

P002715

Belgique-België
P.P.
1081 Bruxelles 8
1/9508

BULLETIN TRIMESTRIEL



CONT@CTS

ASSOCIATION ROYALE DES INGENIEURS DIPLOMES DE L'INSTITUT MEURICE

OCTOBRE – NOVEMBRE – DECEMBRE 2014



**LA TRANSITION
ÉNERGÉTIQUE**

DOSSIER : La transition énergétique
... et toute l'actualité de l'association

AGENDA

ACTIVITES DE L'ARDIM

Assemblée Générale	samedi 7 février 2015
Bar des ingénieurs	jeudi 2 avril 2015
JPE	samedi 9 mai 2015
Networking Emploi	mercredi 7 octobre 2015
Banquet	vendredi 13 novembre 2015

SOMMAIRE

Le mot du président	4
Le mot du rédacteur	5
Des solides poreux naturels pour l'énergie et l'environnement	6
Le rôle stratégique de la chimie dans la transition énergétique	8
Small is beautiful	12
Focus sur Lambda-X	13
A propos de la quinine.....	14
Appel aux cotisations	16

Le mot

du PRESIDENT

Chères amies, chers amis,

Une nouvelle année bien remplie s'achève. A son terme, nous constatons un réel regain d'intérêt pour l'ARDIM et nous avons un nombre croissant de retours positifs sur notre évolution. Nous allons donc dans la bonne direction mais il nous reste encore à concrétiser cet intérêt en nombre de cotisants, qui ne croît que très doucement. Le deuxième objectif de l'année sera d'accroître notre visibilité auprès des étudiants. Nous souhaitons leur montrer la diversité des métiers accessibles avec le diplôme de l'Institut Meurice afin de les aider dans leur choix d'orientation et lors de leur entrée dans la vie professionnelle.

Pour mener à bien ces objectifs, nous sommes toujours à la recherche de forces vives prêtes à s'impliquer, même de manière ponctuelle ou à distance, pour nous aider à animer le réseau et l'organisation de l'association. Je vous invite à me contacter par mail ou par téléphone pour en discuter : president@ardim.be - +32 478 556 737.

En 2014, nous avons initié une professionnalisation de notre service emploi avec un envoi régulier d'offres grâce au soutien de Marie Dael (MCD-Concept). Nous avons de très bons retours sur la pertinence du service et plusieurs entreprises y ont fait appel. Nous avons également eu un contrat de 6 mois avec AKKA Benelux. Cela dit, ce service doit encore se développer et l'obtention de nouveaux contrats demande beaucoup d'énergie. Pour y pallier, nous souhaitons nous appuyer sur notre réseau en obtenant des contacts privilégiés dans les entreprises ou en recevant les offres d'emploi en direct. Votre aide nous est donc également précieuse pour nous informer des offres ouvertes dans vos entreprises, pour nous mettre en contact avec vos responsables des ressources humaines ou pour nous faire part des profils que vous cherchez.

L'année écoulée fut également très riche en nouvelles rencontres lors de nos différents événements. La JPE nous a permis de motiver des étudiants à venir se frotter aux plus anciens pendant un Paint-Ball endiablé alors que d'autres profitaient de la visite du musée Hergé. Nous nous sommes ensuite tous retrouvés autour d'un repas convivial.

Nous avons aussi pu profiter de ces moments de rencontre entre Meuriciennes et Meuriciens pendant le Networking Emploi qui a attiré des entreprises à la recherche de nouvelles recrues.

Nous avons terminé l'année par notre banquet au Crâbe Fantôme dans une ambiance très Meuricienne ! Jeannine Biermans (promo 1964) avait apporté des photos d'un banquet d'il y a plus de 50 ans. Nguyen Hong Khanh (promo 1996) nous a fait goûter du saké vietnamien. Au cours du repas, nous avons aussi remis le prix de l'ARDIM à Maxime van de Poele (Biochimie) et Selim Hamache (Chimie) qui se sont distingués par la qualité de leur mémoire mais également par leur CV.

Pour terminer, je tiens à remercier l'ensemble du Conseil d'Administration et les membres actifs de l'ARDIM qui contribuent à l'existence de notre association et qui nous permettent de vous proposer ce large panel d'activités et de services. Merci également à vous qui êtes membres et régulièrement présents à nos activités car vous contribuez aussi à notre existence et à la qualité de nos événements. Enfin, je voudrais remercier mon épouse, Marie-Pierre, qui a donné naissance à notre merveilleuse fille, Charlotte, ce 21 novembre 2014.

Au nom du conseil d'administration de l'ARDIM, je vous souhaite une bonne année 2015 remplie de bonheurs et de réussites.

Amitiés,

Tanguy Van Regemorter
Président de l'ARDIM

Le mot

du REDACTEUR

Chères lectrices, chers lecteurs,

Nous voici déjà à la fin de cette année 2014 qui, je l'espère aura été bonne pour vous. De notre côté, votre comité de rédaction du Cont@cts a le plaisir de vous présenter votre dernier trimestriel 2014.

Cette année, comme vous aurez pu vous en rendre compte, a été une année riche d'évènements importants pour l'association.

Du côté de notre Cont@cts, la rédaction continuera de dénicher pour vous des articles toujours plus diversifiés et de qualité irréprochable. La plupart de nos sources proviennent, en effet, soit du milieu industriel, soit du milieu académique. Dans tous les cas, la meilleure balance entre les deux approches a été maintenue pour vous offrir une lecture hétéroclite qui, nous l'espérons, vous aura donné entière satisfaction.

Comme à l'habitude, n'hésitez pas à nous faire parvenir vos commentaires et propositions par mail via v.rerat@gmail.com.

Nous vous souhaitons une excellente fin d'année et tous nos meilleurs vœux pour l'année nouvelle.

Bonne lecture !

Votre comité de rédaction,

Vincent Rerat
Rédacteur

Stefano Casciato
Designer

Des **SOLIDES** poreux naturels

pour l'énergie et l'environnement

Une équipe multidisciplinaire de chercheurs a développé des solides poreux multifonctionnels à base végétale. Ces matériaux pourraient trouver des applications très diversifiées dans les secteurs de l'énergie et de l'environnement.

Les matériaux «verts» pour des procédés et des énergies propres. C'est ainsi que l'on pourrait résumer le travail d'une équipe de recherche de l'ENSTIB, école d'ingénieurs de l'Université de Lorraine, associant des chercheurs de l'IJL - UMR CNRS 7198 et du LERMAB, qui a développé des solides poreux cellulaires multifonctionnels. Ces matériaux pourraient trouver des applications très diversifiées dans les secteurs de l'énergie et de l'environnement. Ils sont dérivés d'une matière première écologique, abondante, renouvelable, bon marché (1,5 €/kg) et encore peu connue : le tannin.

