

Les résidus de médicaments : que faites-vous de vos vieux médicaments ?

Depuis de nombreuses années, les nitrates, phosphates et autres résidus d'engrais ne sont plus les seuls produits chimiques montrés du doigt par les environnementalistes. Des composés organiques sont aussi stigmatisés, notamment les hormones stéroïdes largement utilisées pour accélérer la croissance des bovins, poulets, etc. des élevages extensifs. S'y ajoutent les antibiotiques, également surconsommés, pour les protéger des pandémies fréquentes dans ces populations fragilisées par des conditions de vie parfois à la limite de l'acceptabilité.

L'Actualité Chimique avait déjà consacré un dossier sur la question de la pollution des eaux, avec notamment une approche, alors unique, sur les effluents issus d'un centre hospitalier lyonnais [1].

Les 8 et 9 septembre 2016, l'Académie nationale de pharmacie a organisé, sous l'égide des ministères concernés, le premier colloque international sur les risques liés aux résidus des médicaments dans l'environnement. Un nouveau plan (2016-2021), le second consacré aux micropolluants a, à cette occasion, été présenté. Un volet nouveau, et particulièrement important, traite des résidus de médicaments rejetés dans l'environnement et des risques pour la santé humaine qui peuvent y être associés. Ils sont, en effet, de plus en plus nombreux et variés : outre les antibiotiques déjà évoqués, on trouve des antidépresseurs, des anti-épileptiques (comme la Dépakine, dangereuse pour les femmes enceintes [2]), des anti-inflammatoires, des anticancéreux, etc. Inutile certes de tomber dans la paranoïa du début du XX^e siècle concernant la syphilis (et aussi la tuberculose, les deux grands maux favorisés par la pauvreté et une hygiène déficiente). Il n'en reste pas moins que certaines recommandations anciennes reviennent à l'ordre du jour. Par exemple, ne pas s'asseoir sur une cuvette « inconnue » vient d'être reprise avec plus de modération par Yves Lévi, biologiste et chimiste, responsable du groupe « Environnement-santé » à l'Université Paris-Sud. En France, comme dans les pays de développement similaire, les conséquences de la présence de résidus de médicaments dans l'eau restent très limitées, voire négligeables.

Il n'en reste pas moins nécessaire de surveiller ce type de contamination. La création d'un GIEC (groupe international d'experts), à l'instar de celui créé pour le climat, est même préconisée. Son objectif premier serait la mise en place d'une méthodologie robuste d'analyse et de recueil des données, ce qui n'est pas le cas actuellement.

Les dangers liés à l'abus d'antibiotiques sont maintenant très documentés, mais si leur usage abusif est amplement dénoncé, les recommandations concernant la manière de se débarrasser des produits non consommés, voire dont la date de péremption est dépassée, sont très discrètes...

Une petite enquête dans la rue ou entre voisins montre aisément la surprise que cause cette question. Or la mondialisation des échanges peut devenir un facteur critique de leur multiplication. L'accumulation de ces résidus est plus délétère encore dans les sols et les terrains vaseux et marécageux, où leur biodégradation naturelle est fortement ralentie. Il est donc impératif de penser à rendre les médicaments non utilisés aux pharmaciens d'officine, qui les introduiront dans la filière en charge de les détruire, et non de les jeter avec désinvolture dans des circuits inappropriés. Précaution systématique à appliquer, bien évidemment.

Rose Agnès Jacquesy

[1] Orias F., Perrodin Y., Les résidus pharmaceutiques des effluents hospitaliers : quels dangers pour les écosystèmes ?, *L'Act. Chim.*, 2014, 381, p. XVII.

[2] Monneret C., La Dépakine, Dr Jekyll et Mr Hyde ?, *L'Act. Chim.*, 2016, 413, p. 5.

Recherche et développement

La vitamine D à l'origine de calculs rénaux ?

Indispensable à la croissance durant l'enfance, la consommation de calcium et de vitamine D assure la robustesse du squelette humain et prévient l'ostéoporose en favorisant l'absorption du calcium qui va se fixer sur les os. La norme de la concentration en vitamine D dans le sang préconisée par les instances médicales a été modifiée il y a quelques années, passant de [7-30] à [30-100] ng/mL. Des suppléments sont donc largement prescrits comme compléments alimentaires et comme médicaments afin d'atteindre une concentration de 30 ng/mL ou plus dans le sang. Or, des études récentes ont démontré l'absence de bénéfice clinique de l'administration de vitamine D, y compris sur la réduction du risque de fractures osseuses. La consommation de calcium est nécessaire à la minéralisation de l'os et n'induit pas la formation de calculs chez l'homme. Par contre, un lien entre la

prise de vitamine D et l'apparition de calculs rénaux a été récemment évoqué.

