

Septembre 2017

KIMIA AFRICA



LA REVUE DE LA CHIMIE ET DE LA PARACHIMIE

Dossier

L'avenir de l'industrie est-il dans la chimie ?

Comment ça marche ?

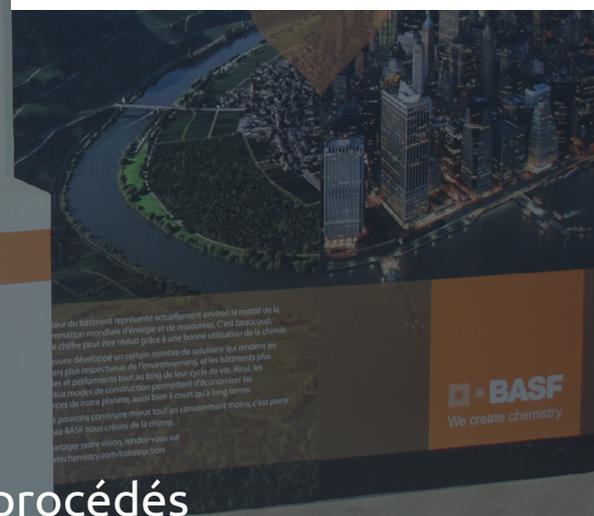
8 Réactions chimique incroyable

Dossier

CHIMIE DURABLE et intensification des procédés
pour un génie des procédés moderne et « vert »

Interview

avec **Abed CHAGAR**,
DG Colorado



Chère lectrice, Cher lecteur,

L

a Chimie et la Parachimie représentent un poids considérable au niveau du tissu industriel marocain et restent l'un des secteurs les plus transversaux de l'économie puisque très lié à l'agriculture, à la santé ou encore au BTP. Ce constat est d'autant plus vrai, étant donné que le secteur génère un chiffre d'affaires de 21 milliards de DH, soit 5% du chiffre d'affaires industriel.

Cette revue consacrée à la Chimie vient donc appuyer la volonté de la Chambre Française de Commerce et d'Industrie du Maroc (CFCIM) ainsi que de la Fédération de la Chimie et de la Parachimie (FCP) de valoriser ce secteur. Elle est donc particulièrement destinée aux personnes qui souhaitent être éclairées sur les meilleures pratiques et tendances de la Chimie et de la Parachimie.

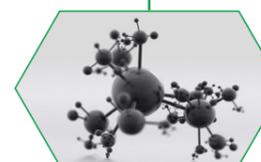
De par leur expertise technique et scientifique, les articles de la revue sont rédigés par des experts connus et reconnus de notre partenaire Techniques de l'Ingénieur, la plus importante ressource documentaire technique et scientifique en français. Vous y découvrirez des sujets variés comme la chimie durable, les Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (VLEP), les conservateurs utilisés pour les produits cosmétiques, etc...

Si vous souhaitez en savoir davantage sur l'actualité du secteur, rejoignez-nous lors du Salon des Matières Premières et des Technologies de la Chimie et de la Parachimie, KIMIA AFRICA, qui aura lieu du 26 au 28 septembre 2017 au Centre International de Conférences et d'Expositions de Casablanca. En attendant, nous vous souhaitons une bonne lecture ! ●

ABDELBIR MOUTAWAKKIL
Président
FCP

PHILIPPE CONFAIS
Directeur Général
CFCIM

Dossier **P.4**
L'avenir de l'industrie
est-il dans la Chimie ?



P.18
Interview avec Abed
CHAGAR, DG Colorado

Dossier **P.20**
Chimie durable et intensi-
fication des procédés pour
un génie des procédés mo-
derne et « vert »



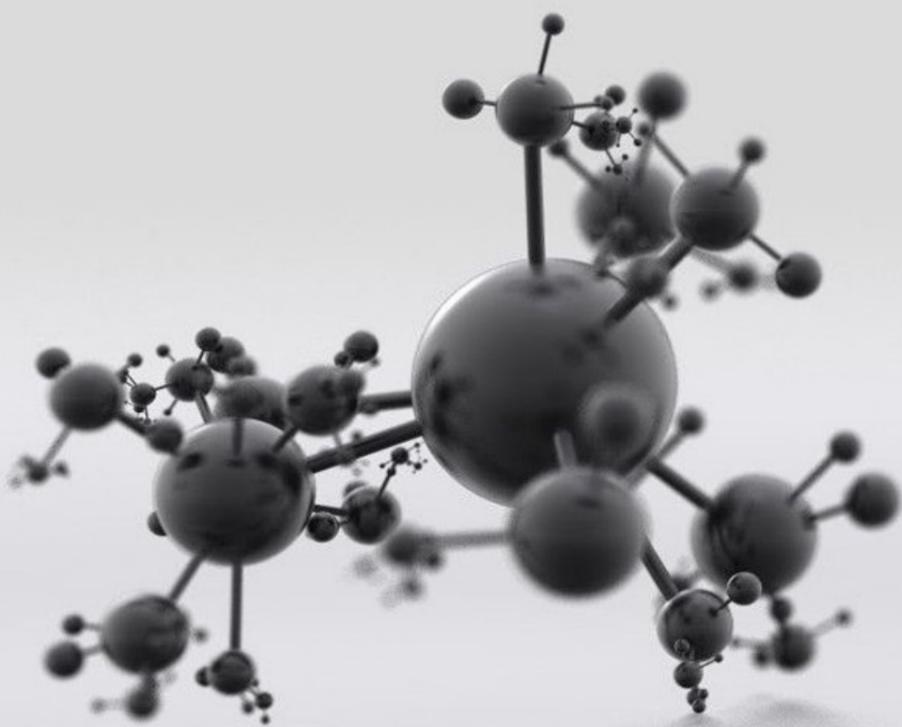
P.38
8 Réactions chimiques
incroyables



Dossier **P.30**
Quels conservateurs uti-
lisés pour les produits
cosmétiques ?

Dossier **P.40**
VLEP et exposition aux
produits chimiques

L'AVENIR DE L'INDUSTRIE



- La Chimie click révolutionne la biologie P 6
- Les bioraffineries ont elles un avenir ? P 8
- De l'hydrogène liquide dans l'acide formique P 10
- Les réactions chimiques à l'origine de la vie (peut-être) P 12
- La Chimie au service de l'ipad et de l'iphone P 14
- Quelques idées fausses sur l'osmose P 16

EST-IL DANS LA CHIMIE ?

Dans l'histoire de l'innovation industrielle, la chimie a souvent permis d'effectuer des sauts technologiques incroyables. Assez pour devenir le pilier de la recherche ?

La CHIMIE CLICK révolutionne la biologie

Présenté par Sharpless en 2001, la « *click chemistry* » consiste à clipper deux molécules l'une à l'autre, comme on ferme un bouton pression. Explications.

Par Audrey Loubens

Toutefois, toutes les molécules ne peuvent pas être clippées à n'importe quelle autre. La réaction met en jeu un alcyne et un groupement à base d'azote. Depuis une dizaine d'années, la chimie click fait l'objet de nombreuses recherches. Si certaines visent principalement à maîtriser la réaction, beaucoup portent sur des nanoparticules d'or qui sont très utilisées dans le secteur médical. Le couplage entre des azotures et des alcynes fait partie des réactions chimiques dites bio-orthogonales, des réactions biocompatibles et d'une grande sélectivité. Voici 7 exemples d'applications de la chimie click.

Le CEA prépare des motifs chimiques

Les chercheurs du CEA-Ibitec-S ont développé une nouvelle application de la chimie click. Pour assembler deux éléments, les chimistes dotent l'un d'entre eux d'un groupement

hétérocyclique doublement chargé, aussi appelé sydnone, et le second d'un groupement alcyne. En présence d'un



catalyseur, souvent du cuivre, ces deux motifs permettent de clipper les éléments l'un à l'autre. Les scientifiques ont découvert cette réaction suite à une analyse à base de criblage à haut débit de milliers de combinaisons possibles. Cette réaction peut se produire dans du sang humain par exemple, et donc s'appliquer à la chimie médicinale aussi bien qu'aux biotechnologies.

Des nanoparticules d'or liquides-cristallines

Dans sa thèse soutenue en 2012, Sylvain Mischler de l'université de Neuchâtel explique comment la chimie click peut servir à synthétiser des nanoparticules d'or. Pour y parvenir des dendrons liquides-cristallins sont greffés aux nanoparticules d'or par cycloaddition 1,3-dipolaire. La réaction est catalysée par du cuivre. Cette approche permet de greffer aux particules d'or des dendrons acétyléniques de première et deuxième génération, mais aussi des structures dendritiques contenant des fullerènes comme le méthanofullérodendron.

Assemblage et désassemblage de systèmes prodigue En 2011, l'ANR accepte de financer la mise au point d'un nouveau système de systèmes nanoparticulaires poreux capable de libérer de façon contrôlée un principe actif. Ce dernier est encapsulé et relâché par ouverture de nanovalves quand il est éclairé. Pour y arriver, les chercheurs misent sur la chimie click pour lier la drogue à une molécule porteuse puis la libérer



rapidement sous l'effet de la lumière UV. D'où le nom de click-unclick.

Assemblage de nanoparticules magnétiques sur des surfaces fonctionnalisées

Autre thèse, autre financement ANR. Delphine Toulemon de l'Institut de physique et chimie des matériaux de Strasbourg a réussi à clipper des nanoparticules magnétiques sur des surfaces fonctionnalisées par des molécules organiques. L'utilisation de radiations

des nanoparticules d'or sur un substrat de carbone vitreux. Ce faisant, les nanoparticules se retrouvent liées au substrat via des liaisons covalentes, plus robustes que les liaisons faibles existantes lorsque les nanoparticules sont simplement déposées. Les chercheurs de l'Institut de chimie physique de l'académie polonaise des sciences (Varsovie) ont réussi en ajoutant des alcynes aux nanoparticules d'or et des azotures au substrat. La réaction utilise une catalyse électrochimique, ce qui optimise le temps de réaction par rapport à une catalyse chimique. Cette méthode pourrait servir à fabriquer

" La Chimie Click a tout pour séduire le monde du vivant. "

microondes permet d'accélérer la réaction tandis que le contrôle de la réaction click par électrochimie optimise la préparation de films multicouches de nanoparticules. Fixer des nanoparticules d'or sur un substrat Des scientifiques polonais ont utilisé la chimie click pour fixer

des détecteurs de conservateurs par exemple. Les scientifiques polonais assurent pouvoir travailler avec d'autres types de substrats.

Synthèse d'agents bimodaux

Au Laboratoire de synthèse et physicochimie de molécules d'intérêts biologique à Toulouse,

les scientifiques ont élaboré des complexes hétérobiméalliques pouvant servir pour l'imagerie bimodale. Grâce à la chimie click, ils ont notamment greffé une pince iminodiacétate tridentate sur un complexe Re(I)-pyridine-triazole pyta bidentate utilisable comme sonde bimodale fluorescente.

Et si on se passait du cuivre ?

Alors que la chimie click a tout pour séduire le monde du vivant, elle présente un point faible : sa cinétique est extrêmement faible, d'où le recours fréquent à un catalyseur, le cuivre. Sauf qu'un excès de cuivre peut présenter une certaine toxicité cellulaire. Pour s'en affranchir, les scientifiques du Laboratoire de marquage au carbone 14 du CEA ont eu l'idée d'intégrer le cuivre directement à l'un des deux éléments à clipper. Les chercheurs ont développé un réactif comprenant à la fois la fonction azoture et un complexant de cuivre. Plus besoin de rajouter le catalyseur tout en conservant une bonne cinétique en réalisant les réactions en quelques secondes. ●

Les BIORAFFINERIES ont elles un avenir ?



Par Audrey Loubens

Avec l'arrivée des filières lignocellulosiques, le bioraffinage passe un cap et on parle de bioraffinerie de seconde génération. De quoi redonner du souffle à un secteur qui peine à s'imposer du fait de coûts de production trop élevés pour les marchés.

Faut-il miser sur le bioraffinage ? Alors que le marché des produits biosourcés devrait doubler dans 5 ans (d'après un rapport du LMI) et que le marché mondial des bioraffineries se prépare à afficher une croissance insolente de 8.93% par an jusqu'à 2018, on pourrait croire que tous les voyants sont au vert. Pourtant, les bioraffineries peinent à imposer leurs produits face à leurs homologues issus de la

pétrochimie.

En cause, une réalité économique impitoyable. « Même le procédé le plus « vert » possible ou biosourcé échouera à détrôner son équivalent pétrosourcé s'il n'est pas compétitif au niveau du prix » résume Franck DUMEIGNIL, Directeur de l'unité de catalyse et de chimie du solide de l'université de Lille 1 et coordinateur du projet européen EuroBioRef. Seuls les biosourcés à haute valeur ajoutée pourront espérer s'affranchir de cette contrainte.

En Europe, aux freins de nature économique vient s'ajouter la réglementation REACH qui impose de faire certifier toute nouvelle molécule. Les frais afférents aux divers tests requis sont rarement supportables par une PME. Mais

la chimie verte peut compter sur un contexte favorable. Le besoin de remplacer des produits issus de la pétrochimie par des produits biosourcés aux mêmes propriétés est réel. Les directives européennes visent d'ailleurs à incorporer 10% de biocarburant d'ici à 2020 et l'industrie chimique française s'est engagée à utiliser 15% de matière première d'origine végétale dès 2017. Il serait possible de remplacer un tiers des hydrocarbures fossiles en transformant la biomasse. C'est là que l'arrivée de la filière lignocellulosique est déterminante. Alors que la bioraffinerie de 1ère génération était en concurrence directe avec l'alimentation humaine et animale, celle de 2ème génération propose de convertir la lignocellulose, composée de

lignine, d'hémicellulose et de cellulose.

« Autre difficulté, si les technologies existent, les sortir de l'intimité du laboratoire coûte extrêmement cher. La réalisation d'un démonstrateur nécessite le soutien d'un industriel solide car le risque est réel, et les aides publiques manquent » déplore-t-il. Les bioraffineries sont d'ailleurs plus nombreuses en Amérique du nord, aidées par des politiques de soutien. En 2010, l'Europe accepte de financer à hauteur de 23.5 millions le projet European multilevel integrated biorefinery design for sustainable biomass processing (EuroBioRef) dont le but est d'élaborer une nouvelle raffinerie intégrant l'ensemble des processus de transformation de la biomasse. Terminé en 2014, ce projet incluant 29 partenaires européens a permis de déposer 21 brevets. Les résultats ont permis d'optimiser les biotechnologies pour produire des molécules plateformes à partir de glycérol et d'hydrolysats de biomasse. Une usine pilote est sortie de terre en Norvège, capable de traiter 50kg de matière lignocellulosique sèche chaque heure.

