



## De la chimie fossile à la chimie durable

E. Jacques, S. Rup-Jacques  
257 p., 21 €  
Ellipses, 2017

Sandrine Rup-Jacques est docteur en chimie et ingénieur d'études. Ses recherches portent sur l'analyse et la synthèse organique en chimie verte. Éric Jacques est professeur agrégé de sciences-physiques, enseignant et formateur en chimie. Il est également l'auteur de plusieurs ouvrages sur l'histoire des sciences. Ensemble, ils proposent une réflexion sur leur discipline, son évolution et sa récente mutation : celle qui a vu naître le concept de chimie durable. Ils ont ainsi retracé – rien de moins – l'histoire de la chimie, de ses balbutiements à nos jours. Cette approche, en plus d'être pédagogique et abordable, rend la lecture de l'ouvrage particulièrement passionnante.

L'exposé est structuré en deux parties. Dans la première, le lecteur voit la chimie évoluer d'une pratique ésotérique à une discipline scientifique qui a finalement conquis notre quotidien. Sont passées en revue les premières grandes aventures de la chimie industrielle, certaines tragiques mais d'autres triomphantes, celles qui ont débouché sur la création de « poids lourds » connus de tous, tels que BASF, Bayer, Dupont de Nemours, Solvay, Unilever ou encore Merck. La synthèse organique a rendu possible dès la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle la création de médicaments, de colorants, et un peu plus tard de nouveaux matériaux dits « plastiques ». Dès lors, la matière première de ces composés, le pétrole, est rapidement devenu stratégique, véritable « or noir » qui a fait la fortune de ceux qui, tel Rockefeller, ont su flairer l'air du temps... Fin XIX<sup>e</sup>, la chimie du pétrole devient un élément incontournable de notre quotidien et suscite des espoirs de vie meilleure. Mais il a fallu payer un tribut. Car la chimie a aussi contribué à détériorer notre planète : consommation de ressources non renouvelables, pollution des océans, de l'air... Les auteurs passent en revue ces différents types de pollutions ainsi que les accidents qui ont entamé le capital sympathie de la chimie : DDT, Bhopal, Thalidomide, AZF, Erika, etc. Il faut se rendre à l'évidence : au fil du temps, l'industrie chimique s'est mise à faire peur.

La seconde partie donne à voir comment s'opère cette mutation vers une chimie durable, respectueuse de l'environnement. Depuis les années 1970, les mouvements écologistes ont promu de nouvelles pratiques : recyclage des matériaux, énergies alternatives, etc. Cette prise de conscience a fini par gagner les laboratoires universitaires, et la recherche (pour une partie au moins) s'est aussi mise au vert, entraînant des découvertes telles que le développement de catalyseurs plus performants, des solvants alternatifs (biosolvants, liquides ioniques, fluides supercritiques), ou encore des biopolymères. Fin des années 1990, la « chimie verte » s'institutionnalise, et ses douze principes sont énoncés par Paul T. Anastas et John C. Warner. Reste à convaincre l'industrie de passer aussi au vert. Plusieurs innovations sont mentionnées, notamment dans le domaine de la formulation, ainsi que le rôle incitatif de la législation (REACH). Mais comment faire plus ? Nous devrions dire « comment faire moins ? » Car en définitive, la mutation qui est à l'œuvre dépasse le champ scientifique : il y a urgence à voir s'opérer un changement de philosophie dans notre société que les auteurs résument par ces mots : « *moins fort, moins loin, moins grand, moins lourd.* » La balle est dans notre camp, nous consommateurs, enseignants, étudiants... et pour mieux nous mettre en position d'agir, le livre se clôt sur des propositions d'enseignement, d'activités, de travaux pratiques faciles à mettre en œuvre.

Le tout est exposé de manière claire et accessible à tous, ce qui devrait permettre à l'ouvrage de trouver un public très large. C'est en tout cas ce que nous espérons tant les problématiques abordées sont aujourd'hui prégnantes.

**Vangelis Antzoulatos**



## Chimie verte

### Concepts et applications

J. Augé, M.-C. Scherrmann  
505 p., 69 €  
EDP Sciences/CNRS Éditions, 2016

L'énoncé des douze principes de la chimie verte par Paul Anastas et John Warner en 1998 constitue la référence dans le domaine de la chimie durable, même si de nombreuses études avaient précédé ces principes en Europe, et en France en

particulier. La croissance exponentielle des publications ces dernières décennies a été soulignée par de nombreux conférenciers au cours de la multitude de congrès académiques organisés autour de cette thématique. Cependant, ces principes ont également conduit à de nombreuses actions dans les milieux économiques, et en priorité dans l'industrie chimique. Le CEFIC (Conseil européen de l'industrie chimique) et l'UIC (Union des industries chimiques) en France ont établi une feuille de route « SusChem » (« Sustainable Chemistry ») dès les premières années de ce siècle ; feuille de route renouvelée récemment.