Pour comprendre les relations qui existent entre la prise de vitamine D et le calcium présent dans l'organisme, des chercheurs du Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris (CNRS/UPMC/Collège de France) et du Service des explorations fonctionnelles multidisciplinaires ont administré à des rats, de manière prolongée et à fortes doses, soit du calcium, soit de la vitamine D, soit les deux. Au bout de six mois, l'administration de calcium seul n'a pas induit le développement de calculs rénaux, et l'administration de vitamine D seule n'a eu que très peu d'effet. Par contre, l'apport combiné de calcium et de vitamine D entraîne une hypercalciurie (concentration excessive en calcium dans l'urine) et l'apparition de calculs rénaux volumineux. Cette étude soulève donc la question du bien-fondé de l'administration systématique de suppléments de vitamine D et montre son rôle lithogène* potentiel chez le sujet qui consomme par ailleurs du calcium en quantités recommandées.

* Source : CNRS, 07/11/2016.

* Ensemble des phénomènes qui produisent un calcul.

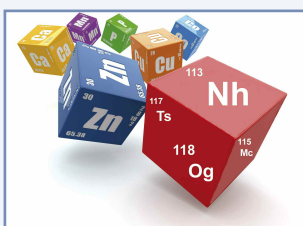
Réf. : Letavernier E. *et al.*, Calcium and vitamin D have a synergistic role in a rat model of kidney stone disease, *Kidney Int.*, 2016, 90, p. 809.

Une prise de sang pour détecter le cancer du sein ?

Le dépistage du cancer du sein est un énorme enjeu de santé publique car cette pathologie constitue la principale cause de mortalité par cancer chez les femmes. Aujourd'hui, la mammographie reste l'examen de référence, coûteux et contraignant pour les patientes, d'où la recherche d'autres moyens fiables de dépistage.

Des chercheurs australiens (Australian National University) associés à des chercheurs nantais du laboratoire « Chimie, interdisciplinarité, synthèse, analyse, modélisation » (CNRS/Université de Nantes) et à une équipe du Centre de recherche en cancérologie Nantes-Engers, en partenariat avec l'Institut de cancérologie de l'Ouest, ont développé une méthode innovante permettant de reconnaître des cellules cancéreuses dans des tissus solides.

Le nihonium, le moscovium, la tenessine et l'oganesson font leur entrée officielle dans le tableau périodique



Les noms proposés par les chercheurs à l'origine des découvertes des quatre nouveaux éléments du tableau de Mendeleïev ont été approuvés par l'IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) le 28 novembre dernier. Ils prennent donc dès à présent les noms officiels de :

- **Nihonium**, de symbole Nh, pour l'élément **113**, terme qui signifie « la Terre du Soleil levant » en japonais ;

- **Moscovium**, de symbole Mc, pour l'élément **115**, car il a été découvert à l'Institut unifié de recherches nucléaires en Russie, à côté de Moscou ;

- **Tenessine**, de symbole Ts, pour l'élément **117**, pour rappeler le laboratoire d'Oak Ridge dans le Tennessee, point de départ de sa fabrication ;

- **Oganesson**, de symbole Og, pour l'élément **118**, en hommage au professeur Yuri Oganessian, physicien russe pionnier dans la recherche des nouveaux éléments qualifiés de superlourds.

• En savoir plus : <https://iupac.org/iupac-announces-the-names-of-the-elements-113-115-117-and-118>

En étudiant l'activité métabolique des cellules cancéreuses, les chercheurs nantais ont observé que la dégradation des molécules organiques se traduisait par une modification des teneurs isotopiques en des atomes d'azote et de carbone (^{13}C et ^{15}N) par rapport à la composition isotopique des cellules saines. Ils viennent de montrer pour la première fois que la mesure de l'abondance isotopique de ces deux atomes, présents naturellement dans tous nos organes, permettait de distinguer un tissu sain d'un tissu cancéreux.

Les travaux de l'équipe s'orientent maintenant vers l'analyse isotopique du sang. En effet, si cette signature observée dans le sang, les médecins pourraient exploiter cette information pour savoir si une patiente a contracté ou non un cancer du sein. Ce nouveau test sanguin moins contraignant que la mammographie pourrait être utilisé en complément des méthodes de détection actuelles.