L'un des principaux obstacles techniques que doit surmonter le bioraffinage réside dans la séparation. Culturellement, les différents utilisateurs préfèrent travailler avec un composé unique, aux propriétés bien définies plutôt qu'avec des mélanges. Or, par définition la biomasse est une matière première hétérogène, puisque variable en fonction des saisons, de la météo, de la sorte de plante... Néanmoins, concernant la production de biocarburants, le projet BioTfuel illustre bien

l'évolution des mentalités. Ce projet de production de biocarburants de 2ème génération par la voie thermo-chimique a pour objectif de développer une chaîne de procédés dédiée à la production de biogazole

" Le besoin de remplacer des produits issus de la pétrochimie par des produits biosourcés aux mêmes propriétés est réel . "

et de biokérosène disponibles sur le marché dès 2020.

Pour y arriver, BioTfuel mise sur le cotraitement, c'est-à-dire le traitement d'une large gamme de ressources, biomasse et fossile en même temps. Le produit final est donc un mélange de carburant d'origine fossile et de biocarburant, dont la teneur sera variable. Cette flexibilité permet à la fois d'améliorer le rendement et d'abaisser les coûts de production. La technologie de gazéification appliquée aux matières fossiles devra être adaptée à l'injection de biomasse. Total, associé à ce projet, s'est aussi engagé dans Futurol, afin de développer un procédé de production d'éthanol par voie biologique à partir de différentes biomasses.

Cette fois, les sucres sont extraits de la biomasse puis fermentés pour se transformer en éthanol. L'installation pilote est basée à Pomacle-Bazancourt. A terme, l'usine pourrait produire 500L d'éthanol chaque jour.

De son côté, l'INRA a développé un nouveau procédé de fractionnement de la biomasse ligno-cellulosique. Celle-ci étant

particulièrement variée, la phase de prétraitement est souvent coûteuse, bien qu'elle soit un préalable essentiel aux étapes suivantes que sont l'hydrolyse enzymatique pour la production de sucres et la fermentation transformant les sucres en bio-éthanol. Les chercheurs de l'Inra proposent de réaliser tout d'abord une étape de broyage ultrafin, suivie d'une étape de séparation électrostatique.

De la paille a ainsi pu être fractionnée en plusieurs parties enrichies en cellulose et en lignine-hémicellulose. Cette approche par voie sèche sans traitement chimique ni effluent a fait l'objet d'un brevet et s'applique au bois, aux sous-produits agricoles ou encore aux cultures lignocellulosiques.

Autre axe d'innovation, la catalyse hybride, censée combiner les atouts des catalyses chimiques et enzymatiques. REALCAT, plateforme intégrée appliquée au criblage haut débit de catalyseurs pour les bioraffineries hébergée à Centrale Lille, est dédiée au développement de catalyseurs pour les bioraffineries. « Les molécules issues de la biomasse sont plus réactives que celles issues de la pétrochimie.

Loin d'être un avantage, ce comportement nécessite une attention particulière lors du process pour éviter qu'il ne s'emballe. » indique Franck Dumeignil. Si aujourd'hui les produits issus du bioraffinage ne sont pas compétitifs avec leurs homologues pétrosourcés, le besoin d'indépendance vis-à-vis du pétrole motive des investissements qui pourraient bien changer rapidement la donne. ●

De l'hydrogène liquide dans l'acide formique



Par Matthieu Combe, journaliste scientifique

L'hydrogène devrait jouer un rôle important dans le futur de l'énergie. Mais son utilisation à haute pression à température ambiante pose encore quelques problèmes de sécurité, de logistique et de rentabilité. La solution pourrait être de le stocker

sous forme d'acide formique, liquide à température et pression ambiantes. L'hydrogène peut être utilisé comme carburant grâce aux piles à combustibles et pourrait servir à stocker l'excédent de production renouvelable, comme le solaire

ou l'éolien. Mais extrêmement inflammable, il doit être stocké dans d'encombrants conteneurs pressurisés. Pour surmonter cet obstacle, les équipes de Gábor Laurenczy de l'École polytechnique fédérale de

Lausanne (EPFL), ainsi que celles du Leibniz-Institut für Katalyse ont trouvé une solution originale : transformer l'hydrogène en acide formique.

De l'hydrogène (H₂) associé à du CO₂ peut être transformé en acide formique (HCOOH) par électro-réduction grâce à un catalyseur. Ce procédé de catalyse peut être basé sur le fer – un métal facilement disponible et peu coûteux, en comparaison des métaux « nobles » comme le platine ou le ruthénium. L'avantage principal est que

à peine 28 grammes pour un même volume d'hydrogène pur pressurisé à 350 bars.

La synthèse de l'acide formique par hydrogénation du CO₂ se fait généralement en milieu basique, en présence d'amines ou de sels tampons, et produit des sels de formiate.

L'originalité des travaux de Gábor Laurenczy est de faire cette réaction en milieu acide, sans obtention de sous-produits.

Cette synthèse se fait en une seule étape, contrairement aux procédés conventionnels qui

" L'hydrogène peut être utilisé comme carburant grâce aux piles à combustibles et pourrait servir à stocker l'excédent de production renouvelable, comme le solaire ou l'éolien. "

l'acide formique, ainsi obtenu est très peu inflammable et liquide à température ambiante. L'hydrogène peut alors être stocké facilement et en toute sécurité sous cette forme.

La réaction inverse est également possible : par le biais d'une catalyse, l'acide formique retourne à l'état de CO₂ et d'hydrogène, lequel peut ensuite être transformé en énergie électrique.

Ici, pas besoin de haute pression, la réaction se fait à pression ambiante ! Un autre avantage de cette réaction par rapport au stockage conventionnel est que le procédé permet de stocker presque le double d'énergie à volume égal. En effet, un litre d'acide formique contient plus de 53 grammes d'hydrogène, contre

en comportent plusieurs pour purifier l'acide formique obtenu. Cette catalyse ouvre des portes nouvelles pour l'avenir de l'hydrogène, bien que la production industrielle ne soit visiblement pas pour tout de suite. « Les travaux de Gábor Laurenczy se poursuivent afin d'optimiser plusieurs maillons de la chaîne CO₂-hydrogène - acide formique - énergie », prévient Emmanuel Barraud, communiquant de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne. « Concernant l'utilisation de l'acide formique comme réserve énergétique, les travaux en cours actuellement visent à la réalisation d'ici la fin de cette année d'un prototype de générateur autonome de 1kW ».

Deux sociétés ont déjà acheté une licence pour développer cette technologie : Granit (Suisse) et Tekion (Canada).

Stocker les énergies renouvelables

Le courant obtenu grâce à des énergies renouvelables peut produire de l'hydrogène par électrolyse de l'eau. Demain, cet hydrogène pourra être transformé et stocké sous forme d'acide formique, avant d'être retransformé sous sa forme initiale pour produire de l'électricité. La simplicité et la sécurité du procédé permettrait d'utiliser une pile d'acide formique à l'échelle domestique, pour stocker la production excédentaire de panneaux solaires ou de petites éoliennes.

Des voitures carburant à l'acide formique

La première voiture à hydrogène commercialisée par Toyota stocke l'hydrogène grâce à un réservoir pressurisé à 700 bars. Ce réservoir coûte très cher, rendant la voiture difficilement accessible au citoyen lambda. Mais demain, les voitures pourraient rouler à l'acide formique, grâce à un stockage plus compact. « Techniquement, c'est tout à fait faisable. D'ailleurs, de grands constructeurs nous ont contactés en 2008, quand le baril du pétrole a atteint des sommets. A mon sens, le seul obstacle est économique », confie Gábor Laurenczy.

Une autre application possible de ce procédé est d'utiliser le CO₂ atmosphérique, responsable de l'effet de serre, pour synthétiser de nombreux produits chimiques. ◆

Les réactions chimiques à l'origine de la vie (peut-être)

3,8 milliards d'années après la naissance du vivant, les chercheurs tentent encore de percer le secret de la naissance du vivant. À quel moment et dans quelles conditions, certaines réactions chimiques ont-elles pu contribuer à la complexification des cellules, jusqu'à créer des structures pérennes à l'origine des premiers organismes vivants ?

Par Sébastien Tribot



Aujourd'hui, au travers de récentes découvertes, quelques hypothèses permettent peut-être de comprendre l'apparition de la vie. En voici deux : de la goutte d'eau agissant comme un accélérateur de réactions aux molécules venues de l'espace qui pourraient être à l'origine des briques du vivant.

La goutte d'eau, le terreau de la vie ?

Des chercheurs du laboratoire de l'université de Strasbourg, experts en microfluidique, « la science et la technologie des systèmes qui manipulent des petits volumes de fluides », se sont aperçus lors d'une étude sur la production de molécules qu'une goutte d'eau

agissait comme un accélérateur de réactions chimiques, quelles qu'elles soient.

Dans le cas présent, l'équipe menée par le professeur Andrew Griffiths a introduit deux micro-molécules dans des micro-gouttes : de l'amine ainsi que de l'aldéhyde, connues pour leur réaction fluorescente. Ce qui s'est produit ensuite a beaucoup

étonné les chercheurs. En effet, les gouttelettes se sont mises à briller intensément, et de façon anormale, montrant que l'expérience était un succès et allait même au-delà de toutes espérances. Des imines fluorescentes, des composés organiques, ont ainsi été obtenus... En quantité 45 fois plus importante que ne laissait l'entendre les pronostics.

C'est en cherchant à découvrir pourquoi une telle réaction avait eu lieu, que les scientifiques ont considéré plus sérieusement l'architecture de la goutte d'eau ainsi que les phénomènes ayant cours à l'intérieur. Il s'est révélé que les molécules se sont retrouvées collées à la paroi des gouttes d'eau sous l'action de la tension superficielle, « un phénomène d'augmentation de l'énergie à la surface d'un fluide et qui en augmente localement la cohésion », engendrant une coalescence. Les molécules n'ont pu réagir comme elles le font en temps normal. Leurs déplacements en ont été limités, favorisant les interactions. Comme l'explique Jean-Christophe Baret, l'un des membres de l'équipe de recherche, « dans une goutte, les molécules sont naturellement attirées vers les parois et vont momentanément s'y accrocher ». La gouttelette s'est donc révélée être un terreau propice aux réactions chimiques, agissant comme un site de Dating, c'est-à-dire en facilitant la mise en relation des molécules ; ou plutôt, en augmentant les chances pour que celles-ci « se retrouvent dans la même pièce » et établissent des liaisons.

Les chercheurs ont conclu que la goutte d'eau favorisait la

complexification des molécules. Et, bien que cette étude ne suffise pas à donner une explication à l'émergence des premières molécules organiques complexes, elle offre tout de même une hypothèse séduisante sur l'origine du vivant.

Les exobiologistes ont décroché peut-être la timbale. Les briques du vivant viendraient-elles d'ailleurs ? Des chercheurs de l'Institut d'astrophysique spatiale (IAS) de l'université Paris Sud en collaboration avec l'Institut de chimie de Nice de l'université de Nice-Sophia Antipolis ont voulu savoir ce qui arrivait lorsque l'on soumettait de la glace présente dans un nuage de gaz interstellaire aux UV émis par les étoiles environnantes (même lointaines). Ils ont ainsi refroidi un mélange d'eau, de méthanol et d'ammoniac, trois composants dont on a déjà trouvé des traces au sein de ces nuages de gaz, puis ils l'ont astreint à un rayonnement UV pendant une période allant d'une semaine à un mois.

Les échantillons de glace exposés sont ensuite passés par le laboratoire de Nice pour y être analysés par l'équipe de Uwe Meierhenrich. Là, deux petites molécules organiques ont été détectées : le glycolaldéhyde et le glycéraldéhyde ; des sucres élémentaires, composés d'atomes de carbone.

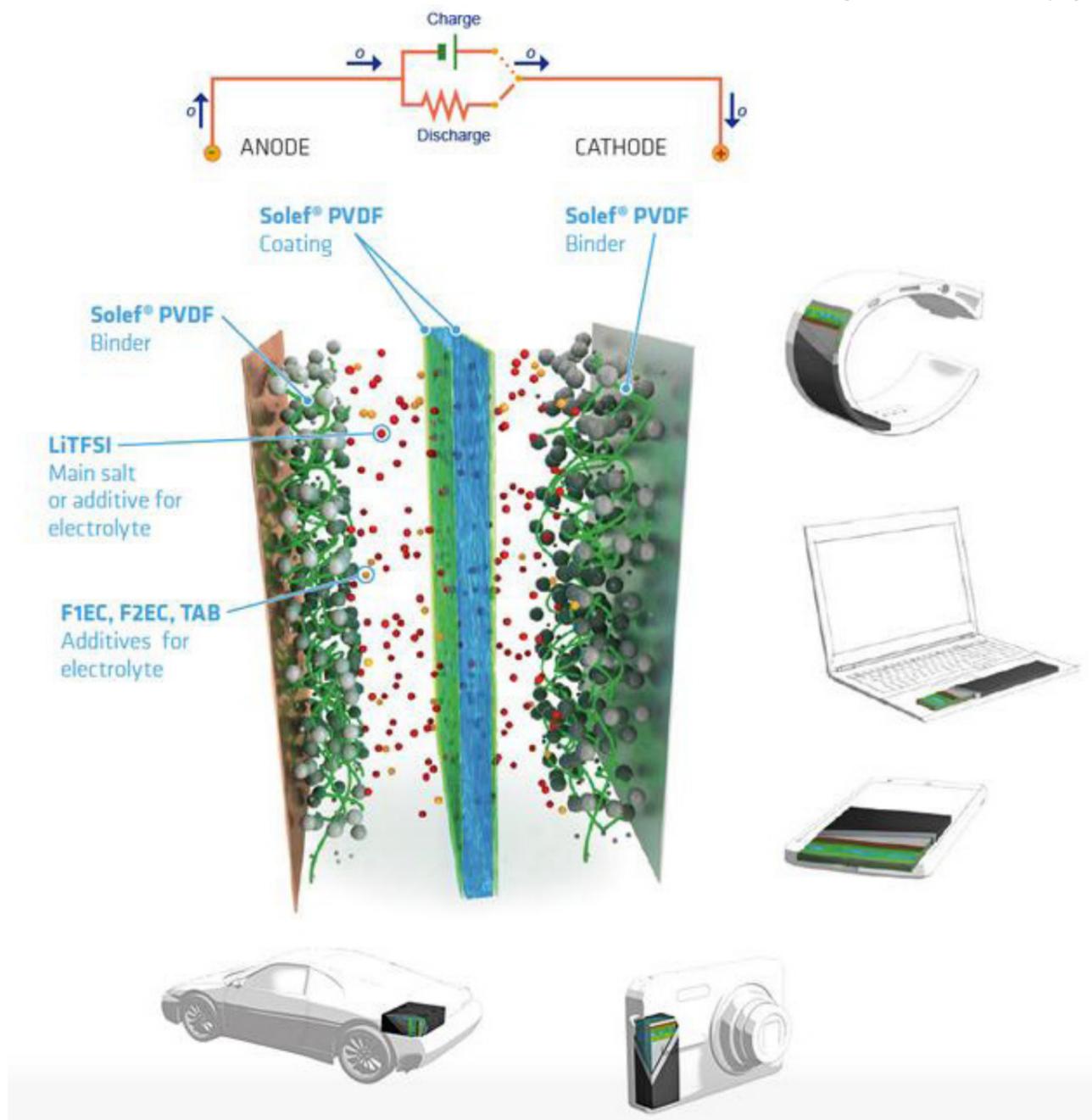
Or, ces deux molécules sont des constituants de structures plus complexes telles que les acides nucléiques. On les retrouve dans l'acide ribonucléique (ARN), « une molécule biologique présente chez pratiquement tous les êtres vivants ».