Les tannins sont des polyphénols d'origine végétale. Non toxiques, ils sont essentiellement utilisés par l'industrie du cuir (tannage des peaux), mais toujours davantage par l'industrie chimique. Les tannins sont en effet à la base de résines de haute qualité qui sont notamment utilisées dans la préparation d'adhésifs pour le bois à émission zéro de formaldéhyde. Si ces résines sont modifiées chimiquement et/ou mises en présence d'un agent moussant et d'un agent de durcissement, des mousses rigides sont obtenues, dont la densité et les propriétés sont fonction de la formulation initiale.

Outre leur légèreté (de 30 à 300 g/l), leur résistance mécanique équivalente à celles des mousses rigides du commerce (plus chères et dérivées du pétrole), ces matériaux alvéolaires ont des conductivités thermiques égales à leurs homologues de polystyrène extrudé ou expansé (environ 0,035 à 0,07 W/m/K, selon la densité) mais à un coût de revient environ 15 fois plus faible. Un autre avantage est leur résistance exceptionnelle au feu, en l'absence de tout additif ignifugeant. Soumises à un flux de chaleur radiante de 50 kW/m² (simulant un incendie très intense), les mousses mettent plus d'une minute à s'allumer puis se consomment sans flamme en dégageant une quantité de chaleur très inférieure à celle qu'il est nécessaire d'apporter pour entretenir la combustion : 12 kW/m². Autrement dit, les mousses de tannin sont auto-extinguibles. Il est même impossible de les faire

brûler lorsque la chaleur apportée est pourtant de 25 kW/m².

La modification de la formulation et des conditions de moussage permet de produire des mousses ayant des cellules plutôt fermées ou ouvertes, et/ou plus ou moins rigides, semi-élastiques voire très flexibles. De ces caractéristiques dépendent les applications potentielles : isolation thermique ou phonique avec cellules fermées et ouvertes, respectivement, absorption d'impact par déformation irréversible ou non. Plus la sollicitation est rapide, meilleure est la résistance à la compression, d'où un vrai potentiel pour absorber les chocs. Par ailleurs, les mousses de tannin peuvent se coller et être utilisées comme âmes dans des panneaux sandwichs structuraux et légers.

Les très nombreuses fonctions hydroxyles portées par les tannins permettent d'autre part une intense complexation des métaux de transition. Les mousses peuvent ainsi être fonctionnalisées avec de l'argent, leur conférant des propriétés antibactériennes lorsqu'utilisées en tant que filtres pour l'air ou pour l'eau. Les mousses permettent aussi le piégeage de métaux lourds tels que le plomb et le cadmium dans l'eau. Leur chimie de surface permet également des réactions de greffage qui laissent envisager l'immobilisation d'enzymes et leur utilisation pour la catalyse enzymatique supportée.

Une multitude d'applications

Les mousses de tannin ont par ailleurs un rendement en carbone élevé. Les mousses de carbone homologues obtenues par pyrolyse sont définitivement les moins chères du marché, avec un coût très inférieur à 10 €/kg. Elles présentent une résistance chimique considérable, et sont inertes en milieu acide comme basique.

Elles peuvent ainsi être utilisées comme filtres pour fluides corrosifs chauds et pour métaux fondus. Leur résistance thermique est totale en atmosphère non oxydante, et reste exceptionnelle même dans l'air. Un échantillon ne s'enflamme pas et se consume difficilement lorsqu'il est soumis à la flamme d'un chalumeau oxyacétylénique à 3000°C, en faisant un matériau d'ablation potentiel.

Les mousses de carbone ont la même densité et la même structure que leurs précurseurs organiques dérivés de tannin. Si on leur fait subir des perforations de quelques millimètres de diamètres, elles peuvent absorber 100 % du son à certaines fréquences qu'il est possible de moduler en changeant le diamètre des perforations. La nature du carbone permet, par ailleurs, d'en modifier la rugosité de surface pour y créer des pores de taille nanométrique, soit par gazéification contrôlée (par exemple par de la vapeur d'eau à 800°C), soit par action d'un agent chimique (par exemple de la potasse à 720°C). A structure cellulaire constante, la surface spécifique des mousses de carbone passe alors d'environ 1 à typiquement 1000 m² par gramme, toute valeur intermédiaire étant possible. Ces valeurs ont été obtenues en épaississant les filaments de la mousse par un dépôt de carbone préalable, de manière à ne pas fragiliser la mousse lors du développement de la porosité superficielle.

Les mousses de carbone micro / macrocellulaires correspondantes, à structure hiérarchisée, ont alors de nouvelles propriétés énergétiques et environnementales. Excellentes conductrices du courant électrique (jusqu'à 5 S/cm, selon la densité), elles sont utilisables comme électrodes poreuses dans des batteries lithium-air, par exemple. Leur nanoporosité de surface est en effet directement et instantanément accessible au travers de la macroporosité ouverte. Cette même caractéristique fait de ces nouvelles mousses des adsorbants de polluants en phase gazeuse (pour des COV) ou en phase liquide (pour des phénols et des colorants, par exemple), présentant d'excellentes cinétiques d'adsorption en raison de l'absence de limitation par la diffusion. Après imprégnation par des sels métalliques bien choisis, ce sont maintenant des catalyseurs performants qui sont obtenus, présentant des sites actifs extrêmement nombreux sur une surface totalement accessible par tout type de réactif.

Mais la conductivité électrique combinée à une nanoporosité de surface non limitée par la diffusion permet également d'envisager des dispositifs d'électrosorption, basés sur des électrodes monolithiques hautement perméables et de surface spécifique très élevée pour la désalinisation d'eaux saumâtres. La polarisation de deux électrodes poreuses plongées dans la saumure permet en effet de séparer et de fixer réversiblement anions et cations de part et d'autre du flux de liquide à traiter. Enfin, ces mousses de carbone à la surface rugueuse sont des supports idéaux pour le développement d'un biofilm de bactéries électroactives, capables d'oxyder des matières organiques en CO₂ et H₂O tout en transférant des électrons au carbone support. Les premières piles à combustibles microbiennes à base de telles mousses fonctionnent déjà, et on peut imaginer à terme pouvoir traiter des effluents aqueux pour les rendre plus propres tout en produisant de l'électricité.

