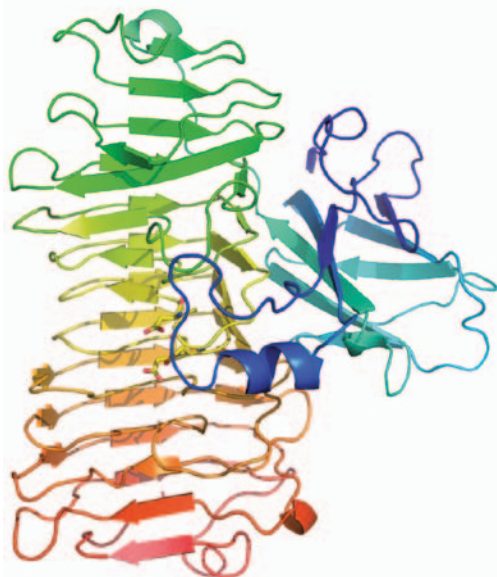
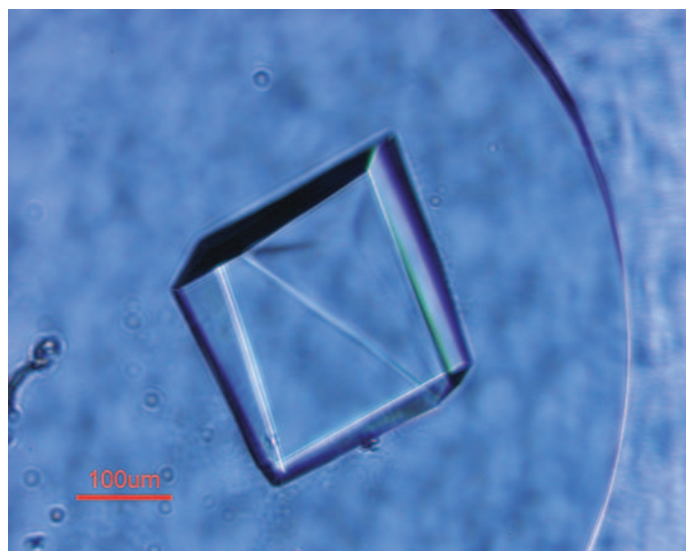
DO NOT MISS THE OPPORTUNITY TO GET A COMPETITIVE ADVANTAGE!
THINK SYNCHROTRON LIGHT & NEUTRON CHARACTERISATION TECHNIQUES
ALL IN ONE DAY: WHAT? WHO? WHAT FOR? AND HOW?

Aide à la reprise d'activité après un congé maternité

Confortée par le succès de ses précédentes campagnes, la Fondation de la Maison de la Chimie offre de nouveau cette année aux jeunes chercheuses en chimie – doctores, enseignantes universitaires ou titulaires – qui ont interrompu leurs activités de recherche pendant plusieurs mois en raison d'un congé pour maternité de les aider lors de la reprise de leurs travaux scientifiques, en mettant à leur disposition, pendant un an, les moyens de recruter un(e) chercheur(se) postdoctorant(e) choisi(e) par elles.

• **Dossier de candidature à soumettre auprès de la Fondation avant le 15 avril 2019.**
<https://actions.maisondelachimie.com/innovation-recherche/soutien-post-maternite>

À la recherche de nouveaux « ciseaux à sucres »



Certaines de ces protéines ont déjà été cristallisées et leur structure tridimensionnelle résolue. © Marie-Line Garron/AFMB/CNRS-AMU.

Les sucres complexes jouent des rôles multiples et essentiels dans le monde vivant: éléments de structure (cellulose), substances de réserve (amidon), signaux moléculaires (comme ceux des groupes sanguins)... Cette variété de fonctions repose sur des structures elles aussi très diverses, liées à une multiplicité de briques élémentaires et aux différentes façons de les agencer. La dégradation de ces glucides requiert

Le CNRS célèbre ses 80 ans



Depuis 80 ans, nos connaissances bâtissent de nouveaux mondes

En 1939, le CNRS était créé autour de valeurs fortes: liberté de la recherche, ouverture sur le monde, progrès social, innovation, diffusion de la culture scientifique... En 2019, resté fidèle à ces valeurs insufflées par ses pères fondateurs, Jean Perrin et Jean Zay, il fête ses 80 ans à travers de nombreux événements organisés en France et à l'étranger. Les voyageurs qui transitent par la station de métro Montparnasse-Bienvenue de la RATP à Paris ont notamment pu découvrir en janvier les recherches du CNRS en images grâce à une fresque géante de 134 mètres⁽¹⁾. Un site dédié a été ouvert, occasion de revivre l'aventure de cet acteur clé de la recherche internationale⁽²⁾ et de suivre les différentes manifestations programmées. D'autre part, le 27 février dernier, le CNRS a lancé ses nouveaux sites web pour tous les instituts. Les utilisateurs y retrouveront le même graphisme, ainsi que les rubriques thématiques (recherche, innovation, international et talents) adaptées à chaque institut. Le nouveau site de l'Institut de chimie vous attend⁽³⁾ !