L'expérience leur a donc permis de comprendre et de donner une explication plausible aux mécanismes chimiques à l'origine de la création de certaines molécules pouvant, par association, produire des « molécules organiques simples comme les acides aminés ». Dans le cas présent, du glycolaldéhyde et du glycéraldéhyde ; des composants des briques du vivant. Sachant que les astronomes ont déjà perçu du glycolaldéhyde dans l'espace, l'hypothèse est donc la suivante. Les molécules créées dans l'espace ont fort bien pu voyager à dos d'astéroïde jusqu'à la Terre, où elles se seraient multipliées, développées et complexifiées par différents processus chimiques jusqu'à devenir organiques et former les premières briques du vivant. Étant donné le nombre impressionnant de micro-météorites qui bombardent chaque jour la Terre, et tenant compte du fait qu'il était 1 000 fois plus élevé il y a de ça 4 milliards d'années, celles-ci ont très bien pu servir de vaisseaux aux molécules responsables des briques du vivant. Et cela pose bien sûr une autre question... Si à l'intérieur des nuages de gaz interstellaire peuvent se produire des réactions chimiques capables d'engendrer des molécules, y compris des acides aminés, pourquoi la vie ne se serait-elle pas développée sur une autre planète ? Une étude récente a d'ailleurs montré que le nombre de planète habitable, c'est-à-dire cumulant ces trois qualités : de l'eau, de l'atmosphère et du carbone, se comptait en milliards. Ce n'est qu'un scénario mais cela laisse songeur. ◆

La Chimie au service de l'ipad et de l'iphone

On ne le sait pas toujours mais dans l'ombre les chimistes travaillent d'arrache-pied pour rendre nos iPad et iPhones toujours plus performants. Dans cette course à l'innovation, les éléments chimiques se révèlent indispensables

Par Sébastien Tribot, journaliste scientifique



À chaque nouvelle sortie, ces outils modernes désormais bien ancrés dans notre quotidien sont disséqués et révèlent toujours une liste de composants de haute technologie.

Ce sont les véritables stars de nos mobiles. Il est vrai que leur constitution est bien souvent impressionnante...

Écran dernier cri, processeur, configuration, type de mémoire, rien n'est laissé au hasard. Évidemment, cela fait le bonheur des fournisseurs.

Pourtant, c'est bien grâce au travail des chimistes que nos smartphones et nos tablettes sont autant à la pointe. Les chimistes sont les architectes, les petites mains invisibles qui confèrent à ces interfaces tout leur génie et leur réussite.

Face aux attentes toujours plus exigeantes des constructeurs, ils doivent relever des défis complexes. Leur tâche n'est pas aisée. Parmi les problématiques à résoudre, ils ont le devoir de soulager un peu nos poches du poids de ces appareils, de les rendre plus robustes et bien sûr plus performants.

Entre les différents constructeurs, principalement Samsung et Apple, une course furieuse pour l'amélioration de ces produits fait rage. Une concurrence acharnée qui pousse les chimistes à réagir en permanence, à innover afin de trouver des solutions. Alors ils planchent sur les polymères, les molécules gazeuses et toute sorte de substances chimiques.

Voici un petit listing de ces substances chimiques qui composent les objets numériques nomades.

Tout d'abord le PVDF, un polymère fluoré fabriqué par Arkema utile à l'élaboration d'un film plastique

censé vibrer par contact tactile. Ce que l'on appelle l'électronique haptique, où la science du toucher, fait partie de ces technologies qui ont bouleversé la pratique des téléphones intelligents. Arkema s'occupe en plus de la fabrication de nanotubes de carbone, composants d'additifs supposés allonger la durée de vie des batteries.

La société Solvay produit quant à elle du Polyamide haute température, un polymère

une gamme de polymères rigides destinée aux coques des smartphones. Les avantages des polymères styréniques sont nombreux : légèreté, rigidité, facilité de recyclage...

Et à quoi ressembleraient les écrans de ces objets numériques sans le fluor gazeux produit par l'entreprise Air Liquide ?

Ces gaz fluorés de haute pureté, présents entre le film plastique et l'écran LCD, permettent par leur action à nos écrans LCD de rester

propres. Il ne s'agit pas de la seule mission d'Air Liquide. En effet, elle met aussi au service des fabricants des gaz précurseurs dans le but

" Ce que l'on appelle l'électronique haptique, où la science du toucher fait partie de ces technologies qui ont bouleversé la pratique des téléphones intelligents. "

particulier, capable de se substituer au métal présent dans les coques de téléphones. Elle est également en charge de la conception d'un polymère fluoré dont l'usage final est toutefois différent de celui d'Arkema.

Il s'agit de polyfluorure de vinylidène dont le but est de renforcer la densité énergétique des batteries lithium ion contenu dans les téléphones portables.

Autre acteur important, BASF le leader mondial de l'industrie chimique, prépare et fournit du fer carbonyle, une poudre métallique aux propriétés électromagnétiques supérieures.

Cette poudre sert à réduire les pertes d'énergie et maîtriser l'intensité du courant dans les circuits, une fois intégrée dans des bobines. BASF toujours, en collaboration avec Ineos, met au point des polymères styréniques. La coentreprise réalise toute

de réduire les dimensions des transistors.

Pour information, les polymères sont couramment utilisés par les chimistes dans le secteur industriel, notamment la plasturgie ou la thermoplastique en raison de leurs propriétés élastiques naturelles. Composé de macromolécules, le polymère est généralement organique. Il s'agit d'un élément particulièrement important constituant de nombreux objets de notre quotidien.

Le rôle des chimistes n'a pas fini de s'intensifier et l'avenir des technologies numériques semble être entre leurs mains. Dans ce contexte, impossible de ne pas songer à l'électronique organique. Une technologie naissante mais très prometteuse et dont l'innovation la plus significative serait de transformer nos tablettes et nos smartphones en « papier électronique ». ●

Quelques idées fausses sur l'OSMOSE

Deux professeurs américains nous invitent à repenser le phénomène d'osmose, mettant le doigt sur certaines erreurs habituellement véhiculées à longueur de publications, et qui ont la dent dure.

Par Moonzur Rahman

Las de lire ou d'entendre des inepties sur le phénomène – pourtant bien maîtrisé – d'osmose, Eric M. Kramer et David R. Myers, respectivement professeurs de physique et de chimie au Bard College at Simon's Rock, dans le Massachusetts, ont décidé d'aborder le sujet à travers certaines idées fausses habituellement véhiculées à longueur de papiers, dans un article publié ce mois-ci dans la revue scientifique à comité de lecture Trends in Plant Science. Selon eux, la notion d'osmose serait une notion plutôt bien assimilée en physique et en biophysique, alors quelle ne serait le plus souvent comprise que d'une manière simplifiée – voire erronée – en biologie et en chimie.

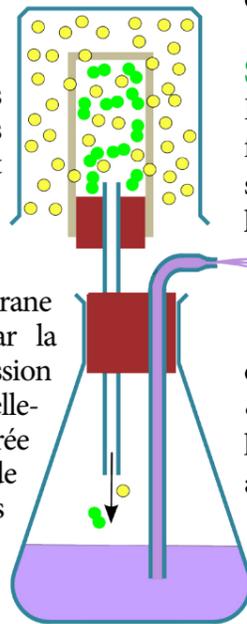
Le mal à la racine

« Toute une série d'erreurs surprenantes continuent d'apparaître à longueur d'articles de presse, papier ou en ligne, ainsi que dans les manuels scolaires » se lamente Eric Kramer.

« Les idées fausses sur l'osmose sont particulièrement communes dans le matériel éducatif destiné aux étudiants en chimie et biologie. Une fois apprises et assimilées, ces erreurs influencent le raisonnement des spécialistes tout au long de leur carrière » ajoute-t-il.

L'osmose est un phénomène de diffusion de la matière,

(généralement des molécules de solvants) à travers une membrane semi-perméable, séparant deux substances dont les concentrations en produits dissous sont différentes. Le déplacement du solvant à travers cette membrane est provoqué par la différence de pression osmotique, elle-même engendrée par la différence de concentration des deux substances.



Effrayante entropie

Les travaux de Josiah Willard Gibbs, physico-chimiste américain du XIXe siècle, sur l'application de la thermodynamique à l'osmose (publiés en 1897), ont incité de nombreux scientifiques à publier pendant plus d'un demi-siècle leurs propres explications concernant les interactions solvant-soluté.

Un manuel a même été publié en 1951, offrant aux physiciens une explication à la fois exacte, complète et documentée des travaux de Gibbs, alors que les apprentis chimistes et biologistes restèrent à la traîne. Selon Eric Kramer, la notion d'entropie thermodynamique, « relativement

effrayante pour le commun des mortels » pourrait bien être l'une des raisons de ce décalage.

Sachet de sucre

Pour illustrer son propos, Kramer fait appel à l'expérience du sachet de sucre, un classique des premières leçons – approximatives – sur le phénomène d'osmose : une fois le sachet dans l'eau, l'eau se précipite dans le sachet.

- « La première erreur serait de limiter le phénomène d'osmose aux liquides » explique-t-il, « alors que cela fonctionne très bien pour les gaz » ;

- « Une autre erreur voudrait que l'osmose nécessite une force d'attraction, [...] le sucre ne tire pas l'eau vers lui. Cela ne fait pas partie de l'explication » ;

- « Croire que l'osmose se fait toujours dans le même sens du gradient de concentration serait également une erreur.

Lorsque que l'on dissout quelque chose dans l'eau, l'eau ne devient pas nécessairement plus diluée. En fonction de la substance, sa concentration peut en fait augmenter » ;

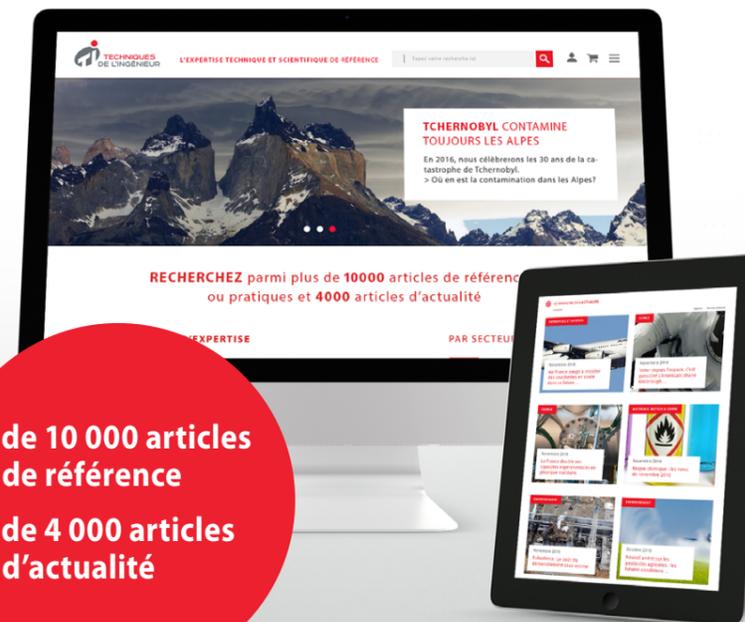
- « Penser que, comme pour la diffusion, il puisse s'agir d'un processus spontané serait une autre idée fausse », termine-t-il. ●



TECHNIQUES
DE L'INGÉNIEUR

Gagnez du temps et sécurisez vos projets en utilisant une source actualisée et fiable

EN CONSULTATION LIBRE
SUR NOTRE STAND !



+ de 10 000 articles
de référence

+ de 4 000 articles
d'actualité



RÉDIGÉE ET VALIDÉE
PAR DES EXPERTS



MISE À JOUR
PERMANENTE



100 % COMPATIBLE
SUR TOUS SUPPORTS
NUMÉRIQUES



SERVICES
INCLUS

- AUTOMATIQUE - ROBOTIQUE
- BIOMÉDICAL - PHARMA
- CONSTRUCTION ET TRAVAUX PUBLICS
- ÉLECTRONIQUE - PHOTONIQUE
- ÉNERGIES
- ENVIRONNEMENT - SÉCURITÉ
- GÉNIE INDUSTRIEL
- INGÉNIERIE DES TRANSPORTS
- INNOVATION
- MATÉRIAUX
- MÉCANIQUE
- MESURES - ANALYSES
- PROCÉDÉS CHIMIE - BIO - AGRO
- SCIENCES FONDAMENTALES
- TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION

3 questions à Abed Chagar,

Directeur Général de Colorado et Vice-Président de la Fédération de la Chimie et de la Parachimie (FCP)



Abed CHAGAR
DG Colorado



Quel est votre regard sur l'évolution du secteur de la chimie au Maroc, notamment dans le cadre de sa stratégie de développement vers l'Afrique ? Quelles sont vos perspectives de développement sur le continent ?

