

## Livres



### Histoire de l'oxygène De l'alchimie à la chimie

G. Borvon  
215 p., 26 €  
Vuibert, 2012

D'une érudition de bon aloi, cet ouvrage nous entraîne dans l'aventure de l'invention de la science et de l'esprit scientifique depuis Empédocle et en compagnie des grands alchimistes, en prenant l'histoire de l'oxygène comme fil conducteur. De nombreuses citations et gravures originales agrémentent cette étude qui a le mérite d'éclairer des connaissances souvent peu ou mal traitées. Les apports respectifs, liés à leur personnalité et leur environnement, de Priestley, Scheele et Lavoisier, sont plus subtilement analysés qu'à l'ordinaire (quoique le rôle de Madame Lavoisier soit, bien sûr, escamoté !). On apprécie, par exemple, qu'il soit précisé que la charge de fermier général ait été sollicitée par Lavoisier, non par cupidité, mais pour installer et alimenter un laboratoire « moderne ». La discussion sur l'importance du langage dans l'émergence et le développement de la science est particulièrement pertinente et dépasse largement la question de la chimie. Celle de la paternité d'une découverte, ouvrant sur celle de la brevetabilité, concept actuellement fort débattu, aurait pu être illustrée par l'intéressante pièce de théâtre de Carl Djerassi et Roald Hoffmann, *Oxygène*. Il est dommage que Georges Claude et l'importance des gaz dans l'industrie contemporaine soient oubliés, et on aurait aimé que la métallurgie ne soit pas considérée comme la seule industrie ayant changé le monde ; le verre, la faïence l'ont fait tout autant.

Après avoir justement rappelé (p. 201) que l'oxygène a été le premier polluant produit par l'activité du vivant (et tout en reconnaissant qu'on lui doit d'être !), Gérard Borvon exécute en quelques phrases sans appel « *l'industrie chimique et son activisme auprès des pouvoirs publics pour contrer toute tentative visant à limiter l'impact de ses produits sur l'environnement et la santé.* » Il fait l'impasse sur tout ce que la chimie a apporté comme amélioration dans

notre vie quotidienne, son apport à l'augmentation remarquable de notre longévité, et balaie d'un revers de plume l'initiative « Responsible care » (en France « Engagement de progrès »), antérieure à l'action autoritaire REACH. Par contre, il ne manque pas de l'accuser du scandale, réel, du Médiateur, alors que le trou d'ozone et les pluies acides, certes moins médiatiques ces derniers temps, auraient peut-être été plus illustratifs du sujet traité ! Et pourquoi ne pas invoquer la mortalité routière (l'automobile est pleine de chimie !), l'agriculture et l'alimentation, etc. comme si la Nature avait attendu l'Homme pour produire poisons et venins ! Pour paraphraser Esopé, et n'en déplaise à certains, la chimie comme la langue est la meilleure et la pire des choses, et les nuisances, diffuses ou non, sont de la responsabilité de chacun et non d'une divinité maléfique, fût-elle la chimie.

Pour terminer sur une note aimable, et puisque l'auteur ne rechigne pas à convoquer littérature et musique avec Jean-Michel Jarre par exemple, pourquoi ne pas avoir fait référence à Jules Verne et à son roman, mis en opéra par Offenbach, *Docteur Ox*, dans lequel avec son assistant Ygène il s'interroge : « *La vertu, le courage, le talent, l'esprit, l'imagination... ne seraient-ils qu'une question d'oxygène ?* ». Voilà qui aurait été moins polémique, mais bien intéressant à noter !

R. Agnès Jacquesy



### Le tableau périodique Son histoire et sa signification

E. Scerri  
349 p., 59 €  
EDP Sciences, 2011

Comme son titre l'indique, ce livre retrace l'émergence des notions d'élément chimique et de « famille d'éléments » jusqu'à leur aboutissement sous la forme du « tableau périodique ». Puis il s'interroge sur ses fondements et sa signification dans la chimie contemporaine.

Après une présentation du tableau moderne et des nomenclatures associées, deux chapitres sont dévolus à l'histoire « pré-Mendeleïev » des éléments et aux tentatives de leur classement.