Pour finir, les mousses de carbone dérivées de tannin sont facilement converties en carbure de silicium (SiC) cellulaire, déjà employé comme support de catalyseur et dans certains types de brûleurs pour augmenter les rendements de combustion de gaz. Les mousses de SiC commerciales sont beaucoup plus onéreuses et ne sont pas chimiquement différentes, mais présentent des filaments creux quand ceux des mousses dérivées de tannin sont pleins, donnant donc de moindres propriétés mécaniques à densité équivalente. Les mousses de carbone sont par ailleurs graphitisables catalytiquement, donnant des mousses de graphite incomparablement moins chères que les mousses commerciales. Elles ont toutefois une conductivité thermique nettement moins élevée, mais bien suffisante pour les utiliser comme support de matériau à changement de phase pour le stockage saisonnier d'énergie thermique.

Un cercle vertueux

En définitive, les tannins sont des ressources hautement valorisables pour en préparer des matériaux utilisables pour les plus hautes technologies qui, jusqu'à présent, ne concernaient guère les produits d'origine naturelle. L'utilisation de matières premières écologiques à des fins environnementales permet d'amorcer un cercle vertueux tout en suggérant des applications élégantes à haute valeur ajoutée.

Ce projet s'appuie donc sur des matériaux issus de ressources naturelles qui bénéficient d'un très fort potentiel de développement, eu égard à la multiplication prévisible de leurs applications. Ces matériaux seront par ailleurs préparés dans un contexte réglementaire de plus en plus favorable, au regard de leur origine renouvelable, de leur innocuité, de la moindre consommation d'énergie et de l'absence de pollution que leur préparation occasionne. Enfin, ces matériaux sont peu coûteux à produire à partir d'une ressource abondante, et sont très performants dans leurs applications.

Par ailleurs, l'extraction du tannin est écologique (procédé de lavage d'écorces à l'eau chaude puis atomisation de la solution obtenue), génératrice d'emplois sur le territoire français (le pin maritime contient jusqu'à 15% en masse de matière sèche de tannin dans ses écorces) et de profits (les écorces sont jusqu'à présent directement brûlées pour récupérer de l'énergie, quand leur extraction préalable donnerait non seulement un tannin hautement valorisable, cf. supra, mais aussi des écorces qui brûleraient mieux !). Précisons enfin que certains tannins sont des produits déjà industriels, ce qui garantit la pérennité de leur production et la reproductibilité de leurs caractéristiques, une qualité rare pour des matières premières d'origine naturelle.

Pr Alain Celzard, Dr Vanessa Fierro Institut Jean Lamour UMR CNRS 7198 Pr Antonio Pizzi LERMAB EA4370 ENSTIB Université de Lorraine

Le rôle stratégique de la CHIMIE

dans la transition énergétique

La transition énergétique est à l'ordre du jour depuis une bonne dizaine d'années déjà et ses principaux objectifs sont inscrits dans une loi qui sera votée par le Parlement en France. Les grandes thématiques de l'énergie (économies d'énergie, émergence des énergies renouvelables, avenir du nucléaire, etc.) appellent presque toutes des progrès scientifiques et techniques et la recherche va jouer un rôle clé pour faire sauter des verrous techniques. Après avoir rappelé les conclusions de scénarios pour la demande énergétique à l'horizon 2050 en France, cet article montre que la recherche en chimie a un rôle stratégique pour préparer l'avenir : mise au point de nouveaux matériaux pour l'énergie solaire, les batteries et les catalyseurs, procédés pour la production de biocarburants, combustibles nucléaires, recyclage de métaux. La chimie doit figurer en bonne place dans une stratégie énergétique à long terme.



Deux articles récents, parus dans le même numéro de *Nature*, mettent bien en évidence le rôle clé de la chimie dans des processus industriels ouvrant de nouvelles voies pour la production de carburants synthétiques. Le premier décrit une avancée dans la production d'éthanol par voie électrochimique à partir du monoxyde de carbone et de la vapeur d'eau en utilisant un catalyseur constitué par des nanoparticules de cuivre [1]. Le second fait état d'un projet industriel au Royaume-Uni, baptisé GreenSky, qui a pour objectif de traiter chaque année 500 000 tonnes de déchets, dans une usine à Londres, pour produire d'ici deux ans 60 000 tonnes de kérosène et une quantité équivalente de gazole. GreenSky utilisera une voie thermochimique en procédant en deux temps. Les déchets sont tout

d'abord volatilisés en les portant à une température de 3 500 °C avec une torche à plasma et sont immédiatement transformés en un gaz de synthèse, un mélange de monoxyde de carbone et d'hydrogène. Le gaz est alors introduit dans un réacteur où il subit une bonne vieille réaction de Fischer-Tropsch avec un catalyseur constitué par des nanoparticules de cobalt [2]. Un mélange d'hydrocarbures sort du réacteur et est ensuite raffiné pour produire des carburants, notamment du kérosène. L'efficacité énergétique d'un tel procédé reste pour l'heure problématique [3]. De nombreuses techniques dérivées de la chimie permettront certainement de produire à l'avenir des carburants à partir de matières premières renouvelables.

La transition énergétique est à l'ordre du jour depuis une bonne dizaine d'années déjà et elle a fait l'objet d'un débat en France en 2013, dont les principales conclusions sont inscrites dans une loi de programme votée qui sera par le Parlement en fin d'année. Observons que si la nécessité de diminuer fortement notre consommation d'énergies fossiles, non renouvelables, n'est pas contestée (elles représentent environ les deux tiers de notre consommation d'énergie finale), un consensus ne s'est pas dégagé sur des objectifs clairs où le souhaitable et le possible iraient de pair. Remarquons aussi que si le rôle de la R & D est évoqué dans les conclusions de ce débat, il est loin d'être considéré comme central alors que les grandes thématiques de l'énergie (économies d'énergie, émergence des énergies renouvelables, avenir du nucléaire, etc.) appellent presque toutes des progrès scientifiques et techniques. Qui plus est, certaines filières d'avenir ne peuvent être développées qu'au prix de ruptures qui peuvent changer la donne énergétique à long terme comme ce fut le cas à plusieurs reprises au cours de l'histoire (avec l'avènement du pétrole ou du nucléaire par exemple). Comment peut-on stimuler et orienter la recherche pour faire sauter des verrous et prendre des paris pour l'avenir ? Il est important de tenter de répondre à cette question en mettant un coup de projecteur sur quelques grands chantiers et sur la contribution que peut apporter la chimie dans leur avancement.

Auparavant, il n'est pas inutile de tirer les enseignements des très nombreux scénarios énergétiques qui ont été envisagés pour la France à l'occasion du débat sur la transition énergétique. On se limitera à ceux qui ont été proposés par l'Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie (ANCRE), qui coordonne la stratégie de R & D en matière d'énergie des principaux organismes de recherche publics et des universités [4]. L'ANCRE a proposé trois scénarios qui permettraient à la France de diviser par un facteur 4 ses émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050. Ils décrivent à la fois des évolutions contrastées de la demande et du mix énergétique final.

