



**L'électricité, au cœur
de notre futur bas-carbone**
Sauvegarder notre niche écologique
Y. Bamberger, H.B. (T.) Püttgen
347 p., 30 €
EPFL Press, 2021

Cet ouvrage didactique est divisé en sept sections – Préambule et guide du lecteur ; Pour entrer dans le sujet ; Consommations d'énergie et émissions ; Comment l'électricité est produite ; Une électricité toujours plus présente ; Où nous devrions aller ; Pour conclure – qui regroupent vingt-deux chapitres et des annexes. Il est accompagné d'un document « compagnon » disponible sur le web pour approfondir certains sujets.

Le parti pris de l'ouvrage est de rester accessible au plus grand nombre. Sa longueur permet d'avoir une vue assez détaillée des systèmes énergétiques et de leurs interactions. Les auteurs soulignent que l'objet des accords de Paris est de maintenir le système Terre dans un état compatible avec l'existence humaine. Dans cet ouvrage, l'indice clé de la performance de l'humanité est la diminution des émissions de CO₂. Cette objectif clair contribue grandement à la lisibilité de l'ouvrage.

« Pour entrer dans le sujet », les auteurs imaginent quatre familles vivant sur quatre continents ayant des mix énergétiques différents pour que chacun puisse comprendre l'origine de ses émissions. Ils imaginent aussi un pays moderne avec une longue histoire : Energia. Enfin ils dressent un bilan des émissions mondiales.

Ils font ensuite un bilan des « Consommations d'énergie et émissions » pour les quatre secteurs macroscopiques de l'économie : logements, transports et déplacements, industrie et agriculture, tertiaire et services. Une fois ce bilan dressé, ils répondent à la question de savoir « Comment l'électricité est produite ». Les méthodes de production ainsi que leur contenu carbone et leur facteur de charge sont analysés. Bien évidemment, ce n'est pas tant l'exhaustivité

qui est cherchée mais plutôt la représentativité actuelle et à venir des moyens de production.

Dans une section intitulée « Une électricité toujours plus présente », les auteurs s'intéressent au stockage de l'énergie (mécanique, électrochimique, chimique, chaleur), aux réseaux électriques et aux systèmes multi-énergies. Cette section permet d'appréhender la complexité d'un système énergétique qui doit composer avec les consommations horaires, journalières, hebdomadaires, saisonnières et annuelles, et les pertes inhérentes à tous systèmes de stockage.

Dans « Où nous devrions aller », les auteurs se font les avocats de la redevance carbone universelle redistribuée (RCUR) qui permettrait de sortir de l'impasse de la taxe carbone, de l'échec des quotas d'émission et de la sensation d'écologie punitive. Pour faire simple, la RCUR est liée au contenu carbone d'un produit et est redistribuée en intégralité aux habitants sous la forme d'un revenu par habitant. Dans cette même section, le devenir de la mutation énergétique de Energia en 2035 est analysé. « Pour conclure », les baisses d'émission liées à la mutation énergétique de nos quatre familles sur quatre continents sont analysées et les auteurs nous enjoignent à embrasser la mutation énergétique dès maintenant avec les technologies d'aujourd'hui sans attendre demain. Au passage, on notera que le réalisme des dirigeants d'Energia les amène à relancer leur programme nucléaire !

Ce livre très complet, et relativement facilement accessible, ne propose pas de recettes magiques mais met en évidence les choix politiques qui doivent être faits pour favoriser l'électrification de nos besoins énergétiques. Les auteurs ne masquent pas les difficultés technologiques liées aux énergies renouvelables et au stockage. Ils insistent sur la nécessité de s'appuyer sur les technologies bas carbone prévisibles et éventuellement pilotables (hydraulique, géothermie, nucléaire) pour offrir un mix électrique bas carbone et fiable qui puisse s'accommoder d'une fraction significative d'éolien et de photovoltaïque. Enfin, pour les pays situés dans la zone tempérée Nord ou Sud, les technologies de stockage et de pompage de la chaleur et de sa distribution doivent être

massivement utilisées afin de réduire nos émissions de CO₂. Les technologies existent, alors utilisons les ! Un livre à conseiller à nos dirigeants !

