

# L'Édition de l'université paris-saclay septembre

Année

2019

Pays

France

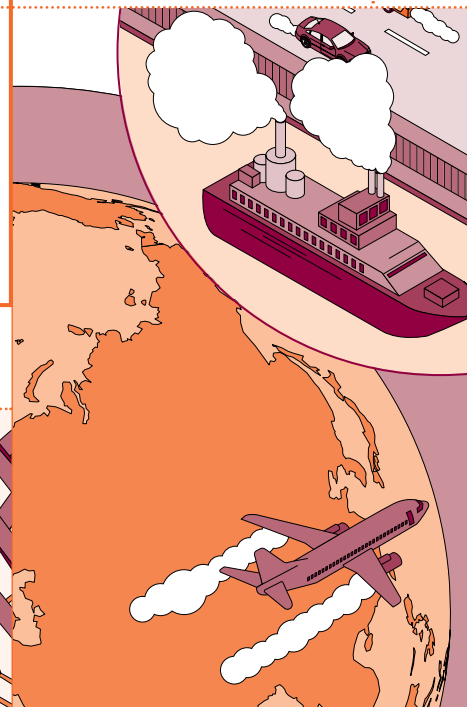
Rubrique et thématique

Recherche – Chimie, énergie  
et environnement

Page

16

Numéro



Rubrique

Formation

Page

04

Rubrique et thématique

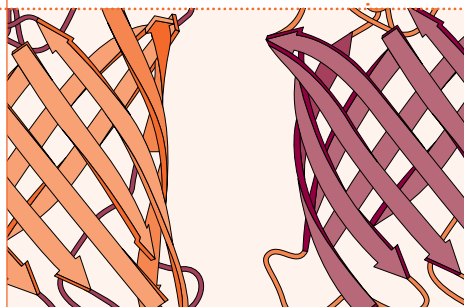
Recherche – Chimie & théranostique

Page

10

Titre

**LES LABORATOIRES  
D'EXCELLENCE  
ÉTOFFENT L'OFFRE  
DE FORMATION  
DES DOCTORANTS**



Rubrique

Médiation des sciences

Page

06

Rubrique et thématique

Business & Innovation –  
La chimie à l'Université Paris-Saclay

Page

12

Rubrique

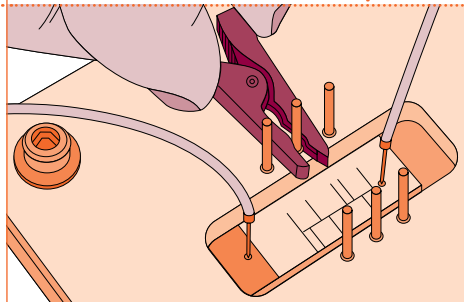
Vue d'ailleurs

Page

19

Titre

**FESTIVAL  
CURIOSITAS:  
REGARDER AU-DELÀ  
DES APPARENCES**



**TSUYOSHI KAWAI,  
DU NAIST,  
JAPON**

Rubrique et thématique

Recherche – Histoire de la chimie  
et éthique

Page

08

Rubrique et thématique

Recherche – Chimie théorique

Page

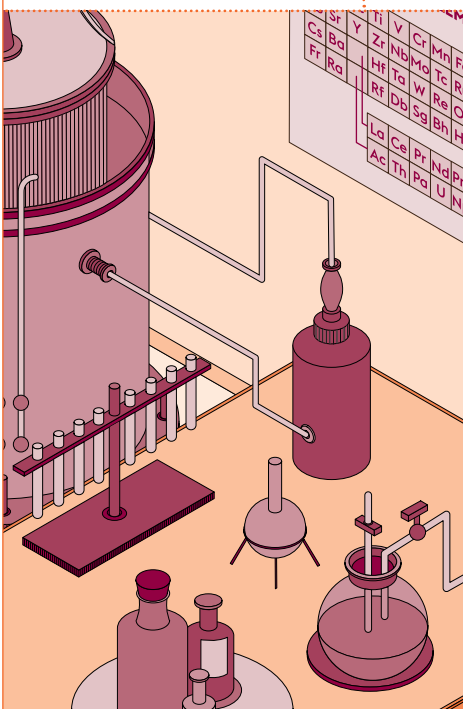
14

Rubrique

Vie de campus

Page

20



Titre

**ICE, UN BÂTIMENT  
POUR LES SCIENCES  
DU CLIMAT ET DE  
L'ENVIRONNEMENT**

**université  
PARIS-SACLAY**

Adresse

Espace technologique, Bât. Discovery – RD 128 – 1<sup>er</sup> étage,  
91190 Saint-Aubin – France

Site internet

[universite-paris-saclay.fr](http://universite-paris-saclay.fr)



## CHERCHEURS



© CEA-Didier Touzeau

**Davide Audisio** et **Frédéric Taran**, chercheurs au Laboratoire de marquage au carbone 14 du Service de chimie bioorganique et de marquage du CEA Saclay, ont reçu le **Prix « La Recherche 2019, mention chimie »** pour leurs travaux sur la chimie Click & Release.

**Jan Borm**, vice-président délégué en charge des relations internationales à l'Université de Versailles – Saint-Quentin-en-Yvelines, s'est vu attribuer le titre de **Docteur honoris causa** par l'Université de Laponie en Finlande.



© HEPHAISTOS-Pharma

**Martine Caroff**, spécialiste internationale des endotoxines qui a longtemps dirigé une équipe de recherche au sein de l'Institut de génétique et microbiologie (aujourd'hui I2BC – CNRS/ Université Paris-Sud), est lauréate du **prix européen 2019 de la femme innovatrice et créatrice d'entreprise** (EU Prize for women innovator 2019) pour sa société LPSBioScience.

**Aurélié Dudézert**, chercheuse au Laboratoire Réseaux, innovation, territoires et mondialisation (RITM – Université Paris-Sud), a reçu le **prix EFMD-FNEGE 2019 du meilleur ouvrage en management**, catégorie Essai, pour son livre « La transformation digitale des entreprises ».



© Inria-Photo G Scagnelli

**François Fages**, directeur de recherche au centre Inria Saclay, s'est vu attribuer le **Prix « La Recherche 2019, catégorie sciences de l'information »**, pour ses travaux sur les calculs analogiques dans les programmes biochimiques naturels et synthétiques.



© LSCE

**Catherine Kissel**, chercheuse au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE – CEA/CNRS/Université Versailles – Saint-Quentin-en-Yvelines) a reçu la **médaille Petrus Peregrinus 2019** de l'Union européenne des géosciences (EGU) en récompense de sa contribution à la compréhension du champ magnétique terrestre, du paléoclimat, de la paléo-océanographie et de l'évolution géodynamique des marges méditerranéennes.

**Graham Noctor**, chercheur en biologie végétale à l'Institut des sciences des plantes – Paris-Saclay, a été nommé **membre senior de l'Institut universitaire de France**, pour la qualité exceptionnelle de ses recherches.

## ÉTUDIANTS



© UPSud

**Audrey Fels**, étudiante à la faculté de médecine du Kremlin-Bicêtre (Université Paris-Sud) a remporté la **médaille d'or** au championnat de France universitaire de judo 2019.

L'**équipe de football féminine de l'UFR STAPS** de l'Université Paris-Sud a obtenu la **3<sup>e</sup> place** du championnat de France universitaire Elite à 8 (plus haut niveau de pratique sportive).



© CentraleSupélec

**Aviron CentraleSupélec Paris** a été sacré **meilleur club d'aviron** en Grande École lors des championnats de France universitaires 2019.

## ENTREPRISES



Le site **CHIMACTIV**, développé par AgroParis-Tech, l'ENS Paris-Saclay et l'Université Paris-Sud, est lauréat 2019 des **Digital Learning Excellence Awards** dans la catégorie Éducation. C'est un ensemble de ressources pédagogiques numériques interactives dans le domaine de l'analyse chimique des milieux complexes.



La start-up **Néolithe**, issue d'AgroParisTech et de l'École polytechnique, a remporté le **concours « Next Startup Challenge »** à Vivatechnology 2019. Grâce à un procédé innovant de fossilisation, elle transforme les déchets non-recyclables en cailloux.



La start-up **Spin-ION Technologies** portée par Dafiné Ravelosona du Centre de nanosciences et de nanotechnologies (CNRS/Université Paris-Sud) est lauréate du **Grand Prix i-Lab 2019** pour sa solution innovante pour le traitement des matériaux magnétiques augmentant la densité de stockage des mémoires numériques.

**IUMTEK** est lauréate du concours **i-Lab 2019** dans le domaine **Chimie et environnement**. Spécialisée dans l'instrumentation optique industrielle en milieu sévère, elle conçoit et fabrique des équipements d'analyses temps réel in situ, basés sur la technologie LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy).

**EVerZom**, **HEPHAISTOS-Pharma** et **Zi Surfaces** (Zéro Interférence Surfaces) sont lauréates dans le domaine **Pharmacie et biotechnologies**. EVerZom vise la production et l'ingénierie « à façon » de vésicules extracellulaires destinées aux acteurs des industries pharmaceutique et vétérinaire. HEPHAISTOS-Pharma développe ONCO-Boost, un immuno-stimulateur innovant pour booster les stratégies d'immunothérapie en oncologie. Zi Surfaces développe des chimies de surface innovantes appliquées aux biopuces et s'insère dans le marché des biocapteurs.

**HD Rain** et **Teratonics** sont lauréates dans le domaine **Électronique, traitement du signal et instrumentation**. HD Rain développe une solution de mesure et de prévision des précipitations adaptée à l'agriculture de précision et à l'assurance. Teratonics commercialise une solution de contrôle non-destructif, à base d'impulsions térahertz (THz) ultrabrèves.



© UPSaclay

Cette rentrée universitaire 2019-2020 se place sous les meilleurs auspices pour l'Université Paris-Saclay, ses étudiants, ses partenaires et l'ensemble des personnels des établissements membres.

Le 10 juillet dernier, les nouveaux statuts de l'établissement ont été approuvés à une grande majorité par le conseil d'administration de la ComUE, après les votes similaires des conseils d'administration de toutes les parties : l'Université Paris-Sud, qui fusionnera dans quelques mois avec la ComUE Paris-Saclay actuelle, les quatre écoles (AgroParisTech, CentraleSupélec, ENS Paris-Saclay, Institut d'optique Graduate School) qui deviendront établissements-composantes de l'Université Paris-Saclay, et l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines et l'Université d'Évry, les deux universités membres-associées qui fusionneront aussi d'ici 2025. Les six organismes nationaux de recherche partenaires (CEA, CNRS, INRA, INRIA, INSERM, ONERA) et l'IHES n'avaient pas formellement à voter les statuts. Certains l'ont néanmoins fait avec un résultat positif comparable.

Désormais, et après les dernières étapes de validation ou de consultation préalables, le décret de création sera publié d'ici deux mois, ouvrant la voie au processus réglementaire et administratif qui conduira, en janvier 2020, à la naissance effective de la nouvelle Université Paris-Saclay. En trois mots : « nous y sommes ».

L'été est aussi le moment de parution du classement de Shanghai (ARWU, Academic Ranking of World Universities), publié par l'Université

Jiao Tong, et qui est devenu une sorte de baromètre annuel des universités de recherche de rang mondial. Qu'on l'attende, qu'on la critique ou qu'on la convoite, la parution de cette liste des 500 meilleurs établissements du monde mobilise chaque année, autour du 15 août, l'attention des acteurs de l'enseignement supérieur et de la recherche. Les très bons résultats de l'Université Paris-Sud, classée cette année 37<sup>e</sup> mondiale, 9<sup>e</sup> en Europe et 1<sup>re</sup> en France, confortent sa position d'université de recherche intensive de rang international. Ils font naturellement porter beaucoup d'attentes sur l'Université Paris-Saclay 2020, qui s'y substituera, enrichie des autres établissements d'enseignement supérieur et de recherche – pour la plupart présents également dans ce classement avec une dynamique positive –, et des organismes partenaires.

Mais d'ici là, sur le territoire de l'Université Paris-Saclay, d'autres chantiers démarrent ou livrent leurs premiers résultats. Vous découvrirez ainsi dans ce numéro le nouvel Institut pour les sciences du climat et de l'environnement ICE, le nouveau campus Agro Paris-Saclay consacré à l'agronomie et l'agroalimentaire, les 28 laboratoires qui rassemblent plus de 1500 forces vives en chimie, et quelques publications marquantes, en chimie théorique, chimie moléculaire, ou éthique et chimie.

Ce numéro est le dernier publié sous l'égide de l'Université Paris-Saclay dans son statut actuel de ComUE.

Le prochain vous parviendra, comme depuis quatre ans, en janvier prochain et nous aurons, cette fois encore, beaucoup de belles initiatives à vous relater et de résultats à illustrer.

Merci de votre engagement, très bonne rentrée universitaire à toutes et à tous, et à bientôt.

**Sylvie Retailleau**,  
Présidente de l'Université Paris-Saclay



Chimie

### Membres de l'Université Paris-Saclay





Titre

## Quand les laboratoires d'excellence étoffent l'offre de formation des doctorants



Moment de jeu lors de l'école d'été du LabEx LERMIT © R. Diaz Lopez - UPSaclay

**Écoles d'été et tutoriels font aujourd'hui partie des actions de formation mises en place et/ou financées par les laboratoires d'excellence (LabEx) de l'Université Paris-Saclay en direction de ses doctorants. Petit tour de présentation de ceux dispensés en chimie.**

C'est un événement que bien des doctorants du LabEx CHARMMMAT attendent : l'école de la catalyse offre depuis 2015, de façon bisannuelle, la possibilité d'assister sur trois jours à plusieurs conférences et cours donnés dans ce domaine par des chercheurs de renommée internationale. La 3<sup>e</sup> édition, qui s'est déroulée du 31 mars au 3 avril 2019 à Cabourg en Normandie, a rassemblé 34 doctorants du LabEx. « Avec les matériaux, la catalyse représente l'autre force du LabEx CHARMMMAT, souligne Arnaud Voituriez, chercheur à l'Institut de chimie des substances naturelles (ICSN) du CNRS et co-responsable de l'axe formation du LabEx. L'école a pour vocation de présenter aux doctorants le panel de recherches de tout premier plan réalisées aujourd'hui dans le monde. »

Spécialistes de la catalyse organométallique, de la photocatalyse, de la biocatalyse ou de la catalyse organique, les quatre conférenciers invités cette année n'ont pas failli à la règle. Et c'est dans un cadre agréable de bord de mer que les doctorants ont suivi avec grand intérêt la conférence et les deux heures de cours donnés par chacun d'entre eux. Une quinzaine de communications orales et une session d'une vingtaine de posters ont complété le programme, parachevé par une visite détente – une cidrerie – et un dîner de gala. « Le format, assez intimiste, est propice aux échanges : les étudiants se découvrent et apprennent à mieux se connaître. Les retours sont excellents et plusieurs doctorants se sont inscrits à des éditions successives. C'est aussi pour eux une chance inespérée de parler avec des conférenciers mondialement connus et de recueillir de précieux conseils pour la suite de leur thèse. Un des doctorants inscrits à l'édition de 2017 est depuis parti effectuer un post-doctorat dans le laboratoire d'un des conférenciers invités à l'époque », signale Xavier Guinchard, co-organisateur de l'événement.

Entièrement financée par le LabEx CHARMMMAT, l'école de la catalyse est gratuite pour les étudiants dont les laboratoires sont affiliés au LabEx. L'anglais, langue officielle de l'école,

assure une ouverture vers l'international. « Cette année, huit doctorants d'origine chinoise se sont inscrits », remarque Arnaud Voituriez. La participation à l'école assure également la validation de vingt heures de formation. L'édition 2021 est d'ores et déjà dans les bacs.