L'idée de périodicité se développe à partir du moment où un nombre a pu être associé aux éléments : la masse atomique, si l'on adhère à l'hypothèse atomiste (Dalton en 1803), ou les « équivalents » (rapport de la masse atomique à la valence), notion largement admise après Lavoisier. Ces théories se trouvent ainsi tributaires des progrès dans la détermination de ces grandeurs. Ainsi, William Prout remarque en 1815 que les équivalents sont souvent un multiple entier de celui de l'hydrogène et postule l'unité de la matière, les éléments se trouvant formés par une agglomération d'hydrogène. Ceci conduira certains à arrondir les équivalents à l'entier le plus proche, et en conséquence incitera à rechercher une précision croissante dans leur détermination. « *Le chlore, dont la masse atomique de 35,5 refusa bêtement de changer au long des déterminations successives* » constitua une contradiction formelle de l'hypothèse de Prout jusqu'à la découverte des isotopes. La caractérisation de « triades » d'éléments, de propriétés chimiques analogues et dont la masse de l'un est la moyenne de celle des deux autres (ex. : Li, Na, K) constitue la première relation entre masse atomique et propriétés chimiques. Ensuite, à partir de 1860, plusieurs systèmes périodiques apparurent. Le premier semble bien être la « vis tellurique » de Chancourtois qui d'ailleurs utilisa des masses arrondies à l'unité. Puis Newlands énonça une « loi des octaves » ; d'autres systèmes furent proposés par Odling, Hinrich et Lothar-Meyer qui élaborèrent, indépendamment de Mendeleïev, un tableau périodique dans lequel, avant lui, il laissa des « cases vides » pour des éléments inconnus et effectua des « inversions » dans la séquence des masses atomiques.

Une large place (chapitres 4 et 5) est évidemment donnée à Mendeleïev. En quoi se distingue-t-il de ses prédécesseurs immédiats ? D'abord, il a privilégié les propriétés chimiques par rapport aux propriétés physiques, à l'exception toutefois de la masse atomique. En effet, remarquant que celle-ci est la seule caractéristique conservative d'un élément, il pensait qu'elle était intimement liée à ses propriétés physico-chimiques. Ensuite, il n'a cessé de perfectionner son système et s'est consacré toute sa vie à sa diffusion. Ses prédictions « heureuses » du gallium, scandium et germanium sont bien connues, moins que des prédictions « malheureuses », comme celles d'éléments plus légers

que l'hydrogène, dont le constituant de l'« éther », le « newtonium ». Pourtant, E. Scerri pense que ces prédictions réussies ont pesé moins lourd dans l'acceptation du système que l'élaboration d'un classement chimiquement pertinent des 62 éléments alors connus.

À partir du chapitre 6, dans lequel l'auteur présente les découvertes des constituants de l'atome et de la notion de numéro atomique, le chimiste contemporain retrouve un terrain qui, pour être plus familier, n'en est pas moins semé d'embûches. Parmi les modèles pré-quantiques de l'atome (chap. 7), le premier modèle « en couches » est proposé par Thomson dès 1904. C'est Bohr qui présente le premier modèle donnant des configurations électroniques avec deux nombres quantiques, mais plus sur la base d'intuitions que par une construction rigoureuse. Avec l'introduction du principe d'exclusion, Pauli formule le principe « Aufbau » dans sa forme actuelle, avec les quatre nombres quantiques  $n$ ,  $l$ ,  $m_l$  et  $m_s$  (ce dernier étant postulé, le spin n'étant alors pas encore connu). Mais le lien avec la périodicité des propriétés reste à établir, que les chimistes s'attacheront à découvrir, essentiellement de façon inductive sur des bases expérimentales (chap. 8). Parmi eux, Lewis (1916) a postulé les notions de « couche périphérique », de formation de liaisons par mises en commun d'un doublet électronique et la « règle de l'octet ».

Avec l'avènement de la deuxième quantification (chap. 9), on incline à penser que la justification théorique de la classification est acquise, à quelques détails près. En effet, la méthode de Hartree-Fock permet en principe de calculer la configuration électronique fondamentale et l'énergie de chaque niveau : les électrons se plaçant par ordre d'énergie croissante, on trouve une première période (1s), deux périodes de huit éléments (2s, 2p et 3s, 3p), puis deux périodes de 18 éléments, etc. De nombreuses ombres viennent assombrir ce tableau : les fonctions de la base utilisée dans ce calcul sont le plus souvent optimisées grâce à des données expérimentales ; la description d'un atome à l'aide d'une unique configuration est une approximation ; après les corrections relativistes, on trouve parfois un état fondamental différent (ex. : Cu  $d^9s^2$  ou  $d^{10}s^1$ )... Dans ces conditions, il est vain pour l'enseignant de chercher à interpréter qualitativement des effets « fins » sur la base d'énergie d'orbitales (lesquelles, d'ailleurs, ne sont pas des observables). Par ailleurs, l'auteur fait