• Source : CNRS, 18/10/2016.

Réf. : Tea I. *et al.*, ^{13}C and ^{15}N natural isotope abundance reflects breast cancer cell metabolism, *Scientific Reports*, 2016, DOI : 10.1038/srep34251.

Des nanodiamants fluorescents révèlent des anomalies de transport moléculaire dans les neurones

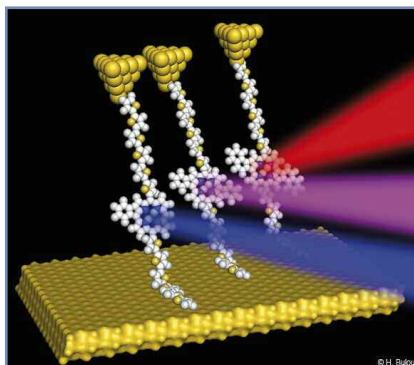
Dans quelle mesure certaines maladies présentent-elles des anomalies de transport des molécules à l'intérieur des neurones ? Des chercheurs du Laboratoire Aimé Cotton (CNRS/Université Paris-Sud/ENS Paris-Saclay) et du Centre de psychiatrie et neurosciences (Inserm/Université

Paris Descartes) ont mis au point une méthode pour mesurer précisément ce transport moléculaire grâce à des nanocristaux de diamants fluorescents. Ils ont ensuite appliqué cette méthode à des neurones de souris, soit génétiquement modifiées afin de reproduire un facteur de risque trouvé chez des personnes autistes, soit incubées avec un peptide impliqué dans la maladie d'Alzheimer. Ces expériences ont mis en évidence que le transport moléculaire était alors anormal. Ces travaux ouvrent la voie au développement de cribles pour identifier les multiples facteurs de risques génétiques des maladies neuropsychiatriques et neurodégénératives.

• Source : CNRS, 28/11/2016.

Réf. : Haziza S. *et al.*, Fluorescent nanodiamond tracking reveals intraneuronal transport abnormalities induced by brain-disease-related genetic risk factors, *Nature Nanotechnology*, 2016, DOI : 10.1038/NNANO.2016.260.

Des dispositifs électroluminescents moléculaires pour voir de toutes les couleurs



Vue artistique de nanofils moléculaires uniques incorporant différents chromophores de porphyrine suspendus entre deux électrodes et émettant à différentes longueurs d'onde. © H. Bulou.

L'élaboration de nouveaux dispositifs optoélectroniques produisant de la lumière tels que des diodes électroluminescentes nanométriques à base de matériaux organiques (nanofils) constitue encore un formidable challenge pour le développement de l'électronique du futur.

Poursuivant cet objectif, des équipes de chimistes et de physiciens de l'Institut parisien de chimie moléculaire et de l'Institut de physique et chimie de Strasbourg sont parvenus à synthétiser, dans l'enceinte d'un microscope à effet tunnel, différents nanofils (macro)moléculaires incorporant des molécules luminescentes à base de dérivés de porphyrine, spécialement élaborés pour présenter des longueurs d'onde d'émission différentes. Ces nanofils ont ensuite été suspendus entre la pointe du microscope et la surface d'or de manière à former un nanocomposant optoélectronique dont l'élément actif est une molécule unique. Un courant électrique a enfin été appliqué entre la pointe et la surface métallique servant d'électrodes, afin d'exciter la luminescence des molécules de porphyrine.

Ces dispositifs électroluminescents présentent des raies d'émission lumineuse très intenses, étroites, et à une longueur d'onde unique qui dépend directement de la porphyrine choisie, ce qui les rend particulièrement attractifs pour le développement futur d'une nouvelle génération de composants électroniques.

• Source : CNRS, 24/11/2016.

Réf. : Chong M.C. *et al.*, Ordinary and hot electroluminescence from single-molecule devices: Controlling the emission color by chemical engineering, *Nano Lett.*, 2016, 16, p. 6480.

Industrie

Remise des Trophées « Chimie Responsable » 2016

Organisée par les UIC Centre Val-de-Loire et Ile-de-France, la 4^e édition des Trophées « Chimie Responsable » a été l'occasion de mettre en avant la chimie, industrie engagée dans des démarches de progrès et de responsabilité, capables de proposer des solutions et des produits respectueux de l'environnement et de la santé et de contribuer à l'amélioration de la qualité de vie de chacun, dans la continuité des principes du « Responsible Care » initié par la profession il y a plus de 25 ans.