Le premier scénario, « Sobriété renforcée » (SOB), suppose que les comportements individuels et collectifs permettront de diminuer de façon drastique la demande primaire et finale (-41 % de baisse pour celle-ci), au prix d'un programme très important de rénovation thermique des bâtiments et du développement des énergies renouvelables. Le scénario « Décarbonisation par l'électricité » (ELE) mise sur un effort d'efficacité énergétique couplé à un accroissement important des usages de l'électricité, notamment dans les transports (45 % de mobilité électrique en 2050). Enfin le troisième scénario, « Vecteurs diversifiés » (DIV), privilégie également l'efficacité énergétique avec une utilisation importante de la biomasse (notamment des biocarburants) et de la chaleur produite par cogénération. Dans les scénarios ELE et DIV, la demande finale d'énergie chute de 27 %, et dans les trois scénarios, la part de l'électricité produite par le nucléaire passe à 50 % en 2025 (75 % aujourd'hui).

L'ANCRE a également proposé une stratégie de recherche permettant de faire sauter les verrous scientifiques et techniques qui risquent de bloquer la transition énergétique (la mise au point de batteries performantes par exemple). La plupart des scénarios, ceux de l'ANCRE comme ceux d'autres organismes nationaux et internationaux, permettent d'identifier les domaines où des avancées, voire des « ruptures », sont indispensables. Sans faire un inventaire à la Prévert de ces domaines, on constate ainsi que l'amélioration des rendements des moteurs thermiques et la production de carburants alternatifs aux produits pétroliers – les biocarburants et l'hydrogène principalement – se trouvent en bonne place. Quatre autres chantiers concernent l'électricité : - son stockage par les batteries et au moyen des piles à combustible qui est un point clé pour le développement des énergies renouvelables (l'éolien et le solaire qui sont des énergies intermittentes) ; - un « nouveau solaire » avec des matériaux nouveaux offrant un meilleur rendement que le silicium (d'autres semi-conducteurs, notamment des matériaux organiques), mais ouvrant aussi la voie à une chimie solaire ; - le nucléaire dit de quatrième génération (mettant en oeuvre des réacteurs surgéné-

rateurs au plutonium ou au thorium et un fluide caloporteur tel que le sodium liquide, un alliage métallique liquide ou l'hélium) fonctionnant dans de bonnes conditions de sûreté ; - les réseaux dits « intelligents » capables d'assurer le transport et la distribution d'électricité produite à la fois par des grandes centrales fonctionnant en quasi-permanence et des installations intermittentes comme des centrales solaires ou des fermes éoliennes [5]. Enfin, beaucoup de rapports de prospective soulignent la nécessité de faire sauter le verrou que constitue l'insuffisance actuelle des moyens physico-chimiques économiques pour assurer la séparation du CO₂ (et son stockage) émis par des centrales thermiques.



La chimie est appelée à jouer un rôle clé dans la plupart de ces chantiers de la transition énergétique. Elle travaille en quelque sorte sur cinq fronts : - la relation entre les propriétés (par ex. la conductivité électrique) et les structures de matériaux (les électrodes de batteries notamment) ; - la synthèse de matériaux permettant de trouver des propriétés nouvelles et l'amélioration des performances de certains d'entre eux (comme les cellules solaires) ; - la cinétique de réactions *via* la catalyse (produire de l'hydrogène et des biocarburants par ex.) ; - l'alliance avec la biologie pour réaliser des synthèses de génomes de cellules afin de produire directement des biocarburants ; - de nouvelles réactions consommant moins d'énergie ou permettant le recyclage de matériaux (le recyclage de terres rares ou les cycles du plutonium et du thorium pour le nucléaire).

Les travaux publiés récemment dans la littérature scientifique illustrent bien les capacités de la chimie à faire sauter des verrous ; les deux articles que nous avons cités en introduction en sont d'ailleurs des exemples. Sans être exhaustifs, contentons-nous de donner quelques coups de projecteurs sur des avancées potentielles. S'agissant du solaire photovoltaïque, la préoccupation est d'abaisser le coût des cellules et de trouver de nouveaux matériaux avec des rendements élevés (le rendement commercial des cellules au silicium plafonnant dans une fourchette de 20-25 %).

La chimie du solide a ainsi ouvert une nouvelle voie avec la synthèse d'un matériau semi-conducteur de la famille des pérovskites (en général ce sont des oxydes métalliques), un organométallique composé d'un halogène (chlore, iode ou brome) et d'un métal comme le plomb ou l'étain déposé en phase vapeur sur un support [6]. Le rendement de ces cellules est actuellement de 15 % avec un voltage supérieur à celui du silicium. Cette nouvelle filière qui est testée a l'avantage d'être facile à utiliser, éventuellement en tandem avec le silicium car les pérovskites n'absorbent pas les mêmes photons.

De même, les plastiques semi-conducteurs (comme le transpolyacétylène) sont une autre filière de cellules sur laquelle travaillent les chimistes. Leur rendement ne dépasse pas 10 % pour l'heure, mais leur coût de production est moins élevé que celui du silicium. L'objectif est d'augmenter la mobilité des électrons dans ces matériaux pour élever le rendement (il faut éviter la présence de microcristaux ou d'agrégats dans le matériau avec des polymères à longue chaîne). Des polythiophènes (contenant du soufre) à longue chaîne rigide ouvrent aussi des perspectives intéressantes. La structure des matériaux (électrodes et électrolytes) joue un rôle tout aussi essentiel dans les batteries et les piles à combustible destinées aux véhicules électriques, voire au stockage « en masse » de l'électricité dans des installations adaptées à des sources intermittentes. C'est le cas pour les batteries lithium-ion qui ont fait une percée, mais aussi de celles mettant en oeuvre le sodium et le soufre [7].

La chimie des matériaux, couplée à l'électrochimie, doit permettre d'améliorer les performances des batteries électrochimiques et des supercondensateurs, en particulier leur densité énergétique et leur capacité à subir de très nombreux cycles de charge et de décharge. La vitesse des réactions chimiques est souvent un point clé dans le fonctionnement de systèmes énergétiques. C'est le cas en particulier pour les piles à combustible à hydrogène des moteurs électriques qui fonctionnent à température ambiante et qui utilisent le platine comme catalyseur ; la chimie doit trouver une alternative aux métaux platinoïdes qui sont coûteux, des pistes organiques peuvent s'avérer intéressantes (par exemple des phtalocyanines de cobalt ou de fer). Il reste bien sûr à résoudre le problème de la production de l'hydrogène (soit par électrolyse de l'eau soit par voie thermo-chimique à partir du gaz naturel). La voie photochimique, utilisant l'électricité photovoltaïque pour décomposer la vapeur d'eau (ce que savent faire les plantes), est une possibilité ; là encore, il faut un bon catalyseur. Plusieurs pistes sont explorées, en particulier des catalyseurs à base de sulfure de molybdène. Une alternative consisterait à utiliser la chaleur solaire, dans un four par exemple ; un laboratoire

américain a ainsi mis au point récemment un nouveau catalyseur pour décomposer la vapeur d'eau qui est un oxyde de manganèse fonctionnant dans un cycle à 1 000-1 400 °C [8].