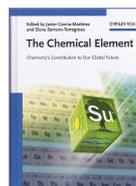
remarquer que le principe de Pauli est un principe additionnel à la théorie quantique, non inclus dans ses postulats. Il conclut ainsi dans ce neuvième chapitre : « *La réduction de la chimie à de la mécanique quantique [...] n'a ni échoué complètement ni atteint un succès complet [...].* »

Enfin dans un dixième chapitre, E. Scerri rappelle que les éléments n'ont pas toujours existé et continuent à se transformer en abordant brièvement la nucléosynthèse et l'astrophysique.

Sur le plan matériel, l'ouvrage présente de nombreux portraits des personnages évoqués, y compris une « photographie de Lavoisier ». Les notes abondantes sont rejetées en fin d'ouvrage et classées par chapitre, mais sans rappel du numéro de chapitre ni dans les notes, ni dans le corps du texte, ce qui rend leur consultation particulièrement pénible. On peut aussi déplorer le prix élevé d'un ouvrage qui relève de la culture scientifique générale.

L'amateur d'histoire des sciences et d'épistémologie y trouvera matière à de passionnantes réflexions sur les avatars de théories ou de simples intuitions. L'enseignant y trouvera des éléments de réponse, plus souvent de nouvelles interrogations, et il est fort probable que s'il n'est pas lui-même spécialiste de la question, sa perspective pédagogique s'en trouve sensiblement modifiée.

Patrick Chaquin



**The chemical element  
Chemistry's contribution  
to our global future**

J. Garcia-Martinez, E. Serrano-Torregrossa (eds)  
377 p., 22,50 £  
Wiley-VCH, 2011

Voilà un livre édité par J. Garcia-Martinez et E. Serrano-Torregrossa de l'Université d'Alicante qui colle de très près aux déclarations de l'Année internationale de la chimie, et notamment à celles de l'UNESCO et de l'IUPAC lors de l'ouverture à Paris en janvier 2011 sur les solutions que peut apporter la chimie dans des domaines aussi variés que la santé, la nutrition, l'accès à l'eau, l'éducation et le « global change ».

Neuf chapitres écrits par 25 auteurs déclinent ces différentes solutions. Le

premier fait le point sur l'historique des avancées marquantes pour l'humanité dans les domaines de la santé, la chimie, l'agriculture, l'industrie et la progression de la R & D accompagnant la qualité de vie sur la planète. Plus de 240 références sur l'eau, la faim et l'économie dans le monde complètent ce chapitre.

Le chapitre 2 est consacré à l'apport de la chimie à la sécurité alimentaire, sachant que près de deux milliards d'êtres humains sont encore sous-alimentés, dont plus de 20 % d'enfants. Engrais, pesticides et insecticides ont permis depuis les années 1960 la « révolution verte » qui, avec le programme « Millenium » de l'ONU, fait progresser la sécurité alimentaire, clé du développement.

Le chapitre suivant sur la pauvreté introduit la notion de population sous le seuil de 1,25 \$ par jour, soulignant que plus de 400 millions de personnes de l'Afrique sub-saharienne sont concernées par l'extrême pauvreté. Les contributions de la chimie pour contrer la « protein energy malnutrition » (PEM) et les faibles espérances de vie sont analysées à la lumière du développement durable et des applications récentes de la recherche.

La contribution à l'éducation fait l'objet du 4<sup>e</sup> chapitre où est traitée la question essentielle de l'apport des concepts de la chimie et de ses fondamentaux aux scientifiques et aux citoyens pour mieux comprendre les évolutions et les challenges essentiels pour leur vie future.

Le 5<sup>e</sup> chapitre illustre la contribution à la découverte et à la production des médicaments. Après un bref historique, l'aspect économique à la commercialisation de nouvelles molécules et l'arrivée des vingt premiers « block-buster » sont analysés. Des exemples de « screening » et de « lead » illustrent la recherche et quelques types de médicaments – antibactériens, antiviraux – et montrent l'aspect chimique de la recherche, sans oublier les carbohydrates des vaccins.

Le chapitre 6 est consacré à la chimie verte ; son origine et ses principes sont illustrés par des exemples sur les ressources renouvelables ; les réactifs ou solvants propres comme le DMC, la limitation des résidus, la catalyse, les chemins propres de réaction, les économies d'atomes et d'énergie minimum sont passés en revue. Des indicateurs de « green chemistry » sont proposés dans la perspective du développement futur.