La cérémonie, qui s'est tenu le 22 novembre dernier à Orléans, a récompensé les entreprises jugées

les plus exemplaires ainsi que leurs salariés dans quatre domaines :

- **Trophée Santé** (santé des salariés, qualité de vie au travail, impacts liés aux produits) : Quad-Lab (Lisses, 91) pour la mise en place d'une salle de sieste et la bonne pratique du sport, afin d'éviter l'hypovigilance entraînant erreurs et incidents.

- **Trophée Sécurité** (actions pour la sécurité des salariés, des installations et des riverains) : BASF France (Mitry-Mory, 77) pour le film *En toute désinvolture*, dans le cadre d'un programme visant à développer la sécurité de tous les collaborateurs *via* une approche ludique ; et Bernardy (ISALTIS, Thénieux (18)), producteur de sels minéraux de haute pureté, de métaux alcalins et alcalino-terreux pour des applications dans les sciences de la vie et industrielles, pour la conception d'une machine adaptée au stockage sécurisée.

- **Trophée Environnement** (impact environnemental de l'entreprise, de son activité ou de ses produits) : Chryso (Sermaises du Loiret, 45), pour ses actions notamment sur les problèmes de l'eau (rejets, recyclage...) avec la création de deux réserves de biodiversité sur sites, gérées avec des associations naturalistes pour le développement de nombreuses espèces.

- **Trophée RSE** (responsabilité sociétale de l'entreprise) : Sanofi Chimie (Vitry-sur-Seine, 94), pour un plan de conversion majeur de son site vers les biotechnologies accompagné d'un projet de remédiation des terres et des eaux souterraines – 210 000 t de terres et 145 000 m³ d'eaux souterraines traversant la zone ont été traitées pour en extraire les résidus de principes actifs pharmaceutiques spécifiques, tout en poursuivant l'activité de la plateforme. Le Prix du jury, qui récompense une initiative exemplaire en termes environnemental et d'écoresponsabilité, a été attribué aux Laboratoires NaO (Saint-Jean-de-Braye (45)), spécialiste de la formulation et de produits cosmétiques, pour sa marque Capillor (cosmétique capillaire) et son concept de coloration permanente répondant aux critères de développement durable : approvisionnement français, ingrédients naturels à 82 %, packaging écoresponsable.

• Source : UIC, 23/11/2016.

Un nouveau centre de R & D pour PCAS

PCAS, spécialiste du développement et de la production de molécules complexes pour les sciences de la vie et les technologies innovantes, accélère sa

stratégie d'innovation avec l'acquisition d'un nouveau centre de R & D. D'ici fin 2017, les équipes européennes de R & D seront ainsi réunies au sein d'une unique plateforme en charge de l'innovation et du développement des produits et des procédés industriels.

Situé à Porcheville, le nouveau centre de 10 000 m², doté de technologies de pointe, répondra aux plus hauts standards internationaux : infrastructures et pôles d'expertise en cristallographie et méthodes analytiques, importantes capacités en termes de kilo-lab (dizaine de kilos produits) et de pilotes industriels (jusqu'à quelques tonnes).

La nouvelle plateforme facilitera la montée en puissance de l'offre de sous-traitance en R & D de PCAS et renforcera sa position de partenaire industriel privilégié des acteurs mondiaux de la santé, grands groupes pharmaceutiques et sociétés de biotechnologies. PCAS, qui comprend deux filiales – Protéus (biotechnologie) et Enersens (isolation haute performance) – et emploie près de 900 collaborateurs répartis dans six pays, a réalisé un chiffre d'affaires de 179,1 M€ en 2015, dont plus de 7 % sont investis en R & D.

• Source : PCAS, 22/11/2016.

Suez et Total s'associent pour recycler des huiles alimentaires en biocarburant



© beptt – Fotolia.com

Pour répondre à la demande croissante en biocarburants, Total a lancé la transformation industrielle du site de La Mède pour créer la première bioraffinerie française, l'une des plus grandes d'Europe. Cette bioraffinerie produira du biodiesel grâce au raffinage d'huiles alimentaires usagées, d'huiles résiduelles et d'huiles végétales. Ce biodiesel de grande qualité (HVO) se mélangera parfaitement au diesel, sans aucun impact sur la qualité du carburant ou sur les moteurs, et sans limite d'incorporation.