De manière générale, l'économie marocaine évolue en dents de scie, je dirais. Le secteur de la chimie est porté par quelques grands groupes tels que le Groupe OCP autour duquel gravitent, par exemple, des PME et des grandes entreprises opérant dans divers domaines. Pour ce qui concerne la branche peinture, il existe des perspectives intéressantes

Abed CHAGAR est Directeur Général de Colorado depuis mars 2013.

Il est aussi 1er vice président de la FCP et vice président de l'ASMEX chargé du pôle compétitivité.

Doté d'une double formation, ingénieur de l'EMI en 1992 et cycle supérieur de gestion de l'ISCAE en 2002.

Après plus de 7 années chez Nexans (Alcatel à l'époque), il rejoint en janvier 2000 Colorado en tant que Directeur Organisation et SI avant de devenir DGA en 2005 puis Directeur Général Délégué en 2011. Durant ces 18 années, il a participé activement au développement de la société actuellement fleuron de l'économie nationale et cotée en bourse 2006.

49 ans, marié et père de 3 enfants.

en Afrique. Colorado est présent depuis quelques années dans plusieurs pays africains avec des distributeurs répartis par territoire : Algérie, Tunisie, Sénégal, Gabon, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Madagascar, Djibouti, etc. Nous y avons ouvert des showrooms et organisons régulièrement des séminaires au profit des utilisateurs. L'Afrique représente la plus grande part de notre marché à l'export. Colorado est une entreprise 100 % marocaine, c'est pourquoi nous investissons, par ailleurs, beaucoup dans la recherche et développement. Malgré les derniers chiffres des ventes de ciments, notre activité a une très bonne résilience. Nous sommes très optimistes et ambitieux pour la fin de l'année et les années à venir. Nous avons des projets de développement très importants que nous espérons concrétiser à court et moyen terme en Afrique.

Quels défis doit encore relever le secteur de la chimie au Maroc ?

Notre secteur est, malheureusement, parfois mal perçu par le public, ainsi que par l'administration. Nous sommes tous les jours confrontés au problème de la réglementation, cette dernière étant vieille de plus d'un siècle et, par conséquent, caduque. Nous avons signé une convention avec le Ministère de tutelle [Ministère de l'Industrie, de l'investissement, du Commerce et de l'Économie Numérique] qui, d'ailleurs, prévoit la mise à jour et la mise à niveau de la réglementation. Aujourd'hui, si l'on veut respecter la loi, le seul endroit où un industriel de la chimie peut s'installer, c'est à Jorf Lasfar. Nous sommes très heureux d'avoir signé, dernièrement, l'accord sur les

écosystèmes avec le Ministère de tutelle, mais la mise en œuvre tarde un peu à voir le jour en raison des dernières signatures à acter. Une fois que cela sera fait, je pense que cela va accélérer l'investissement dans le secteur.

Pourquoi avoir choisi de participer à KIMIA AFRICA ?

Pour nous, je parle ici avec la casquette de Vice-Président de la Fédération de la Chimie et de la Parachimie, le salon KIMIA AFRICA est une vitrine qui permet de mettre en lumière ce secteur, redorer son blason, mais aussi de rencontrer des visiteurs marocains et étrangers, d'explorer de nouvelles opportunités... Tout cela ne peut être que bénéfique. Pour ce qui concerne la question environnementale, la mauvaise image dont souffre le secteur ne reflète pas la réalité. L'industrie de la chimie s'est vraiment améliorée ces derniers temps. Les

" le Salon KIMIA AFRICA est une vitrine qui permet de mettre en lumière ce secteur, redorer son blason, mais aussi de rencontrer des visiteurs marocains et étrangers, d'explorer de nouvelles opportunités... "

industriels de la chimie ont intégré, bien plus que d'autres, la composante sécurité environnement dans leur process et outils. Nous sommes convaincus de l'importance de cette démarche et cela nous amène à explorer de nouvelles pistes d'amélioration et de développement dans cette transition environnementale et réglementaire. ●

Dossier

CHIMIE DURABLE et intensification des procédés

pour un génie des procédés moderne et « vert »

Le génie des procédés moderne «vert» concerne l'ensemble des sciences et technologies qui permettent les transformations physico-(bio) chimiques optimales des matières premières et des énergies en produits utiles aux consommateurs. Cependant, il se doit de répondre aux besoins des industries chimiques et annexes : compétitivité, satisfaction de la demande économique changeante et respect des contraintes sociales et environnementales des procédés industriels. Tous ces aspects requièrent une approche multi-échelle fortement mobilisée sur l'intensification des procédés et sur le génie du couple produits verts/procédés verts, l'objectif étant de produire beaucoup plus et mieux, en consommant beaucoup moins, et de façon plus durable.

Ce dossier est un extrait de l'article Génie des procédés, développement durable et innovation.

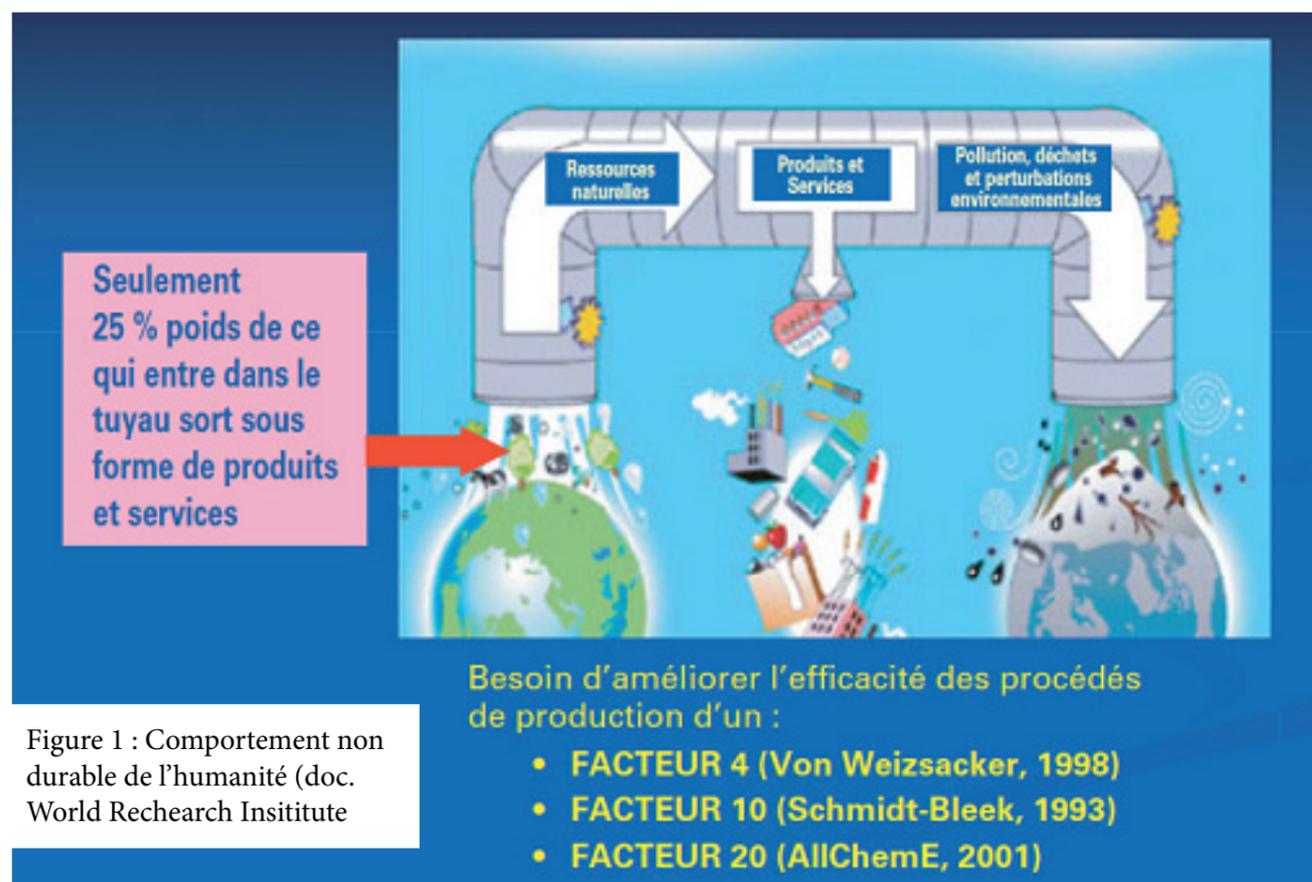
Enjeux et perspectives rédigé par Jean-Claude CHARPENTIER.

Retrouvez l'intégralité de l'article sur : <http://www.techniques-ingenieur.fr>, en saisissant la référence J500 dans le moteur de recherche.

- Globalisation des marchés et conscience sociétale
- Approche multi-échelle de temps et d'espace
- Développement durable

P 22
P 24
P 26

Globalisation des marchés et conscience sociétale



Face à la globalisation des marchés, à l'accélération des partenariats et des demandes d'innovation, connaître les produits et les procédés qui seront compétitifs dans l'actuelle économie mondialisée est la première des exigences adressées à la recherche et à l'innovation en génie chimique et plus généralement en génie des procédés. De fait, si au début des années 1970, la durée de demi-vie d'innovation de produit (temps

d'accès au marché) était d'environ 10 ans, aujourd'hui une année est souvent considérée comme un temps long, conséquence de la compétition croissante qui règne sur les marchés. En outre, plus de 14 millions de composés chimiques peuvent être synthétisés, 100 000 peuvent être trouvés sur le marché, mais seulement quelques pourcents d'entre eux se trouvent dans la nature et donc la plupart doivent être délibérément conçus, formulés, synthétisés et fabriqués

pour répondre au besoin de l'humanité, pour tester une idée ou bien encore pour satisfaire notre soif de connaissance. Ainsi, un grand nombre de demandes du XXI^e siècle concernent :

- le développement de biomatériaux ;
- la préparation de nanoparticules ;
- le relargage contrôlé de médicaments, les bionanotechnologies ;
- la conversion de la biomasse ;
- l'utilisation des liquides ioniques et systèmes aqueux biphasiques ;

- la dynamique de relaxation des composés moléculaires complexes ;
- la fabrication de microréacteurs polyphasiques pour des réactions sélectives, c'est-à-dire, fluoration. Toutes ces demandes sont clairement focalisées sur des exigences sociétales, comme :

- la séquestration du CO₂;
- la combustion chimique en boucle;
- le reformage et l'oxydation catalytique partielle du méthane pour produire du gaz de synthèse;
- la synthèse des biocarburants ou la production d'hydrogène.

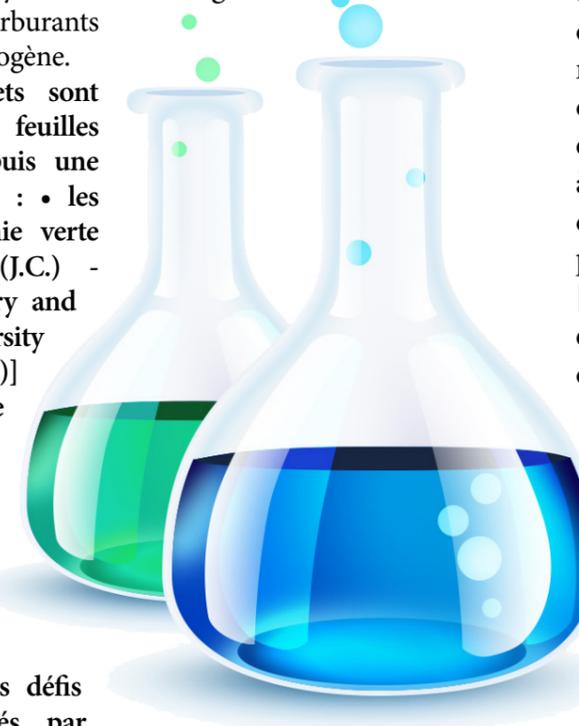
La plupart de ces sujets sont répertoriés dans des « feuilles de route » publiées depuis une quinzaine d'années, telles :

- les 12 principes de la chimie verte [Anastas (P.T.), Warner (J.C.) - Green Chemistry : Theory and Practice. - Oxford University Press, New York (1998)]

- les 12 principes de l'ingénierie verte [Anastas (P.T.), Zimmermann (J.B.) - Design of green engineering, through the 12 principles. - Environ. Sci. Technol., 37, 5, p. 94A-101A (2003)] ;
- les 12 grands défis pour l'ingénierie énoncés par l'Académie Nationale Américaine d'Ingénierie (NAE USA 2008) ;
- la feuille de route de l'ICHEM 21st Century Chemical Engineering (ICHEM roadmap (UK) 2007) ;
- la feuille de route des 10 domaines de recherche à développer en ingénierie verte pour l'industrie pharmaceutique et la chimie fine (site ACS Green Chemistry institute);
- la feuille de route européenne pour l'intensification des procédés pour les quatre secteurs industriels : (a)

PETCHEM pour pétrochimie et chimie lourde ; (b) FINEPHARM pour chimie de spécialités et pharmacie ; (c) INFOOD pour ingrédients nutritionnels et (d) CONFOOD pour consommation d'aliments.