L'eau est le sujet du chapitre 7. Après avoir souligné l'urgence de l'accès à l'eau et l'adoption du « Millenium development goal » relatif à la santé, la

chimie incite et aide au progrès de pratiques saines où l'accès à l'eau potable est primordial. On y décrit les principaux polluants, le cycle de l'azote et du carbone, la présence de nouvelles molécules d'origine anthropique et le traitement chimique des eaux usées.

Un panorama assez complet des contributions de la chimie à la production de l'énergie et à sa conservation dans l'optique durable et renouvelable constitue l'essentiel du 8<sup>e</sup> chapitre, auquel on peut cependant reprocher de mettre trop l'accent sur les recherches ou développements futuristes (nanotechnologies, biocarburants de troisième génération, cellules photoélectrochimiques...) en occultant les réalisations concrètes, mais en montrant tout de même le rôle stratégique de la chimie en ce domaine.

Le dernier chapitre est relatif au trou d'ozone avec des explications assez convaincantes sur l'action du chlore dans le vortex polaire. L'application du protocole de Montréal et le remplacement des CFC par les CHFC, voire les HFC, doivent porter remède d'ici quelques dizaines d'années. Mais les émissions de N<sub>2</sub>O qui augmentent paraissent aussi nuisibles. L'appli-

cation au changement climatique semble un peu spéculative.

C'est un ouvrage « étendard » de l'AIC qui témoigne d'une foi profonde et sympathique en la chimie et le développement technologique pour résoudre les problèmes futurs de la planète. Au-delà de termes parfois enthousiastes, il pose bien les bases d'une réflexion où l'énergie et les ressources peu chères depuis 150 ans laissent malgré tout un milliard de personnes au-dessous du seuil de pauvreté, alors que 850 millions d'autres consomment la moitié des ressources. Cette réflexion devrait nourrir la croisade des chimistes pour une « sustainable chemistry ».

Jean-Claude Bernier



**Les polluants et les techniques d'épuration des fumées**  
**Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets (2<sup>e</sup> éd.)**

S. Biccocchi, M. Boulinguez, K. Diard (coord.)

387 p., 85 €

Tec & Doc, Lavoisier, 2009

Cet ouvrage présente l'avantage de ne pas être une traduction et de provenir du contexte industriel français. Il décrit bien les différentes familles de procédés et d'équipements – voie humide, voie sèche, voie semi-humide... – et les différentes familles de réactifs utilisés pour traiter les fumées – chaux vive, chaux éteinte, chaux en suspension, carbonate de calcium, bicarbonate de sodium, charbon actif...

C'est un outil utile pour les exploitants, mais aussi pour les responsables d'équipes de recherche et développement.

Une suggestion pour une nouvelle édition : il aurait été sans doute intéressant de faire ressortir la bonne position mondiale de la France dans le domaine du traitement des fumées, tant pour les engineerings, les fabricants de matériel que pour les exploitants, en particulier ceux de la valorisation thermique et du traitement des déchets dits dangereux implantés dans plusieurs pays.

Philippe Pichat



**Lexique de terminologie chimique**  
**Français > Anglais-Anglais > Français**

J.-C. Richer

1 236 p., 325 €

Tec & Doc, Lavoisier, 2012

Il fallait être aussi persévérant et compétent que l'est le professeur Jean-Claude Richer pour se lancer dans une aventure aussi ambitieuse que la rédaction d'un *Lexique de terminologie chimique* à double entrée :

Français > Anglais-Anglais > Français. C'est chose faite et c'est réussi !

Pendant près de seize ans, l'auteur du *Compendium de terminologie chimique, recommandations IUPAC et lexique anglais français* (2<sup>e</sup> éd., 1999) et du *Dictionnaire de la chimie et ses applications* (4<sup>e</sup> éd., 2010) a rédigé en parallèle ce dictionnaire et ce lexique paru tout récemment. Son expérience comme éditeur associé du *Journal canadien de chimie*, membre de plusieurs commissions de nomenclature, terminologie et néologie de la chimie et des matériaux, membre aussi du Comité interdisciplinaire sur la nomenclature et les symboles de l'IUPAC, devait bien sûr l'aider dans son travail et, l'ouvrage terminé, en garantir la qualité. Professeur émérite de l'Université de Montréal, il savait aussi combien un tel lexique faisait défaut à la communauté des chimistes.