### Pour une vision éclairée du développement pharmaceutique

Autre rendez-vous récurrent organisé annuellement depuis 2012 par le LabEx LERMIT, l'école d'été « La chaîne du médicament » s'est déroulée du 10 au 12 juillet 2019 au Domaine de Saint-Paul, dans les Yvelines. Durant trois journées et dans la limite des trente places disponibles, doctorants, jeunes chercheurs et industriels – la moitié issue de laboratoires partenaires du LabEx – ont fait le point sur les différentes étapes de vie d'un médicament, depuis l'identification d'une cible thérapeutique jusqu'à la commercialisation du produit, en passant par la toxicologie, l'adressage, la pharmacocinétique, les modèles animaux, les essais cliniques. Les enjeux socio-économiques de l'innovation thérapeutique ont été discutés à travers la réglementation, la pharmacovigilance, l'économie de la santé et l'organisation de l'industrie pharmaceutique. Les participants ont également

testé leurs connaissances avec le jeu « L'Odyssée du Médicament ». « L'école d'été du LabEx LERMIT apporte une vision globale et transversale du développement pharmaceutique. Elle permet aux participants d'élargir leur réseau professionnel », commente Raquel Diaz Lopez, responsable de projet scientifique du LabEx LERMIT. Et bien des collaborations ont démarré comme cela.

Issue pour moitié de l'industrie pharmaceutique et du secteur privé, la vingtaine de conférenciers invités bénéficie souvent d'une expérience directe en développement de produit. « L'école d'été présente quelques success stories en matière de développement de molécules ou de création de start-up, pour montrer qu'aller de la découverte à l'application clinique est possible, et que l'innovation peut arriver jusqu'au lit du patient. » Financée par le LabEx - une participation symbolique est demandée aux inscrits - cette école d'été compte pour les doctorants comme vingt heures de formation. « Même si le LabEx LERMIT s'achèvera fin 2019, nous réfléchissons à la manière de continuer et de pérenniser cette école au sein de la nouvelle organisation de l'Université Paris-Saclay », signale Raquel Diaz Lopez.

### Approvoiser la simulation numérique grâce à un tutoriel dédié

Petit nouveau, le tutoriel deMon (density of Montréal), qui s'est déroulé du 20 au 25 mai 2019 à la Maison de la simulation à Saclay, en amont du workshop des développeurs deMon, s'est employé à familiariser les participants à la suite de programmes deMon (deMon2k et deMonNano). Ces logiciels sont dédiés à la théorie de la fonctionnelle de la densité (DFT) pour la simulation de dynamique d'atomes, de molécules, d'agrégats, de solides... « deMon est un des programmes de DFT les plus performants en matière de rapidité de calcul », souligne Aurélien de la Lande, chercheur au Laboratoire de chimie-physique (LCP – CNRS/Université Paris-Sud) et membre du comité d'organisation du tutoriel. En plus, il est gratuit pour tous les chercheurs académiques. Au nombre de 23, les participants – étudiants de master, doctorants, chercheurs locaux ou internationaux –, sont tous issus d'un parcours de chimie ou de chimie-physique.

Décomposé en parts égales entre cours magistraux, petits travaux applicatifs sur ordinateur, et court projet encadré, le tutoriel s'est achevé par une présentation des projets réalisés sur la semaine par binôme ou trinôme. « Les sujets ont été proposés en amont et les participants ont choisi celui sur lequel ils souhaitaient travailler, explique Fabien Cailliez, également chercheur au LCP et membre du comité d'organisation. Le but était de répondre à une petite probléma-

tique scientifique, comme calculer les propriétés magnétiques ou le spectre d'absorption de molécules, ou étudier les paramètres thermodynamiques d'une réaction chimique. »

Soutenu par les LabEx PALM et NEXT, l'Agence nationale de la recherche, la Fédération de chimie-physique de Paris-Saclay, le Département de chimie de l'Université Paris-Saclay, l'Institut de recherche sur les systèmes atomiques et moléculaires complexes et le Centre français de calcul atomique et moléculaire, le tutoriel a également bénéficié de l'aide de l'IDRIS et de la Maison de la simulation. « Il était essentiel que les participants dépensent le moins possible : le logement et l'alimentation ont presque entièrement été pris en charge », relève Fabien Cailliez. Et Aurélien de la Lande de conclure : « Aider à la diffusion de ce programme auprès des jeunes nous paraît important car il fait partie des programmes de chimie quantique les plus efficaces et son potentiel réel reste souvent sous-estimé. »

<http://www.charmmat.fr/fr/charmmat/actualites/150-edec-2019>  
[www.labex-lermit.fr/fr/formation/ecole-d-ete](http://www.labex-lermit.fr/fr/formation/ecole-d-ete)  
[www.19thdemondeveloperswk.u-psud.fr/index.php/registration/tutorial/](http://www.19thdemondeveloperswk.u-psud.fr/index.php/registration/tutorial/)

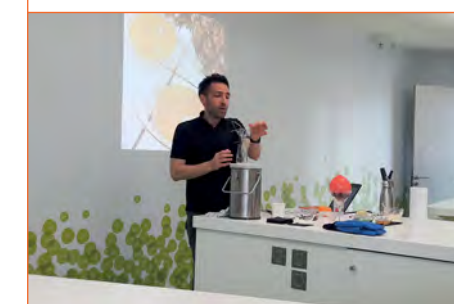
que la cuisson d'un œuf! », glisse le chercheur à la trentaine d'enseignants de la région présents, avant de présenter les innovations possibles en cuisine basées sur des principes chimiques : œuf brouillé sans cuisson, marmelade d'orange sans sucre, ballon de café surgelé à l'azote liquide... « La chimie est un champ d'investigation passionnant. Nous sommes prêts à travailler avec vous pour que vos élèves se dirigent vers des carrières scientifiques et intègrent nos laboratoires », déclare Marie-Pierre Fontaine-Aupart. L'après-midi a été consacré à visiter par petits groupes les laboratoires et les équipements de pointe de l'ICMMO et du Laboratoire de chimie-physique (LCP – CNRS/Université Paris-Sud), et à rencontrer les équipes. « C'était une journée variée et enrichissante. J'ai noté quelques idées d'expériences intéressantes à reproduire en classe », commente une enseignante d'Orsay.

Titre

## CHIMACTIV : s'autoformer en ligne pour le travail expérimental

Titre

### Des enseignants au fait des recherches en chimie



Présentation de Raphaël Haumont. © VM-UPSaclay

Le 3 avril dernier s'est déroulée sur le campus d'Orsay une journée nationale de formation à la culture scientifique en chimie organisée par le CNRS pour les enseignants du second degré. Partenaire de la journée, la Maison d'initiation et de sensibilisation aux sciences (MISS) a accueilli le matin les conférences données par Marie-Pierre Fontaine-Aupart, chercheuse à l'Institut des sciences moléculaires d'Orsay (ISMO – CNRS/Université Paris-Sud), sur les grandes avancées en chimie dans les domaines de l'énergie, des matériaux, de l'environnement et de la santé, et Raphaël Haumont, chercheur à l'Institut de chimie moléculaire et des matériaux d'Orsay (ICMMO – CNRS/Université Paris-Sud), sur « La chimie, de quoi en faire tout un plat ». « Il n'y a rien de plus moléculaire

Chimactiv est un site internet offrant des ressources pédagogiques libres d'accès dans le domaine de l'analyse chimique de milieux complexes comme les aliments, les médicaments ou les milieux biologiques. Il s'adresse aux étudiants des cursus master, ingénieur, pharmacien, aux enseignants de chimie et biochimie de ces cursus, et aux stagiaires et doctorants dans des laboratoires de recherche en chimie. Il a été conçu et réalisé par un collectif de treize enseignants de trois établissements de l'Université Paris-Saclay : AgroParisTech, l'École normale supérieure Paris-Saclay et l'Université Paris-Sud. Il porte la culture d'Open science souhaitée par l'Université Paris-Saclay.

Le site optimise le temps des séances expérimentales et enrichit les interactions avec les enseignants grâce à une meilleure préparation. Impliqués dans leur apprentissage, les étudiants acquièrent de façon autonome des connaissances qu'ils renforcent en séance ; ils proposent des méthodologies, réalisent les expériences, discutent et interprètent les résultats obtenus tout en portant un regard critique sur leur validité.

Le site vient de recevoir le « Digital Learning Excellence Awards » dans la catégorie « Education ». Le jury 2019 a particulièrement apprécié la richesse de son contenu, son graphisme, l'ouverture à tous et à l'international avec sa version anglaise.

<http://chimactiv.agroparistech.fr/fr>



Titre

## Festival CURIOSITas : Regarder au-delà des apparences



© CURIOSITas2019

Le festival CURIOSITas propose à tous les publics une exposition et des spectacles aux frontières entre l'Art et la Science, du 7 au 17 novembre 2019 à Massy (espace Liberté).

Les vingt œuvres présentées durant dix jours ont été co-crées par des artistes et des scientifiques de l'Université Paris-Saclay.

### « Pour sa 5<sup>e</sup> édition, CURIOSITas propose de regarder Au-delà des apparences »

Elles sont inédites et ont été sélectionnées par un jury. Pour sa 5<sup>e</sup> édition, CURIOSITas propose de regarder *Au-delà des apparences*, de s'évader en écoutant le chant des baleines à bosse, de plonger à l'intérieur d'un arbre, là où les cellules et la sève dessinent la plante,

de découvrir la puissance des étoiles, de remonter le temps des climats passés... Des pièces de théâtre et des performances de danse attendent également le public dans divers lieux de la ville.

La co-création entre scientifiques et artistes permet à chacun un changement de regard sur son sujet de recherche, une remise en question et souvent, un enrichissement mutuel. Ils ont finalement plus en commun que ce que l'on pense.

#### Évènement d'ampleur vis-à-vis du grand public, reflet de l'engagement de l'Université Paris-Saclay

À travers CURIOSITas, organisé par la Diagonale Paris-Saclay, l'Université Paris-Saclay s'inscrit dans sa mission de développement de la culture et des interactions entre les scientifiques et la société. Pour le public, c'est une occasion de découvrir les recherches scientifiques qui se développent sur le territoire à travers la vision sensible et le questionnement des artistes.

#### Un festival pour tous les curieux

Sur toute la semaine et les week-ends, des médiateurs guident le public sur la démarche et l'intention des auteurs. CURIOSITas, ce sont aussi des ateliers et des animations pour toute la famille durant les week-ends. Questionner le monde, expérimenter et pourquoi pas, réaliser une œuvre deviennent possible. En novembre, on est curieux, à Massy, avec CURIOSITas.

[www.curiositas.fr](http://www.curiositas.fr)

Titre

## Construire la mémoire de l'Université : des trésors inattendus!



© Inra

À l'occasion de cette année célébrant le tableau de Mendeleïev, la Diagonale Paris-Saclay a organisé un jeu-concours invitant les personnels à exhumer vieux posters, instruments ou autres objets anciens liés aux éléments chimiques.

Deux prix d'une valeur de 500 euros ont été décernés, l'un pour l'objet le plus ancien et l'autre pour le plus inattendu. Un ouvrage rare datant de 1828, *Traité de chimie appliquée aux arts*, a ainsi été repéré par les documentalistes Marina Pavlides et Alain Bône de la Bibliothèque EGER de l'Inra Grignon. Mis en valeur par Robert Sellem, du CNRS, le plus inattendu est une mémoire appelée à l'époque « de masse », qui servait à stocker les résultats de codage pour le premier ordinateur IBM.

Ces deux prix seront utilisés dans les laboratoires pour financer une mission patrimoniale. L'ensemble des objets recensés sera exposé sur une plate-forme numérique, accessible à partir des Journées européennes du patrimoine 2019.

[www.ladiagonale-paris-saclay.fr/nos-actions/tableau-periodique-patrimoine/](http://www.ladiagonale-paris-saclay.fr/nos-actions/tableau-periodique-patrimoine/)

Titre

## Les chercheurs dans leurs éléments

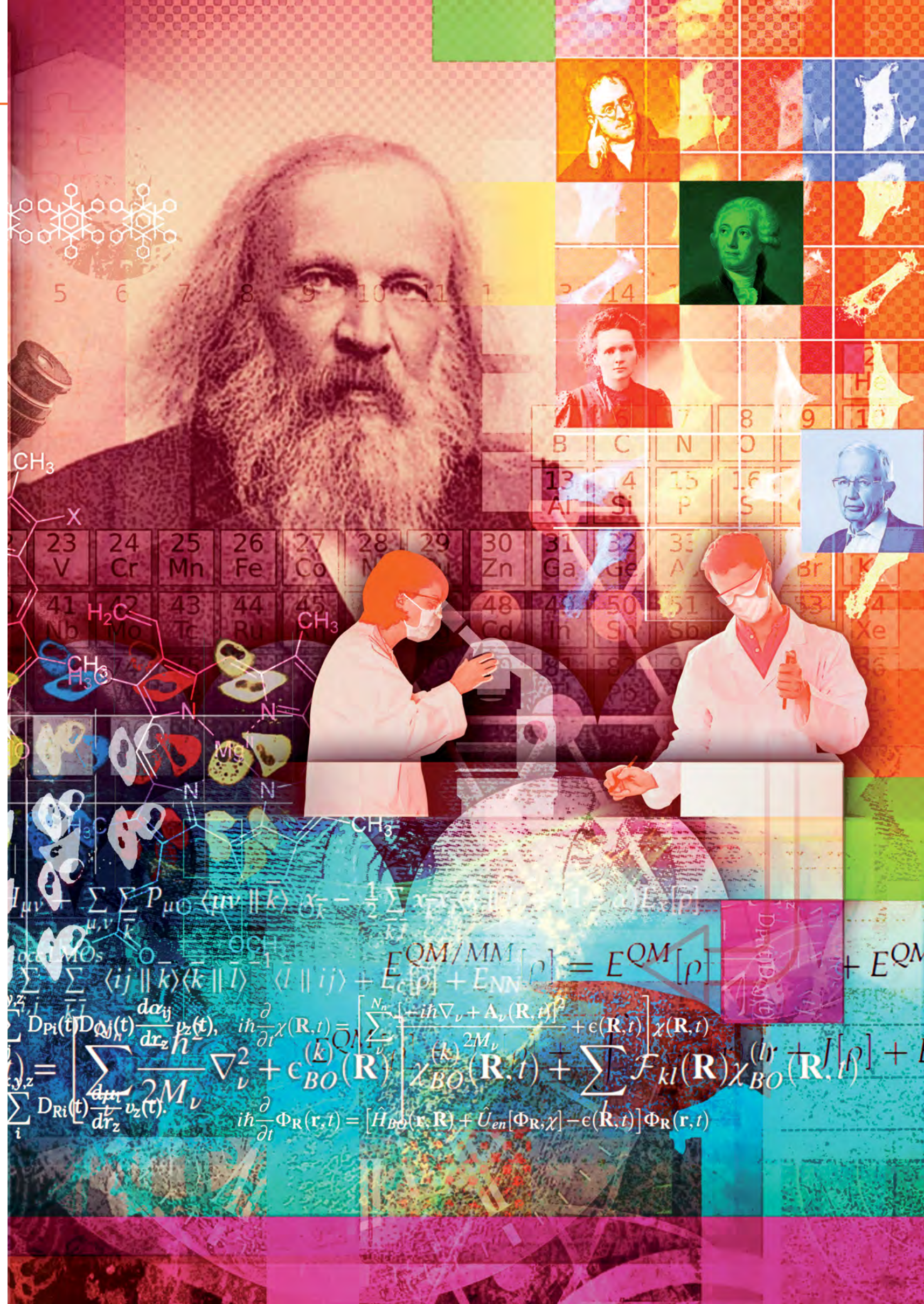
1869. Le chimiste russe Dmitri Mendeleïev met de l'ordre parmi la soixantaine d'éléments chimiques connus. Il les dispose, selon leurs propriétés physico-chimiques, dans les lignes et colonnes de ce qui deviendra le « tableau périodique des éléments ».