• www.80ans.cnrs.fr

(1) Découvrir la fresque : www.cnrs.fr/cnrs-images/fresque-80/fresque-80.htm

(2) Numéro spécial du *Journal du CNRS*, hiver 2019, 295 : https://80ans.cnrs.fr/wp-content/uploads/2019/02/jdc295_complet_bd2-2.pdf

(3) <https://inc.cnrs.fr>

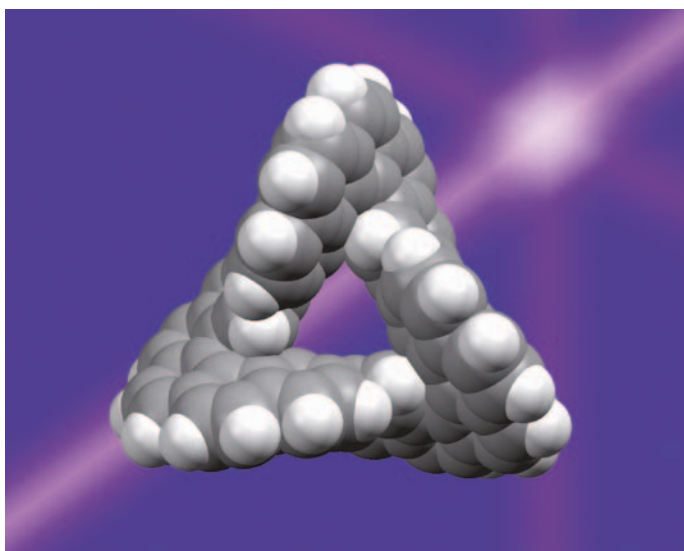
donc une variété d'enzymes spécifiques qui sont loin d'être toutes identifiées, en particulier dans le monde microbien : le génome humain n'en contient qu'une douzaine mais notre microbiote intestinal en compte 60 à 70 000 !

Deux équipes françaises du CNRS ont conçu une méthode pour accélérer la découverte de ces enzymes et en ont identifié 79 nouvelles d'un coup, ainsi que treize nouvelles familles, alors que moins de 200 familles avaient été décrites en plus d'un siècle. Avec des méthodes de bioinformatique, des scientifiques du Laboratoire Architecture et fonction des macromolécules biologiques (CNRS/Aix-Marseille Université) ont recherché dans des milliers de génomes (principalement bactériens) des gènes pouvant coder ces enzymes. Ils ont ensuite produit les protéines correspondant à 560 de ces séquences. Des chercheurs du Centre de recherches sur les macromolécules végétales du CNRS (Grenoble) ont alors pris le relais afin d'identifier la fonction de ces enzymes : pour cela, ils les ont exposées à une collection de plus de 200 sucres complexes. Malgré les nouvelles découvertes publiées tout récemment dans *PNAS*^{*}, il reste 243 protéines dont l'activité n'a pu être établie. Outre la meilleure compréhension du vivant qu'elles permettent, ces enzymes peuvent devenir des outils dans des domaines variés, des bioénergies aux cosmétiques en passant par la nutrition.

• Source : CNRS, 04/03/2019.

* Helbert W., Poulet L., Drouillard S., Mathieu S., Loiodice M., Couturier M., Lombard V., Terrapon N., Turchetto J., Vincentelli R., Henrissat B., Discovery of novel carbohydrate-active enzymes through the rational exploration of the protein sequences space, *PNAS*, 2019, DOI : 10.1073/pnas.1815791116.

Des molécules aromatiques et torsadées



Structure d'un cyclo-tris-[5]héliçène, ruban de Möbius moléculaire. © Fabien Durola.

La chimie organique est régie par de nombreuses règles établies au fil des expériences. Aujourd'hui, les chimistes explorent les limites de ces lois. Comme Fabien Durola et son équipe du Centre de recherche Paul Pascal (CNRS/Université de Bordeaux), qui prouvent avec leur cyclo-tris-[5]héliçène qu'un composé aromatique peut être triplement torsadé, esthétique et atypique, de par ses propriétés électroniques induites.