La chimie intervient dans d'autres secteurs de l'énergétique en coopération avec la biologie. Ainsi la percée des biocarburants de deuxième génération (utilisant la biomasse lignocellulosique) et de troisième génération (la matière première est fournie par les algues) dépend-elle notamment de la possibilité de trouver des enzymes performantes pour transformer avec un bon rendement la cellulose et l'hémicellulose, et des catalyseurs pour opérer par voie thermo-chimique comme dans le procédé GreenSky. À très long terme, la « biologie synthétique » avec une chimie de l'ADN ouvre des perspectives intéressantes pour la fabrication de biocarburants à partir de micro-organismes génétiquement modifiés (bactéries, levures ou algues) ou dont les génomes auront été complètement synthétisés, à partir de nucléotides, et reprogrammés. Deux laboratoires coréens ont ainsi modifié deux gènes de la bactérie *Escherichia coli* qui peut produire des alcanes à chaîne courte [9]. De même, à long terme, le recyclage incontournable de métaux comme le lithium (il est effectif pour le platine) et des terres rares (le dysprosium constituant les aimants de turbines d'éoliennes et de moteurs électriques de voitures hybrides) sera-t-il crucial et mobilisera une expertise chimique.



N'oublions pas non plus que la synthèse de nombreuses molécules qui jouent un rôle clé dans la société et l'économie mondiale est très énergivore. Il en va ainsi de l'ammoniac qui est à la base de la production d'engrais azotés utilisés massivement dans l'agriculture mondiale. Sa synthèse est réalisée à partir de l'azote atmosphérique et de l'hydrogène (produit à partir du gaz naturel) avec le procédé Haber-Bosch mis en oeuvre par la BASF en Allemagne dès 1913. Ce procédé, qui donna un avantage industriel important à l'Allemagne pendant la Première Guerre mondiale, est encore largement utilisé dans le monde puisqu'environ 140 millions de tonnes d'ammoniac sont produites annuellement et cette production consomme à elle seule entre 1 et 2 % de l'énergie mondiale, ce qui est considérable. Or, dans une publication récente, deux équipes japonaises et une équipe chinoise ont annoncé avoir réalisé une percée importante.

Elles ont en effet montré que la réaction de synthèse de l'ammoniac serait peut-être possible à température ambiante et à pression ordinaire avec un catalyseur qui est un composé organique avec trois atomes de titane (un trihydrure) permettant de casser la triple liaison de l'azote [10]. Rappelons enfin que le gaz naturel est une matière première importante pour l'industrie chimique et que la chimie joue un rôle essentiel dans des procédés mis en oeuvre pour l'exploitation de certains gisements de gaz, notamment le gaz de schiste. Ainsi par exemple, la fracturation hydraulique utilisée pour extraire le gaz de schiste met en oeuvre un liquide sous pression (de l'eau en général) qui envoie un cocktail de produits chimiques (acides, gélifiants, etc.) dans la roche mère dont l'impact environnemental peut être important. La mise au point de nouveaux procédés passe sans doute par l'élaboration de composés chimiques moins agressifs [11].

La transition énergétique est une entreprise de longue haleine qui prendra très probablement au minimum trois à quatre décennies. Aussi est-il nécessaire de mener en permanence une réflexion prospective permettant d'identifier à la fois les verrous techniques qu'il faut faire sauter et les ruptures qui sont en cours et qui pourraient changer la donne. Si la plupart des rapports de prospective sur les techniques du futur considèrent que l'énergie est une priorité incontournable et identifient ces verrous, rares sont ceux qui considèrent que la chimie est une voie de passage souvent obligée pour les politiques énergétiques [12]. Qui plus est, la réflexion stratégique sur les objectifs et les priorités de la R & D sur l'énergie est souvent à court terme ; c'est en particulier le cas en France, car elle prend insuffisamment en compte la nécessité de faire des paris scientifiques pour préparer l'avenir. Cette réflexion doit aussi dépasser le cadre national pour tenir compte des expériences et des initiatives prises au-delà de nos frontières. La chimie doit être partie prenante des réflexions prospectives sur l'énergie dans les agences publiques chargées de la politique énergétique, les entreprises, et bien sûr les organismes de recherche et les universités. Cela est d'autant plus nécessaire que la chimie est une science qui a été délaissée en France, où l'industrie chimique n'a pas reçu toute l'attention des pouvoirs publics qu'elle méritait. La chimie a elle-même été insuffisamment valorisée dans l'enseignement secondaire ainsi que dans nombre d'écoles d'ingénieurs [13], ce qui n'a pas contribué à rehausser le statut d'une discipline dont on s'apercevra qu'elle joue un rôle essentiel dans les stratégies énergétiques.