Outre les brevets et publications, de nombreux mémoires et livres ont été également écrits récemment. Cependant, peu d'entre eux ont utilisé les concepts et les résultats récents de la chimie durable pour « revisiter » les principaux domaines de la chimie et les applications nouvelles. C'est l'objectif de ce livre qui comporte six chapitres principaux et une série d'exercices corrigés illustrant bien les concepts de la chimie verte.

Le premier chapitre est évidemment dédié à la présentation des principes de la chimie verte ainsi que des principes du génie des procédés verts. Les auteurs ont ensuite choisi de présenter certaines avancées apportées par la chimie verte au travers de quatre axes prioritaires : les économies d'atomes dans les grandes réactions de la chimie (hydrogénation, oxydation, redox...) ; les catalyses (homogène, hétérogène, enzymatique) et l'organocatalyse... ; les solvants alternatifs parmi lesquels l'eau, les solvants biosourcés, les fluides supercritiques et autres peuvent jouer un rôle déterminant ; les méthodes alternatives en synthèse (micro-ondes, ultrasons, photochimie), sans oublier l'intensification des procédés *via* le développement des microréacteurs.

Enfin, un chapitre est dédié à quelques utilisations de la biomasse dans de grands secteurs d'applications (biogaz, biocarburants, bioproduits, biomatériaux...). Il faut souligner que si certains aspects ont été présentés plus succinctement, le lecteur pourra consulter les nombreuses références bibliographiques récentes proposées par les auteurs.

En conclusion, la vue d'ensemble présentée dans cet ouvrage est particulièrement d'intérêt pour les lecteurs attentifs au développement des connaissances dans le domaine de la chimie verte et aux applications en résultant.

**Joël Barrault**



**Nanomonde**  
**Les frontières du possible (2<sup>e</sup> éd.)**  
L. Laurent  
216 p., 19 €  
EDP Sciences/Bulles de sciences, 2016

La prophétie, dès 1959, du prix Nobel de physique Richard Feynman, selon laquelle l'homme serait capable de construire des objets de la taille des atomes est aujourd'hui devenue réalité, mais peut-être n'est-ce qu'une étape vers des machines plus autonomes ? Pour mieux comprendre ces nanomachines, soit inanimées (transistors, capteurs), soit vivantes en tant qu'éléments de microorganismes, l'auteur se propose de nous familiariser tout d'abord avec les lois du nanomonde. Pour cela, il imagine très astucieusement de rentrer dans la peau d'un personnage du nom de Scott, dont la force physique est décuplée relativement à sa petite taille imaginaire. Bien d'autres phénomènes physiques, forces et lois d'échelle sont décrits selon la miniaturisation croissante du personnage. Dans la foulée, l'auteur détaille les lois de la matière à l'échelle du nanomètre, dominées par les charges électriques et les forces d'attraction entre les atomes. Au-delà des différentes nanomachines créées par l'homme avec un focus sur l'essor de la microélectronique, l'auteur en vient à l'assemblage par les méthodes de la chimie, sujet qui nous est plus familier, où l'on retrouve les rotaxanes, les caténanes, le ribosome artificiel et enfin les moteurs moléculaires pour finir avec la *Nanocar Race*\*. Les nanomachines naturelles, éléments

de base des êtres vivants, bien que d'une grande diversité, utilisent un nombre limité de familles de composants. Néanmoins, elles restent d'une infinie complexité, donc difficiles à mimer, même si quelques avancées existent dans leur compréhension, comme celle du tandem actine-myosine ou de l'ATP synthase. De là, il n'y a qu'un pas à franchir pour aborder la biologie de synthèse, ses origines et ses avancées, tout d'abord dans les années 1970-1980 avec les synthèses de l'insuline et de l'interleukine-2, puis vers les années 2000 avec celles de l'hydrocortisone et de l'acide artémisinique.

Dans sa conclusion, l'auteur se pose la question de la convergence entre les machines artificielles, évoquées au début, et le monde du vivant. Selon lui, les différences reposent sur des fonctionnements très différents et sur la très grande complexité de ce dernier. Alors doit-on avoir peur de ces nanomachines qui, selon Drexler, feraient courir un risque à l'espèce humaine, sujet de polémique s'il en est ? Selon Louis Laurent, cette polémique aujourd'hui dépassée a au moins le mérite de nous faire réfléchir sur ce que la science pourrait permettre de réaliser un jour. Ainsi, pour en revenir à la biologie de synthèse, les inquiétudes résident dans le risque pour l'homme, dû à des apprentis sorciers (cf. la fabrication d'un virus extrêmement dangereux), le risque pour l'environnement, la biodiversité... autant de thèmes développés dans des romans et films de science-fiction. Les progrès des biotechnologies et des nanotechnologies tendent à faire converger ces deux univers, mais il reste à surmonter la complexité du vivant. Finalement, est-ce souhaitable ?