2019. Étendu à 118 éléments, ce tableau structure toujours notre vision de la matière. En le prenant pour guide, le service COMPAS

(Communication, médiation et patrimoine scientifiques) de l'UFR des sciences d'Orsay invite à découvrir quelques domaines de recherche de l'Université Paris-Saclay à travers une exposition dédiée. Chaque élément sélectionné emmène le public dans un laboratoire et aide le chercheur à percer les secrets de la matière, de la nature et de la vie. Une exposition résolument graphique pour mieux s'approprier les recherches abordées.

Inaugurée prochainement à la Bibliothèque universitaire d'Orsay lors de la Fête de la science 2019, cette exposition sera ensuite visible en janvier 2020 au château du Val Fleury à Gif-sur-Yvette, puis circulera largement sur le territoire.

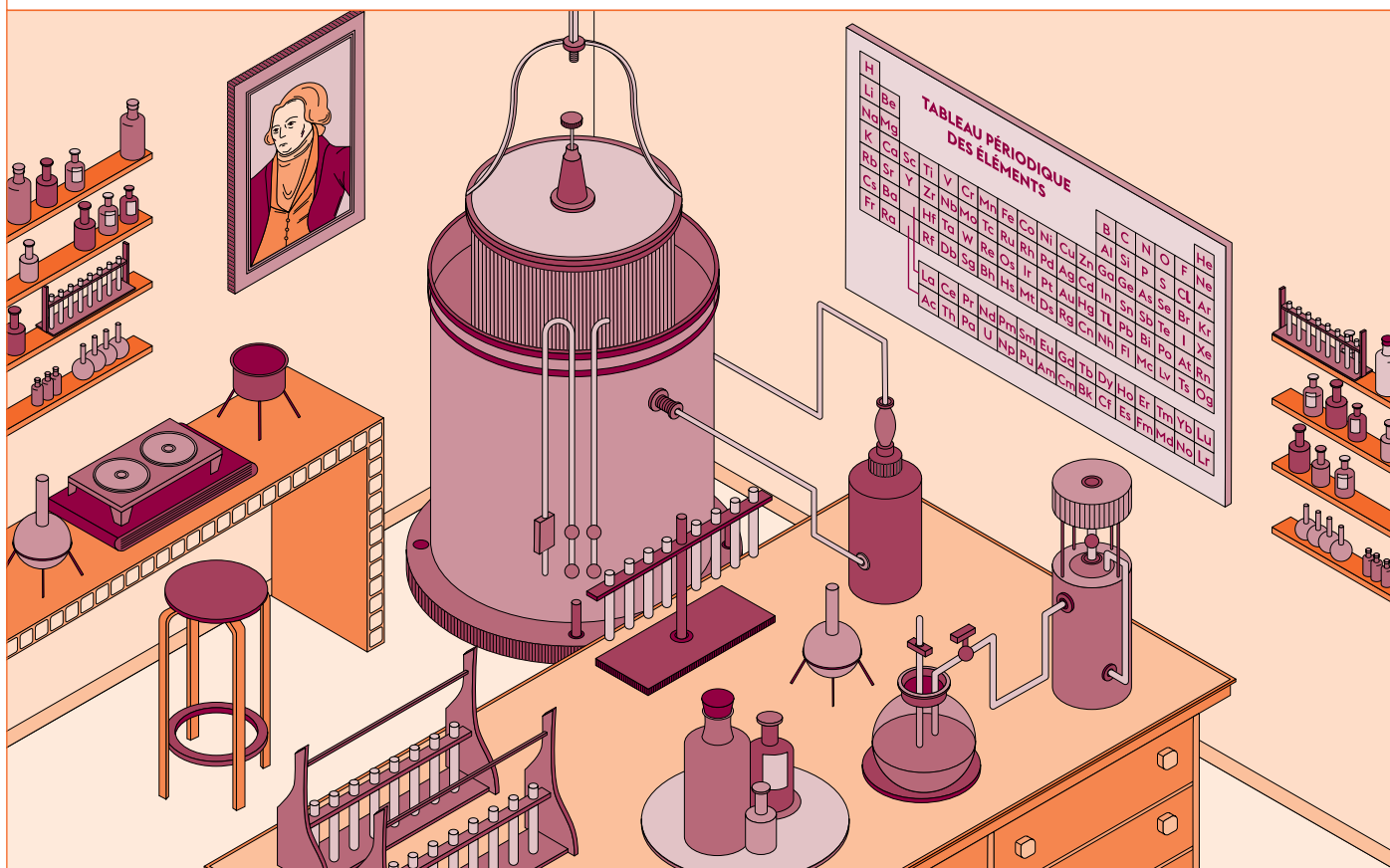
Illustrations page de droite et page 18 :  
Nini La Caille





Titre

## Chimie, raconte-moi ton histoire



Alors que 2019 a été désignée «**Année de la chimie, de l'école à l'Université**» en France et «**Année internationale du tableau de Mendeleïev**» par l'Unesco, les historiens de l'Université Paris-Saclay nous font découvrir les principales évolutions de la chimie et de son enseignement à travers les siècles.

L'enfant regarde son père. Les pierres claquent, faisant jaillir des étincelles. Il mémorise les gestes et acquiert le savoir des premiers hommes dans le contrôle du feu. Le feu est la première transformation chimique utilisée par l'Homme, il y a plus de 400 000 ans. L'enfant a grandi, il s'est amusé à chauffer de la terre qui, à sa grande surprise, change de couleur et durcit. Après l'amélioration de l'alimentation grâce à la cuisson, le feu permet de générer de nouveaux matériaux. L'utilisation des transformations chimiques est alors basée sur des savoirs et des savoir-faire qui se transmettent par apprentissage. Au-delà de cette connaissance des « arts chimiques », les spéculations sur le sens de la nature commencent avec les philosophes grecs, quelques siècles avant

Jésus-Christ. Mais pas d'expérimentations pour eux, trop sujettes aux artifices, le mode légitime de production des savoirs doit s'appuyer sur le sens commun et sur des connaissances accessibles à tous.

Aux environs du II<sup>e</sup> siècle après Jésus-Christ, l'alchimie se développe dans la lignée de la pratique de l'orfèvrerie. La quête des alchimistes pour la pierre philosophale et la panacée les éloigne du rationalisme grec. Leurs travaux entraînent le développement de nombreuses techniques, instruments et protocoles de laboratoire.

C'est seulement au XVII<sup>e</sup> siècle en Europe qu'apparaît une nouvelle façon légitime de construction des savoirs : l'expérimentation. L'alchimie cède sa place à la chimie comme discipline scientifique rationnelle. Elle vise à comprendre la structure de la matière et ses transformations, dans une théorie cohérente. Le premier cours public et gratuit de chimie sera instauré au jardin du Roi, l'ancêtre du Muséum d'histoire naturelle, au début du XVII<sup>e</sup> siècle, pour compléter la formation des médecins et apothicaires. Au XVIII<sup>e</sup> puis au XIX<sup>e</sup> siècle, les « chimistes » se tournent vers des questions d'analyse. Ils ont alors devant eux une très grande variété de matériaux,

qui sont essentiellement des mélanges, mais ne disposent pas de moyens pour séparer les corps qui les composent.

Virginie Fonteneau, directrice du laboratoire d'Études sur les sciences et les techniques (EST) de l'Université Paris-Sud précise : «*Savoir analyser les produits, solides, liquides ou gazeux, d'une transformation chimique est primordiale pour Antoine Lavoisier. La compréhension de la matière va alors de pair avec le développement des outils nécessaires pour les séparations chimiques. On enseigne la chimie à travers les moyens d'analyse.*» Antoine Lavoisier est guillotiné en 1794. L'une de ses plus importantes découvertes a été de comprendre le rôle, dans la combustion, de ce qu'il a nommé «oxygène». Notre conception de la matière et de ses transformations en sera bouleversée.

Une nouvelle révolution se prépare. Alors que Lavoisier a tout fait pour identifier les composants des réactions chimiques, en Angleterre, John Dalton (1766-1844) propose, en 1803, une théorie atomique pour expliquer la différence de solubilité des gaz. «*Cela confronte les chimistes à un choix qui les divise. Doit-on accepter l'hypothèse atomique alors qu'on ne peut pas la mettre en évidence par l'expérience ? Celle-ci va être heuristique pour la chimie organique*

grâce à l'utilisation d'un imaginaire permettant une «*image mentale*» des molécules, sans savoir ce qui lie les atomes entre eux, souligne Virginie Fonteneau. Les chimistes ont alors un rapport très fort à la paillasse tout en évoluant dans un imaginaire invérifiable. Les historiens se demandent, par exemple, comment August Kekulé a imaginé la molécule cyclique de benzène, en 1865.»

«**C'est seulement au XVII<sup>e</sup> siècle en Europe qu'apparaît une nouvelle façon légitime de construction des savoirs : l'expérimentation.**»

«*Cette question de l'imaginaire n'est pas étrangère à l'enseignement, continue la chercheuse. L'enseignement français est alors dominé par les mathématiques qui permettent d'accéder aux grandes écoles. Cette prédominance n'existe pas en Angleterre ou en Allemagne. En France, cette idée de faire des dessins et d'imaginer un visuel des molécules ne fait pas partie des bonnes pratiques.*» En France, la notation atomique n'entre dans l'enseignement spécial qu'en 1882 et est généralisée dans les manuels en 1891 !

La chimie se développe au XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles, portée par la révolution industrielle et l'avancée sans précédent des connaissances et des techniques. De nouvelles branches de la chimie apparaissent comme la chimie quantitative, la chimie supramoléculaire qui apporte le prix Nobel à Jean-Marie Lehn, la biochimie et l'analyse des macromolécules du vivant, par exemple.

L'enfant qui apprenait à faire du feu en frappant ses silex prépare aujourd'hui un doctorat en chimie en effectuant des calculs haute-performance sur des supercalculateurs, mais il garde la même étincelle dans le regard, à travailler dans le monde fascinant de la chimie.

<http://www.est.u-psud.fr/>

» focus

### Les 150 ans du tableau de Mendeleïev

En 1860, le chimiste théoricien August Kekulé (1829-1896) a 31 ans. Il décide avec son confrère Charles Adolphe Wurst (1817-1884) d'organiser un grand congrès international, le premier du genre, à Karlsruhe (Allemagne), pour essayer de s'entendre sur des questions cruciales comme les définitions des mots atome, molécule et équivalent. Parmi les 140 chimistes présents, Dmitri Mendeleïev (1834-1907), un jeune professeur russe, et Julius Lothar Meyer (1830-1895) cherchent à ordonner le grand nombre de substances connues, qui à l'époque sont classées par élément : l'hydrogène, suivi des substances contenant de l'hydrogène, l'oxygène, avec les substances contenant de l'oxygène, etc. Une litanie très rébarbative pour les étudiants. Ils cherchent une façon de regrouper les informations autrement, en repérant des périodicités et en rapprochant les éléments ayant des comportements chimiques voisins. Meyer élabore un premier système de classification publié en 1862. De son côté, pour construire un tableau, Mendeleïev utilise également les poids atomiques et tente d'établir une loi générale. Ceci l'amène à construire un tableau avec des cases vides, dont il prédit les propriétés des éléments. Son travail et la présentation du tableau, bien différent de celui que nous connaissons aujourd'hui, seront publiés en 1869, il y a 150 ans. Il s'agit de l'un des rares exemples où l'enseignement a directement alimenté la recherche.

Titre

### Une éthique propre à la chimie ?

Par ses liens avec l'industrie et son action sur le vivant, la chimie constitue une discipline pour laquelle la réflexion en matière d'éthique est des plus vivaces.

Elle se lève, s'étire et suit l'odeur du café qui embaume l'appartement. Aujourd'hui, elle partira un peu plus tard au travail dans sa voiture hybride... Le café, l'odorat, la digestion,

la motricité du vivant ou celle des machines... Tout est chimie ! Elle gouverne le vivant et est sans doute à l'origine de la vie. Mais elle a aussi des liens étroits avec l'industrie, qui l'utilise et la développe, en particulier en pharmacologie, dans l'environnement, l'industrie agro-alimentaire, la transformation des matériaux, ou l'énergie.

«*Justice, Dignité, Bienfaisance*» sont des principes éthiques universels qui peuvent être en conflit avec les valeurs de l'industrie : «*Productivité, Performance, Compétitivité*». La chimie est plus propice à ces dilemmes que les autres sciences en raison de son omniprésence dans l'industrie et parce qu'elle présente l'un des plus courts chemins entre recherche et développement», explique Karine Demuth-Labouze, enseignante-chercheuse au Département de recherche en éthique de l'Université Paris-Sud.

Au-delà des enjeux éthiques généraux de la recherche, que l'on retrouve dans le Conseil pour l'éthique de la recherche et l'intégrité scientifique de l'Université Paris-Saclay (PoléthiS), et de sa proximité avec l'industrie, la chimie, en particulier la biochimie, est la science qui a la plus grande proximité avec le vivant. «*À l'ère de la biomédecine, la chimie contribue à la technicisation médicale qui modifie notre rapport à la maladie, à la clinique et au soin, et qui tend parfois à traiter des maladies et non plus à soigner des personnes*», remarque la chercheuse.

«*Mes travaux actuels portent sur la médicalisation des troubles du comportement chez l'enfant, et notamment du trouble de l'attention (TDAH). Dans ce domaine, la chimie atténue les symptômes sans pour autant guérir les enfants. Cette biologisation du trouble soulève des questions typiques de bioéthique. Si l'on peut juguler l'inattention, l'impulsivité et l'hyperactivité des enfants avec une molécule de synthèse, et lutter contre les effets secondaires au moyen de médicaments additionnels, est-il légitime de le faire, sans considérer et résoudre les conflits psychiques sous-jacents ?* interroge Karine Demuth-Labouze. Dans le domaine de la psychiatrie, la capacité de la chimie à modifier rapidement un comportement a relégué au second plan d'autres approches, comme celle d'inspiration psychanalytique. On néglige alors le traitement des causes essentielles de souffrance des patients.» La promesse, l'espoir et le progrès qu'apporte la recherche scientifique ne la dédouanera jamais d'une réflexion éthique.

<https://www.universite-paris-saclay.fr/fr/actualite/lengagement-ethique-a-luniversite-paris-saclay>



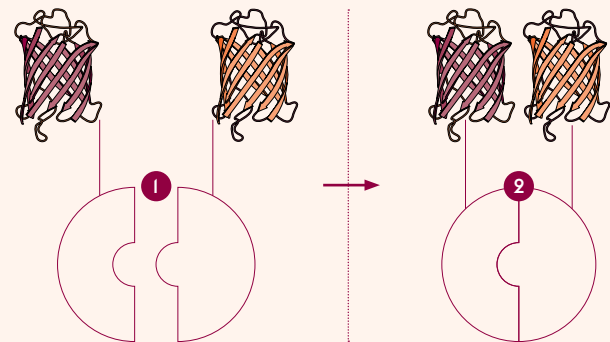
Titre

# Marquage et détection de molécules : des rapporteurs à l'avant-poste

## PRINCIPE DU FRET

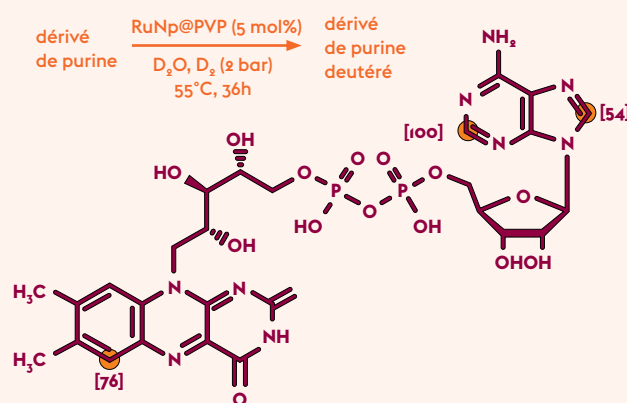
1 – Couple de protéines fluorescentes de la famille de la GFP greffé sur des protéines différentes

2 – L'interaction protéine-protéine rapproche le couple de fluorophores et donne du FRET

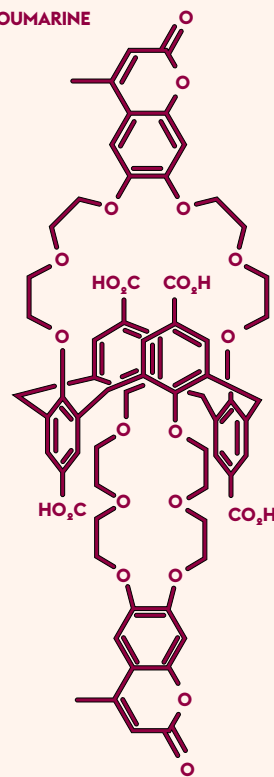


## PRINCIPE ET EXEMPLE D'ENRICHISSEMENT ISOTOPIQUE AU DEUTERIUM OBTENU SUR LA FLAVINE ADÉNINE DINUCLÉOTIDE (FAD)

● site d'incorporation du deutérium  
[X] enrichissement isotopique mesuré par RMN



## MOLÉCULE DE CALIXARÈNE COUPLÉE À LA COUMARINE



Guidées par la directive européenne cadre sur l'eau (DCE), les recherches de l'équipe d'Isabelle Leray, du laboratoire de Photophysique et photochimie supramoléculaires et macromoléculaires (ENS Paris-Saclay), ont pour objectif de détecter les substances polluantes l'eau du robinet.