Notes et références

- [1] Li C.W., Ciston J., Kanan M.W., Electroreduction of carbon monoxide to liquid fuel on oxide-derived nanocrystalline copper, *Nature*, **2014**, 508, p. 504. L'électricité peut être produite par la voie photovoltaïque.
- [2] Krieger K., Biofuels heat up, *Nature*, **2014**, 508, p. 448. Ce procédé a initialement été mis au point dans les années 1920 en Allemagne pour la gazéification et la liquéfaction du charbon, et utilisé pendant la guerre par les Allemands et les Japonais pour produire le kérosène pour leurs avions.
- [3] On peut aussi réaliser, plus simplement, soit une pyrolyse classique des déchets à température plus basse, qui a l'inconvénient de produire des goudrons dont il faut se débarrasser, soit une gazéification directe de la biomasse à 1 000 °C, et utiliser directement le gaz pour le chauffage ou la production d'électricité. Le projet GreenSky est peut-être une application du principe « pourquoi faire simple quand on peut faire compliqué ? »... mais il a le mérite de montrer que les déchets avec des traitements chimiques sont une ressource importante de matières premières pour produire des carburants synthétiques.
- [4] ANCRE, *Scénarios de l'Ancre pour la transition énergétique*, **2013**, www.allianceenergie.fr
- [5] La plupart des scénarios énergétiques font l'hypothèse d'une forte progression de la demande mondiale d'électricité à l'horizon 2050. Dans un rapport récent (*Energy Technology Perspectives 2014, Harnessing electricity potential*, IEA, Paris, mai 2014), l'Agence internationale de l'énergie (AIE) envisage trois scénarios où cette augmentation serait dans une fourchette de 80 à 130 %. L'augmentation de la mobilité électrique est un point critique de ces scénarios ; elle bute sur des verrous techniques comme les batteries et leur recharge rapide, les catalyseurs pour les piles à combustible, le recyclage des métaux (rarement évoqué...).
- [6] Liu M. *et al.*, Efficient planar heterojunction perovskite solar cells by vapor deposition, *Nature*, **2013**, 501, p. 395. Des semi-conducteurs comme AsGa ou CdTe sont aussi une alternative au silicium : n'absorbant pas les mêmes photons, on peut les coupler au silicium dans des cellules dont les rendements peuvent atteindre 45 % mais dont le coût est plus élevé. Les physiciens savent jouer aussi sur les nanostructures des matériaux ou d'autres phénomènes comme l'effet thermo-ionique pour augmenter les rendements. L'utilisation du cadmium, toxique, est interdite.
- [7] Bruce P.G., Freunberger S.A., Hardwick L.J., Tarascon J.-M., Li-O₂ and Li-S batteries with high energy storage, *Nature Materials*, **2012**, 11, p. 19.
- [8] Muhich C.L. *et al.*, Efficient generation of H₂ by splitting water with an isothermal cycle, *Science*, **2013**, 341, p. 540.

[9] Choi Y.J., Lee S.Y., Microbial production of short-chain alkanes, *Nature*, **2013**, 502, p. 571.

[10] Shima T. *et al.*, Dinitrogen cleavage and hydrogenation by a trinuclear titanium polyhydrid complex, *Science*, **2013**, 340, p. 1549.

[11] L'exploitation massive du gaz de schiste aux États-Unis donne à leur industrie chimique un avantage indéniable (énergie et matière première bon marché). Les ressources potentielles en Europe sont très mal évaluées. Voir Papon P., Le gaz de schiste : mythes et réalité, *Futuribles*, **2014**, 399, p. 81.

[12] Voir notamment les rapports annuels du Forum économique mondial, *The top ten emerging technology 2014*, de McKinsey, *Disruptives technologies* et du MIT, *Ten breakthrough technologies* ainsi que les plans publiés en France pour promouvoir l'innovation, les 34 projets pour « La nouvelle France industrielle » du Ministère du Redressement productif, et enfin le rapport d'Anne Lauvergeon, *Un principe et sept ambitions pour la France*, publié en 2013.

[13] Des manifestations comme les Olympiades nationale de la chimie contribuent certainement à attirer l'attention des jeunes sur les potentialités de la chimie et ses métiers. C'est un effort qui, en mobilisant les milieux académiques et l'industrie, va dans le bon sens et doit être amplifié.

Ancien directeur général du CNRS, **Pierre Papon**. Courriel : pierre.papon@wanadoo.fr

small is beautiful

Si l'électronique construit ses résultats sur la miniaturisation avec le développement de dispositifs toujours plus petits, le silicium, à la base des progrès enregistrés ces dernières décennies, arrive à ses limites physiques ! Et plus le système à base de silicium est mini, moins on peut le contrôler. Bref, solution doit être trouvée et au plus vite sous de freiner le développement de produits. Entre chimie, électronique et science des matériaux, l'électronique moléculaire, qui exploite des molécules organiques, est une des pistes relever le défi de la fin de parcours programmée silicium. L'idée est qu'une seule molécule représenterait un transistor ou une diode. Initiée par l'Université catholique de Louvain dans le cadre des projets TINTIN et *Graphène Stress Tronics*, cette approche ne peut reposer que sur la synthèse de nouvelles molécules ou d'assemblages hybrides aux caractères nouveaux ou améliorés. Fortes de leur expérience et en collaboration avec la célèbre Université de Stanford, 2 équipes de l'Université néo-louvainiste sont arrivées à mieux appréhender les propriétés électroniques d'une molécule nouvellement synthétisée et composée de 2 formes de carbone: un fullerène et un nano-agrégat de diamant. Le résultat de leur travail est édifiant. En effet, il révèle des caractéristiques électroniques exceptionnelles, à savoir que cette molécule laisse passer le courant dans un sens mais pas dans l'autre.

En d'autres termes, elle comporte comme une diode mais à l'échelle d'une molécule, soit quelques nanomètres. Ces mesures ont été relevées à l'aide d'un microscope à effet tunnel permettant de faire passer un courant à travers une molécule. Il s'agit ici d'une technique de manipulation atomique que seuls les chercheurs de Stanford maîtrisent à laquelle les équipes de l'UCL ont été associées. A l'issue de la découverte de potentialités prometteuses de cette molécule, ces caractéristiques modélisées afin de comprendre comment le passer dans un sens et non dans l'autre. Mécanique quantique, les techniques de simulation ont permis une compréhension théorique du phénomène et désormais, cette pratique pourra être exploitée en vue de prédire le comportement électrique d'autres molécules de cette nature. «*Les perspectives à long terme de ces découvertes sont non seulement des possibilités nouvelles de miniaturisation pour les futurs ordinateurs, tablettes et autres dispositifs électroniques, mais aussi la construction de dispositifs verts à base de molécules organiques* », estiment les chercheurs wallons dont les travaux ont été publiés dans *Nature Communications*.

<http://www.uclouvain.be>;

<http://www.stanford.edu> et

<http://www.nature.com/ncomms/2014/140909/ncom5877/full/ncomms5877.html>

FOCUS sur Lambda-X

Saviez-vous que de la technologie développée à Nivelles se retrouvait dans l'espace ? Et que cette technologie pouvait trouver des applications terrestres comme, par exemple, des lentilles de contact ou des verres de lunettes, et être vendue dans le monde entier ? Non ? C'est pourtant la réalité avec les technologies mises au point par *Lambda-X*. Cette spin-off du laboratoire de microgravité de l'ULB où Olivier Dupont, son fondateur, était chercheur - a été créée en 1996. Elle conçoit, développe et commercialise des instruments d'optique, de métrologie et d'imagerie pour des applications aérospatiales, industrielles et optiques. La société a entamé ses activités par le développement d'instrumentations optiques dans la mécanique des fluides en microgravité pour le secteur spatial. «*La volonté était de diversifier les activités, de capitaliser sur les connaissances acquises dans le domaine spatial à l'application terrestre et de proposer, à l'identique, des services de développement optique pour l'industrie en général*», raconte Laurent Malfaire, directeur commercial de *Lambda-X*. En 2002, la société quitte le giron de l'ULB pour s'installer dans le parc industriel de Nivelles.