Suez s'engage à livrer 20 000 t/an d'huiles alimentaires usagées à Total. La collecte de ces huiles représente

actuellement en France 45 000 t/an, pour un gisement estimé à plus de 100 000 t/an. Le partenariat entre Suez et Total permettra d'augmenter la collecte d'huiles en France de plus de 20 % et d'améliorer leur valorisation *via* une boucle courte de production d'énergie bénéfique pour l'environnement. La collecte et la valorisation des huiles se feront entièrement en France grâce au déploiement par Suez d'un système de collecte adapté à tous les types de producteurs, depuis les particuliers jusqu'aux plus gros acteurs de l'industrie agroalimentaire. Une fois collectées, les huiles seront acheminées à La Mède pour y être prétraitées dans une unité de filtration construite par Suez. Cette nouvelle unité créera une cinquantaine d'emplois locaux.

• Source : Total, 06/12/2016.

Le marché de l'emballage plastique et souple se porte bien

D'après l'étude économique annuelle menée pour ELIPSO*, le secteur français de l'emballage plastique et souple confirme son dynamisme. En 2015, la croissance de son activité a continué sur sa lancée jusqu'à atteindre un niveau record de 7,9 milliards d'euros de chiffre d'affaires. Ses ventes ont augmenté, tant en valeur qu'en volume (+ 3 % par rapport à 2014). Cette croissance est tirée par l'international, avec des exportations (+ 4,9 %) deux fois plus dynamiques que les ventes françaises (+ 2,4 %).

Les premières tendances 2016 confirment le dynamisme du secteur français malgré un contexte macro-économique peu favorable, avec une croissance mondiale au ralenti (+ 2,5 % en prévision pour 2016), et une reprise fragile en France. Les fabricants prévoient une progression de leur chiffre d'affaires de + 2,5 % sur le 1^{er} trimestre 2016 par rapport à 2015 ; le moteur de cette croissance restant l'international avec des ventes en hausse de 6,6 %. À court et moyen termes, les professionnels restent optimistes quant à la poursuite de la croissance de leur activité sur le 2^e trimestre 2016 et sur l'année 2017 ; ils sont près de quatre sur dix à même envisager une hausse de leurs effectifs pour accompagner cette hausse de la production. Mais ils expriment cependant leur inquiétude quant à la sécurité des approvisionnements des matières premières plastiques.

Par ailleurs, les professionnels de ce secteur placent la préservation de l'environnement, en particulier des océans, parmi leurs priorités et mènent de nombreuses

« Le vivant comme modèle » : le CNRS s'affiche dans le métro

Jusqu'au 5 février prochain, les usagers du métro parisien transitant par le couloir de correspondance de la station Montparnasse-Bienvenue (lignes 4, 6, 12 et 13) pourront découvrir en images les recherches de laboratoires qui prennent « Le vivant comme modèle », à travers une fresque géante découpée en six « chapitres » : se déplacer, soigner, concevoir, préserver, optimiser, apprendre. Conçue par le CNRS, en collaboration avec la RATP, cette exposition inédite – où la chimie occupe une bonne place ! – rend compte des associations parfois surprenantes que permet la bio-inspiration.

Le temps de parcourir les 134 mètres du couloir, les voyageurs découvriront notamment : que les chercheurs et industriels s'intéressent aux vers marins qui ont mis au point une colle efficace dans l'eau ; que l'étude des diatomées a permis de concevoir un procédé industriel qui permet de fabriquer du verre sans chauffage ni solvant agressif ; que certaines espèces végétales parviennent à pousser sur des sols pollués par des métaux lourds, et que ces métaux lourds sont extraits ensuite des plantes et peuvent être utilisés comme catalyseurs dans l'industrie (c'est exactement le sujet du dossier central de ce numéro de *L'Actualité Chimique* !); tandis que des chercheurs détournent les capacités infectieuses des bactéries et des virus afin de délivrer des médicaments au cœur des cellules...

• Pour visualiser la fresque enrichie de différentes ressources (vidéos, articles, communiqués de presse) : www.cnrs.fr/bioinspiration

actions en France et dans le monde, se concentrant sur la prévention : Opération Clean Sweep® pour éviter les pertes de granulés de plastique dans l'environnement, Vacances Propres et « Je navigue, je trie » pour promouvoir le geste citoyen. À noter également : « Pack the Future », un trophée européen valorisant les innovations des entreprises du secteur dans le cadre du développement durable, pour de nouvelles solutions d'emballages efficaces, esthétiques et respectueuses de l'environnement. La cérémonie de remise des prix de la 3^e édition aura lieu le 9 mai sur le salon InterPack à Düsseldorf en Allemagne.