Les dernières pages sont consacrées au nanomonde dans la littérature de science-fiction. Ce rapprochement montre que l'imagination des chercheurs

(dont les chimistes) et celle des écrivains ont bien des analogies. Ne serait-ce qu'en termes de construction logique, la cohérence requise dans une expérience n'étant peut-être pas si différente de celle d'un récit. Et comme l'écrivain (et le rêveur), la science construit son objet comme le fait le chimiste (selon les mots de Jean-Marie Lehn, prix Nobel 1987). D'une très grande richesse, ce livre qui nous ouvre les portes de l'infiniment petit, et qui oscille entre la physique, la chimie et la biologie, autrement dit traite de la matière molle, est à consommer avec délectation, même si sa lecture est parfois un peu ardue.

**Claude Monneret**

\* Voir Sauvage J.-P., Duplan V., Niess F., *Systèmes moléculaires contractiles et extensibles : vers des muscles moléculaires*, *L'Act. Chim.*, **2016**, 406, p. 13 ; Joachim C., *La NanoCar Race, première course internationale de molécule-voitures*, *L'Act. Chim.*, **2016**, 417, p.1.



**Composites polymères et fibres lignocellulosiques**  
**Propriétés, transformation et caractérisation**  
F. Berzin (dir.)  
328 p., 65 €  
Lavoisier-Hermès, Science et ingénierie des matériaux, 2017

Le remplacement des fibres de verre et de carbone par des matériaux biosourcés, notamment les fibres lignocellulosiques, dans les matériaux composites fait aujourd'hui l'objet de nombreuses études. Les inconvénients liés à l'utilisation de ces fibres, en particulier leur faible température de décomposition et les problèmes d'interfaces liés à la très forte hydrophobie, sont compensés par de nombreux avantages tels qu'un faible coût, une abondance naturelle, des propriétés mécaniques par exemple. Ce livre couvre en sept chapitres l'ensemble de la filière matériaux composites à matrice polymère et fibres lignocellulosiques (biocomposites), depuis l'origine des fibres jusqu'à leur fin de vie, en passant par les procédés de mise en œuvre et les propriétés mécaniques. Chaque chapitre se termine par une revue bibliographique particulièrement conséquente.

### Bulletin de l'Union des professeurs de physique et de chimie (« Le Bup »)

La rédaction de L'Actualité Chimique a sélectionné pour vous quelques articles.



#### N° 1001 (février 2018)

- Réforme du baccalauréat : quelle place la nation entend-elle donner aux sciences ?, par V. Parbelle.
- Le béton et la ville : le béton, un matériau d'avenir, par M. Ansart.
- Traitements de données cinétiques expérimentales à l'aide de Python, par S. Farina et P. Clerc.
- Positions de l'UdPPC sur le rapport Mathiot ; Pour un accès universel à la culture scientifique au lycée en classes de première et terminale ; Que dit le rapport Mathiot sur la physique-chimie ?, par la Rédaction de l'UdPPC.

• Sommaires complets, résumés des articles et modalités d'achat sur [www.udppc.asso.fr](http://www.udppc.asso.fr)

Après une description des parois végétales et de leurs constituants chimiques, notamment la cellulose et la lignine, le premier chapitre s'attache à décrire les différents modes d'obtention des fibres de lin et de chanvre par rouissage et séparation des fibres. La fin de ce chapitre recense les paramètres clés des fibres permettant de comprendre dans quelles mesures les propriétés finales des composites seront contrôlées par les caractéristiques initiales des fibres.

Dans une matrice polymère le plus souvent hydrophobe, la nature hydrophile des fibres constitue un inconvénient majeur et il est donc nécessaire d'appliquer à celles-ci un traitement de surface pertinent. Le chapitre 2 passe en revue les différentes méthodes chimiques permettant d'hydrophobiser les fibres et d'assurer ainsi une meilleure compatibilité interfaciale. L'utilisation de compatibilisants polymères est aussi rappelée.

La mise en œuvre de fibres dans l'élaboration des composites se fait habituellement à l'aide d'une extrudeuse baxis. L'intensité de ce traitement thermomécanique entraîne souvent une décohésion et une casse partielle des fibres, ce qui change le rapport de forme longueur/diamètre dont dépendent les propriétés mécaniques des composites. Le chapitre 3 traite de l'observation des phénomènes de casse et de l'évolution de ces paramètres morphologiques dans un mélangeur interne selon la nature des fibres. L'influence de la nature des fibres et de leur concentration sur les propriétés viscoélastiques des composites est aussi abordée. La mise en œuvre des fibres et la préparation des composites dans une extrudeuse baxis fait l'objet du chapitre suivant. L'influence des paramètres de compoundage (température, vitesse de rotation, débit) sur les phénomènes de casse y est étudiée, puis modélisée en vue d'une application industrielle.