Toutes ces feuilles de route attirent l'attention sur une inquiétude globale planétaire où le génie des procédés devra jouer un rôle crucial : durabilité, santé, sécurité et environnement, énergie, eau, nourriture et boisson, génie des bio

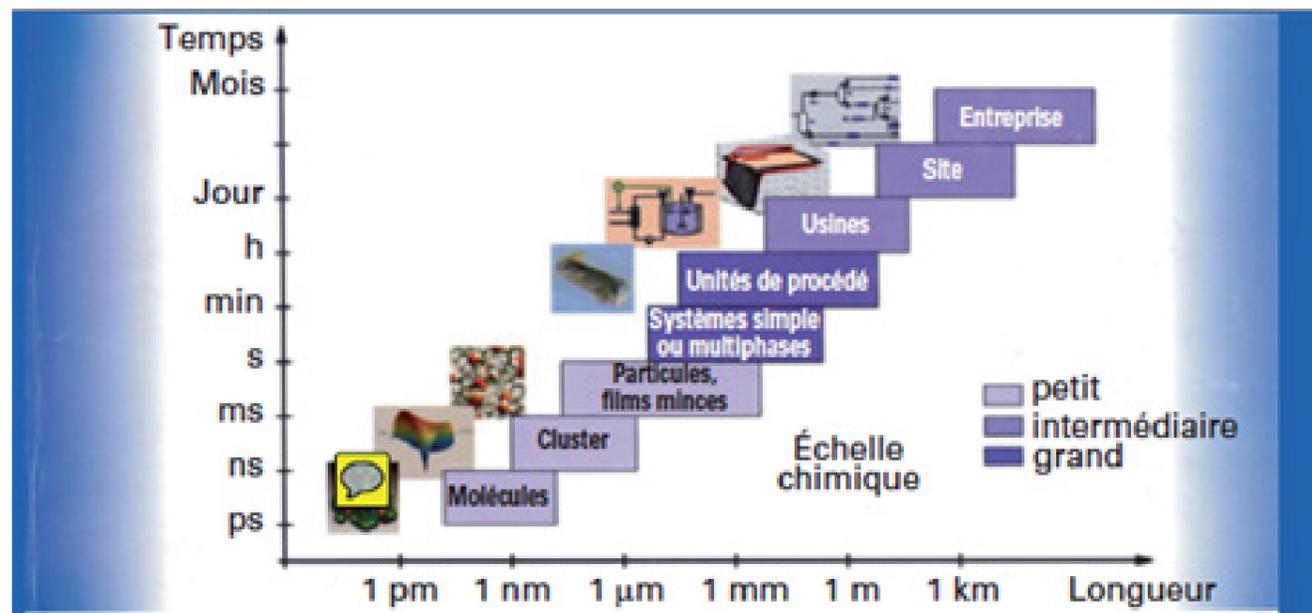


La seconde exigence est directement liée à la demande évolutive des marchés qui conduit à un double défi. Dans les pays en développement où la main-d'œuvre est bon marché, les contraintes locales dans la régulation de la production sont moindres et par suite les coûts de production sont faibles et très compétitifs. Les pays industrialisés quant à eux connaissent une croissance rapide dans la demande client pour des produits à propriétés d'usage ciblées et en même temps des contraintes issues du public et des médias portant sur les procédés dans les domaines de la sécurité et de l'environnement, combinées à des outils de réglementation comme l'analyse du cycle de vie du produit « du berceau à la tombe » [voir par exemple la norme européenne pour les produits chimiques Regulation, Evaluation, Authorization of CHEMicals (REACH)].

Pour répondre à une telle demande sociétale de développement durable (durabilité) et offrir une contribution au combat contre la destruction environnementale et le comportement « non durable » de la production mondiale actuelle où il apparaît que seulement un quart des richesses extraites de la Terre se retrouve sous forme de produits et de services (figure 1), la chimie et le génie des procédés sont désormais confrontés à de nouveaux défis portant sur des systèmes complexes à la fois à l'échelle des molécules, à l'échelle des produits et à l'échelle des procédés. ♦

La chimie et le génie des procédés sont désormais confrontés à de nouveaux défis portant sur des systèmes complexes à la fois à l'échelle des molécules, à l'échelle des produits et à l'échelle des procédés. ♦

Approche multi-échelle de temps et d'espace



Aujourd'hui le génie des procédés moderne est concerné par la compréhension, la conception, l'expérimentation, la modélisation et simulation, et le fonctionnement optimal de tous les processus complexes qui interviennent aux différentes échelles de « la chaîne de production chimique », depuis les échelles des nano et microsystèmes où les composés chimiques doivent être synthétisés et caractérisés au niveau moléculaire (chimie verte) jusqu'aux échelles industrielles des procédés durables fonctionnant en continu ou en batch (procédés verts).

« Figure 2 : Multiéchelle de la chaîne de production chimique »

Le but du génie des procédés est le développement de concepts, de méthodologies et de technologies pour mieux comprendre, concevoir, dessiner et faire fonctionner de façon optimale les procédés de transformations physicochimiques et biologiques de la matière première et de l'énergie en des produits utiles au consommateur. Mais, comme nous

l'avons souligné précédemment, l'accent mis aujourd'hui sur l'élaboration des propriétés d'usage de certains produits nécessite l'utilisation d'une large variété de technologies incluant notamment le nouveau rôle des microtechnologies, c'est-à-dire l'utilisation de micromélangeurs, de micro-échangeurs de chaleur et de matière, et de réacteurs microstructurés pour l'intensifi-

cation de certains procédés de production. 60 % de tous les produits vendus par les industries chimiques et connexes sont des solides cristallins, amorphes ou polymériques. Ces matériaux doivent avoir une forme clairement définie pour posséder les qualités d'usage souhaitées. Il en va de même pour les produits pâteux et les émulsions. La production de tous

ces produits concerne globalement des matériaux hautement spécialisés, des principes actifs et des produits de chimie de spécialité qui sont en fait beaucoup plus complexes en termes de structure moléculaire et de nano et microstructures que les produits traditionnellement fabriqués par la chimie lourde. Voilà pourquoi le génie des procédés moderne est concerné par le développement de procédures systématiques (approche systémique) pour la compréhension, la conception et le fonctionnement optimal de tous les processus physico-bio-chimiques complexes qui interviennent aux différentes échelles d'espace et de temps rencontrées dans ce qui est défini comme la chaîne de production chimique - chemical supply chain (figure 2). Cela va des échelles nano (voire pico) et micro pour les processus moléculaires, les usines cellulaires, les clusters, les particules et pour les couplages entre réactions (bio) chimiques et phénomènes de transport et de transferts de matière et de chaleur jusqu'aux échelles méso, macro et méga des unités et du site de la production industrielle du produit, et ce, avec des procédés continus ou en batch, bien contrôlés et non polluants.

Les enjeux sont donc de comprendre et de décrire les relations qui existent entre les événements intervenant aux échelles nano et micro pour mieux convertir les molécules en produits utiles aux échelles du procédé continu ou en discontinu de production industrielle. Pour répondre à ces enjeux, une nouvelle approche systèmes complexes, dénommée « Génie du triplet Processus-Produit-Procédé (G3P) » [Charpentier (J.C.) - The

triplet "molecular process-product process" engineering : *The future of chemical engineering ? - Chemical Engineering Science*, 57, p. 4667-4690 (2002)] est donc nécessaire. Elle intègre des phénomènes complexes multidisciplinaires, non linéaires et hors-équilibre, se produisant aux différentes échelles de temps et de longueur qui interviennent pour la mise en œuvre du procédé, afin de comprendre comment des processus physico-bio-chimiques et de transfert à une échelle donnée sont reliés à des propriétés et à un comportement à une échelle supérieure. C'est ce qu'on appelle organiser les niveaux de complexité des différentes échelles de temps et de longueur rencontrées et couvertes par cette approche intégrée multi-échelle des procédés.

Ainsi, en plus des deux paradigmes de base et irremplaçables du génie chimique que sont :

- (1) les opérations unitaires (distillation, absorption, extraction, adsorption, séchage, cristallisation, filtration, fluidisation, etc.) ;
- (2) les transferts couplés de chaleur, de matière et de quantité de mouvement et les fondamentaux et outils traditionnels du génie chimique (thermodynamique, catalyse, génie de la séparation, simulation, optimisation et contrôle des procédés, considérations technico-économiques...);
- Cette approche multi-échelle G3P, qui peut être considérée comme le 3^e paradigme du génie des procédés. [Charpentier (J.C.) - *Among the trends for a modern chemical engineering, the 3rd paradigm : The time and length approach as an efficient tool for*

process intensification and product design and engineering. - Chemical Engineering Research and Design, 88, p. 248-254 (2010)]

est donc un atout supplémentaire considérable pour le développement et le succès de cette science de l'ingénieur qu'est le génie des procédés, en termes de concepts et paradigmes, à la fois pour l'intensification des procédés et pour le génie du produit (conception, formulation, fabrication et production des produits ciblés). Un paradigme est considéré comme une approche scientifique de la réalité propre et adaptée au système de pensée d'une communauté scientifique.

Il faut souligner que cette approche intégrée multi-échelle est maintenant réalisable et de plus en plus utilisée grâce aux développements technologiques considérables obtenus dans l'instrumentation scientifique analytique, pour les techniques instrumentales non invasives couplées avec le traitement du signal et de l'image, et aux avancées des technologies informatiques. (clusters de calcul, supercomputers, cloud computers, graphic processing units, parallélisation des codes numériques, etc.) qui permettent, le développement et l'application de modèles descriptifs et de simulation, pour la conduite en régime transitoire, ou permanent à l'échelle considérée des molécules, de la structure du catalyseur, du site, de l'état de surface et dynamique du fluide local, de la particule de catalyseur, de l'unité de production, de l'usine, ou bien à plusieurs de ces échelles qui interviennent dans la chaîne de production. ●

Développement durable

Au carrefour de la chimie et du développement durable, pour répondre aux enjeux précédents de demande de procédés durables qui devront être progressivement adaptés aux principes de la « **chimie verte** », et en prenant en compte les avancées méthodologiques et technologiques précitées, quatre objectifs principaux, parallèles et simultanés, sont mis en jeu et font l'objet de recherches intensives et de développements méthodologiques et technologiques notables pour le génie des procédés moderne.

Contrôle total multiéchelle du procédé

Le nano et microfaçonnage sur mesure de matériaux à structure contrôlée permet d'augmenter la sélectivité et la productivité. Cet aspect nécessite l'intensification des opérations et l'utilisation d'outils de conceptions nano et microtechnologiques précises. Par exemple, en ingénierie moléculaire, au lieu d'utiliser des supports poreux en catalyse hétérogène, des matériaux fonctionnels avec des propriétés ciblées sont maintenant conçus et fabriqués. En effet, la maîtrise simultanée de la composition et de la fonctionnalité d'un catalyseur est impérative pour le succès d'un procédé catalytique. Et la possibilité de contrôler sa microstructure et sa composition chimique permet de maîtriser l'activité, la sélectivité et la stabilité du catalyseur. Ainsi, en contrôlant, via la synthèse de nanostructures, la dimension des pores ou des cristallites et en manipulant la stoechiométrie et la composition chimique, il existe maintenant la possibilité de fabriquer de nouvelles

structures aux échelles moléculaires et supramoléculaires.

On peut mentionner la synthèse contrôlée en milieux aqueux de nanoparticules de métaux (*nanosphères, nanobarres, nanocubes, nanotétrapodes, nanoprismes*), nanoparticules qui peuvent servir elles-mêmes de blocs de construction pour la synthèse de matériaux avancés (*par analogie avec les atomes ou molécules formant les constituants de base de la matière*) et qui trouvent aujourd'hui de nombreuses applications, notamment à cause de leurs nouvelles propriétés de surface/stabilité colloïdale, leur biocompatibilité et leur faible toxicité.

Toujours avec la possibilité qui existe aujourd'hui de développer de nouveaux matériaux nanostructurés avec des configurations et morphologies spécifiques, on mentionnera l'utilisation de ces puissants outils de conception pour la préparation de membranes avec une sélectivité et une perméabilité contrôlées beaucoup plus grandes que celles qui existent actuellement. Et l'immobilisation de catalyseurs et de biocatalyseurs au sein même de leurs nanostructures apparaît comme une nouvelle approche intéressante pour la conception des membranes catalytiques avec des applications énergétiques et environnementales. Et de plus l'exemple des membranes caractérisées par des mécanismes de transport hautement sélectifs comme la pérovskite utilisée pour la séparation de l'oxygène de l'air

ou le palladium pour la purification de l'hydrogène suggère le recours à la modélisation moléculaire pour identifier de nouvelles structures caractérisées par des sélectivités semblables, mais concernant un plus grand nombre de composés chimiques. Par ailleurs, au niveau plus élevé de la microéchelle, le contrôle des températures et des compositions locales au moyen d'alimentation et d'échanges de chaleur programmés conduisent à une plus grande sélectivité et une plus grande productivité que dans l'approche classique qui impose des réactions et des processus de transferts à l'échelle du volume global confié au réacteur. Mais trouver des moyens pour apporter l'énergie au bon endroit afin d'améliorer le procédé durablement en lui fournissant un flux local «informé» d'énergie qui puisse être utilisé de manière intelligente (*en utilisant par exemple des champs électriques ou électromagnétiques, des techniques micro-ondes, des transducteurs ultrasoniques, des faisceaux lasers ou des sondes électrochimiques pour promouvoir les transferts ou orienter un mécanisme réactionnel*) reste encore souvent un défi et ouvre des perspectives dans un proche avenir.

Intensification des procédés

L'intensification des procédés passe

" L'objectif est clairement de produire beaucoup plus (et mieux) en utilisant beaucoup moins. Cela signifie produire plus et mieux dans des plus petits volumes avec une meilleure efficacité... "

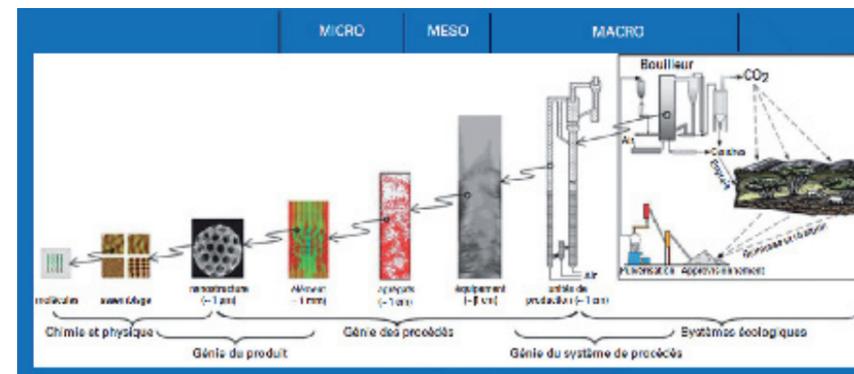


figure 3 - échelles de simulation et de modélisation en génie des procédés

par la conception de nouvelles technologies et de nouveaux équipements s'appuyant sur des principes scientifiques, sur de nouveaux modes opératoires ou sur de nouvelles méthodes et échelles de production.