Des huiles essentielles aux colorants en passant par les cristaux liquides, les composés aromatiques envahissent notre quotidien. Cette grande famille de molécules est facilement identifiable grâce aux travaux du chimiste allemand Erich Hückel réalisés dans les années 1930. « À l'époque, on associait de nombreux critères aux composés aromatiques, de la stabilité au magnétisme en passant par le caractère plan de la molécule. Aujourd'hui, la communauté scientifique se demande si l'exclusivité des critères est vraiment nécessaire pour caractériser l'aromaticité » explique Fabien Durola. À juste titre, certaines molécules aromatiques, comme les héliçènes, vont à l'encontre de la planarité exigée par Hückel. C'est justement cette curiosité que Fabien Durola et son équipe ont souhaité explorer. « Ces molécules ne sont pas dotées que d'une belle esthétique d'hélices. Les héliçènes ont, par exemple, un très fort pouvoir rotatoire dû à leur chiralité. »

En effet, en plus d'être hors la loi de Hückel et pourtant aromatique, la molécule cyclique synthétisée par cette équipe, le cyclo-tris-[5]héliçène, présente une géométrie de ruban de Möbius triple. C'est à dire que l'on retrouve un ruban fermé et triplement vrillé, à une seule face non seulement au niveau de ses orbitales mais aussi dans la forme elle-même de la molécule. « C'est cette complémentarité qui est nouvelle et laisse espérer la découverte de nouvelles propriétés électroniques et optiques intéressantes. »

L'équipe envisage maintenant de condenser encore un peu la molécule synthétisée, avec pour objectif de produire un ruban de Möbius moléculaire parfaitement condensé dont les propriétés pourraient être davantage surprenantes.

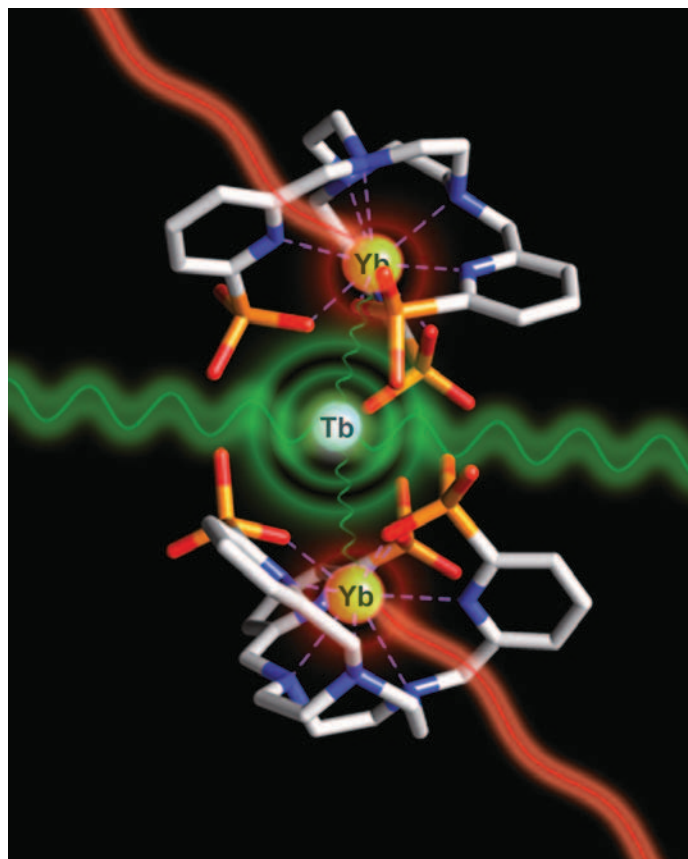
• Source : CNRS, 04/03/2019.

* Naulet G., Sturm L., Robert A., Dechambenoit P., Röhrich F., Herges R., Bock H., Durola, F., Cyclic tris-[5]helicenes with single and triple twisted Möbius topologies and Möbius aromaticity, *Chem. Sci.*, **2018**, 9, p. 8930.

Les photons associent leur énergie pour améliorer l'imagerie

Une avancée majeure dans l'étude de la luminescence pour la détection et le diagnostic a été réalisée avec la première observation mondiale du phénomène de conversion photonique ascendante dans de l'eau à l'échelle moléculaire. Le domaine médical utilise des composés luminescents à des fins de diagnostic ou d'imagerie. Généralement, ces atomes absorbent l'énergie de photons et la restituent en photons de plus basse énergie. Cependant, la présence de composés naturellement fluorescents dans tous les milieux biologiques, tels que certains acides aminés ou des porphyrines, parasite le signal lumineux émis lors de tests. D'autres approches, développées afin de travailler plus profondément dans les tissus, peuvent remédier à ce problème. C'est le cas de la conversion photonique ascendante (upconversion) qui, à l'inverse, permet de cumuler plusieurs photons de basse énergie (infrarouge) avant de restituer un photon de plus haute énergie (dans le visible). Le signal émis provient alors uniquement de la molécule à l'origine de ce phénomène. Pour la première fois au monde, des chercheurs de l'Institut pluridisciplinaire Hubert Curien, du Laboratoire de bioimagerie et pathologies et de l'Institut des sciences chimiques de Rennes (CNRS/Université de Strasbourg) ont observé l'upconversion dans de l'eau à l'échelle moléculaire.