Du spatial aux applications terrestres

Reconnue comme un partenaire-clé par l'industrie aérospatiale européenne pour le développement d'instrumentations optiques utilisées dans l'espace, la société nivelloise prend part à de nombreux projets de recherche, notamment pour l'ESA (Agence spatiale européenne). La technologie et le savoir-faire acquis au travers de ces projets lui permettent de concevoir, réaliser et valider de nombreux instruments ayant volé, ou volant actuellement, à bord de satellites, de fusées sondes ou encore, de la Station spatiale internationale (ISS). Laurent Malfaire précise qu'«*aujourd'hui, le secteur spatial représente 40% de l'activité de la société.*» Les compétences développées par *Lambda-X* dans le spatial lui donnent la possibilité d'étendre ses activités aux applications industrielles et optiques. «*Cette activité a explosé durant ces 6 dernières années. Nous proposons nos services en ingénierie optique où, en étroite coopération avec le partenaire, nous identifions, développons et fabriquons l'instrument de mesure ou de vision qui répond à*

ses exigences. Nos préoccupations sont d'apporter à nos clients un produit lui offrant le meilleur rapport performance/ coût et de les accompagner dans leur utilisation avec un service après-vente rapide et techniquement performant.» Ainsi, la technologie optique métrologique développée pour un instrument spatial et visant à étudier la surface d'un fluide, permet de développer, entre 2002 et 2006, la gamme d'instruments *Nimo* pour le secteur de l'ophtalmique. Ces instruments mesurent les performances et contrôlent simultanément la qualité de fabrication d'éléments optiques tels que les verres correcteurs ophtalmiques, les lentilles de contact et les lentilles intraoculaires. «*Le marché s'est fortement développé dans ces 2 derniers secteurs, souligne le directeur commercial. Ces produits ont inondé le marché mondial ces dernières années et nous sommes en très forte progression depuis 2 ans. Aujourd'hui, nous sommes présents sur les 5 continents et nous travaillons avec les plus grands fabricants.*»

Collaboration européenne et aide wallonne

Du 1er janvier 2011 au 30 juin 2013, *Lambda-X* a participé au programme de recherche européen *Eurostars*. «*Le projet Imaps a démarré le 13 mars 2012. Il s'agissait de remettre à jour le package Nimo des verres de lunettes pour l'adapter aux nouvelles technologies et modes de fabrication des verres n'ayant pas une symétrie définie. Dans le cadre de ce projet, nous avons cherché une association intéressante entre un théoricien et un expérimentateur. Nous travaillons avec une société espagnole. Ce fabricant de verres de lunettes nous amène ses dernières technologies de fabrication, son dernier carat de besoin et d'intégration de la métrologie de façon la plus efficace possible dans la fabrication. Nous lui apportons cette technologie. Notre partenaire est en charge du design de ces verres. Nous développons les outils - hardware et software - nécessaires au contrôle précis des caractéristiques de ces surfaces optiques, ainsi qu'à la mesure des écarts entre les caractéristiques attendues par le design et celles réellement produites. Le but ultime est de fournir des verres engendrant un minimum de désagréments aux porteurs de lunettes.*»

Une complémentarité efficace pour un résultat optimal. «Ce projet est une opportunité de mettre en commun des connaissances en matière de design et de métrologie. Notre partenaire nous aide à comprendre ce qu'il dessine ainsi que les points-clés à mesurer et nous l'aidons à effectuer ces mesures par le développement d'outils optimisés. Le fabricant pourra ensuite apporter les améliorations requises au niveau du design ou des paramètres de production, en partant d'un verre standard.» L'aide Eurostars accordée par la Région wallonne à Lambda-X dans le cadre du projet *Imaps* a aidé l'entreprise à financer ce développement.

«Nous avons envoyé un instrument à notre partenaire espagnol. L'aide de la Région wallonne nous a permis d'allouer beaucoup d'heures pour développer de nouveaux types d'algorithmes. Nous avons débuté par une phase de R&D en mathématique appliquée pour développer des algorithmes qui allaient permettre d'aller plus loin dans le traitement des images. Un nouveau logiciel a été mis au point, conforme aux exigences du marché et aux normes en vigueur actuellement. Aujourd'hui, nous sommes en phase de finalisation du projet avec le dernier rapport. Ce logiciel pourra ensuite être mis en vente dans le monde entier ».

A propos de la quinine

La saga de la quinine est un chapitre remarquable de l'histoire des Espagnols en Amérique du Sud, et de leurs échanges culturels et linguistiques avec les Amérindiens.



La comtesse de Chinchón recevant du vice-roi l'infusion de quinquina devant l'Inca qui en rapportait l'écorce.



Rameau du Quinquina jaune (*Cinchona calisaya*)
Franz Eugen Köhler, Köhler's
Medizinal-Pflanzen - Creative
Commons Attribution.

Une écorce miraculeuse

Les Espagnols installés dans la région du Pérou à partir des années 1540 ont sans doute remarqué que les Incas vivant dans les Andes buvaient des infusions d'écorce d'un certain arbre, le quinquina, pour lutter contre les frissons. Ils en ont déduit qu'un remède fébrifuge pouvait être tiré de cette écorce, un peu comme de celle du saule, déjà bien connue en Europe, et qui donnerait plus tard l'idée de l'aspirine. Les Espagnols ont même pensé pouvoir tirer du quinquina un remède contre le paludisme, ce fléau de l'Ancien Monde que les Européens, inévitablement, apportaient en Amérique. Ce sont en fait les jésuites, en particulier ceux qui étaient basés à Lima, qui ont mené à bien les observations botaniques, les récoltes d'écorce et les

essais de traitements des malades. Le succès rencontré en Amérique s'est poursuivi en Europe à partir des années 1630, jusqu'à ce que l'écorce de quinquina devienne la source d'un important médicament antipaludique, qui fut appelé parfois la *poudre des jésuites*. L'histoire était parfois enjolivée, comme par ce médecin de Gênes qui publiait en 1663 un récit selon lequel la 4^e comtesse de Chinchón, épouse du vice-roi du Pérou, avait été guérie de la maladie par la précieuse écorce « à la stupéfaction générale ». On a prouvé ensuite que ce récit était fantaisiste, mais l'histoire a eu la vie dure, au point que la poudre de quinquina a été surnommée aussi *poudre de la comtesse*. Le grand botaniste Linné a même déduit de *Chinchón* (en oubliant le premier /h/) le nom de genre *Cinchona* des différentes espèces de quinquinas.