Pour cela, l'équipe a développé des capteurs moléculaires liant un fluorophore (coumarine, rhodamine, dansylamide) à un calixarène, une molécule cage capable de piéger dans sa cavité hydrophobe les métaux lourds sous forme ionique (cations). « Lors de la complexation du cation par la sonde, le fluorophore subit des modifications de ses propriétés photophysiques qui se traduisent par un changement de fluorescence », explique Isabelle Leray.

Le procédé, qui a fait ses preuves avec les ions plomb (Pb<sup>2+</sup>), aluminium (Al<sup>3+</sup>), mercure (Hg<sup>2+</sup>), cadmium (Cd<sup>2+</sup>) et césium (Cs<sup>2+</sup>), a subi plusieurs améliorations. Installé dans un dispositif microfluidique équipé de fibres optiques et de diodes électroluminescentes, le système a également été testé avec des résonateurs optiques.

Alternative aux systèmes de détection existants, basés sur l'électrochimie ou la spectrométrie de masse, le dispositif est portable et directement utilisable sur le terrain. Aujourd'hui, l'équipe s'attaque à la détection des pesticides, tels que le glyphosate (Gly<sup>2-</sup>). « Nous misons sur des complexes métalliques capables de piéger ce dianion par liaisons hydrogène. »

## Des bases nucléiques marquées par échange isotopique

Loin d'être l'unique mode de marquage utilisé, la fluorescence cède parfois sa place à la radioactivité. Au Laboratoire de marquage par le tritium du Service de chimie bio-organique et de marquage (SCBM) du CEA Saclay, Sophie Feuillastre et Alberto Palazzolo ont mis au point une approche innovante pour faciliter le marquage des bases nucléiques, en partenariat avec le Service de pharmacologie et d'immunanalyse du CEA Saclay, et le laboratoire de Physique et chimie de nano-objets à Toulouse.

De la famille des purines ou des pyrimidines, les bases nucléiques entrent dans la composition des acides nucléiques (ADN, ARN), mais également dans la constitution de nombreux médicaments, qui requièrent un suivi dans l'organisme vivant pour évaluer leur efficacité ou toxicité.

Couramment employé, le marquage par échange isotopique consiste à remplacer un ou plusieurs atomes d'hydrogène par un de ses variants isotopiques (même nombre de protons et d'électrons, mais nombre différent

de neutrons). L'échange avec l'isotope stable – le deutérium –, ou radioactif – le tritium –, permet aux chercheurs de quantifier la molécule dans un échantillon, ou de suivre son devenir in vivo, sans changer ses interactions.

Mais obtenir la transformation chimique des bases nucléiques sans altérer leur intégrité, et un bon enrichissement isotopique, n'a rien d'évident, notamment vu les températures requises (plus de 80 °C) par ces procédés.

Compatible avec une large gamme de solvants et des températures plus douces (inférieures à 55 °C), la méthode du SCBM fait appel à des catalyseurs à base de nanoparticules de ruthénium. « La réaction a lieu à la surface de la nanoparticule par activation de la liaison C-H du substrat », signale Alberto Palazzolo. Tantôt enrobées d'une matrice polymère, tantôt stabilisées par des carbènes organo- ou hydrosolubles, ces nanoparticules parviennent à des taux d'enrichissement isotopique de 50 à 99 %. « La méthode fonctionne avec un large panel de substrats : nucléosides, nucléotides et oligonucléotides. Actuellement, nous évaluons la compatibilité d'autres métaux avec les bases pyrimidiques. »

## Publications

- Cornelia S. Ziegler et al., Quantitative live-cell imaging and 3D modeling reveal critical functional features in the cytosolic complex of phagocyte NADPH oxidase. *J. Biol. Chem.* (2019) 294(11) 3824–3836.
- Xuan Qui P. et al., New water-soluble fluorescent sensors based on calix[4]arene bis-crown-6 for selective detection of cesium. *Journal of Photochemistry and Photobiology A-Chemistry*, 2018, 364, 355–362.
- Alberto Palazzolo et al., Efficient Access to Deuterated and Tritiated Nucleobase Pharmaceuticals and Oligonucleotides using Hydrogen-Isotope Exchange. *Angew.Chem.Int.Ed.* 2019,58,4891–4895.

## » focus

## Peptidomimétiques fluorés : du phytosanitaire à la chimie médicinale

Experte dans la conception d'acides aminés fluorés et de peptidomimétiques à activité thérapeutique, l'équipe de Sandrine Onger du laboratoire BioCIS (CNRS/Université Paris-Sud) participe à deux projets financés par le programme européen HORIZON 2020. Le projet FET-OPEN « No-PEST », démarré en janvier 2019, a pour objectif de trouver des alternatives aux sels de cuivre massivement utilisés contre les oomycètes responsables du mildiou de la vigne. « Ce pesticide, accepté même en Bio,

est toxique pour les organismes aquatiques, il contamine les nappes phréatiques et est évoqué dans les cancers et les maladies neurodégénératives », souligne Sandrine Onger. Impliquant quatre autres partenaires académiques et un industriel, le projet vise le développement de technologies innovantes de détection des parasites sur les ceps, l'identification des enzymes clés à la survie, la modélisation et la synthèse d'inhibiteurs peptidiques, et des études de marché. « Nous interviendrons dans la conception et la synthèse de mimes des peptides, plus efficaces et stables. » « TubInTrain » est un projet ITN (Innovative Training Networks) de chimie médicinale axé sur la dégradation des microtubules associée aux maladies neurodégénératives, qui débutera en octobre 2019. Il rassemble sept bénéficiaires et quatorze partenaires (dont dix industriels). « Notre équipe développera des peptidomimétiques inhibant les interactions ou l'agrégation des protéines alpha-synucléine et tau. » Majoritairement tourné vers la formation doctorale, le projet recrutera treize doctorants en co-tutelle au premier trimestre 2020, dont trois au sein de BioCIS.

www.h2020nopest.org  
www.tubintrain.eu

## » focus

## Chimie bio-orthogonale : le « click & release » de médicaments in vivo

Développer des réactions chimiques compatibles avec les milieux biologiques est un défi scientifique de taille. Celle, décrite en 2017 par des chercheurs du SCBM du CEA Saclay, entre une iminosynone et un cycloalcyne permet à la fois de piéger des molécules par ligation (Click) et de les libérer de façon contrôlée par clivage (Release). Dans une étude récente, les chercheurs ont montré le potentiel applicatif de cette stratégie in vivo. La réaction de clivage bio-orthogonale a été utilisée pour libérer de façon contrôlée des molécules fluorescentes contenues dans des micelles ciblant des tumeurs, une fois à l'intérieur des cellules cancéreuses.

Publication · Karine Porte et al., Controlled Release of Micelle Payload via Sequential Enzymatic and Bioorthogonal Reactions in Living Systems. *Angewandte Chemie Int. Ed.* (2019)

Les marqueurs moléculaires et les stratégies employés pour faciliter la détection d'une molécule ou identifier ses partenaires sont nombreux. Tour d'horizon de certains d'entre eux.

Explorer la chimie du vivant requiert bien souvent des techniques biochimiques et bioanalytiques variées. Au sein du Laboratoire de chimie-physique (CNRS/Université Paris-Sud), l'équipe de Fabienne Mérola et de Marie Erard s'applique à développer des sondes fluorescentes codées génétiquement, greffées à des protéines d'intérêt et adressables spécifiquement dans la cellule.

Ces marqueurs reposent sur les protéines de la famille de la GFP (*green fluorescent protein*), dont la propriété est d'émettre de la fluorescence après excitation à une longueur d'onde appropriée. Les modifications chimiques apportées au chromophore ou à son environnement ont mis au jour une vaste armada de biosenseurs optiques aux couleurs et aux performances très diversifiées.

« La quantité de fluorescence émise par le fluorophore – la molécule fluorescente – après excitation pour revenir à son état fondamental, sa durée de vie

et son spectre d'émission nous donnent des informations sur l'environnement et les réactions qu'il a subies dans la cellule », explique Marie Erard.

Le transfert d'énergie entre molécules fluorescentes (FRET) est une des techniques employées pour décrypter les interactions entre protéines, ou les changements de conformation d'une même protéine. « On mesure la perturbation du signal de fluorescence d'un fluorophore liée à la présence, à une certaine distance, d'un autre fluorophore », souligne Fabienne Mérola.

## Vers la caractérisation structurale de la NADPH oxydase in vivo

C'est en combinant FRET et spectromicroscopie que l'équipe, en collaboration avec celle d'Oliver Nüsse du même laboratoire, a récemment mis au point une nouvelle stratégie analytique pour élucider les interactions et la topologie des trois sous-unités cytosoliques de la NADPH oxydase des cellules phagocytaires, et ce, dans un contexte cellulaire. Élément-clé du système immunitaire, cette protéine produit des anions superoxydes (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), qui sont des précurseurs des espèces réactives de l'oxygène, essentielles pour la réponse aux infections microbiennes.

Suite à l'activation par un pathogène, les trois sous-unités cytosoliques subissent des changements structuraux et s'associent avec deux sous-unités membranaires et la protéine G pour former un complexe enzymatique à six sous-unités. Outre le fait qu'elle soit nécessaire pour se défendre contre les pathogènes, la NADPH oxydase est aussi responsable chez certaines personnes de phénomènes inflammatoires chroniques. Le développement d'inhibiteurs spécifiques présenterait donc un grand intérêt thérapeutique. « Mais les approches structurales classiques n'ont que partiellement réussi à caractériser ce type de protéines très « flexibles », renseigne Marie Erard. En étiquetant les sous-unités cytosoliques à leurs deux bouts par des marqueurs fluorescents, nous avons réussi à déterminer comment elles s'organisent dans leur environnement natif. »

## Des molécules cages fluorescentes pour détecter la pollution de l'eau

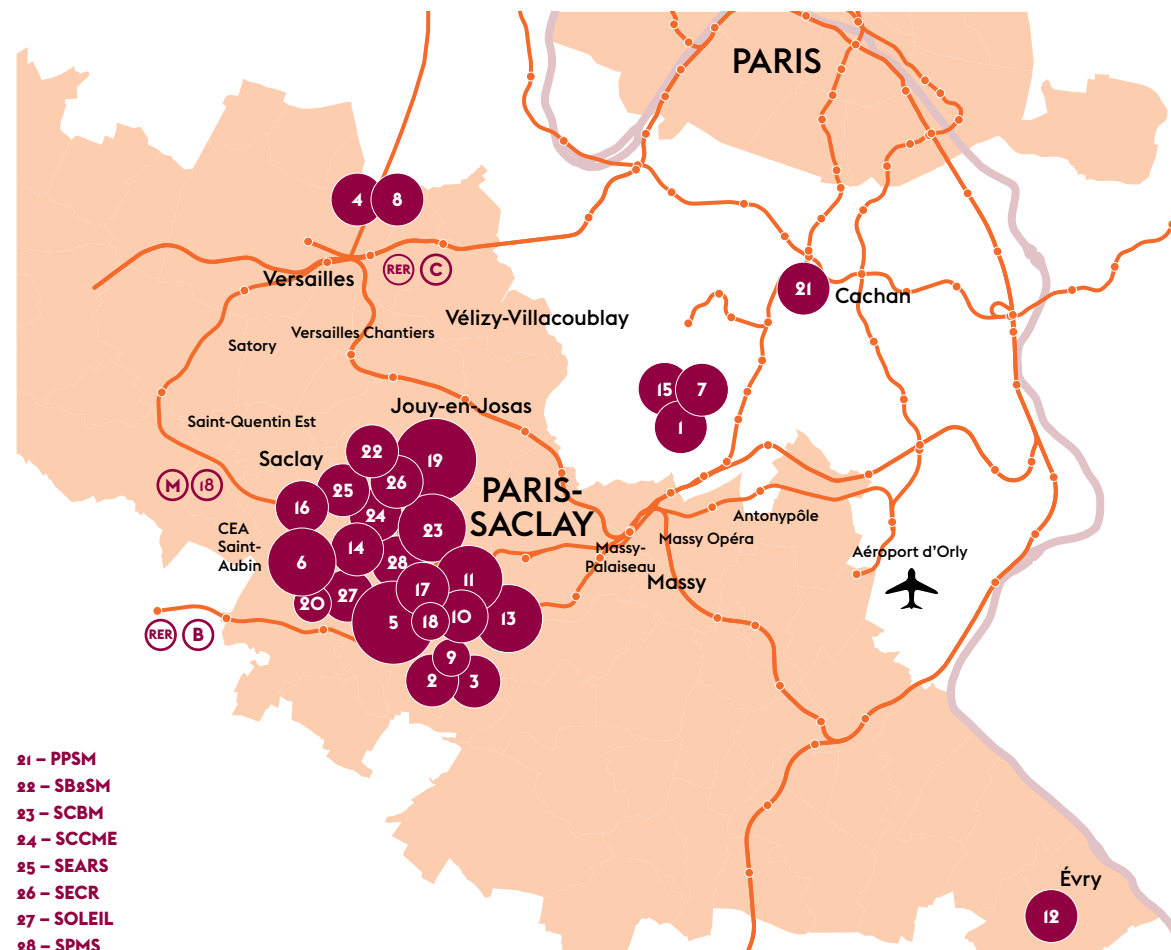
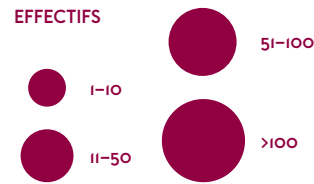
Compte-tenu de la diversité des micropolluants existants dans les milieux naturels, de leur présence à l'état de traces et de leur toxicité pour les organismes, la détection et la quantification de ces substances représentent un défi analytique et sanitaire majeurs.



Titre

# La chimie à l'Université Paris-Saclay

L'Université Paris-Saclay compte sur de solides forces en chimie, tant scientifiques qu'éducatives, pour contribuer aux grands enjeux de société en matière d'énergie, d'environnement, d'information, d'innovation, de santé et de médiation des sciences.