Pour cela, les chercheurs ont synthétisé un assemblage ingénieux de donneurs de photons émettant dans l'infrarouge protégés par des ligands. Ceux-ci transfèrent leur énergie à un atome métallique central émettant ensuite dans le visible. Dessiné telle une pieuvre, le ligand s'enroule autour du métal et le protège des molécules d'eau qui l'entourent. Sans cette protection, les vibrations des groupements hydroxyle de l'eau piégeraient la luminescence émise par l'atome métallique.



© Carlos Platas-Iglesias

En augmentant le nombre d'atomes donneurs de photons autour de l'accepteur métallique, les chances d'observer la luminescence par conversion photonique ascendante augmentent. Cette observation dans de l'eau marque une étape incontournable avant de pouvoir observer ce même phénomène dans des milieux biologiques. À terme, ces résultats pourront bénéficier à des applications dans des systèmes *in vitro* pour la détection des biomarqueurs cancéreux ou d'autres pathologies.

• Source : CNRS, 01/03/2019.

* Nonat A., Bahamyrou S., Lecointre A., Przybilla F., Mély Y., Platas-Iglesias C., Camerel F., Jeannin O., Charbonnière L.J., Molecular upconversion in water in heteropolynuclear supra-molecular Tb/Yb assemblies, *J. Am. Chem. Soc.*, **2019**, *141*, p. 1568.

L'utilisation simultanée de biomarqueurs révèle la complexité du végétal

C'est l'histoire de trois marquages chimiques capables de révéler des informations primordiales sur la texture moléculaire de nombreuses espèces végétales, comme le lin, le tabac, l'arabette ou encore le peuplier. Les chercheurs de l'Unité de glycobiologie structurale et fonctionnelle (CNRS/Université de Lille/INRA) ont démontré que cette chimie dans le vivant peut se faire de façon simultanée. La méthode permet d'en apprendre plus sur la lignification des végétaux, mais aussi de suivre la formation de plusieurs biopolymères.

Trois rapporteurs chimiques, analogues de monomères naturels des lignines, ont été conçus et synthétisés pour être habillés d'étiquettes chimiques (alcyne, azoture et méthylcyclopropène). Une fois incorporés dans le processus de formation des lignines (substance organique complexe qui imprègne les éléments constitutifs du bois auquel elle donne sa consistance) des plantes, ces rapporteurs ont montré que les trois réactions de bioconjugaison chimiques peuvent être utilisées simultanément au sein d'un seul et même échantillon vivant. Les trois technologies utilisées, dites de chimie « click », sont bien connues car elles sont les plus développées dans la biochimie (*i.e.* CuAAC, SPAAC et DARinv), mais c'est la première fois qu'elles sont utilisées simultanément.

Les chercheurs ont également démontré que cette méthode est applicable à différentes espèces végétales. Cette avancée apporte des informations primordiales pour mieux appréhender la dynamique de lignification. Elle permet aussi le suivi simultané de deux biopolymères lignocellulosiques présents dans la paroi et d'étudier leurs interactions. Au-delà des applications végétales, cette stratégie a également vocation à être transposée sur des modèles animaux et pourrait apporter une multitude d'informations selon la méthode de détection choisie (techniques d'imagerie par microscopie optique ou électronique, spectroscopie vibrationnelle, magnétique, etc.).

• Source : CNRS, 04/03/2019.

* Simon C., Lion C., Spriet C., Baldacci-Cresp F., Hawkins S., Biot C., One, two, three: a bio-orthogonal triple labelling strategy for studying the dynamics of plant cell wall formation *in vivo*, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2018**, *57*, p. 16665.

Industrie

Soutien aux PME, TPE et startups innovantes

L'accélération des changements technologiques et la compétition, aujourd'hui sans frontières, soumettent les industries françaises à une course à l'innovation efficace

et réfléchie, seul salut pour une survie à moyen et long terme. L'industrie chimique n'échappe pas à cette logique, notamment les PME qui n'ont pas toujours toute la culture scientifique et/ou managériale ainsi que les moyens de recherche et développement nécessaires, alors qu'environ 80 % des emplois en France dépendent aujourd'hui de la bonne santé des PME.

La Fondation de la Maison de la Chimie, consciente de cette réalité et afin de contribuer à l'effort collectif du redressement de notre industrie, a décidé de mettre en place un programme spécifique dont l'objectif est de soutenir des projets d'innovation proposés par des PME de l'industrie chimique.

Ses principales missions : identifier les entreprises (PME, TPE, startups) et leur besoin de développement pour des projets nouveaux en phase de maturation ou d'industrialisation ; les accompagner par son réseau d'experts (formulation du besoin, cahier des charges) ; mobiliser les organismes de la recherche publique (CNRS, CEA, Inserm, INRA...) et les mettre en contact avec les industriels concernés ; cofinancer les efforts techniques nécessaires à l'avancement du projet (prise en charge du salaire d'un chercheur postdoctorant) ; accompagner le projet tout le long de sa vie jusqu'à son aboutissement ; promouvoir et communiquer, grâce à sa notoriété, l'image de l'entreprise sur le plan national comme international.