D'une façon générale, l'intensification des procédés fait appel à des technologies complexes qui remplacent des équipements et procédés de production de grande dimension, gourmands en énergie, chers et polluants par des dispositifs combinant des opérations multiples dans un même appareillage ou bien par des équipements plus petits, moins coûteux, plus efficaces, plus sécurisés et moins polluants. Ainsi, l'intensification des procédés comporte un composant développement durable très fort avec les diminutions de la consommation des matières premières et d'énergies et de la production de déchets. Elle peut conduire également à une diminution des coûts de production de l'ordre de 30 %.

L'objectif est clairement de produire beaucoup plus (*et mieux*) en utilisant beaucoup moins. Cela signifie produire plus et mieux dans de plus petits volumes, avec une meilleure efficacité et une plus grande sélectivité, en utilisant moins d'énergie et de matières premières, moins de solvants, un plus petit nombre d'équipements et avec des coûts de transport réduits.

Avec l'intensification des procédés, c'est typiquement une approche développement durable que s'est approprié aujourd'hui le génie des procédés moderne.

Génie du produit: Elaboration des propriétés d'usage et Fabrication du produit

En réponse à la demande du marché pour des produits sophistiqués, (*nano/micro*) structurés qui combinent plusieurs fonctions ou propriétés d'usage, les procédés et les technologies de fabrication concernent principalement :

- des milieux complexes comme les liquides non-newtoniens, incluant les gels, les polymères hydrosolubles ;
- les colloïdes, les dispersions, les émulsions, les microémulsions et les suspensions, pour lesquels la rhéologie et les phénomènes interfaciaux jouent un rôle majeur. Ils concernent également la conception et la fabrication des particules solides et des solides divisés que l'on utilise dans 70 % des industries chimiques et connexes qui requièrent :
 - la création et le contrôle de la distribution des tailles des particules dans des opérations telles que la cristallisation, la précipitation, la pulvérisation, la génération d'aérosols et de nanoparticules ;
 - mais aussi le contrôle de la morphologie et de la forme finale des particules dans des opérations

de calcination agglomération, extrusion, compaction et (*micro*) encapsulation.

Ces technologies concernent également les particules solides qui sont formulées pour accomplir des opérations intelligentes comme un relargage contrôlé de composants ou de principes actifs.

Dans ces domaines, les coûts combinés de fabrication et de R&D constituent de 30 à 35 % du coût du produit, partagés approximativement à part égales entre ces deux postes. D'où l'importance des collaborations quotidiennes entre de nombreuses firmes industrielles et des partenaires universitaires dans des programmes de recherche-développement faisant appel à des programmes portant sur des thèmes de recherches multidisciplinaires et multiéchelles d'espace et de temps. Il faut admettre que cela a conduit à de nombreux progrès méthodologiques effectués ces dernières années dans le domaine de la formulation du produit et du contrôle de son procédé de production :

- l'implémentation et simulation moléculaire pour obtenir la propriété d'usage ;
- l'implémentation, modélisation des processus de cinétique chimique et des phénomènes de transport et de transferts ;
- l'extrapolation à différentes échelles de la chaîne de production depuis l'échelle de la molécule jusqu'à l'échelle du laboratoire.

Et puisque la ou les propriétés d'usage de produits structurés formulés à l'échelle moléculaire peuvent être altérées par le procédé de production du produit aux échelles du laboratoire et/ou de l'unité industrielle, il est clair que le procédé de production ne peut pas être découplé du procédé de formulation du produit. ▶▶

Chimie durable et intensification des procédés pour un génie des procédés moderne et « vert »

» Cela souligne encore une fois le besoin de conception simultanée aux échelles du produit et du procédé pour ces produits structurés à valeur d'usage ciblée, et ce, dès la conception à l'échelle moléculaire. Ainsi pour la fabrication de la propriété d'usage d'un produit, on peut alors parler non seulement de formulation ou de génie du produit, mais plus exactement et explicitement, de génie des procédés vert concerné parce qu'il faut intituler le couple produits verts/procédés verts afin de produire durablement des molécules aux enjeux économiques et environnementaux. En fait la fabrication de la propriété d'usage du produit relève du génie des procédés moderne « vert » qui est totalement et explicitement concerné par et focalisé sur le couple, produits verts obtenus avec des procédés verts, ce que l'on peut résumer sous le vocable: génie des procédés vert. Mais comment les opérations peuvent-elles être extrapolées de l'échelle du laboratoire à celle des installations? Peut-on obtenir durablement le même produit avec ses propriétés conservées? Quel est le rôle de la conception des équipements dans la détermination des propriétés du produit?

Génie du procédé: modélisation et Simulation informatique

Nous avons insisté précédemment sur la nécessaire approche intégrée multidisciplinaire et multiéchelle pour gérer la complexité des phénomènes rencontrés dans la modélisation du triplet Processus moléculaire-Produit-Procédé utilisée pour extrapoler depuis les

échelles des nano et microstructures caractérisant les propriétés d'usage des produits jusqu'à la mésoéchelle de l'équipement de production de ces produits. Mais la tâche du génie des procédés est aussi de concevoir et d'implémenter le système complet de production jusqu'aux échelles macro et méga de l'ensemble des unités de production et de leur environnement. Ce système complet comporte à la fois:

- les procédés individuels et l'ensemble des unités nécessaires à la production du produit désiré;

" La fabrication de la propriété d'usage du produit relève du génie des procédés modernes « vert » "

- et l'intégration de ces procédés individuels dans le site global de production, en termes de matériaux, d'énergie et de services et logistiques qui doivent aussi prendre en compte les demandes du consommateur et plus largement de la société.

Naturellement, il est aujourd'hui totalement irréaliste et utopique de penser qu'avec un seul outil de simulation, on pourrait simuler simultanément tous les phénomènes physico-chimiques, hydrodynamiques et de transfert intervenant à toutes les échelles de temps et d'espace rencontrées dans les unités et le site de production (figure 3), comme par exemple concevoir une raffinerie ou un complexe cimentier ou papetier à partir des équations de Schrödinger!

Mais c'est un objectif du génie des procédés que d'analyser et de modéliser la complexité des phénomènes à l'échelle considérée pour fournir des résultats nécessaires à la compréhension et à la modélisation

des phénomènes intervenant à une échelle supérieure dans l'équipement ou le réacteur considéré pour la production du produit. En partant de l'échelle moléculaire, il est nécessaire de trouver des méthodes de modélisation et des outils de simulation pour l'intégration fonctionnelle des différentes étapes et échelles du procédé individuel, puis pour l'intégration des procédés individuels de production dans le complexe industriel. Cela nécessite des modélisations et des simulations informatiques capables:

- de concevoir des étapes individuelles;
- de structurer l'ensemble du procédé individuel de production de produit;
- de placer ce procédé individuel dans l'ensemble du site de production industrielle.

On peut regrouper et classer l'ensemble de ces modèles et simulations aux différentes échelles d'espace et de temps suivant trois groupes. Ils concernent les phénomènes qui interviennent:

- aux échelles moléculaires;
- aux échelles à l'intérieur du réacteur;
- aux échelles concernées par la simulation, l'automatique et le contrôle du procédé de production.

Il est évident que chacun de ces groupes peut comporter une approche multiéchelle, par exemple molécule/site catalytique pour les simulations aux échelles moléculaires ou bien site catalytique/écoulement de fluide/transferts de matière ou de chaleur pour les simulations aux différentes échelles concernées dans un réacteur. De plus, il est bien évident qu'un des buts de la modélisation multiéchelle est de tenter de connecter les codes de simulation de ces différents groupes pour pouvoir mettre en oeuvre l'approche système intégrée du génie du triplet (Processus moléculaire/Produit/Procédé). ●

Trophée de Golf



Samedi 21 octobre 2017
Pullman Royal Golf - El Jadida

2^{ème}
Édition



Placée sous le signe du loisir, du sport et du networking, cette journée est ouverte aux dirigeants animés par la passion du golf.

Cette manifestation sportive est une opportunité unique pour rencontrer les professionnels au grand air sur l'un des plus beaux parcours de golf du Maroc avec, comme principal objectif, de passer un bon moment, d'enrichir son carnet d'adresses et de créer des courants d'affaires.

Contact

Omar BENJELLOUN
obenjelloun@cfcim.org
Tél. : +212 (0)5 22 43 96 34
Gsm : +212 (0)6 77 76 87 96

Organisateur



Partenaire



Dossier

Quels conservateurs utiliser pour les produits cosmétiques ?

- Généralités et enjeux
- Les conservateurs naturels
- Conclusion et perspectives

P 32
P 34
P 37



Les fabricants de cosmétiques sont tenus de garantir la conservation des produits qu'ils mettent sur le marché. L'introduction de conservateurs permet ainsi de protéger les produits cosmétiques des contaminations microbiennes, auxquelles ils sont exposés lors de la production, mais aussi ensuite lors de leur utilisation. L'interdiction des parabènes en cosmétique a accru l'intérêt pour les conservateurs d'origine naturelle, qui pour autant soulèvent parfois certains problèmes. Reste qu'il est également possible de repenser la fabrication des produits cosmétiques pour l'orienter vers une approche plus écologique en adaptant les paramètres de formulation, de packaging et de conditionnement.

Ce dossier est un extrait de l'article Conservateurs pour cosmétiques - Généralités et conservateurs antimicrobiens rédigé Xavier FERNANDEZ, Florence MERCK, Audrey Kerdudo [réf. J2284]. Retrouvez l'intégralité de l'article sur : <http://www.techniques-ingenieur.fr>, en saisissant la référence J2284 dans le moteur de recherche.

Généralités et enjeux

On entend par produit cosmétique toute substance ou préparation destinée à être mise en contact avec les diverses parties superficielles du corps humain ou avec les dents et les muqueuses buccales en vue, exclusivement ou principalement, de les nettoyer, de les parfumer, d'en modifier l'aspect et/ou de corriger les odeurs corporelles et/ou de les protéger ou de les maintenir en bon état.

Que l'orientation choisie soit la cosmétique classique ou naturelle, les industriels de ce secteur sont tous confrontés à un problème majeur : la conservation des produits cosmétiques.

En effet, il est indispensable de protéger toute formule de la contamination microbienne afin de garantir au produit une durée de vie suffisante, mais également une sécurité d'utilisation maximale au consommateur. De plus, les conservateurs doivent protéger les produits des contaminations extérieures, notamment celles venant du consommateur par contact avec le produit, de l'air, du stockage... Les conservateurs utilisés peuvent être d'origine synthétique ou naturelle. Ainsi, on dénombre une cinquantaine de conservateurs antimicrobiens d'origine synthétique autorisés



en Europe. Parmi eux, les esters de l'acide 4-hydroxybenzoïque, également connus sous le nom de parabènes, présents dans 80 % des produits cosmétiques.

Ces parabènes ont fait l'objet d'études scientifiques et sont controversés en raison de leur cancérogénicité potentielle. Cela a conduit les autorités françaises à légiférer pour

" Les conservateurs doivent protéger les produits des contaminations extérieures ... "

interdire l'utilisation des parabènes en cosmétique. Un intérêt massif est depuis porté aux conservateurs d'origine

naturelle, aux cosmétiques biologiques, considérés comme sains et dénués de tout risque. Cependant, des conservateurs naturels comme les huiles essentielles sont souvent à l'origine d'allergies. D'autres considérés comme éco compatibles, tels que l'alcool, peuvent provoquer un dessèchement de la peau. C'est pourquoi il est important d'étudier les alternatives de conservation permettant une formulation plus écologique et orientée vers le « naturel », à savoir les autres solutions naturelles, mais également les solutions directement liées aux paramètres de formulation, au packaging et au conditionnement des produits cosmétiques. ●



Carrefour du Manager 2017



33^e édition

Les 1^{er} et 2 novembre 2017 - ISCAE Casablanca

« Higher Education and Corporate World, Bridging the Gap »

Le Carrefour du Recrutement des Écoles de Commerce au Maroc

Organisé par



Avec le soutien de



Contact

Mehdi LAËCHACH
Tél. : 05 22 43 96 05
GSM : 06 60 31 24 24
E-mail : mlaachach@cfcim.org

Les conservateurs naturels



Parmi les conservateurs naturels, on peut distinguer les huiles essentielles, les extraits et certaines huiles végétales. Ils sont tous obtenus à partir de matières premières végétales mais selon des procédés distincts plus ou moins techniques et innovants définissant le type de molécules extraites (volatiles ou non par exemple), ainsi que la galénique finale (liquide, poudre, pâte...). De nombreux végétaux possédant une activité antimicrobienne, on retrouve cette activité dans les extraits, mais la quantité d'actifs est souvent moindre. Aussi, avant d'en envisager

une utilisation optimale dans un produit fini, il est souvent nécessaire de procéder à des étapes d'enrichissement, voire d'isolement de molécules actives. De plus, une décoloration ainsi que l'ajout d'un support solide (type maltodextrine ou silice) sont souvent à prévoir pour optimiser l'utilisation du produit en tant que matière première cosmétique aisément formulable.