- 1 – BioCIS
- 2 – CMB<sub>2</sub>
- 3 – GCR/SHFJ
- 4 – GEMAC
- 5 – ICMMO
- 6 – ICSN
- 7 – IGPS
- 8 – ILV
- 9 – IMIV
- 10 – IPNO
- 11 – ISMO
- 12 – LAMBE
- 13 – LCP
- 14 – LIDyL/LFP
- 15 – Lip(SYS)<sup>2</sup>
- 16 – LLB
- 17 – LPS
- 18 – LUMAT
- 19 – NIMBE
- 20 – PRC
- 21 – PPSM
- 22 – SB<sub>2</sub>SM
- 23 – SCBM
- 24 – SCCME
- 25 – SEARS
- 26 – SECR
- 27 – SOLEIL
- 28 – SPMS

**28** unités de recherches  
**1150** chercheurs, enseignants-chercheurs, ingénieurs et techniciens

### Des axes de recherche majeurs et transverses :

- De l'étude d'actes élémentaires aux méthodes analytiques en physico-chimie
- Chimie des matériaux, interfaces et nano-objets

- Architecture moléculaire
- Chimie et physico-chimie du et pour le vivant
- Théorie et simulations multiéchelles, développements et applications
- Plateformes et grands instruments

### Quatre laboratoires d'excellence (LabEx) :

- CHARMMMAT
- LERMIT
- NanoSaclay
- PALM

Les formations en chimie à l'Université Paris-Saclay :

**300** étudiants de master  
**400** doctorants

- 4 master 1 :**
- Chimie
  - Chimie-Voie Frédéric Joliot-Curie
  - Bidisciplinaire chimie-biologie
  - Chemistry - international track (SERP+)

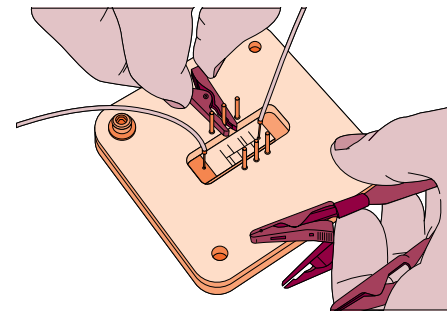
- 12 master 2 :**
- Chimie inorganique-molécules, surfaces et nano-objets
  - Chimie organique
  - Chimie pharmaceutique
  - Chimie physique - instruments, concepts et applications

- Formation à l'enseignement supérieur en chimie
- Ingénierie et chimie des biomolécules
- Instrumentation et méthodes d'analyse moléculaire
- Pollutions chimiques et gestion environnementale

- Recherche & développement en stratégies analytiques
- Sciences, technologies et sociétés
- Molecular chemistry and interfaces
- Industrial and medical applications of radiations (SERP-Chem)

- 3 écoles doctorales :**
- Sciences chimiques: molécules, matériaux, instrumentation et biosystèmes
  - Innovation thérapeutique du fondamental à l'appliqué
  - Interfaces

## À la trace des biomarqueurs



La microfluidique, technologie de manipulation de faibles volumes de fluide, est un domaine de recherche en pleine expansion, notamment pour l'analyse de biomarqueurs. Une équipe du Centre de nanosciences et de nanotechnologies (C2N – CNRS/Université Paris-Sud) a breveté un dispositif miniaturisé de détection rapide de microARN circulant dans le sang. Les micro-ARN sont des biomarqueurs très prometteurs pour la détection précoce de microlésions musculaires à l'origine de différentes pathologies (maladies cardiovasculaires, hémorragies, lésions cancéreuses). Le dispositif se base sur la technologie HDE (Hyperthermie et détection électrochimique). Sa grande sensibilité permettrait de détecter ces pathologies de façon très anticipée. L'analyse se fait en moins de trois heures, là où les anciennes technologies, telles que la PCR (réaction en chaîne par polymérase), en demandent plus du double.

La preuve de concept porte sur un changement de paradigme par rapport à la PCR. Elle combine des étapes de capture magnétique, de relargage (hyperthermie magnétique) et de détection électrochimique. Elle a été validée sur un micro-ARN synthétique (miR-122) impliqué dans le cancer du foie. Au-delà du diagnostic médical, d'autres applications sont envisageables comme le contrôle sanitaire.

[www.c2n.universite-paris-saclay.fr/fr](http://www.c2n.universite-paris-saclay.fr/fr)

## Bichromatics vous émerveille

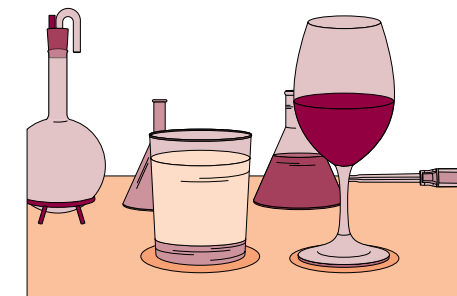
Bichromatics est une start-up née de l'émerveillement de deux chercheurs pour la couleur et les impacts visuels inattendus engendrés par des particules d'or : Olivier Pluchery, professeur de physique à Sorbonne Université, et Hynd Remita, directrice de recherche au Laboratoire de chimie-physique (CNRS/Université Paris-Sud). « *Tout le monde sait que l'or métallique est jaune. Mais nous savons aussi le conditionner pour qu'il offre une palette de couleurs beaucoup plus diversifiée*, explique Hynd Remita. *Les oscillations collectives des*

*électrons d'une nanoparticule d'or – les plasmons – peuvent être excités par une onde lumineuse. Elles dépendent de la taille et de la forme de la nanoparticule, de son environnement et de la polarisation de la lumière qui les excite.* » L'or prend alors de nombreuses couleurs.

Bichromatics a ainsi créé des pigments liquides, 100 % à base d'or ou d'argent, étonnamment colorés. Ce sont des couleurs plasmoniques, non-organiques et inaltérables. La technologie brevetée, base de la création de la start-up, permet aussi, par exemple, de créer un film orangé projetant une ombre bleue ! Bichromatics a été lauréate de The Cosmetic Victories 2018.

[www.bichromatics.com](http://www.bichromatics.com)

## PATTOX : détecter rapidement et à moindre coût des contaminants agroalimentaires

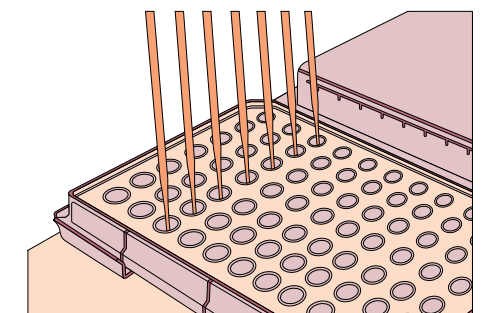


Créée à l'automne 2019, la start-up PATTOX développe un dispositif portable d'analyses biologiques et de diagnostic basé sur un biocapteur électrochimique, capable de détecter la présence de pathogènes et de toxines dans des produits agroalimentaires. Issue des recherches menées par Hafsa Korri-Youssoufi et son équipe au sein de l'Institut de chimie moléculaire et des matériaux d'Orsay (ICMMO – CNRS/Université Paris-Sud), la technologie, brevetée, repose sur la sélection d'une sonde spécifique au microorganisme recherché, et la mesure électrochimique de sa réponse vis-à-vis du biomarqueur cible. « *Si l'échantillon est contaminé, l'hybridation entre la sonde et le biomarqueur produit un courant électrique – et donc un signal positif - proportionnel à la quantité de molécules cibles présentes dans l'échantillon* », explique Hafsa Korri-Youssoufi. La mesure, directe, fiable, rapide (en quelques minutes) et économique, détecte même de très faibles concentrations de microorganismes.

Le dispositif s'adresse dans un premier temps au marché viticole et ses acteurs (vignerons, viticulteurs, viniculteurs, négociants

en vin...). Nawel Mejri-Omrani, ancienne doctorante du laboratoire et actuelle CEO de PATTOX, commente : « *Les Brettanomyces détectés sont des levures qui se développent dans le vin à n'importe quel moment de sa production et engendrent une perte irréversible de qualité.* » La start-up s'ouvrira ensuite au secteur du lait pour la détection de bactéries telles que les Listeria, et au diagnostic médical pour la détection précoce de maladies telles que le cancer et la tuberculose.

## Une plateforme Ibisa pour identifier des molécules biologiquement actives



Les chimistes sont capables de créer des dizaines de milliers de molécules dont l'activité biologique reste inconnue. Comment étudier ces molécules et définir leurs effets afin de produire de nouveaux traitements ? Si l'on faisait ce travail molécule par molécule, pathologie par pathologie, cela prendrait des siècles. C'est là qu'interviennent les robots de criblage à haut débit. Ils exécutent des milliers d'opérations par jour, de manière reproductible, afin de tester l'activité des molécules sur des cibles biologiques.

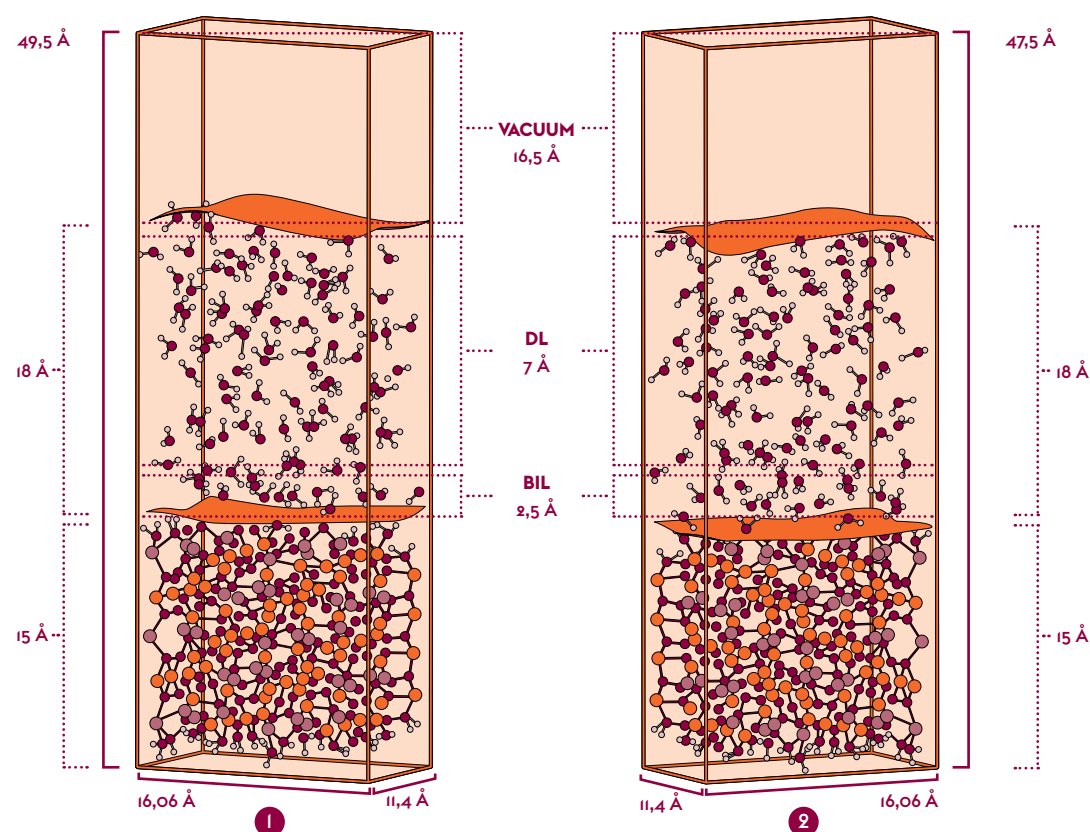
Les plateformes de criblage de chimiothèques du plateau de Saclay se sont réunies sous une bannière unique nommée C@PS (Criblage sur le plateau de Saclay) qui a obtenu fin 2018 la labellisation Ibisa. C@PS est ainsi reconnue comme une infrastructure nationale en biologie, santé et agromonie. Elle agrège les compétences des plateformes CCCHD du CEA à Saclay, CIBI/CTPF de l'Institut de chimie des substances naturelles (ICSN) à Gif-sur-Yvette et CIBLOT de l'Université Paris-Sud à Châtenay-Malabry. Elle propose une offre unique en France avec notamment le criblage radioactif (3H, 14C, 35S), le criblage par thermal shift, le criblage in ovo ou encore le criblage alphascreen et sur organites/tumoroides.

<https://www.ibisa.net/plateformes/detail.php?tri=&srch=&q=58z>



Titre

# Modéliser des systèmes moléculaires complexes



Grâce à leurs calculs et simulations, les chimistes théoriciens de l'Université Paris-Saclay décodent les processus, les propriétés chimiques et la dynamique moléculaire de systèmes, à des échelles de temps ou de complexité inaccessibles à l'expérimentation.

«La chimie théorique est entrée depuis quelques années dans une période glorieuse, relève Marie-Pierre Gaigeot, responsable de l'équipe Théorie et modélisation du Laboratoire analyse et modélisation pour la biologie et l'environnement (LAMBE – CNRS/Université d'Évry/Université Cergy-Pontoise/CEA). Grâce aux supercalculateurs actuels, les opportunités de simulation ne cessent de progresser.» David Lauvergnat, responsable de l'équipe Théorie et simulation au Laboratoire de chimie-physique (LCP – CNRS/Université Paris-Sud), confirme : «La formidable évolution des logiciels et de la puissance de calcul des machines nous permet d'aller vers des simulations de plus en plus longues et des systèmes de plus en plus compliqués et réalistes, même si les architectures informatiques évoluent souvent plus vite que les programmes.»

Appliquant les principes et les équations de base de la mécanique quantique à l'étude des propriétés de structure, de dynamique, de spectroscopie ou de réactivité chimique de la matière, la chimie théorique regroupe plusieurs branches (chimie quantique, chimie numérique ou computationnelle, modélisation, dynamique et mécanique moléculaires...), dont les méthodes s'entremêlent. «Auparavant, si la molécule étudiée était un peu grosse, on schématisait certaines parties pour en simplifier l'analyse qualitative. Aujourd'hui, on peut étudier des systèmes plus importants en mélangeant différentes techniques au cours d'un même calcul : on traite la structure électronique de façon précise avec, par exemple, la théorie de la fonctionnelle de la densité (DFT), qui est une méthode de calcul quantique particulière, et l'environnement moins précisément avec la mécanique moléculaire», explique David Lauvergnat.

Loin de rester abstraits, les problèmes abordés par la chimie théorique découlent souvent de difficultés expérimentales et les simulations réalisées font alors l'objet d'allers-retours réguliers avec les expérimentateurs. «Elles permettent d'aborder des phénomènes qui se déroulent à des échelles de temps incompatibles avec l'expérimentation, de la picoseconde ( $10^{-12}$  s) à la femtoseconde ( $10^{-15}$  s), voire au-delà, commente

«Aujourd'hui, on peut étudier des systèmes plus importants en mélangeant différentes techniques au cours d'un même calcul.»

David Lauvergnat

David Lauvergnat. Actuellement, les méthodes de chimie théorique sont suffisamment mûres pour coupler expériences, analyse de données et calculs numériques confirmant ou invalidant un modèle, et obtenir une description fine d'un système.» Marie-Pierre Gaigeot abonde : «Souvent, ce sont les expérimentateurs qui viennent nous voir pour les aider à rationaliser leurs résultats expérimentaux.»

Une interface matériau/eau liquide difficile à cerner

Au sein du LAMBE, la chercheuse s'attache à faire le lien entre simulation de dynamique moléculaire ab initio et spectroscopie vibrationnelle, et ce, pour tous les états de la matière (molécules,

agrégats en phase gazeuse, interfaces complexes...). Elle s'intéresse notamment à l'électrolyse de l'eau (ou «splitting») génératrice de dihydrogène, une énergie propre et durable, et à la recherche des meilleurs catalyseurs pour la réaction. Elle étudie plus particulièrement le rôle de la zone à l'interface entre le matériau, solide, et l'eau, liquide. Mal connue structurellement et dynamiquement, cette interface recèle encore beaucoup de mystères. Comment s'organisent les molécules d'eau à la surface du matériau ? Quels sont les atomes présents et les sites de surface importants pour la réaction ? Quel est l'état d'oxydoréduction et de protonation de la surface ? «Ce sont des questions auxquelles il est très difficile de répondre par voie expérimentale, car on se situe à une échelle atomique et à des temps de réaction très courts, ce qui limite beaucoup le nombre ou le type d'expériences possibles.»