• <https://actions.maisondelachimie.com/innovation-recherche/soutien-pme>

RISE, nouveau programme d'accompagnement à la création de startups du CNRS

Le programme d'accompagnement RISE du CNRS, piloté par CNRS Innovation, a pour objectif d'aider les chercheurs des laboratoires du CNRS sur tout le processus de création d'une startup ayant vocation à exploiter les technologies développées au sein des mille laboratoires du CNRS, de l'idée à la structuration du projet, en passant par la création, et pouvant aller jusqu'aux premières phases de financement.

RISE propose d'aider les futurs entrepreneurs à faire émerger leur projet dans des conditions optimales. Une équipe dédiée, constituée d'experts de CNRS Innovation et de mentors, accompagne pendant un an les porteurs de projets dans toutes les étapes de développement, en intervenant sur quatre axes majeurs : sensibilisation, formation, structuration et réseau.

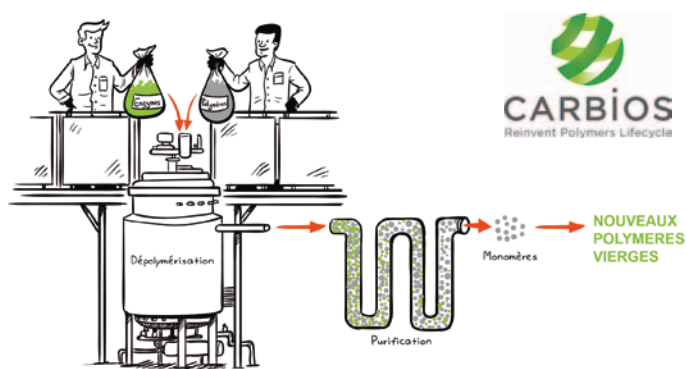
CNRS Innovation proposera aux porteurs de projet des formations et un accompagnement complet, de la candidature auprès des incubateurs ou accélérateurs, à la recherche de prestataires adaptés, en passant par l'identification des réseaux de business angels ou des fonds d'investissement susceptibles de financer le projet.

Le programme RISE a démarré en janvier dernier avec une première promotion de dix-sept projets de startups. Leurs produits visent des marchés très divers : dispositifs médicaux et médecine, éducation, environnement, production industrielle, logiciels, intelligence artificielle, énergie, sciences humaines et sociales...

CNRS Innovation prévoit d'accompagner deux promotions RISE d'une vingtaine de startups chaque année, soit une par semestre. **Prochain rendez-vous en juin !**

• www.cnrsinnovation.com/rise-2

Des bouteilles en PET à partir de déchets plastiques 100 % biorecyclés



Depuis sa création en 2011, la société de chimie verte Carbios, dont les innovations répondent aux enjeux environnementaux et de développement durable, a développé deux bioprocédés industriels dans le domaine de la biodégradation et du biorecyclage des polymères. Ces innovations, qui constituent une première mondiale, permettent d'optimiser les performances et le cycle de vie des plastiques et textiles en exploitant les propriétés d'enzymes hautement spécifiques. Le modèle de développement économique de cette société s'appuie sur l'industrialisation et la commercialisation de ses produits et/ou enzymes, de ses technologies et de ses bioprocédés au travers de concessions de licences directement ou *via* des joint-ventures à des industriels majeurs des secteurs concernés par ses innovations. À ce titre, CARBIOS a créé en septembre 2016 la joint-venture CARBIOLICE, en partenariat avec Limagrain Céréales Ingrédients et le fonds SPI opéré par Bpifrance. Cette société, dont CARBIOS assure un contrôle majoritaire, exploitera la première technologie licenciée par CARBIOS en produisant des granulés enzymés servant à la fabrication de plastiques biodégradables et biosourcés. Fin février, CARBIOS a annoncé avoir produit les premières bouteilles en PET avec 100 % d'acide téréphtalique purifié (rPTA) issu du biorecyclage enzymatique de plastiques usagés. Cette étape majeure constitue une première mondiale qui confirme le potentiel de la technologie CARBIOS à engager l'industrie dans une transition responsable vers un modèle d'économie circulaire.

Alain Marty, directeur scientifique, commente : « *Nous avons développé avec succès le premier procédé biologique permettant de déconstruire tous les types de plastiques PET usagés en leurs constituants de base. Ces derniers peuvent ensuite être réutilisés pour la production de nouveaux plastiques vierges, comme des bouteilles en PET. Cette nouvelle étape souligne l'incroyable potentiel de notre technologie basée sur l'utilisation d'enzymes et apporte une solution sans précédent pour résoudre le problème croissant de nos déchets plastiques.* »

Précédemment, CARBIOS avait démontré que sa technologie de biorecyclage, utilisant la bioingénierie enzymatique, permettait de convertir des déchets plastiques PET en leurs constituants de base à 97 % en seulement 16 heures. Il a aussi été démontré que du PET vierge pouvait être produit avec 100 % de rPTA issu de son procédé de biorecyclage applicable à toutes sortes de bouteilles PET (claires, colorées, opaques, complexes). En validant aujourd'hui que 100 % de rPTA permettent de produire des bouteilles en PET vierge correspondant aux attentes des industriels et des consommateurs, cette technologie démontre sa capacité à

soutenir la transition vers une économie circulaire profitable à l'environnement et aux générations futures.