Cet ouvrage comble donc un vide qui se ressentait depuis la disparition des derniers exemplaires, réédités, de l'excellent *Dictionnaire de chimie anglais-français : mots et locutions fréquemment rencontrés dans les textes anglais et américains*, de R. Cornubert, dont se souviennent les collègues de ma génération ! Il est difficile cependant de comparer ces deux ouvrages car l'objectif de J.-C. Richer était beaucoup plus ambitieux que de réaliser un simple dictionnaire : il s'était fixé pour but de présenter une banque de données, très large, où les chimistes des deux langues pourraient trouver l'essentiel des termes qui leur permettrait de communiquer et de se comprendre. C'est ce qui a été fait et qui se traduit par la présentation d'un document exceptionnel par la richesse des mots et termes proposés.

C'est un véritable monument que ce lexique : 1 236 pages et 160 000 termes qui aideront tous ceux, étudiants, enseignants, chercheurs, industriels, du domaine de la chimie et de ses applications. En le feuilletant, on découvre évidemment les traductions que l'on espérait y trouver, mais davantage. Ainsi on apprend que « produit de filiation en radiochimie » change de sexe en anglais : « daughter product in radiochemistry » ; ou encore que la « redissolution » devient « stripping » ; mais on découvre bien d'autres choses qui n'ont pas forcément comme alibi une traduction réussie : ainsi, saviez-vous qu'il y a près de 60 agates définies ? Et que vous pourriez, si vous le voulez, préciser dans votre texte de quelle agate vous étudiez les propriétés ?

Vous l'avez deviné, je suis admiratif du travail accompli et ne peux que vous engager à adopter ce lexique qui sera votre compagnon dans un monde scientifique anglophone dans lequel un québécois nous aide à progresser.

Armand Lattes



### Cinétique chimique Éléments fondamentaux

M. Soustelle  
235 p., 49 €  
Hermès Science, 2011

L'auteur, ingénieur INPG et professeur émérite à l'École des Mines de Saint-Étienne, présente dans cet ouvrage destiné aux étudiants de licence et des classes préparatoires aux grandes écoles, le bilan de sa longue expérience d'enseignement et d'une pratique en recherche fondamentale et appliquée. Ce qui frappe le lecteur, lors de son premier contact avec le livre, est l'utilisation de nouvelles définitions et l'abandon d'une approche *classique* de la cinétique des réactions. En effet, prenant en compte le développement de l'outil informatique, l'auteur ne traite plus la cinétique formelle classique. Il abandonne par ailleurs l'approximation de l'état quasi-stationnaire (AEQS). Il introduit la notion de « régimes cinétiques » liés à plusieurs *types d'approximations* dans le calcul des vitesses à partir des mécanismes. La notion d'ordre de réaction n'est conservée que pour les étapes élémentaires. L'auteur conserve les notions de *variables séparées de la vitesse* telles que concentration et température, mais substitue, pour les réactions non élémentaires, l'énergie d'activation apparente par le « coefficient de température » et la constante de vitesse (qui dépend de la température) par le « coefficient de vitesse ». Le réactif est par ailleurs appelé « réactant ».

Une grande importance est donnée aux *régimes « pseudo-stationnaires »* pour lesquels l'accumulation des intermédiaires réactionnels est négligée, et qui utilisent des *quantités de matière* plutôt que des *concentrations*. L'auteur différencie ainsi les termes « *pseudo* » et « *quasi* ». Il montre par ailleurs comment on peut s'assurer de la validité des approximations, par rapport aux erreurs expérimentales. Une attention particulière est donnée aux régimes « à étapes déterminantes ».

On notera, pour un système homogène à volume constant, que le *régime pseudo-stationnaire est équivalent au régime quasi-stationnaire*. Pour les séquences linéaires en régime quasi-

stationnaire, on retrouve la définition de Bodenstein avec la relation fondamentale :  $d[\text{intermédiaire}]/dt \approx 0$  (état stationnaire), mais sans mentionner que l'on ne doit pas intégrer cette relation. On retrouve alors, pour ces régimes, *l'égalité des vitesses* pour les séquences linéaires.

Pour les régimes pseudo-stationnaires à « étapes déterminant la vitesse », l'auteur remarque, pour une séquence linéaire, qu'il est erroné de parler *d'étapes lentes et d'étapes rapides* puisque toutes les étapes ont pratiquement la même vitesse, au rapport des *coefficients multiplicateurs* près (appelés souvent « nombres stœchiométriques ») qui permettent d'éliminer les intermédiaires réactionnels dans le bilan global de la réaction étudiée.