Récemment avec son équipe, elle a évalué par simulation l'importance de l'hydrophobicité et de l'hydrophilicité d'une surface de silice. Elle a montré que, bien qu'à l'échelle macroscopique le matériau soit hydrophile, à l'échelle microscopique, celui-ci comporte des zones hydrophobes induisant une organisation structurale particulière de l'eau à l'interface. «Les propriétés structurales et de dynamique moléculaire qui en découlent pourraient entraîner une réactivité chimique différente, soulève la chercheuse. En adaptant le design de la surface, on pourrait jouer sur son hydrophobicité ou son hydrophilicité et, au final, moduler la réaction.» D'autres travaux récents de l'équipe décrivent l'organisation structurale et la dynamique de l'eau à l'interface avec des oxydes de cobalt semi-conducteurs, potentiellement plus durables, plus économiques et moins polluants que d'autres matériaux typiquement utilisés dans le cadre du «splitting» de l'eau.

Prendre des processus biologiques de vitesse

La transversalité est aussi au cœur des travaux de l'équipe du LCP gérée par David Lauvergnat. Aurélien de la Lande s'intéresse par exemple aux processus et aux effets des rayonnements ionisants (protons, particules alpha, rayons X, rayons gamma...) – hautement énergétiques –, sur la matière biologique vivante. «Lors de l'irradiation, les rayonnements ionisants arrachent des électrons aux molécules. Ils induisent une réactivité chimique très rapide et violente et déstabilisent énormément les molécules qui se trouvent dénaturées. Selon la molécule irradiée - ADN, protéine, couche lipidique -, cela peut engendrer un vieillissement prématuré ou un cancer.» À l'aide de simulations numériques, le chercheur s'applique à décoder les tous premiers instants de l'irradiation, en collaboration avec les équipes expérimentales du LCP. «Pour cela, il faut

décrire le mouvement des électrons affectés par les rayonnements ionisants et comprendre comment l'énergie déposée sur la molécule se communique aux noyaux des atomes, contribuant à sa dissipation dans l'environnement. Pour l'heure, nous avons réussi à simuler, sur des morceaux assez gros d'ADN, l'effet d'une irradiation localisée sur une base puis le déplacement des charges au sein de la molécule.» Le chercheur mise désormais sur le développement d'outils d'analyse.

L'équipe conduit aussi des travaux sur les transferts d'électrons dans des biomolécules, les cryptochromes et les photolyases, et leur possible implication dans la magnéto-réception chez les espèces migratrices. Fabien Cailliez explique : «Quand ces protéines absorbent de la lumière bleue, cela excite un cofacteur, la flavine, qui déclenche une cascade de transfert d'électrons entre les acides aminés tryptophane de la molécule. Cette cascade de transfert, parmi les plus rapides connues en milieu biologique, permettrait aux espèces de se repérer dans le champ magnétique terrestre au cours de leur migration.» À l'aide d'une double représentation, mêlant chimie quantique et mécanique moléculaire, le chercheur a apporté une meilleure compréhension des événements ayant lieu à l'échelle atomique et validé son modèle par comparaison avec les données expérimentales obtenues par l'équipe de Pavel Muller et de Klaus Brettel de l'Institut de biologie intégrative de la cellule (CEA/CNRS/Université Paris-Sud). Prochainement, une thèse, en cotutelle avec l'Université d'Exeter, apportera des compléments d'information.

Les méthodes théoriques et numériques n'ont pas fini de lever des mystères.

Publications

- Marie-Pierre Gaigeot et al., Molecular hydrophobicity at a macroscopically hydrophilic surface. *PNAS*, January 29, 2019, vol. 116, no. 5, 1520–1525.
- David Lauvergnat et al., H<sub>2</sub>, HD, and D<sub>2</sub> in the small cage of structure II clathrate hydrate: Vibrational frequency shifts from fully coupled quantum six-dimensional calculations of the vibration-translation-rotation eigenstates. *J. Chem. Phys.* 150, 154303 (2019)
- De la Lande A. et al., Molecular Simulations with in-deMonk QM/MM, a Tutorial-Review. *Molecules*. 2019 Apr 26;24(9).
- Fabien Cailliez et al., Quantum effects in ultrafast electron transfers within cryptochromes. *Phys Chem Chem Phys*. 2016 Aug 21;18(31):21442-57.

» focus

**Dynamique quantique et méthodes d'approximation**

L'état et les propriétés observables d'un système quantique (atome, molécule,

ensemble de molécules, macromolécule) sont déterminés par la fonction d'onde moléculaire. «Pour décrire ces systèmes sur un ordinateur et comprendre leur réactivité, il est parfois nécessaire de simplifier cette fonction d'onde au moyen d'approximations», commente Federica Agostini du Laboratoire de chimie-physique (CNRS/Université Paris-Sud). C'est le cas de l'approximation de Born-Oppenheimer, très utilisée en dynamique moléculaire et chimie quantique, «où on suppose que les électrons bougent très vite et sont gelés dans un état électronique donné, et que les noyaux, bien plus lourds que les électrons, bougent très lentement». Dans certains cas – une molécule absorbant de la lumière suffisamment énergétique pour déclencher une transition électronique – l'approximation s'effondre. Les noyaux de la molécule excitée électroniquement bougent très vite et de nouvelles approximations théoriques sont nécessaires. La représentation exacte utilisées dans ce domaine se révèlent aussi efficaces l'une que l'autre.

Publication · Federica Agostini et al., Different flavors of nonadiabatic molecular dynamics. *WIREs Comput Mol Sci*. 2019;e1417.

» focus

**Un espace privilégié pour la simulation informatique haute performance**

La Maison de la simulation (CEA/CNRS/Université Paris-Sud/Université Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines) est une unité de recherche et de services dont les objectifs sont de favoriser l'émergence en France d'une communauté du calcul haute performance et de promouvoir l'utilisation efficace des infrastructures de calcul nationales ou européennes. Il s'agit d'adapter les modèles de programmation et les logiciels aux machines disponibles ou futures, et de préparer les usagers à leur utilisation optimale. Dans le domaine de la chimie et des matériaux, les travaux portés par la Maison de la simulation concernent le développement de méthodes de calculs et de codes performants pour l'électrochimie et l'énergie, et l'étude des phénomènes de solvation ou des phases de l'hydrogène à très haute pression, avec une description quantique complète des noyaux et des électrons.

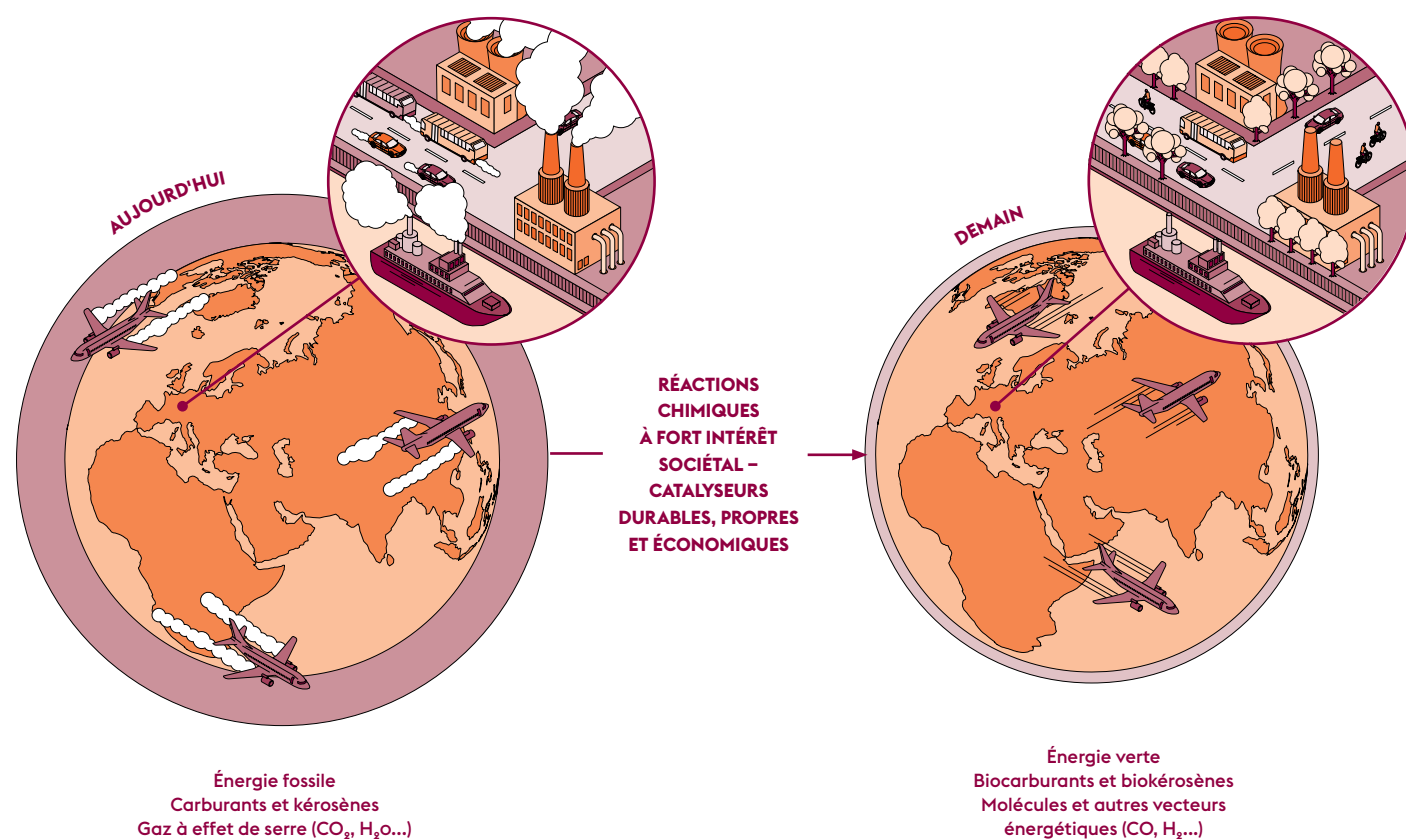
www.maisondelasimulation.fr/index.php





Titre

# Vers la substitution du pétrole par des alternatives énergétiques vertes



Les chimistes de l'Université Paris-Saclay s'intéressent à de nouvelles sources d'énergie plus propres et durables, afin de s'affranchir du pétrole tout en réduisant les gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

Énergie fossile massivement exploitée par l'Homme, le pétrole représente la principale matière première des carburants utilisés par les moyens de transports actuels. Mais les problèmes environnementaux qu'il suscite et sa contribution au réchauffement climatique via les gaz à effet de serre produits lors de sa combustion réclament son remplacement, progressif mais inéluctable, par des alternatives énergétiques plus propres et durables.

Issus de matières organiques végétales renouvelables (sucres, huiles végétales, déchets agricoles et forestiers...), les biocarburants entrent désormais, en proportions variables, dans la composition de quasiment tous les carburants liquides utilisés par les voitures. Conscient de son impact environnemental, le secteur aéronautique s'intéresse également aux biokérosènes comme alternatives au kérosène fossile Jet A-1.

« Dans l'aviation, ce kérosène fait office de référence », explique Mickaël Sicard, maître de recherche au sein de l'unité Chimie des matériaux énergétiques, émissions et impact environnemental, du Département multi-physique pour l'énergétique de l'ONERA. Il répond à des spécifications et à des besoins en performances très strictes, pour un fonctionnement optimal de l'avion. »

## Du bon fonctionnement des biokérosènes en aéronautique

Décrits selon leur composition chimique (composés aromatiques, soufre...) et leurs propriétés (masse volumique, viscosité, point de « congélation »...), les biokérosènes ont pour obligation de s'aligner sur les normes du Jet A-1. Aujourd'hui, quelques procédés sont certifiés par l'ASTM International, l'organisme de normalisation des matériaux, produits, systèmes et services. Mais ils ne sont autorisés qu'en mélange avec le Jet A-1, de 10 à 50 %.

Dans ses laboratoires, l'ONERA évalue le bon fonctionnement de l'ensemble de la chaîne d'utilisation des carburants, depuis le réservoir jusqu'aux émissions, en regard de carburants alternatifs fournis dans le cadre de projets nationaux ou européens. « Le programme européen

JETSCREEN vise ainsi à faire le lien entre composition chimique et propriétés : quel va être l'impact de la teneur en composés aromatiques du carburant sur le gonflement des joints et les émissions ? Comment ce carburant se comporte-t-il à froid ou à chaud ? », commente Mickaël Sicard. À l'aide de bancs d'essais, l'ONERA simule les conditions de fonctionnement du circuit de carburant et du moteur afin de caractériser le plus finement possible le carburant.

## L'eau, un gaz à effet de serre sous-estimé ?

Autre problème : les traînées de condensation, les fameux panaches blancs qui persistent parfois dans le ciel après le passage des avions. « En fonction des conditions climatiques – température, humidité ambiante, pression... –, ces traînées, constituées de cristaux de glace, dégèlent en cirrus d'altitude », commente Weeded Ghedhaïfi, ingénieure de recherche à l'ONERA. Cette couverture nuageuse change le bilan radiatif terrestre, occasionnant un réchauffement ou un refroidissement. On soupçonne que son impact pourrait être supérieur à celui du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), sans connaître la valeur exacte. »

Ce sont principalement les suies ou les aérosols produits par le moteur d'avion qui sont

responsables. Les molécules d'eau sortant du moteur et celles présentes dans l'air ambiant se déposent autour de ces surfaces, puis forment, selon les conditions thermodynamiques, des cristaux de glace.

« Nous étudions les émissions, la dispersion, l'évolution chimique et les interactions des différents composés émis par l'avion, depuis la sortie du moteur jusqu'à quelques kilomètres plus loin », commente la chercheuse, qui s'appuie sur des études paramétriques et des simulations numériques. Celles-ci intègrent, entre autres, type de carburant, de motorisation, d'avion, stratégie et efficacité du vol, comme pour le programme national PHYWAKE soutenu par la Direction générale de l'aviation civile. « À terme, notre ambition serait de fournir des recommandations pour limiter l'impact environnemental. »

## Des catalyseurs moléculaires pour produire du dihydrogène

Produire une énergie en quantité suffisante, capable de rivaliser avec le pétrole, tout en atténuant la concentration des gaz à effet de serre déjà présents dans l'atmosphère n'est pas une mince affaire. En quête d'un cercle vertueux, les chimistes de l'Institut de chimie moléculaire et des matériaux d'Orsay (ICMMO – CNRS/Université Paris-Sud) misent sur le captage et le recyclage des molécules incriminées, et sur l'utilisation d'autres vecteurs énergétiques.

Ils s'intéressent à un certain nombre de réactions chimiques à fort intérêt sociétal nécessitant l'emploi de catalyseurs. Habituellement, ceux-ci sont constitués de métaux nobles tels que le platine, coûteux et dont les réserves mondiales s'amenuisent. Voilà pourquoi les chercheurs développent de nouveaux catalyseurs, plus durables, exempts de métaux précieux et moins onéreux.

Loïc Assaud et ses collaborateurs s'intéressent notamment à la génération de dihydrogène (H<sub>2</sub>) par électro(photo)lyse de l'eau sous l'effet de catalyseurs moléculaires. L'équipe développe des complexes moléculaires de métaux de transitions, dont le centre électroactif contient un atome de fer, nickel ou cobalt. Elle greffe également des ligands organiques afin d'améliorer les propriétés d'oxydo-réduction du catalyseur.