Le PET est en effet le polyester le plus courant du marché, utilisé pour produire des emballages, des fibres textiles et près de 500 milliards d'unités de bouteilles en plastique chaque année. C'est un marché dont la croissance annuelle attendue est évaluée à + 4,8 % entre 2017 et 2025. En dissociant la production de nouvelles bouteilles plastiques de l'utilisation de ressources fossiles et en rendant la collecte des déchets plus rentable, la technologie CARBIOS offre une solution écoresponsable et efficace pour changer la manière dont nous produisons certains des plastiques les plus courants tout en répondant aux attentes des industriels et des consommateurs. Soutenue depuis sa création par Truffle Capital, acteur européen du capital-investissement, CARBIOS bénéficie de la qualification « Entreprise innovante » de Bpifrance permettant l'éligibilité des titres de la société à l'investissement des Fonds communs de placement dans l'innovation (FCPI).

• Source : Carbios, 27/02/2019 - www.carbios.fr

Pour découvrir le principe du biorecyclage enzymatique CARBIOS en vidéo : www.youtube.com/watch?v=zICD5L8jU_Q&feature=youtu.be

Amoéba : vers une alternative aux pesticides conventionnels



La société lyonnaise Amoéba, créée en 2010, productrice d'un biocide biologique capable d'éliminer le risque bactérien dans l'eau et les plaies humaines et d'un produit de biocontrôle pour la protection des plantes, a annoncé que sa substance active *Willaertia magna C2c maky* sous forme lysée a une action élicitrice sur la vigne et une action directe par inhibition totale de la germination du mildiou de la vigne.

Lorsqu'une plante est agressée par un pathogène, des récepteurs reconnaissent les signaux (molécules) émis par ce pathogène, ce qui déclenche une cascade d'événements intracellulaires conduisant à l'activation des systèmes de défense de cette plante, et notamment la production d'hormones et de composés (protéines) antimicrobiens. Ces signaux sont appelés éliciteurs. L'apport de substances à activité élicitrice ou SDP (stimulateurs de défense des plantes) est un moyen actuellement utilisé en biocontrôle pour protéger les cultures. Néanmoins, cette stratégie présente une efficacité variable selon les conditions environnementales (stress de la plante, génétique des agresseurs, etc.). Les produits de biocontrôle sont donc généralement associés à des produits de protection des plantes ayant un effet direct sur le champignon pathogène.

Afin d'évaluer le caractère éliciteur de sa substance active, Amoéba a effectué, en collaboration avec la société Végépolys Innovation, des tests normalisés en qPFD® – technique de biologie moléculaire quantifiant l'expression de 28 gènes

de défense des plantes par dosage des ARN transcrits. Les résultats démontrent un effet éliciteur aussi fort que le produit de référence (COS-OGA) sur les protéines PR (« pathogenesis related protein ») qui sont produites par la plante pour lutter contre les champignons phytopathogènes.

Parallèlement, afin de vérifier la présence d'une action directe sur le mildiou de la vigne (*Plasmopara viticola*), Amoéba a diligenté des tests en laboratoire auprès de la société Staphyt. Les résultats obtenus par une méthode de référence démontrent un effet direct sur le pathogène avec une inhibition totale de la germination des spores par contact avec la substance active.

Dans l'état actuel des connaissances de la société, aucun agent de biocontrôle en substance naturelle commercialisé à ce jour ne possède une fonction élicitrice sur la vigne et une action directe d'inhibition de la germination du mildiou de la vigne.

La société est actuellement en phase de tests sur les applications biocide et protection des plantes et ne commercialise aucun produit – la commercialisation d'un produit de protection des plantes est sujette à l'obtention préalable d'une autorisation de mise sur le marché en Europe.

« Combiner une action élicitrice forte sur la plante et une action directe sur le pathogène avec le même produit est une manière de proposer enfin au marché de la protection des plantes, un agent de biocontrôle dont l'efficacité aux champs pourrait être aussi élevée que les pesticides. C'est une alternative qui permettrait de réduire significativement l'emploi des pesticides conventionnels tout en protégeant le rendement de l'agriculteur » (Fabrice Plasson, cofondateur et président d'Amoéba).

• Source : Amoéba, 07/03/2019.

www.amoeba-biocide.com/fr

Le pôle AXELERA labellisé pour la phase IV



Créé en 2005 avec la vision de conjuguer chimie et environnement, AXELERA, le pôle de compétitivité chimie-environnement Auvergne-Rhône-Alpes, se positionne aujourd'hui comme le seul pôle de compétitivité français rassemblant les principaux acteurs des filières chimie et éco-industries pour une société durable.