Stanislas Pommeret



Étonnante chimie
**Découvertes et promesses
du XXI^e siècle**

C.M. Pradier (dir.)
F. Teyssandier, O. Parisel (coord.)
340 p., 22 €
CNRS Éditions, 2021

Cet ouvrage, destiné au grand public, illustre en cinquante-quatre petits articles de trois à quatre pages chacun les grands thèmes de la chimie : Voyager dans le temps ou l'espace ; Observer et protéger notre environnement ; Créer et stocker l'énergie ; Modéliser et ciseler la matière ; Diagnostiquer et soigner ; Chimie au quotidien. Un index détaillé, et surtout un glossaire de treize pages avec 123 termes définis en facilitent la lecture. Le lecteur plus averti pourra consulter avec profit les références bibliographiques données à la fin de chaque article pour en savoir plus.

À signaler, la bonne idée d'introduire chaque article d'une citation littéraire, y compris humoristique – je ne peux m'empêcher de noter celle de Pierre Desproges : « Sans pile, on perd la face » ! Il est impossible de citer ici tous les auteurs des articles et les sujets évoqués dans cet ouvrage ; aussi je me limiterai à citer quelques points qui ont particulièrement attiré mon attention (que les auteurs me pardonnent cette sélection arbitraire).

Il existe plus de 210 molécules identifiées dans le milieu interstellaire ! La lumière polarisée circulairement en UV a permis de donner un argument sur l'origine de l'asymétrie de acides aminés appartenant à une météorite... Une poudre ophtalmique (la laurionite) était utilisée par les Romains au 1^{er} siècle ap. J.-C., mais les fards noirs égyptiens analysés au synchrotron de Grenoble ont montré que déjà 3 000-4 000 ans

av. J.-C., les Égyptiens maîtrisaient déjà la technique de fabrication !

Notons que l'extraction des métaux toxiques par des plantes de sols pollués ou d'eaux résiduaires permet de récupérer des métaux qui sont utilisés en (éco)catalyse pour des réactions de couplage en synthèse organique avec succès ! Des membranes ont été réalisées avec des canaux artificiels d'inspiration biologique ; elles conduisent alors à un alignement de molécules d'eau qui deviennent ainsi chirales et ces membranes peuvent être utilisées pour le dessalement de l'eau de mer. La valorisation du CO₂ permet déjà des transformations conduisant à la fabrication de l'éthylène, source de polymérisation par exemple !

Le CO₂ supercritique permet de régénérer des masques chirurgicaux et FFP2 sans altération mécanique de la structure, tout comme l'eau supercritique est capable de recycler des aimants permanents et d'accélérer la synthèse du talc passant d'une dizaine d'heures à une dizaine de secondes !

L'utilisation d'électrodes au carbone des supercondensateurs et à base d'oxydes dans les batteries permet d'envisager des pseudo-condensateurs alliant les avantages des deux systèmes ! La dynamique moléculaire ab initio explique enfin après plus d'un siècle le mécanisme de la réaction de Grignard...

Les MOF ont une grande aire spécifique de 3 000 m²g⁻¹ et un gaz confiné dans les pores se liquéfie à plus basse température : 1 kg de MOF peut adsorber de l'eau jusqu'à 2,8 litres ! L'exhalomique (science de l'analyse de l'air exhalé) a permis par COV/SM de détecter des produits pouvant cartographier les COV exhalés des malades du Covid-19. L'utilisation du squalène, liquide naturel et biocompatible, a été l'occasion de réaliser des encapsulations chimiques de molécules pharmacologiques actives et la délivrance du principe actif est alors parfaitement contrôlée dans l'organisme. Dans le même ordre d'idée, la création de puces microfluidiques permet d'envisager des nouveaux réacteurs chimiques industriels, mais aussi de réaliser des tumeurs sur puce pouvant être utilisées en immunothérapie.