Récemment, elle a mis au point un électrocatalyseur à base de clathrochélates de cobalt et évalué son activité électrocatalytique, soit dissous dans l'électrolyte acide, soit fonctionnalisés à la surface d'une électrode de travail. « Nous avons observé que l'activité électrocatalytique était exacerbée quand les catalyseurs étaient immobilisés à la surface de l'électrode. En jouant sur leur chimie moléculaire, nous avons optimisé la

technique de dépôt, pour obtenir un électrogreffage covalent, robuste et durable, et une activité électrocatalytique maximale », commente Loïc Assaud. Le rendement de dégagement de H<sub>2</sub> atteint près de 80 % et les performances sont proches de celles des catalyseurs au platine.

L'étape suivante consiste à passer à l'échelle industrielle. « Il faut maintenant adapter les systèmes sur des surfaces plus grandes, jusqu'à 600 cm<sup>2</sup>. »

## Quand la Nature sert de source d'inspiration

Inspiré de la biologie, le nouveau catalyseur mis au point par Ally Aukauloo de l'ICMMO et l'équipe de Winfried Leibl de l'Institut de biologie intégrative de la cellule (CEA/CNRS/Université Paris-Sud), s'attaque à la réduction du CO<sub>2</sub> en CO dans l'eau. « Or, la molécule de CO<sub>2</sub> est extrêmement stable. Pour casser les liaisons C=O, il faut attaquer le carbone central avec des électrons et des protons, un processus très contraint thermodynamiquement et cinétiquement. Si on déforme un peu la molécule, par le jeu de liaisons hydrogène, l'activation devient plus facile. La catalyse est un problème tridimensionnel ! », souligne Ally Aukauloo.

## « La catalyse est un problème tridimensionnel. »

Ally Aukauloo

Constitué d'une porphyrine de fer, une molécule à structure cyclique dont la cavité centrale renferme un atome de fer, leur catalyseur imite le site actif de la monooxyde de carbone déshydrogénase (CODH), une enzyme présente chez les bactéries. « En auscultant ce site actif, nous avons remarqué que deux acides aminés pointent vers le centre métallique – le réservoir à électrons – de l'enzyme et créent des liaisons H avec le substrat CO<sub>2</sub>. En ajoutant des groupes urée à la porphyrine de fer, nous avons reproduit cela. » Fait non négligeable, ce catalyseur s'affranchit de l'ajout d'acide externe. « Les molécules d'H<sub>2</sub>O présentes entrent avec le substrat dans le catalyseur et fournissent les protons nécessaires à la réaction. » Stable, durable, efficace et économique énergétiquement, ce nouveau catalyseur s'annonce prometteur. « La compréhension des mécanismes internes doit encore être affinée par approche photochimique », conclut Winfried Leibl.

## Publications

· Joumada Al Cheikh et al., Engineering a cobalt clathrochelate/glassy carbon interface for the hydrogen evolution reaction. *Applied Catalysis B: Environmental*. Volume 250, 5 August 2019: 292-300.

· Gotico P. et al., Second-Sphere Biomimetic Multipoint Hydrogen-Bonding Patterns to Boost CO<sub>2</sub> Reduction of Iron Porphyrins. *Angew Chem Int Ed Engl*. 2019 Mar 26; 58(14): 4504-4509.

· Mickaël Sicard et al., Explic Program - Impact Of Aromatic Types And Quantities On O-Ring Polymers, 15th International Symposium On Stability, Handling And Use Of Liquid Fuels, Rome 2017.

· J.C. Khou et al., CFD simulation of contrail formation in the near field of a commercial aircraft: effect of fuel sulfur content. *Meteorologische Zeitschrift* Vol. 26 No. 6 (2017): 585 – 596.

» focus

## Des innovations en sciences catalytiques à partir de sources carbonées renouvelables

« Plus vite, plus efficace, plus propre ». Telle pourrait être la devise de la recherche réalisée en catalyse à l'Université Paris-Saclay. « Elle constitue d'ailleurs l'un des douze principes de la chimie verte », signale Damien Prim, chercheur à l'Institut Lavoisier de Versailles (CNRS/Université Versailles – Saint-Quentin-en-Yvelines) et coordinateur de l'Institut des sciences catalytiques de Paris-Saclay pour la chimie durable (ISC2D). Cet institut virtuel, labellisé Initiative de recherche stratégique, mobilise plusieurs communautés scientifiques, dont les sciences catalytiques, humaines, sociales et environnementales de l'Université, afin de développer des innovations en sciences catalytiques à partir de sources carbonées renouvelables.

« Aujourd'hui, il devient impératif de prendre en compte la totalité de la chaîne de valeurs d'un produit, depuis sa conception jusqu'à son recyclage ou sa destruction finale, en passant par son approvisionnement en matières premières. Le défi est de développer de nouveaux procédés catalytiques, durables et basés sur des ressources renouvelables et pérennes, avec un impact environnemental minimal. L'idée serait par exemple de remplacer les produits manufacturés issus de la transformation du pétrole par des produits biosourcés. Il nous faut pour cela développer les bons outils. »

[www.universite-paris-saclay.fr/fr/isc2d](http://www.universite-paris-saclay.fr/fr/isc2d)

# VUE D'AILLEURS



Regard

Tsuyoshi Kawai,  
du NARA Institute of Science  
and Technology (NAIST),  
Japon



© Tsuyoshi Kawai-NAIST

» focus

## De nouvelles chaires d'Alembert à l'Université Paris-Saclay

À travers son programme de bourses « Jean d'Alembert », l'Université Paris-Saclay accueille chaque année des scientifiques étrangers, toutes disciplines et pays confondus, pour des séjours de six à douze mois dans un de ses 275 laboratoires. Depuis 2018, l'arrivée du chercheur « boursier » donne lieu à une leçon inaugurale, filmée puis disponible sur la chaîne Youtube de l'Université. Dernièrement, le professeur Frédéric Frézard, expert des systèmes d'administration de médicaments du département de physiologie et biophysique de l'université Minas Gerais (Brésil), est arrivé dans l'équipe « Chimiothérapie antiparasitaire » du professeur Philippe Loiseau, au laboratoire BioCIS (CNRS/Université Paris-Sud), à Châtenay-Malabry.

L'objectif serait de déboucher sur des thérapies et des vaccins contre la leishmaniose, une maladie parasitaire trop souvent négligée. Quant à Michele Vallisneri, physicien théoricien à la Nasa, et Filippo Vernizzi de l'Institut de physique théorique au CEA Saclay, ils s'intéressent à l'utilisation des ondes gravitationnelles pour étudier l'énergie noire et l'expansion de l'Univers. « Paris-Saclay has become a second scientific home », se plaît à dire Michele Vallisneri.

[www.youtube.com/user/UParisSaclay](https://www.youtube.com/user/UParisSaclay)  
[www.youtube.com/playlist?list=PLyeHq-UkjFKViSjmcWdyoNIXcPBfy-hpn](https://www.youtube.com/playlist?list=PLyeHq-UkjFKViSjmcWdyoNIXcPBfy-hpn)

Journal

**Cameroon  
tribune**

Titre

## COOPÉRATION UNIVERSITAIRE : ACCORD PARFAIT ENTRE DOUALA ET PARIS-SACLAY

Employabilité et insertion professionnelle au menu du partenariat signé dans la capitale économique camerounaise.

[www.cameroon-tribune.cm/article.html/24929/fr.html/cooperation-universitaire-accord-parfait-entre-douala-paris-saclay](https://www.cameroon-tribune.cm/article.html/24929/fr.html/cooperation-universitaire-accord-parfait-entre-douala-paris-saclay)

Les travaux de Rémi Métivier et les miens sont très complémentaires. Rémi possède de solides connaissances et compétences en spectroscopie ultra-rapide, et il a obtenu de très bons résultats en microscopie. De mon côté, je possède une approche assez unique de la chimie des molécules chirales.

Ceci nous a motivés à entamer cette collaboration. Nous nous sommes dit que nos rêves en matière de recherche pourraient devenir réalité ! Nous recherchons ensemble de nouvelles preuves du rôle de la lumière polarisée circulairement, comme peut-être celui qu'elle aurait dans la croissance

des plantes, et à établir des procédures économiques pour créer cette lumière. Il nous faut pour l'heure concevoir de nouvelles molécules et de nouveaux composés ayant une forte émission de lumière polarisée circulairement et les caractériser.

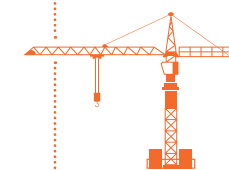
Professeur au NAIST, Tsuyoshi Kawai est responsable du Laboratoire de science moléculaire photonique. Ses recherches s'orientent vers l'étude des molécules, polymères, composés et nanomatériaux de faible dimension qui interagissent activement avec les photons et présentent une photofonctionnalité avancée.

La collaboration qui lie actuellement son équipe à celle de Rémi Métivier, du laboratoire de Photophysique et photochimie supramoléculaires et macromoléculaires (PPSM) de l'ENS Paris-Saclay, porte sur les matériaux et les molécules photochromes – capables de changer de couleur sous l'effet de la lumière ambiante –, les systèmes fluorescents supramoléculaires (nanofibres) et les molécules chirales luminescentes, c'est-à-dire l'émission de lumière polarisée circulairement. Au-delà de l'intérêt fondamental que représente la compréhension de ces mécanismes, ces recherches font également entrevoir de prometteuses et naissantes applications dans le domaine du cosmétique, de l'agriculture « intelligente », de l'imagerie biologique, de la sécurisation des documents ou du stockage optique de l'information. Les équipes de Tsuyoshi Kawai et de Rémi Métivier se connaissent et collaborent depuis plusieurs années.

La rencontre entre les deux chercheurs remonte à leur participation commune au Groupe de recherche international Photo-switchable organic molecular systems & devices (GDRI PHENICS), entre 2008 et 2015. À la fin de celui-ci, les deux équipes commencent à travailler ensemble de façon plus étroite, notamment via le consortium Photosynergetics, auquel appartient le NAIST. En janvier 2018, la signature du Laboratoire international associé (LIA) Nano-Synergetics (Photo-active Nanomaterials with Cooperative and Synergetic Responses), porté par l'ENS Paris-Saclay et dirigé par Keitaro Nakatani, son vice-président de la recherche, instaure un cadre officiel à la collaboration, pour la période 2018-2021. De nombreux échanges d'étudiants s'installent et s'intensifient entre les deux équipes, favorisés par des bourses de mobilité des gouvernements français et japonais. Les doctorants de l'une effectuent régulièrement un post-doctorat dans le laboratoire de l'autre. Un programme de thèses en co-tutelle débutera d'ailleurs en octobre 2019 entre les deux laboratoires, leur allouant un financement pour trois ans.

<https://mswebs.naist.jp/LABs/kawai/english/index.html>





Titre

## ICE, un bâtiment pour les sciences du climat et de l'environnement

Tout de blanc vêtu, le nouveau bâtiment de 10 500 m<sup>2</sup> du Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE – CEA/CNRS/Université Versailles – Saint-Quentin-en-Yvelines) siège à l'entrée du site du CEA de l'Orme des merisiers à Saint-Aubin. Livré fin août 2018, cette Infrastructure pour les sciences du climat et de l'environnement (ICE) réunit dans un même lieu la quasi-totalité des personnels (300) et des instruments scientifiques du LSCE, répartis auparavant entre le campus du CNRS à Gif-sur-Yvette et le CEA de l'Orme. «*Le besoin de réunir tous les personnels dans un même endroit était manifeste depuis la création du LSCE en 1998*», signale sa directrice, Elsa Cortijo. Seules deux équipes demeurent encore dans leurs anciens locaux du CEA. «*Nous discutons avec nos tutelles de la possibilité d'un projet immobilier complémentaire.*»

Étalé entre septembre 2018 et mars 2019, le déménagement a depuis cédé sa place à une progressive appropriation des lieux. «*La bonne conformité du bâtiment, notamment dans ses volets techniques, est en train d'être évaluée.*»

D'un budget global de 36 millions d'euros, la construction, assurée par la société Demathieu Bard, a été soutenue par des financements internes, le Commissariat général à l'investissement et les collectivités territoriales. La conception architecturale a été confiée au cabinet d'architectes Celnikier & Gabli. Une attention toute particulière a été portée à l'efficacité énergétique du bâtiment : orientation Nord-Sud, rapport surface vitrée/surface pleine, isolation par l'extérieur, terrasse végétalisée, éclairage naturel favorisé par de larges patios ... «*Compte-tenu des contraintes techniques des laboratoires, il n'a toutefois pas été possible d'aller au-delà de la réglementation RT 2012.*» Car le bâtiment accueille entre autres une casemate de mesures de très faible radioactivité, un laboratoire d'analyse de la structure verticale de l'atmosphère, des salles blanches et des spectromètres de masse, une chambre amagnétique pour s'isoler du champ magnétique terrestre, une terrasse expérimentale pour la mesure des gaz à effet de serre et de la qualité de l'air... «*La spécificité du LSCE est de réunir des personnels de recherche qui étudient le climat et l'environnement sous des échelles de temps passé, présent et futur, analysent des données de terrain, et réalisent des modélisations numériques. Ce bâtiment fait émerger de nouveaux questionnements scientifiques encore plus dynamiquement que par le passé.*»



Titre

## AgroParisTech et l'Inra à Palaiseau : Campus Agro Paris-Saclay



© IDA + / agences MIMRAM-LACOUDRE

Le campus Agro Paris-Saclay de 66 000 m<sup>2</sup> rassemblera à la rentrée 2021, 2 000 étudiants et 1 350 personnels d'AgroParisTech et de l'Inra, dont 920 enseignants-chercheurs, chercheurs et personnels de recherche.

Le chantier a démarré en janvier 2019 sur une parcelle de 4,2 hectares en bordure ouest de la ZAC de l'École polytechnique, à Palaiseau. Le projet regroupera en un lieu unique les activités de formation, de recherche et d'innovation conduites sur les sites franciliens d'AgroParisTech en lien étroit avec l'Inra, dans le cadre de douze unités mixtes de recherche en sciences et ingénierie du vivant et de l'environnement.

Conçu par les architectes Marc Mimram et Jean Baptiste Lacoudre/Patriarche, ce campus est organisé en huit bâtiments. Le bâtiment d'entrée ouvrira la parcelle sur un grand jardin, entouré de cinq bâtiments dédiés à l'enseignement et à l'administration, et de deux bâtiments de recherche.

Titre

## Soumettez vos projets Globetalkers et Vie de campus !

Par ses appels à projets Globetalkers et Vie de campus, l'Université Paris-Saclay soutient les projets (manifestations, opérations, compétitions sportives...) de ses étudiants et personnels favorisant son rayonnement et le développement de son identité. En 2018/2019, elle a soutenu 25 projets Globetalkers et 52 projets Vie de campus, pour des budgets de 500 à 8000 euros. Les étudiants d'AgroVéloCity Asie ont par exemple relié Bangkok à Hong-Kong en vélo tout en réalisant un documentaire et collectant des données sur l'agriculture urbaine en Asie. De son côté, Paris Saclay's Got Talent a rassemblé les étudiants de l'Université Paris-Saclay autour d'un concours de talents, le temps d'une grande soirée festive...