À l'issue de sa phase III (2013-2018), le pôle a atteint ses objectifs : 365 adhérents, 345 projets de R & D labellisés et financés pour un montant de 925 M€ de financement obtenu, 71 % de réussite au FUI (Fonds unique interministériel), 144 PME bénéficiaires du Plan de Développement International (PDI) du pôle, sept levées de fonds accompagnées pour un montant global de 9 M€ levé, près de 90 événements innovation ou business...

Le Gouvernement a validé officiellement le 5 février dernier la labellisation du pôle de compétitivité pour une nouvelle phase de quatre ans (2019-2022).

La stratégie du pôle pour la phase IV répond au défi majeur de réduction de l'empreinte carbone, conformément à l'Accord de Paris, en proposant une vision centrée sur la gestion maîtrisée des matières et des ressources (eau, air, sol, énergie), pour un développement durable des territoires. À l'horizon 2022, ses objectifs sont tout autant quantitatifs que qualitatifs : se projeter à l'Europe (projets et financements) ; conforter son ancrage régional en Auvergne-Rhône-Alpes ; déployer

son action à l'échelle nationale et internationale ; renforcer trois dimensions transversales (numérique, écoconception et circularité des matières et des ressources) ; atteindre 500 adhérents ; et conforter son modèle économique en augmentant la part de recettes privées.

« C'est avec confiance et ambition que nous abordons la phase IV du développement du pôle AXELERA, forts de la puissance du réseau chimie-environnement que nous animons au niveau régional, national et international, de l'engagement constant de nos membres fondateurs (Arkema, CNRS, ENGIE, IFP Energies nouvelles, Solvay, SUEZ) et du soutien fort de nos partenaires financeurs (État, Région Auvergne-Rhône-Alpes, Métropole de Lyon, Grenoble-Alpes Métropole, Clermont Auvergne Métropole) » (Thierry Raavel, président du pôle).

• Source : AXELERA, 09/02/2019.

www.axelera.org

EuraMaterials obtient le label « pôle de compétitivité »

Le Gouvernement vient officiellement de désigner EuraMaterials comme l'un des 48 pôles de compétitivité français pour la période 2019-2022.

EuraMaterials est issu du rapprochement de deux pôles de compétitivité, Matikem et UP-tex, d'un club d'entreprises et d'un incubateur. L'adjonction de ces expertises forme une équipe d'animation de vingt personnes, basée en métropole lilloise. Le processus de fusion en cours aboutira en juin prochain lors de l'Assemblée générale constitutive d'EuraMaterials.

EuraMaterials ambitionne d'être le pôle nord-européen référent des nouvelles industries de transformation des matériaux. Il s'agit d'industries dites « intermédiaires » et « de transformation », idéalement placées de manière transversale afin que leurs matériaux et structures complexes et fonctionnalisés soient au service de sept principaux marchés applicatifs : équipements pour l'industrie, santé, emballage et industrie graphique, transports et mobilité, bâtiment et habitat, arts de la table et équipements de la maison, protection et bien-être de la personne.

Le pôle s'appuie pour cela sur son réseau d'entreprises membres et de partenaires de projets d'innovation, implantés en Région Hauts-de-France, sur l'ensemble du territoire français, en Belgique, en Allemagne, en Autriche, au Japon...

Son action répond à six grands objectifs : innover au service des emplois et de la compétitivité des entreprises ; fédérer et animer un écosystème territorial ; accompagner l'innovation et le développement ; promouvoir et favoriser l'attractivité du territoire ; accompagner le développement des entreprises à l'international ; et accompagner la création d'entreprises et la croissance de startups.

• Source : Matikem, 07/02/2019.

AROMA'TRI : une gestion collective des déchets industriels non dangereux pour les industriels de l'aromatique

Après un premier diagnostic déchets effectué en 2007 auprès de toutes les entreprises de l'aromatique dans la région grasseoise, PRODAROM, le syndicat national des fabricants de produits aromatiques, a lancé en 2011 l'opération AROMA'TRI, soutenu par l'ADEME, l'Europe et la Région PACA. L'objectif était d'aider les PME à répondre aux exigences

réglementaires, à développer le tri, donc la valorisation des déchets dans le cadre de l'économie circulaire, et à maîtriser, optimiser et mutualiser les coûts de gestion des déchets.

En novembre 2016, PRODAROM remporte l'appel à projet de l'ADEME avec « FILI Déchets : études de la faisabilité pour la valorisation des fûts krafts ». Cette opération a pour objectif de créer une filière pérenne pour le traitement des fûts krafts usagés dans la région grasse, avec à la clé la création d'emplois dans le cadre de l'économie sociale et solidaire.