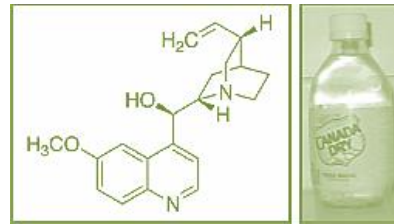
D'où vient le nom quinquina ?

On lit dans plusieurs dictionnaires que *quinquina*, en français est un nom emprunté par l'intermédiaire de l'espagnol au quechua, la langue amérindienne du Pérou, comme c'est le cas d'autres noms de végétaux (*hévée* ou *quinoa*...) ou d'animaux (*condor*, *puma*, *lama*, *guanaco* ou *vigogne*...). Cependant, l'origine de *quinquina* reste encore incertaine. Tout d'abord, en espagnol, le nom du quinquina est *quina*, et *quina* désignait déjà au Moyen Âge une plante asiatique, ou le remède qu'on en tirait. Il est donc possible que les Espagnols aient réutilisé ce nom *quina*, qui serait devenu dans la langue quechua *quina-quina* (d'où *quinquina*), par un redoublement de type superlatif. Enfin, on a remarqué également que le nom de genre *Cinchona* se prononce en latin *kin'kona*, ce qui

s'entend à peu près comme *kinkina*... En résumé, il est peut-être moins précis, mais plus exact, de retenir que *quinquina* est d'origine d'hispano-quechua, résultant de la collaboration entre les Espagnols et les Amérindiens. On a d'ailleurs longtemps utilisé en français le nom *quina* tout court, à côté de *quinquina*. Ainsi Jean de La Fontaine, Maître des eaux et forêts à ses heures, dédiait *Le poème du Quinquina* (1682) à la duchesse du Bouillon (cela ne s'invente pas), et lui recommandait avec enthousiasme : « *Le Quina s'offre à vous, usez de ses trésors.* »

La chimie du quinquina

À l'orée du XIXe siècle, les chimistes Pelletier et Caventou ont recherché les principes actifs dans l'écorce de plusieurs espèces de quinquinas. Après avoir isolé une première substance active, qu'ils ont nommée *cinchonine* (dérivé de *Cinchona*), ils en découvraient une seconde, plus active, à propos de laquelle ils écrivaient en 1820 : « *Nous avons cru devoir la nommer quinine, pour la distinguer de la cinchonine par un nom qui indique également son origine.* » Cette découverte de la quinine, dont le nom était dérivé de *quina*, leur valut le titre de « bienfaiteurs de l'humanité ».



Structure de la quinine (en espagnol *quinina*, en anglais *quinine*, en allemand *Chinin*), présente dans la célèbre boisson *Canada Dry Tonic Water*.

Un médicament et un produit « tonique »

La quinine a effectivement permis de faire régresser le paludisme dans le monde et elle reste utilisée dans certains cas, même si d'autres molécules le sont plus largement aujourd'hui. En outre, on trouve toujours une petite dose de quinine dans des boissons dites « toniques », comme le *Canada Dry Tonic Water*, le cocktail gin tonic ou d'autres boissons réputées pour être requinquantes. Le quinquina est requinquant ? Oui, mais pas étymologiquement, car *requinquer* pourrait être une altération d'un ancien **reclinquer* (mot non attesté par écrit) dérivé de *clinquer*, qui aurait signifié « se donner du clinquant ».

Pierre Avenas. Courriel : pier.avenas@orange.fr

IN MEMORIAM

MONSIEUR CLAUDE WIELEMANS (1914-2014)

Membre cotisant de l'ARDIM, Monsieur Claude Wielemans fut diplômé de l'Institut Meurice en 1934.

Il fut notamment Président honoraire des Brasseries Wielemans-Ceuppens.

« Il a réalisé son rêve, fêter ses 100 ans entouré de tous les siens puis s'en est allé pour son dernier voyage. »

Adrien

Appel aux cotisations

Chères Meuriciennes, chers Meuriciens,

En te faisant membre de l'Association Royale des Ingénieurs Diplômés de l'Institut Meurice, tu auras la possibilité d'être activement informé de nos activités, auxquelles tu pourras participer à prix réduits, et de recevoir le Contacts, notre journal, 4 fois par an. Notre objectif est de créer un réseau d'ingénieurs industriels diplômés de l'Institut Meurice qui te permettra d'étendre ton carnet d'adresses professionnelles et d'assouvir ta curiosité tant dans le domaine technique que managérial en te donnant la possibilité d'échanger et de développer tes connaissances.

Chaque année, nous organisons la Journée Printemps-Été qui te permet de visiter des entreprises qui ne sont pas ouvertes au grand public et le Banquet qui te donne l'occasion de retrouver et de rencontrer d'autres Meuricien(ne)s. Depuis peu, nous organisons également un Networking Emploi qui te met en contact avec des recruteurs et des industries à la recherche de nouveaux talents ou d'ingénieurs expérimentés. Nous avons également l'intention de mettre sur pied des séries de séminaires (dans des domaines techniques et de développement de compétences managériales).

En devenant membre de l'association, tu deviens également membre de l'UFIB. Une fédération qui ne cesse de se battre pour la protection et la promotion du titre d'Ingénieur Industriel au niveau national. C'est en partie grâce à eux que les études sont devenues un Master en Science de l'Ingénieur Industriel. L'UFIB a également participé à la création du CIBIC (rassemblement des Ingénieurs industriels et civils francophones et néerlandophones) qui défend les diplômes d'ingénieurs belges au niveau international.

Pour rappel, nos missions sont :

Créer des liens entre Meuricien(ne)s

Soutenir les membres dans leur vie professionnelle

Echanger, initier des rencontres

Favoriser le développement personnel et sensibiliser à la formation continuée

Relayer les nouvelles de l'Institut Meurice

Vous êtes le **moteur** de l'association ; en tant que membre, c'est vous qui faites de l'association ce qu'elle est !

Montant de la cotisation :

- 35 € pour les membres actifs et par couple ;
- 30 € pour les membres pensionnés et par couple ;
- 15 € pour les jeunes ingénieurs dans les deux ans suivant l'année de promotion (Promotions 2012 et 2013) ;
- 175 € pour 5 ans pour les membres actifs et par couple ;
- 15 € pour les personnes sans emploi ;
- promotions 2014 et 2015 : gratuit.

Peut être réglée via virement bancaire au numéro de **compte AIF-IMC / IBAN :**

BE76-2100-1674-6595 – BIC : GE-BABEBB avec en communication 'cotisation 2015' et le nom de famille.

Le conseil d'administration.

Suis la vie de l'association sur