Huiles essentielles (tableau 1) Les huiles essentielles étant connues et utilisées depuis des centaines d'années pour leurs propriétés antimicrobiennes et antifongiques, les industriels de la cosmétique tendent à les utiliser pour substituer les conservateurs de synthèse. Ces propriétés multiples sont liées à la grande complexité des huiles essentielles, puisqu'elles peuvent être constituées de plusieurs dizaines,

Huile essentielle	Nom botanique de la plante	Activité	Composés majoritaires (dont allergènes)	Avantages/Inconvénients
Lavande	<i>Lavandula officinalis</i> L.	Antibactérienne contre Gram(+) Antifongique	Linalyl acétate Linalol	Incorporation en tant qu'actif également
Arbre à thé	<i>Melaleuca alternifolia</i>	Antibactérienne contre Gram(+) Antifongique	Terpinen-4-ol γ-Terpinène α-terpinène	Odeur peu adaptée à un usage cosmétique
Thym	<i>Thymus vulgaris</i>	Antibactérienne contre Gram(+) Antifongique	Thymol Carvacrol	Odeur peu adaptée à un usage cosmétique

voire centaines de constituants. Les molécules responsables de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles sont principalement

la présence d'allergènes, sources de réactions cutanées, voire d'allergies de contact. **Extraits naturels** (tableau 2)

Huile essentielle	Nom botanique de la plante	Activité	Composés majoritaires (dont allergènes)	Avantages/Inconvénients
Menthe	<i>Mentha piperata</i>	Antibactérienne contre Gram(+) Antifongique	Menthol	
Romarin	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Antibactérienne contre Gram(+) et parfois Gram(-) Antifongique	Pipéritone α-Pinène Limonène, 1,8-Cinéole	Odeur peu adaptée à un usage cosmétique
Genévrier	<i>Juniperus communis</i> L.	Antibactérienne	α-Pinène Limonène	Odeur peu adaptée à un usage cosmétique
Citron	<i>Citrus lemon</i>	Antibactérienne contre Gram(+) et Gram(-) Antifongique	Limonène	
Citronnelle	<i>Cymbopogon citratus</i>	Antibactérienne contre Gram(+) et Gram(-) Antifongique	Néral Géranial	Pro-oxydant

Tableau 1 : Exemple d'huiles essentielles conservateurs utilisés par l'industrie cosmétique

des hydrocarbures (terpènes), des alcools, particulièrement des phénols, des esters, des acides, des aldéhydes ou encore des cétones. Bien souvent, l'activité antimicrobienne d'une plante est directement reliée à la composition de son huile essentielle, puisque celle-ci concentre généralement une grande majorité d'actifs. Les groupements fonctionnels de type phénoliques, cétoniques ou aldéhydiques sont principalement responsables de ces activités. Plus particulièrement, les composés ayant la plus grande efficacité antibactérienne et le plus large spectre sont des phénols : thymol, carvacrol et eugénol. Des composés tels que les acides cinnamiques et caféique présentent également une activité antimicrobienne marquée. On trouve par exemple de l'acide caféique dans l'huile essentielle de thym. L'utilisation des huiles essentielles pour leurs propriétés conservatrices pose cependant un certain nombre de problèmes tels qu'une odeur marquée, parfois problématique pour une utilisation cosmétique, ou

De nombreux extraits végétaux sont connus pour leurs propriétés conservatrices et sont employés à de telles fins. Pourtant, seuls les 56 conservateurs figurant sur la liste positive de l'annexe V de la Directive cosmétique européenne peuvent être utilisés en tant que tels, les autres ne pouvant pas être appelés « conservateurs », bien que possédant de telles propriétés. C'est pourquoi, de plus en plus, on voit apparaître sur le marché des produits cosmétiques dont le packaging présente la mention « sans conservateur ». Cela peut rassurer le consommateur, certes, puisqu'il entend de toutes parts que les conservateurs de synthèse sont néfastes et dangereux, et peut donc l'induire en erreur. Que cache réellement cette mention ? En fait, hormis quelques exceptions réellement dispensées de conservateurs grâce à de judicieux systèmes de fabrication, tous les produits cosmétiques contiennent des conservateurs. Simplement, la mention « sans conservateur » signifie que les conservateurs présents dans le produit ne figurent

pas sur la liste positive précitée. Souvent, ces produits contiennent alors des extraits de plantes dont l'efficacité antimicrobienne a été étudiée et démontrée. Il est indispensable que la non-toxicité de ces substances aux propriétés conservatrices soit également démontrée, et que les tests ayant permis de définir ces extraits comme conservateurs soient fiables. C'est pourquoi cette notion de « sans conservateur » peut

avoir un caractère très versatile. Ainsi, un certain nombre d'extraits végétaux ont été étudiés pour leurs propriétés antimicrobiennes et sont aujourd'hui présents sur le marché de la cosmétique. *L'extrait de thé vert contient par exemple des polyphénols polyfonctionnels présentant en particulier une activité antimicrobienne et antioxydante, intéressante pour la conservation cosmétique.* *L'extrait de lichen présente également une activité antibactérienne déjà connue et exploitée dans l'Égypte ancienne. Les molécules actives de cet extrait sont les acides usnique et vulpinique.* Les extraits naturels présentent, comme les huiles essentielles, une grande complexité chimique, et souvent leur composition n'est pas bien connue. De ce fait, leur potentiel en termes de valorisation est considérable. En revanche, en raison de la variété des molécules présentes, les extraits sont de polarité très large. Ils présentent donc souvent des problèmes de solubilité, mais également de

» couleur et d'odeur. Leur forme brute n'est par conséquent pas adaptée à toutes les formules cosmétiques, et il est indispensable d'optimiser leur galénique.

Mode d'action des conservateurs naturels

En ce qui concerne leur activité antimicrobienne, les huiles essentielles et les extraits peuvent agir selon deux modes en fonction des micro-organismes concernés et du type de molécules qu'elles contiennent. Elles peuvent :

- soit *inhiber la multiplication cellulaire microbienne et ainsi avoir un effet microbiostatique;*
- soit *entraîner la mort des micro-organismes et ainsi avoir un effet microbicide.*

De manière générale, le mode d'action précis des extraits naturels reste irrésolu, mais il semblerait que, dans le cas des bactéries, les molécules actives telles que les composés phénoliques attaquent la paroi, provoquant une perte du matériel cellulaire par augmentation de la perméabilité. L'intérieur de la cellule serait alors acidifié, entraînant la perte d'ions et la réduction du potentiel membranaire, puis la mort de la cellule des suites de la destruction du matériel génétique.

Le système enzymatique bactérien peut également être affecté. Le mode d'action des extraits naturels reste très peu décrit, mais leur

Extrait/Mélange d'extraits	Nom commercial	Fournisseur(s)	Préconisations d'utilisation	Actifs	Actifs
<i>Asparagopsis armata</i> (algue rouge)	Ysaline® 100 INCI : <i>asparagopsis armata</i> extract	Algues & Mer	Soluble dans l'eau à 0,2 à 1 % en masse	Composés organiques halogénés	Antimicrobienne (C. albicans, E. coli, P. aeruginosa, V. anguillarum, E. gergiviae, S. aureus)
<i>Podocarpus totara</i> (bois de cœur recyclé)	Totaro!™ INCI : <i>podocarpus totara</i> wood extract	Essentially NZ	Doit être associé à un antifongique 0,1 %	Totaro! (diterpène aromatique C ₃₀ H ₄₈ O)	Antimicrobienne (S. aureus) Antioxydante
<i>Citrus grandis</i> (pamplemousse), extrait de pépins	P50 VTF-0373 INCI : <i>citrus grandis</i> seed extract	Chemie Research & Manufacturing Vege Tech Bio-Botanica	0,1 à 1 % (usuellement 0,6 %) Phase aqueuse (sans xanthane)	Flavonoïdes polyphénoliques	Antimicrobienne Antifongique
<i>Lonicera japonica</i> – Extrait de chèvrefeuille du Japon (bourgeons)	Plantervative WSR, WMR INCI : <i>Lonicera Caprifolium</i> extract, <i>Lonicera Japonica</i> extract	Campo	Liposoluble 2,5 à 3,5 %	Lonicérine (alcaloïde indolique) Acide p-hydroxybenzoïque (parabène) naturel	Antimicrobienne
<i>Viola Tricolor</i> – Extrait de pensées sauvages	INCI : <i>viola tricolor</i> extract	Alban Müller International		Flavonoïdes Saponines Acide salicylique Vitamine E	Antimicrobienne
<i>Pimpinella anisum</i> – Extrait d'anis	INCI : <i>pimpinella anisum</i> extract	Active Concepts LLC Alban Müller		Acide p-anisique	Antimicrobienne
Extrait de lichen (Barbe de Jupiter)	LichenHerbasol® Extract PG	Cosmetochem International	0,3 à 2,0 %	Acides usnique et vulpinique	Antimicrobienne
<i>Wasabia japonica</i> – Extrait de wasabi	ACB Wasabi	Active Concepts LLC	1 à 5 %	Isothiocyanate d'allyle	Antimicrobienne

Exemple d'extraits conservateurs utilisés par l'industrie cosmétique

activité peut être corrélée avec la présence de certains composés.

Cas des cosmétiques biologiques (Réglementation française)

Dans le contexte socio-économique actuel où le retour au naturel est une visée commune aux consommateurs et industriels, la cosmétique naturelle et « bio » connaît un bel essor et ce nouveau marché ne cesse de croître.

Selon le code de déontologie des allégations cosmétiques françaises, un produit cosmétique naturel doit contenir « un minimum de 95 % d'ingrédients définis comme « naturels » ou « d'origine naturelle », selon les règles en usage ». Un produit cosmétique bio, quant à lui, doit remplir au minimum une des conditions suivantes :

- contenir 100 % d'ingrédients

certifiés issus de l'agriculture biologique;

- être certifié biologique par un organisme certificateur qui suit un cahier des charges; avoir été élaboré selon un cahier des charges publié ayant un niveau d'exigence, en termes de composition et de teneurs en ingrédients certifiés issus de l'agriculture biologique, équivalent à celui requis par les organismes certificateurs. Suivant le cahier des charges rempli, un cosmétique pourra se voir attribuer un label adapté et spécifique tels qu'ECOCERT ou COSMOS par exemple. Néanmoins, les nombreux labels existants sont souvent sources de confusion pour le consommateur et bien rares sont les produits contenant réellement 100 % d'ingrédients issus de l'agriculture biologique. ●

Conclusion et perspectives

Malgré l'essor de la chimie de synthèse dans des domaines comme l'industrie pharmaceutique, la tendance actuelle du marché de la cosmétique est aux produits naturels : sans colorants, sans conservateurs, sans parfum, conditionnés dans des flacons recyclables ou biodégradables. Parmi toutes ces contraintes, la suppression des conservateurs chimiques n'est malheureusement pas la plus simple. Néanmoins, comme cela a été exposé, des solutions existent.

Alors que la réglementation concernant la mise sur le marché des produits cosmétiques évolue et se renforce sans cesse, le développement de nouveaux produits dont la conservation se veut optimisée et en accord avec la demande des consommateurs n'est pas des plus aisées. En effet, les industriels du secteur cosmétiques doivent s'adapter aux législations et aux attentes des consommateurs, ce qui les oblige à trouver sans cesse de nouvelles solutions.

Dans le cadre du développement de la formule, l'étude de l'influence des paramètres physico-chimiques tels que l'activité de l'eau, le pH, la température permet d'établir des formulations sans conservateurs (autoconservées) ou nécessitant une quantité de conservateurs moins importante

qu'habituellement.

Le conditionnement envisagé est à définir dès le début car le type de packaging ainsi que sa composition influencent très fortement la conservation de la formulation dès leur mise en contact ainsi qu'au moment de la première utilisation du produit par le consommateur.

Une étroite collaboration est nécessaire entre les formulateurs et la production car l'étape de mise à l'échelle peut être critique si une certaine rigueur n'est pas mise en œuvre et suivie. De plus, un produit fabriqué en laboratoire ayant franchi avec succès l'épreuve du challenge test peut montrer des résultats catastrophiques au même test après une fabrication en production, si certains paramètres d'hygiène ou liés aux manipulations effectuées n'ont pas été respectés.

L'utilisation d'alternatives naturelles aux conservateurs chimiques est également envisageable. Les huiles essentielles sont déjà largement connues pour leurs propriétés antimicrobiennes et antioxydantes. Un équilibre reste cependant à trouver entre leur activité, leur potentiel allergisant et leur odeur marquée.

et envisager leur valorisation de manière plus importante. L'avancement de la recherche permet d'envisager des alternatives de plus en plus nombreuses, respectueuses de l'environnement et en adéquation avec la demande du marché. Bien souvent, il n'est pas possible de remplacer les conservateurs de synthèse par une ou plusieurs alternative(s) sans repenser complètement les formules. Le travail des formulateurs, en collaboration avec les microbiologistes, ainsi que la production, dans cette perspective de formules à conservation optimisée, n'est pas simple mais tout à fait envisageable avec une solide connaissance des problématiques à considérer. ●

Les extraits naturels, bien moins étudiés, constituent une solution d'intérêt. Un certain nombre d'extraits sont déjà commercialisés et utilisés en tant que conservateurs, bien que non présents sur la liste positive. Cela représente donc une piste à exploiter afin d'approfondir l'étude de leur potentiel antimicrobien

" Le Développement de nouveaux produits dont la conservation se veut optimisée et en accord avec la demande des consommateurs n'est pas des plus aisées. "

8 RÉACTIONS CHIMIQUES INCROYABLES

La chimie offre parfois des réactions spectaculaires. Changements d'état, catalyses, formation de nouvelles substances... tour d'horizon de ces réactions fascinantes

Le césium explose dans l'eau

Extrêmement réactif, le césium explose au contact de l'eau. Il s'agit d'un métal alcalin : dissous dans l'eau, il produit une solution d'hydroxyde de césium et entraîne un dégagement de chaleur et d'hydrogène qui explose au contact de l'oxygène dissous. La solution devient alors basique (pH > 7). Pour sublimer l'expérience, les auteurs ont rajouté de la phénolphtaléine dans l'eau, un indicateur de pH qui devient rose dans des solutions basiques. 

Le sodium crée une explosion dans l'eau

Le césium n'est pas le seul métal alcalin à exploser au contact de l'eau. Vous avez sûrement déjà fait cette expérience en cours de chimie : au contact de l'eau, un petit bout de sodium s'enflamme. Mais des étudiants ont tenté une expérience plus conséquente : en jetant un bloc de sodium dans un lac, l'explosion ne se fait pas longtemps attendre. Au contact de l'eau, le sodium (Na) décompose les molécules d'eau (H₂O) et libère du dihydrogène (H₂), des ions hydroxyde (OH⁻) et des ions sodium (Na²⁺). Cette réaction engendre un grand dégagement de chaleur. Combiné à l'oxygène, le dihydrogène libéré s'enflamme rapidement et crée une explosion. Mieux vaut donc éviter de faire cette expérience dans un lac naturel...

Voir la vidéo : www.youtube.com/watch?v=jLvWh5SnBAE



Créer un serpent du pharaon

Cette expérience est encore plus impressionnante. En enflammant une poudre blanche de thiocyanate de mercure Hg(SCN)₂, vous obtenez une grande masse de cendres enroulées ressemblant à des serpents. Ces cendres grandissent peu à peu au milieu d'une petite flamme bleue qui entretient la combustion. Cette expérience dégage des vapeurs toxiques de mercure et ne doit donc pas être testée chez soi. 