Cette gestion comprend une collecte mutualisée du déchet suivi par deux types de traitement : direction d'une partie du déchet vers la réutilisation (upcycling) et démantèlement de l'autre partie permettant un recyclage de quatre matières (bois, carton, ferraille, plastique).

AROMA'TRI permet ainsi à toutes les entreprises des différentes zones industrielles des environs de Grasse de profiter de solutions mutualisées en matière de gestion des déchets industriels non dangereux.

Aujourd'hui, cinq entreprises – SFA-Romani, Expressions Parfumées, Diffusions Aromatiques, Atelier de Productions Aromatiques et le groupe MUL – participent à cette opération pilote de collecte et traitement du déchet. Une entreprise « adaptée », LA DRISSE, entreprise de l'économie sociale et solidaire, est conventionnée pour effectuer la gestion complète de ce déchet en privilégiant le surcyclage, et le lycée professionnel Léon Chiris de Grasse est partenaire de l'opération pour l'optimisation du processus de transformation des fûts en poubelle de tri.

• Source : Prodrom, 04/03/2019.

www.prodrom.com/syndicat-national-fabriquants-produits-aromatiques/developpement-durable

Science et société

Ma thèse en 180 secondes



Lancé en 2012 au Québec en s'inspirant du concours australien « Three minute thesis », « Ma thèse en 180 secondes », ou « MT180 », permet aux doctorants de présenter leurs sujets de recherche, en français et en termes simples, à un auditoire profane et diversifié. Chaque étudiant(e) doit faire, en trois

minutes « top chrono », un exposé clair, concis et néanmoins convaincant sur son projet de recherche, le tout avec l'appui d'une seule diapositive ! La France y participe depuis 2014, et cette formule ludique a rapidement suscité l'enthousiasme aussi bien chez les doctorants que dans le public et la presse. Organisé par la Conférence des présidents d'université (CPU) et le CNRS, ce concours de vulgarisation scientifique revient dans toute la France pour sa sixième édition. Après la demi-finale à Paris (4-6 avril), la **finale nationale** aura lieu le **13 juin** à Grenoble, suivie de la **finale internationale** le **26 septembre** à Dakar (Sénégal). On espère qu'en cette « Année de la chimie, de l'école à l'université », la chimie sera bien représentée !

• À suivre sur : <http://mt180.fr>

Pariscience : l'appel à films est ouvert



L'Association Science & Télévision (AST) organise le Festival international du film scientifique Pariscience. Ce festival de films à caractère scientifique, de documentaires, fictions, animations, avec débats et tables rondes animés par des chercheurs, des réalisateurs et des producteurs, est gratuit et à destination des professionnels, du grand public et des scolaires.

Pariscience s'est affirmé comme un festival de documentaires scientifiques majeur, en France aussi bien qu'à l'international. Sa mission reste la même : faire le lien entre l'art et le savoir scientifique, dans une démarche de partage et de dialogue résolument citoyenne.

La 15^e édition se tiendra **du 14 au 18 octobre et du 25 au 30 octobre 2019**, au Muséum national d'histoire naturelle et à l'Institut de physique du globe de Paris.

L'**appel à films** est lancé **jusqu'au 30 avril**. Sept prix dotés seront décernés.

• Pour en savoir plus :

<https://pariscience.fr/appe-a-films-2019>

Séminaire PHASE-Chimie

Le séminaire PHASE (philosophie, histoire, anthropologie, sociologie et épistémologie de la chimie), organisé et animé par Jean-Pierre Llored, est un lieu d'échanges entre historiens, philosophes, sociologues, anthropologues, épistémologues, chimistes, scientifiques d'horizons divers, étudiants et toute personne intéressée, qui entend favoriser le dialogue entre ces différentes approches, en respectant leurs singularités et en les accueillant avec la même considération. Il est organisé dans le cadre des activités de l'UMR SPHERE avec le soutien du Département d'histoire et de philosophie des sciences de l'Université Paris Diderot et a débuté fin 2018 pour se poursuivre jusqu'en juin prochain.

Pierre Avenas, fidèle auteur de notre rubrique « Clin d'œil étymologique », dont l'ouvrage *La prodigieuse histoire du nom des éléments* vient de paraître, y interviendra le 19 juin sur le thème « Étymologie et chimie ».

À venir également : Complexité et chimie (9 avril) ; Chimie et géosciences (10 avril) ; Pragmatisme, pragmatisme et philosophie de la chimie (30 avril) ; La structure moléculaire : débats et perspectives en philosophie des sciences (7 mai) ; Les pratiques de modélisation en chimie (28 juin).

• Pour en savoir plus :

www.sphere.univ-paris-diderot.fr/spip.php?article1799

Dans le prochain numéro, à l'occasion de la Conférence internationale qui se tiendra du 20 au 23 mai à Nantes (voir Agenda p. 108), il sera question de la gestion du risque NRCBE : Détection-Identification, Protection-Décontamination, Contremesures médicales.

Rendez-vous le mois prochain pour en savoir plus !