• Source : ELIPSO, 28/09/2016.

* ELIPSO est l'organisation professionnelle représentant les fabricants d'emballages plastiques et souples en France. Ces industries, qui emploient 38 000 collaborateurs dans 320 entreprises, sont présentes dans tous les secteurs industriels de la distribution (agroalimentaire, beauté-santé, hygiène, entretien, chimie, produits industriels, bâtiment, transport et logistique).

Environnement, santé, sécurité

Signature d'une Charte de l'ouverture à la société

Sept établissements publics de recherche, d'expertise et/ou d'évaluation des risques dans les domaines de la santé et de l'environnement s'engagent en faveur de l'ouverture de leurs travaux à la société : l'Anses (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail), le BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières), l'Ifsttar (Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux), l'INERIS (Institut national de l'environnement industriel et des risques), l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire), Irstea (Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture) et Santé publique France. Les signataires, qui ont parmi leurs

missions la charge de fournir à l'État un appui scientifique et technique relatif aux risques dans les domaines de la santé et de l'environnement, dans une perspective d'aide à la décision, s'engagent à poursuivre l'ouverture et la transparence de leurs processus de recherche, d'expertise et/ou d'évaluation des risques, à améliorer le partage des connaissances scientifiques disponibles et des incertitudes qui les entourent, et à mieux prendre en compte la contribution des acteurs de la société dans les processus de recherche et/ou d'évaluation des risques. La charte vise à construire, avec les acteurs de la société, une compréhension partagée des enjeux complexes des situations à risques et des alternatives permettant d'y faire face. Elle contribue à renforcer la qualité des travaux que ces établissements apportent aux décideurs publics, ainsi que la confiance de la société à l'égard des processus de décision.

• Source : Anses, 09/12/2016.

Pour consulter la Charte : <https://www.anses.fr/fr/system/files/ANSES-Ft-CharteOuverture.pdf>

L'École de Chimie de Rennes présente son label

« Santé et Sécurité au Travail »

En 2015, l'École de Rennes a été la première école de chimie en France à avoir obtenu le label « Santé et Sécurité au travail ». Cette reconnaissance est l'aboutissement d'une quinzaine d'années d'enseignement des HSE. En 2^e année notamment, tous les étudiants travaillent sur une problématique hygiène et sécurité.

Une vidéo a été mise en ligne en novembre dernier, reflétant cet engagement pris par l'École*.

* <https://www.youtube.com/watch?v=kosnNRN40EU&feature=youtu.be>

Chemical World Tour 5, « French edition » : c'est parti !



Lancé en 2010 par l'Union des Industries Chimiques (UIC) et la Fondation de la Maison de la Chimie, The Chemical World Tour a pour but de faire découvrir l'industrie chimique et ses innovations à des étudiants. À la suite d'une sélection, des binômes d'étudiants – l'un en chimie et l'autre en journalisme – partent tourner des reportages avec l'aide d'une équipe de l'agence Capa.

Après quatre éditions à parcourir le monde, le Chemical World Tour 5 part cette année à la découverte du « Made in France »... car oui, la France et ses entreprises innovent ! Dix jeunes vont ainsi enquêter sur les innovations qui dessineront l'industrie du futur et révolutionneront nos usages : de la digitalisation de la production à l'économie circulaire, du recours aux technologies de pointe pour produire de façon plus sobre et performante aux services destinés aux clients pour les aider à mieux utiliser les produits de la chimie... Les équipes prenant part à l'aventure :

- Benoît (ENSCBP, Bordeaux) et Léa (IEJ), qui partiront à la découverte de l'impression 3D avec Arkema.
- Ilyess (lycée Lavoisier, Mulhouse) et Marie (IEJ), qui aborderont l'agriculture connectée avec BASF.
- Mikel (Université de Fribourg, Allemagne) et Maël (IEJ), qui observeront la robotisation des synthèses avec Bayer.
- Elodie (Centrale Marseille) et Thomas (IEJ), qui découvriront la microréaction avec Chimex.
- Julie (IUT, Créteil-Vitry) et Arthur (IEJ), qui s'intéresseront à la capture et à la valorisation du CO₂ avec Solvay.

• À suivre sur le site www.chemicalworldtour.fr, sur Facebook (<https://fr-fr.facebook.com/ChemicalWorldTour/>) et Twitter.