Le chapitre 5 décrit les différentes méthodes de mise en forme de ces composites. La première partie rappelle d'abord les matrices polymères utilisées, tant pétro- que biosourcées, puis les différentes caractéristiques des fibres biosourcées, fibres de verre et carbone. Les procédés de mise en forme sont ensuite abordés : procédés par voie humide, injection de résine, voie sèche, procédés en continu et discontinu. La spécificité de l'utilisation des fibres

**Les lauréats du 30<sup>e</sup> Prix Roberval**  
**Des œuvres pour comprendre la technologie en langue française**

**Catégorie « Enseignement supérieur »**  
- L. Vulliet, L. Laloui, J. Zhao pour *Mécanique des sols et des roches - avec écoulements souterrains et transferts de chaleur* (Traité de génie civil vol. 18, Presses polytechniques et universitaires romandes).  
- Mention spéciale du jury : A. Rojey pour *Stockage de l'énergie* (Techniques de l'Ingénieur).

**Catégorie « Grand public »**  
- V. Tardieu pour *Agriculture connectée, arnaque ou remède ?* (Belin).

**Catégorie « Télévision »**  
- J.-C. Ribot pour son film *L'Odyssée Rosetta* (Look at Sciences - Vincent Gaullier, diffusé sur Arte).

**À retenir parmi les œuvres finalistes :**  
- M.-A. Marcoux, F. Olivier, F. Théry (association RECORD) pour *Déchets et économie circulaire, conditions d'intégration pour une valorisation en filières industrielles* (Lavoisier).  
- N. Richet, pour *Les cellules photovoltaïques en silicium : théorie et fabrication* (EDP Sciences).

**L'appel à candidatures pour le concours 2018 est ouvert: clôture fixée au 1<sup>er</sup> mai 2018.**  
• Pour en savoir plus et retrouver tous les lauréats 2017 : <http://prixroberval.utc.fr>

biosourcées est ensuite soulignée. La fin du chapitre est consacrée à une description plus détaillée des deux procédés par voie humide (LCM) et par compression.

Le chapitre 6 présente l'étude des propriétés de composites à fibres longues. Il commence par un exposé des propriétés mécaniques des fibres de lin en insistant notamment sur le fait que celles-ci dépendent du développement des plantes, fonction des nombreux paramètres naturels. La définition d'un lot de fibres végétales est donc par nature plus complexe à définir que les fibres synthétiques et la reproductibilité des propriétés mécaniques reste un problème difficile à gérer malgré les normes en vigueur. La suite de ce chapitre s'intéresse aux propriétés des composites à base de fibres de lin longues, plus spécifiquement aux propriétés des plis unidirectionnels (traction, compression, tenue en fatigue et à l'impact).


Le dernier chapitre traite de l'analyse du cycle de vie (ACV) de ces composites. La première partie définit les concepts d'écoconception, expose les bases d'un calcul environnemental en insistant sur ses limites et développe un exemple d'ACV de fibres de lin, puis de composites PP/lin et PLA/lin. La seconde partie s'attache à la problématique du recyclage des composites et de leur biodégradation.

De façon générale, cet ouvrage apporte de très nombreuses informations sur les fibres lignocellulosiques et leur

implication dans le développement de nouveaux composites. Il existe plusieurs niveaux de lecture, du fondamental sur les fibres végétales au niveau avancé puisque le chapitre 4 est issu d'une thèse de doctorat. L'avant-dernier chapitre est très intéressant car il met clairement en lumière la problématique de l'utilisation de ressources naturelles et l'influence de la nature dans la reproductibilité des résultats. Le dernier chapitre expose de façon pédagogique les notions d'ACV et de calculs environnementaux et sera lu avec profit par toute personne intéressée par ces problèmes. Cet ouvrage mérite donc sa place dans toute bonne bibliothèque et le lecteur intéressé trouvera de nombreuses références pour approfondir ses domaines de prédilection.

**Thierry Hamaide**

**À signaler**



**3 minutes pour comprendre les 50 notions élémentaires de la chimie**  
N. Tro  
160 p., 18 €  
Le Courier du Livre, 2018

Cet ouvrage de vulgarisation scientifique présente 50 notions fondamentales de la chimie, chacune expliquée en 300 mots et une image : les atomes, les réactions chimiques, la chimie organique, nucléaire, les molécules, les biotechnologies...