Par ailleurs, on note que dans une grappe de raisin on peut actuellement identifier mille composés chimiques ! Le fameux goût du bouchon est dû au trichloroanisole, mais l'analyse des bouchons est maintenant suivie par fluorescence avec un ligand issu de l'anthracène complexé dans un MOF !

En cosmétique, les agents tensioactifs de synthèse sont remplacés par des particules dites de Picking, qui sont des microparticules solides peu toxiques, d'argile, cellulose et polymères biodégradables et biocompatibles.

Pour terminer, mentionnons les notes historiques, en particulier sur Marie-Anne Paulze et son rôle important dans les travaux de Lavoisier, son époux ; sur Jean-Baptiste Dumas et le cœur embaumé de Saint-Louis de la Sainte-Chapelle à Paris, et plus surprenant... sur Angela Merkel, d'abord chimiste théoricienne avant de devenir chancelière d'Allemagne !

Si je devais formuler quelques critiques, ce serait le faible nombre de femmes chimistes auteures de l'ouvrage, et l'absence des derniers prix Nobel de chimie français, ne serait-ce qu'Emmanuelle Charpentier...

Pour conclure, l'ouvrage illustre bien l'évolution historique de la chimie, considérée d'abord comme science de progrès puis perçue par l'opinion publique comme dangereuse, mais le renouveau observé ces dernières années avec par exemple « l'écochimie » et la « chémobiologie » y est bien mis en évidence. Par ailleurs, ce livre sera sans doute très utile aux professeurs chargés d'enseignement de la chimie pour illustrer leurs cours.

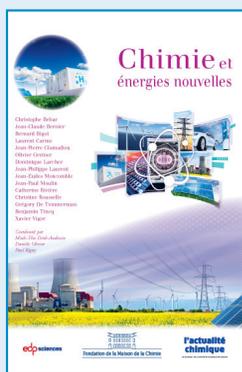
Nul doute que le lecteur appréciera cet ouvrage, source d'étonnements comme son titre l'indique, grâce à la très grande diversité des champs d'applications de la chimie.

Jean-Pierre Foulon

À paraître dans la collection « Chimie et ... »

Chimie et énergies nouvelles

M.-T. Dinh-Audouin, D. Olivier, P. Rigny (coords.)



Il y a seulement quelques années, les énergies fossiles (charbon pétrole) étaient reines et le nucléaire les complétait par des technologies d'avenir. Tout a changé aujourd'hui : le pétrole s'épuise et disparaîtra, des accidents rares mais terribles discréditent le nucléaire. Alors même que la vie, quotidienne comme économique, repose de plus en plus sur l'électricité ! Et voilà que l'obsession du changement climatique entre en jeu et vient disqualifier notre source privilégiée, le pétrole, puisque les émissions de gaz carbonique dues à la combustion sont principalement dénoncées ! Ce qui était une préoccupation pour les spécialistes au début du siècle mobilise maintenant tout le monde.

Les auteurs de cet ouvrage montrent comment les scientifiques et les ingénieurs modifient les procédés connus pour limiter les émissions de CO₂ et en inventent d'autres. Ils montrent aussi comment se passer de combustibles fossiles, en utilisant l'énergie du vent (les éoliennes) ou celle du solaire (les cellules photovoltaïques), ou encore pour développer des procédés à base de plantes, mieux sécuriser le nucléaire, voire, pour le grand avenir, utiliser la fusion des atomes – le procédé du soleil !

Dans les journaux ou les livres, ces thèmes sont souvent abordés, vu leur importance critique, mais rarement le sont-ils de la façon concrète qu'ont adoptée les auteurs de ce livre. Ici on ne vend pas du rêve, mais on incite au concret : tout (ou beaucoup) est possible, mais rien n'est ni simple ni garanti, il n'y a pas de « tout tout de suite » possible. Le chemin vers les nouvelles énergies comportera des étapes... des déceptions passagères, des espoirs, des choix et des mobilisations avant des succès et des améliorations. Les meilleurs spécialistes des laboratoires et des industries nous transmettent dans ce volume ce qu'il faut savoir pour aborder cette ère techniquement révolutionnaire !

À commander en ligne sur aboutique.edpsciences.fr