Le sucre se carbonise en présence d'eau

Lorsque l'on mélange du sucre (saccharose) avec de l'acide sulfurique concentré (H₂SO₄), le sucre se déshydrate et se carbonise. Il est donc transformé en carbone et en eau. La réaction de dissolution est la suivante : $C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow 12C + 11(H_2O)$. On assiste à une forte augmentation de température (due à la dissolution exothermique de l'acide dans l'eau) qui vaporise une partie de l'eau. La transformation est impressionnante et semble donner naissance à un serpent noir qui sort du bécher, d'où son surnom de «Black Snake Experiment». Voir la vidéo :



Plonger sa main dans l'azote liquide !



Beautiful chemistry dévoile la beauté des réactions chimiques. Grâce à des équipements innovants et filmé en caméra ultra-haute définition, découvrez des réactions chimiques vues au plus près : déplacement de métal, précipitation, cristallisation, changement de couleur, formation et dégagements de bulles, dégagement de fumée...

Plus de vidéos : <http://beautifulchemistry.net/>

Le zeste d'orange dissout les ballons de baudruche

Avez-vous déjà manipulé un ballon en mangeant une orange ? Si tel est le cas, vous avez peut-être déjà fait cette douloureuse expérience. Le limonène contenu dans le zeste du fruit dissout sur le champ le caoutchouc, entraînant son explosion immédiate.



Zeste d'orange vs Ballons de baudruche par BuzzVid 

Le lait précipite le Coca-cola



La réaction explosive entre le coca-cola et un menthos est bien connue. Mais avez-vous déjà pensé à mélanger le célèbre breuvage avec du lait ? En quelques heures, l'acide phosphorique du Coca-Cola provoque la précipitation



Plonger sa main dans l'azote liquide !



On vous l'a appris : plongez un corps dans l'azote liquide et il en ressortira cassant comme du verre ! Mais le youtubeur NurdRage a décidé de ne pas se limiter à ces mises garde. Dans cette vidéo, il plonge sa main dans l'azote liquide et la retire rapidement. Bien que rafraîchie, celle-ci reste entièrement opérationnelle. Cela s'explique par l'effet dit de «Leidenfrost». La surface de la main, ayant une différence de température de plus de 200°C par rapport à l'azote liquide, entraîne l'évaporation instantanée de l'azote.

Le gaz ainsi libéré forme une barrière isolante temporaire suffisante pour éviter que sa main ne se transforme en un gigantesque glaçon. Mais attention, cet effet n'est que très limité : laisser la main plus longtemps vous assurerait de la perdre ! A ne pas tester non plus. 



VLEP et exposition aux produits chimiques

L'exposition des salariés aux produits chimiques doit être évaluée, et la traçabilité de ces expositions conservée. Pour cela, des mesures peuvent être effectuées directement sur le poste de travail, selon des stratégies de mesurage préalablement définies. Les valeurs recueillies seront alors comparées aux Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (VLEP), et, le cas échéant, les actions nécessaires pour être conforme devront être mises en place.

Ce dossier est un extrait de la fiche pratique Techniques de l'Ingénieur intitulée «Détermination des valeurs limites d'exposition professionnelles VLEP» rédigé par Alain LOMBARD (ref. 1183)

Détermination des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP)

Les agences réglementaires nationales définissent des VLEP pour les substances chimiques produites ou manipulées sur le territoire, afin de protéger les travailleurs, potentiellement exposés à ces substances chimiques. Cette fiche vous permettra de comprendre le mécanisme de définition et de calcul des VLEP, ainsi que leur impact sur la substance à laquelle cela s'applique.



Étape 1 : Que sont les VLEP ?

Les VLEP sont des valeurs guides établies afin d'assurer la protection des travailleurs contre les risques toxiques d'une substance chimique. Définition

Les VLEPs sont définies pour toutes les possibilités d'exposition par inhalation. On distingue :

- la VLE, valeur limite fixée pour une exposition professionnelle à court terme de 15 minutes, qui peut se répéter dans la journée de travail ;
- la VME, valeur moyenne pondérée acceptable pour 8 heures de travail par jour, pendant une semaine de 40 heures de travail et pendant 40 ans de vie professionnelle ; la VME intègre toutes les expositions sur une journée (à noter que pour le travail pendant des journées supérieures à 8 heures, une péréquation est effectuée pour adapter la valeur de la VME au temps de travail

effectuée) ;

- la valeur limite plafond, qui est une VLE à ne jamais dépasser au risque de déclencher des effets graves.

Les VLEPs se traduisent en mg/m³ ou en parties par million (ppm) dont la conversion est : ppm = (mg/m³) x 24,45 / Masse moléculaire.

Une VLEP établie pour une substance donnée :

- tient compte de la voie d'exposition par inhalation principalement, mais n'exclut pas l'exposition possible par voie cutanée dans l'ambiance gazeuse pour les substances chimiques ayant une absorption cutanée non négligeable ;
- tient compte de chaque durée d'exposition, aiguë ou cumulée lors de la journée de travail, ainsi que la fréquence des expositions ;
- elle se dérive pour la population

au travail, indépendamment du sexe, et pour des « travailleurs sains », c'est-à-dire qui ont été jugés aptes par la médecine du travail.

Étape 2 : Comment établir une VLEP ?

L'établissement de VLEP

L'établissement de VLEP est une étape importante de la démarche globale d'évaluation des dangers d'une substance chimique. Elle est la suite logique des études qui ont été effectuées, pour connaître l'ADME de cette substance, ainsi que des résultats des études toxicologiques « in vitro et in vivo » à court, moyen et long termes.

Il faut en premier lieu établir le profil toxicologique de la substance et récolter toutes les données la concernant, puis choisir ensuite les études les plus pertinentes et les plus valables (Klimisch).

Il faut recueillir les données physicochimiques pertinentes par inhalation, en particulier la forme (gaz ou particules), la granulométrie des particules, la volatilité du liquide (point d'ébullition et tension de vapeur - PKa), la solubilité dans

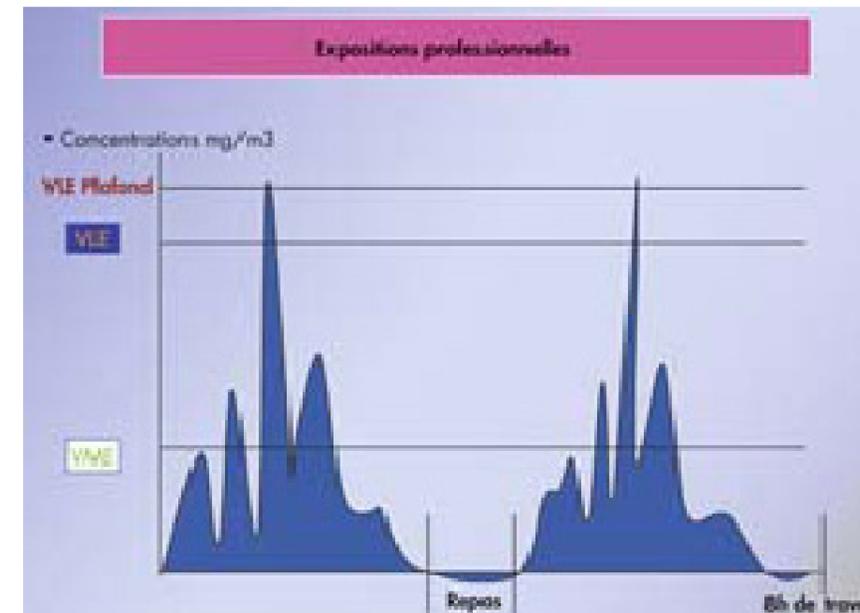
décrits dans REACH :

VLEP = (LD50, ou NOAEL ou LOAEL) / (AF global)

AF global = (AF1 x AF2 x AF3...)

À NOTER

Attention à bien vérifier que les



les milieux aqueux et lipidiques, ainsi que le coefficient de partage (log K_{ow}). Ces données sont utiles à température normale (20-25°C) mais aussi à la température de mise en oeuvre de la substance chimique.

Il faut par ailleurs déterminer les modes d'action (MoA) de la substance et identifier les effets observés sur les cellules et les organes (effets avec ou sans seuil). Il est aussi nécessaire de faire une analyse critique et de choisir les valeurs seuils les plus pertinentes (LD50, NOAEL, LOAEL) ainsi que les effets locaux d'irritation et de corrosion pour chaque type d'étude par inhalation.

À défaut d'étude par inhalation, il faudra estimer des valeurs à partir des données existantes en utilisant les corrections allométriques et les facteurs d'ajustement (AF) utilisés pour la dérivation des DNELs et

VLEP sont contrôlables par les moyens d'analyses disponibles ! Des valeurs de VLEP en dessous de la limite de détection sont impossibles à contrôler.

EXEMPLE DE VLEP

- poussières de bois : VME = 1 mg/m³ d'air ;
- benzène : VME = 3,25 mg/m³ d'air ou 1 ppm ; prendre en compte la possibilité de pénétration cutanée.

On notera que les VLEP françaises sont déterminées par le Ministère du Travail.

Étape 3 : Quels sont les deux types de VLEP ?

Les VLEPs définies par le ministère du Travail suite aux travaux d'une commission spécialisée conduite par l'INRS sont pour la plupart du temps « indicatives ». C'est-à-dire qu'elles peuvent être légèrement dépassées temporairement sans

risque, du fait de la marge de sécurité prise pour les établir. Cela laisse la possibilité théorique, aux manipulateurs de la substance, d'adaptation aux conditions réelles d'expositions potentielles, une tolérance de 10 % à 30 % étant acceptable selon les substances.

Ces VLEP « indicatives » ne sont pas obligatoirement applicables sur les lieux de travail. Cependant, il est difficile, voire impossible pour un industriel, de ne pas les appliquer sur les lieux de travail du fait de leur détermination par une commission d'experts spécialisés.

Des VLEP « contraignantes » ont été aussi définies. Elles obligent les employeurs au respect strict de ces valeurs dans les lieux de travail du pays concerné.

NOTRE CONSEIL : Portez une attention particulière aux VLEP

Les VLEP engagent le producteur vis-à-vis des travailleurs qu'il doit protéger contre les risques pour sa santé. En l'absence de VLEP définies dans un pays, il faut appliquer les VLEP les plus pertinentes en fonction des risques potentiels d'exposition. A défaut, l'utilisation de VLEP plus contraignantes venant d'agences reconnues comme le SCOEL, La commission MAK et l'ACGIH sont à privilégier.

EVITEZ LES ERREURS :

Ne négligez pas les VLEP et leur vérification

N'exposez pas inutilement les travailleurs à des concentrations toxiques de substances chimiques. De même, pensez à mettre en place les moyens de contrôle des VLEP ainsi que les protections collectives et individuelles adéquates.

Il est enfin impératif de choisir les VLEP pertinentes pour protéger les travailleurs selon les pays de manipulation. ●

Sous l'égide

Royaume du Maroc
Ministère de l'Industrie,
de l'Investissement, du Commerce
et de l'Economie Numérique



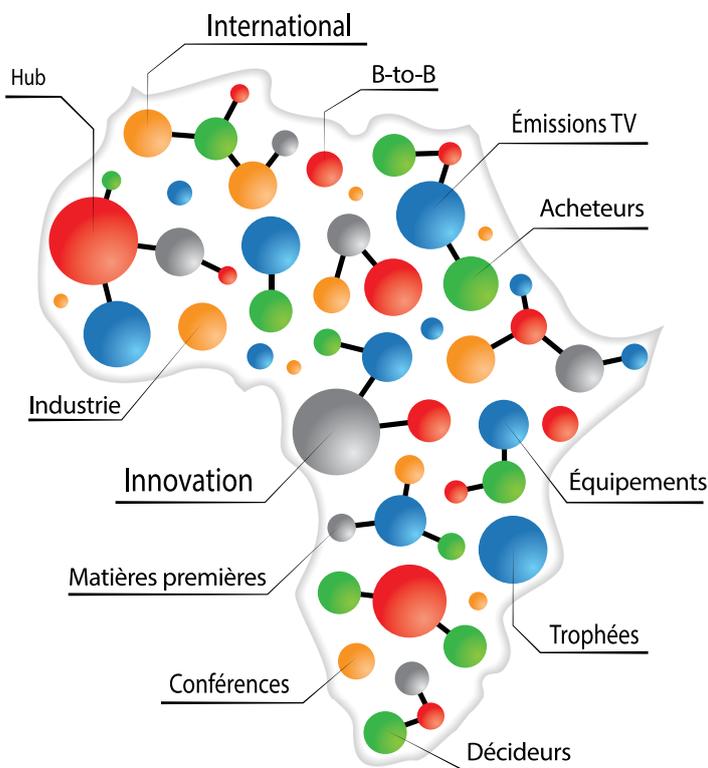
المملكة المغربية
وزارة المصناعات
والاستثمار والتجارة
والاقتصاد الرقمي

2^e
Édition

KIMIA AFRICA

Salon des Matières Premières et des Technologies de la Chimie 2017

Le rendez-vous international des acteurs de la Chimie et de la Parachimie



Du 26 au 28 septembre 2017

Centre International de Conférences et d'Expositions de Casablanca

- Technologies de Procédés • Qualité, Environnement et Sécurité • Mesure, Contrôle et Régulation • Automatismes, Systèmes et Informatique Industrielle
- Equipements Industriels • Techniques et Produits de Laboratoire • Ingénierie, Maintenance et Services • Conditionnement, Emballage • Logistique • Matières Premières et Additifs

www.kimia-africa.com



- ◆ 3 000 participants professionnels ◆ 4 500 m² d'exposition
- ◆ Émissions TV ◆ Conférences techniques ◆ Trophées

Organisateur



Partenaire Organisation



Sponsors



Contact

Mehdi LAËCHACH
Chef de projets
Tel. : +212 (0)5 22 43 96 29
mlaachach@cfim.org

Omar BENJELLOUN
Chef de projets
Tel. : +212 (0)5 22 43 96 34
obenjelloun@cfim.org

Partenaires



Partenaires Média