ON Y ÉTAIT			NE MANQUEZ PAS			NOVEMBRE		
<b>JUILLET</b>			<b>OCTOBRE</b>			Date du 12 au 15	Lieu Orsay	Hôte Université Paris-Sud
Date du 7 au 12	Lieu Paris	Hôte IUPAC	Date du 5 au 13	Lieu Campus Paris-Saclay	Hôte Université Paris-Saclay	Description		
Description			Description			Description		
<p><b>47<sup>e</sup> CONGRÈS MONDIAL DE L'UNION INTERNATIONALE DE CHIMIE PURE ET APPLIQUÉE (IUPAC)</b></p> <p>À l'occasion de ce congrès intitulé « Frontières de la chimie : créons notre avenir ! 100 ans avec l'IUPAC » et pour souligner son universalité, l'IUPAC s'est engagée à non seulement accueillir des chimistes du monde entier, mais aussi à encourager la participation conjointe de scientifiques de l'industrie et du monde universitaire aux colloques réguliers.</p> <p><a href="http://www.iupac2019.org">www.iupac2019.org</a></p>			<p><b>FÊTE DE LA SCIENCE 2019</b></p> <p>L'édition 2019 de la Fête de la science a pour thématique « Raconter la science, imaginer l'avenir », avec un slogan « À demain ».</p> <p><a href="http://www.fetedelascience.fr/pid35363/ile-france.html">www.fetedelascience.fr/pid35363/ile-france.html</a></p>			<p><b>7<sup>e</sup> CONGRÈS DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES ISOTOPES – SFIS 2019</b></p> <p>Ce congrès, à l'image de la SFIS, a pour objectif de permettre aux scientifiques d'horizons différents d'échanger autour des concepts de l'isotopie et de la mesure isotopique, pour favoriser la fertilisation croisée de domaines d'applications très variés.</p> <p><a href="http://www.sfis.eu/7eme-congres-de-la-sfis-sfis2019/">www.sfis.eu/7eme-congres-de-la-sfis-sfis2019/</a></p>		
<b>AOÛT</b>			Date 14	Lieu Paris	Hôte Poléthis	Date 13, 14, 15	Lieu Guyancourt	Hôte Université de Versailles – Saint-Quentin-en-Yvelines
Date du 24 au 31	Lieu Différents lieux entre la France et l'Allemagne	Hôte Université Paris-Saclay et ses partenaires	Description			Description		
Description			Description			Description		
<p><b>QUANTUM FUTURE ACADEMY 2019</b></p> <p>Une semaine en France et en Allemagne pour découvrir les différents champs d'application des technologies quantiques et développer ses compétences et connaissances du quantique. Cette académie franco-allemande dans le domaine des technologies quantiques a offert aux étudiants de master la possibilité de découvrir le lien entre physique quantique et développement de nouvelles technologies tout en se créant un réseau international et interdisciplinaire de chercheurs, entrepreneurs et étudiants.</p> <p><a href="http://www.universite-paris-saclay.fr/fr/quantum-academy">www.universite-paris-saclay.fr/fr/quantum-academy</a></p>			<p><b>LES JOURNÉES INTÉGRITÉ SCIENTIFIQUE, ÉTHIQUE ET RESPONSABILITÉ SOCIALE</b></p> <p>La journée a pour objectif de faire le point sur la question des conflits d'intérêts et des liens d'intérêts et d'approfondir la réflexion au-delà du domaine normatif pour embrasser des préoccupations socio-épistémologiques.</p> <p><a href="http://www.ymw5bq70.evenium.net">www.ymw5bq70.evenium.net</a></p>			<p><b>COLLOQUE INTERNATIONAL « Vulnérabilité » et « résilience »</b></p> <p>Dans le renouvellement des approches du développement et de l'environnement, ce colloque, organisé par le CEMOTEV et son partenaire l'UMI Résiliences (IRD), a pour but de faire un bilan-perspective des apports et limites des concepts de vulnérabilité et de résilience, près de 20 ans après le début de leur diffusion dans les recherches académiques comme dans les politiques du développement et de l'environnement.</p> <p><a href="https://vr2019.sciencesconf.org/">https://vr2019.sciencesconf.org/</a></p>		
<b>SEPTEMBRE</b>			Date 17	Lieu Paris	Hôte Université de Versailles – Saint-Quentin-en-Yvelines	<b>DÉCEMBRE</b>		
Date 12-13	Lieu Gif-sur-Yvette	Hôte Centrale Supélec	Description			Date 5	Lieu Gif-sur-Yvette	Hôte Centrale Supélec
Description			Description			Description		
<p><b>JUNIOR CONFERENCE 2019 - JDSE2019</b></p> <p>Cette conférence sur la science et l'ingénierie des données était destinée aux étudiants en début de thèse, en master ou en dernière année d'école d'ingénieurs de l'Université Paris-Saclay. Il s'agissait d'offrir à ces étudiants l'opportunité de présenter leurs premiers travaux scientifiques et de développer leur sens critique. Concept pédagogique novateur, cette junior conférence a proposé un programme scientifique riche, mêlant interventions d'invités internationaux, présentations orales, sessions posters et démonstrations logicielles.</p> <p><a href="https://jdse-paris.github.io/JDSE2019">https://jdse-paris.github.io/JDSE2019</a></p>			<p><b>SYMPOSIUM « Organisations et territoires responsables face aux enjeux sociaux et environnementaux »</b></p> <p>Ce symposium a pour objectif d'échanger avec les cadres et dirigeants de collectivités territoriales, d'entreprises ou d'autres formes d'organisations, et avec les chercheurs en sciences humaines et sociales, sur la responsabilité sociale et sociétale des organisations, et d'étudier et valoriser la mise en œuvre de projets responsables au plan territorial.</p> <p><a href="http://www.uvsq.fr/symposium-organisations-et-territoires-responsables-face-aux-enjeux-sociaux-et-environnementaux-413210.kjsp?RH=1507821125055">www.uvsq.fr/symposium-organisations-et-territoires-responsables-face-aux-enjeux-sociaux-et-environnementaux-413210.kjsp?RH=1507821125055</a></p>			<p><b>DOCTILIEN : DES IDÉES POUR LE TRANSPORT, LA MOBILITÉ ET LA VILLE</b></p> <p>Pour sa première édition, les doctorants de Paris-Saclay, de toutes les disciplines, transportent à travers leurs sujets de recherche, les étudiants, les entreprises, les Franciliens et toute la communauté scientifique de Paris-Saclay, dans la ville de demain.</p> <p><a href="http://www.openagenda.com/agendas/86184123/embeds/6268688/events/90157157?lang=fr">www.openagenda.com/agendas/86184123/embeds/6268688/events/90157157?lang=fr</a></p>		

Ont contribué à ce numéro :

• **Federica Agostini**, chercheuse au Laboratoire de chimie-physique (CNRS/Université Paris-Sud)  
 • **Loïc Assaud**, chercheur à l'Institut de chimie moléculaire et des matériaux d'Orsay (ICMMO – CNRS/Université Paris-Sud) • **Ally Aukauloo**, chercheur à l'Institut de chimie moléculaire et des matériaux d'Orsay (ICMMO – CNRS/Université Paris-Sud) • **Daive Audisio**, responsable du Laboratoire de marquage au carbone 14 du Service de chimie bio-organique et de marquage (SCBM) du CEA Saclay • **Daniel Borgis**, directeur-adjoint de la Maison de la simulation • **Fabien Cailliez**, chercheur au Laboratoire de chimie-physique (LCP – CNRS/Université Paris-Sud) • **Jean-Christophe Cintrat**, responsable de la plateforme Chimie combinatoire et criblages à haut débit du CEA Saclay • **Elsa Cortijo**, directrice du Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE – CEA/CNRS/Université Versailles – Saint-Quentin-en-Yvelines) • **Karine Demuth-Labouze**, enseignante-chercheuse au Département de recherche en éthique de l'Université Paris-Sud • **Raquel Diaz Lopez**, responsable de projet scientifique du LabEx LERMIT • **Marie-Pierre Digard**, chargée de mission projet Inra à Palaiseau • **Romuald Drot**, maître de conférences à l'Institut de physique nucléaire – CNRS / Université Paris-Sud • **Marie Erard**, chercheuse au Laboratoire de chimie physique (LCP – CNRS/Université Paris-Sud) • **Virginie Fonteneau**, directrice du laboratoire d'Études sur les sciences et les techniques (EST) de l'Université Paris-Sud • **Marie-Pierre Gageot**, responsable de l'équipe Théorie et modélisation du Laboratoire analyse et modélisation pour la biologie et l'environnement (LAMBE – CNRS/Université d'Évry/ Université Cergy-Pontoise/CEA) • **Jean Gamby**, chercheur au Centre de nanosciences et de nanotechnologies (C2N – CNRS/Université Paris-Sud) • **Weeded Ghedhaïfi**, ingénieure de recherche au sein de l'unité Chimie des matériaux énergétiques, émissions, et impact environnemental, du Département multi-physique pour l'énergie de l'ONERA • **Xavier Guinchard**, chercheur à l'Institut de chimie des substances naturelles (ICSN) du CNRS • **Tsuyoshi Kawai**, chercheur à l'Institut de sciences et technologies de Nara (NAIST) au Japon • **Hafsa Korri-Youssoufi**, chercheuse à l'Institut de chimie moléculaire et des matériaux d'Orsay (ICMMO – CNRS/Université Paris-Sud) • **Aurélien de la Lande**, chercheur au Laboratoire de chimie-physique (LCP – CNRS/Université Paris-Sud) • **David Lauvergnat**, responsable de l'équipe Théorie et simulation au Laboratoire de chimie-physique (LCP – CNRS/ Université Paris-Sud) • **Winfried Leibl**, chercheur à l'Institut de biologie intégrative de la cellule (I2BC – CEA/CNRS/Université Paris-Sud) • **Isabelle Leray**, chercheuse au Laboratoire de Photo-physique et photochimie supramoléculaires et macromoléculaires (PPSM – ENS Paris-Saclay)

• **Nawel Mejri-Omrani**, CEO de la start-up PATTOX  
 • **Rémi Métivier**, chercheur au laboratoire de Photophysique et photochimie supramoléculaires et macromoléculaires (PPSM – ENS Paris-Saclay)  
 • **Fabienne Mérola**, chercheuse au Laboratoire de chimie physique (LCP – CNRS/Université Paris-Sud)  
 • **Sandrine Onger**, responsable de l'équipe Molécules fluorées et peptides d'intérêt thérapeutique du laboratoire BioCIS (CNRS/Université Paris-Sud)  
 • **Alberto Palozzolo**, doctorant au Service de chimie bio-organique et de marquage (SCBM) du CEA Saclay • **Damien Prim**, chercheur à l'Institut Lavoisier de Versailles (ILV – CNRS/Université Versailles – Saint-Quentin-en-Yvelines) • **Hynd Remita**, chercheuse au Laboratoire de chimie physique (LCP – CNRS/Université Paris-Sud) • **Mickaël Sicard**, maître de recherche au sein de l'unité Chimie des matériaux énergétiques, émissions et impact environnemental, du Département multi-physique pour l'énergie de l'ONERA • **Arnaud Voituriez**, chercheur à l'Institut de chimie des substances naturelles (ICSN) du CNRS

Membres du Comité éditorial ayant participé au numéro :

Loraine Borges-Pereira • Bruno Chanetz • Carine Clavaguera • Morgann Crozet • Pauline Dorkel • Ludvine Faes • Jean-Marie Jourand • Simon Jumel • Sandrine Le Flohic • Jean-Pierre Mahy • Sophie Martin • Camille Paoletti • Bertrand Poumellec • Magali Quet • Sergei Shikalov

Directrice de la publication : Sylvie Retailleau  
 Directrice de la rédaction : Marie-Pauline Gacoin  
 Rédactrice en chef : Véronique Meder  
 Rédaction : Lucas Frédéric, Véronique Meder, Jean-Luc Sida  
 Conception graphique et infographies : The Shelf Company  
 Traduction : Kirsten Manson, Alice Parte  
 Impression : Stipa

ISSN 1679-4845

Une nouvelle piste pour guérir les fractures  
 Jérôme Grenier, doctorant en Ingénierie biomédicale à l'Université Paris-Saclay, expose la possible utilisation d'hydrogels comme traitements thérapeutiques efficaces pour la régénération osseuse.

[www.theconversation.com/une-nouvelle-piste-pour-guerir-les-fractures-119337](http://www.theconversation.com/une-nouvelle-piste-pour-guerir-les-fractures-119337)

La loi sur les soins palliatifs fête ses 20 ans : un texte fondateur, mais un bilan insuffisant  
 Emmanuel Hirsch, professeur d'éthique médicale à l'Université Paris-Saclay, revient sur la loi du 9 juin 1999 visant à garantir le droit à l'accès aux soins palliatifs.

[www.theconversation.com/la-loi-sur-les-soins-palliatifs-fete-ses-20-ans-un-texte-fondateur-mais-un-bilan-insuffisant-118517](http://www.theconversation.com/la-loi-sur-les-soins-palliatifs-fete-ses-20-ans-un-texte-fondateur-mais-un-bilan-insuffisant-118517)

## DANS LE NUMÉRO 12 À PARAÎTRE EN JANVIER 2020

Matériaux et métaux anciens  
 Batteries lithium-ion  
 Neurosciences  
 Climat, environnement et biodiversité

Coupon

## ABONNEZ-VOUS



en envoyant votre nom, prénom, adresse postale et email à : [ledition@universite-paris-saclay.fr](mailto:ledition@universite-paris-saclay.fr)

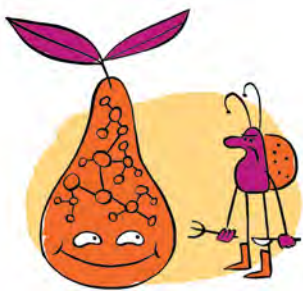
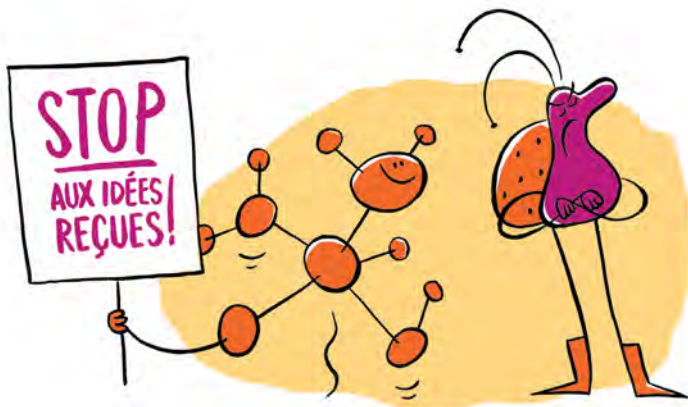
ou en envoyant ce coupon par la Poste à : Université Paris-Saclay, Espace technologique, Bât. Discovery – RD 128 – 1<sup>er</sup> étage, 91190 Saint-Aubin – France

Merci et bonne lecture !

nom	prénom
adresse	ville
code postal	pays
email	

# STOP AUX IDÉES REÇUES EN CHIMIE !

Au moment où le climat, l'environnement et la protection de notre planète occupent enfin le devant de la scène, l'Université Paris-Saclay, qui compte une forte communauté de chimistes, chercheurs et étudiants, a choisi de mettre à l'honneur la chimie. Cette discipline passionnante, qui étudie la composition de la matière, ses propriétés et ses transformations, souffre d'une représentation grand public négative. Le temps est venu de corriger ces représentations caricaturales qui éclipsent la variété et la richesse des champs couverts par la recherche, la formation et les métiers de la chimie, et leur contribution aux problématiques sociétales majeures. «STOP aux idées reçues en chimie» : une série d'illustrations volontairement décalée, pour engager le dialogue !



« Je ne veux pas de produits chimiques dans mon assiette ! »



« Les produits naturels sont de meilleure qualité que les produits chimiques ! »



« La chimie, ce n'est pas pour moi, c'est trop compliqué ! »



« Les chimistes, ce sont des savants fous qui n'en font qu'à leur tête ! »



« Un composé chimique dont le nom est long est forcément dangereux ! »



« Un parfum naturel est un parfum sans chimie ! »



« La chimie c'est dangereux pour la santé ! »



« Les cosmétiques, c'est mauvais et plein de produits chimiques ! »



« La chimie, ce sont les déchets plastiques ! »



« La chimie, c'est une science vieille et dépassée ! »

[www.universite-paris-saclay.fr/fr/actualite/stop-aux-idees-recues-en-chimie-13](http://www.universite-paris-saclay.fr/fr/actualite/stop-aux-idees-recues-en-chimie-13)