L'auteur présente les techniques expérimentales permettant de suivre l'évolution des réactions et développe les lois expérimentales et l'établissement des équations à partir des mécanismes des systèmes homogènes et hétérogènes. Cet ouvrage est une introduction à un second livre, *Mécanismes réactionnels et cinétique chimique* (voir ci-après).

Gérald Djéga-Mariadassou



### Mécanismes réactionnels et cinétique chimique

M. Soustelle  
275 p., 64 €  
Hermès Sciences, 2011

Cet ouvrage fait suite au livre *Cinétique chimique – éléments fondamentaux* du même auteur (voir ci-avant). Le premier chapitre fait l'objet d'un rappel des définitions sur les familles de mécanismes réactionnels, les catégories d'étapes élémentaires, la méthodologie pour établir un mécanisme réactionnel. Un retour sur les régimes cinétiques et les lois cinétiques, complété par des tests expérimentaux avec, en particulier, celui relatif à l'existence d'une pseudo-stationnarité, conduit à la recherche de la loi de vitesse.

En complément au premier ouvrage, l'auteur développe (chap. 2) la théorie du complexe activé en phase gaz et les réactions élémentaires photochimiques. La cinétique des réactions en chaîne fait l'objet d'un exposé détaillé (chap. 4), traitant, en plus des

cours généralement exposés en cinétique chimique générale, le cas de chaînes ramifiées. Le chapitre 5 traite des réactions catalysées : catalyse homogène (acido-basique et enzymatique). Les thèmes précédents sont en général enseignés au niveau licence. Le chapitre 3 traite de la modélisation des réactions élémentaires en phases condensées : phase liquide, état solide, interphases, réactions électrochimiques.

Outre les domaines conduisant à des régimes pseudo-stationnaires (réactions en chaîne et catalyse homogène), l'auteur développe les notions sur la catalyse hétérogène et les réactions stœchiométriques. Notons, pour compléter les conclusions de l'auteur sur la catalyse hétérogène, le développement actuel de la microcinétique, une nouvelle approche des réactions complexes en catalyse. Enfin, le livre traite des régimes non pseudo-stationnaires : combustions et explosions thermiques.

Cet ouvrage sera sans nul doute apprécié par les étudiants en classes préparatoires ou en universités, mais aussi au niveau des laboratoires de recherche.

Gérald Djéga-Mariadassou



### Des expériences de la famille Réd-Ox Réussir, exploiter et commenter 81 manipulations de chimie

D. Cachau-Herreillat  
520 p., 35 €  
De Boeck, 2011

Les plus belles expériences, les plus démonstratives, les plus colorées – les plus explosives ? – sont le plus souvent des réactions d'oxydoréduction. Elles peuvent donc faire l'objet de beaux livres. Les éditeurs français rechignent souvent à publier des livres en couleur. En effet, cela a un coût. Seuls les éditeurs anglais mais surtout américains s'y étaient aventurés, mais nous avons maintenant le plaisir de consulter ce livre, qui est une vraie réussite. Le « classique » de l'oxydoréduction a été pendant longtemps le livre de Jean Sarrazin et Michel Verdaguer, *Oxydoréduction* (Ellipses, 1991). Rédigé dans un style différent, celui-ci va lui aussi devenir un classique.

L'approche expérimentale de l'oxydo-réduction sous toutes ses facettes est présentée sous forme de fiches détaillées. Elle compile les aspects pratiques : matériel, produits, protocoles, mais aussi les tableaux de résultats, les aspects théoriques, culturels, historiques, etc. La présentation est très soignée, enrichie de nombreuses photos de manipulations, de graphes. On y trouve glissés de temps en temps, non sans humour, des reprints du manuel d'analyse chimique de 1934 de H. Mathieu (Masson), qui permettent de prendre conscience de l'évolution des techniques, matériels et méthodes. Un clin d'œil à l'histoire des sciences. L'auteur propose également des fiches de prise en main de « l'outil informatique » détaillées et fort bien faites de plusieurs interfaces et logiciels.

Je soulèverais par contre un petit problème à régler relatif aux incertitudes. Les formules comme celle donnée p. 72 sont à mettre sous forme quadratique. De plus, l'approche choisie n'étant jamais basée sur une estimation des écarts types de répétabilité, les incertitudes données sont souvent minimisées. On rencontre aussi de petits détails comme « ammoniacque », désuet que l'on écrit plutôt « solution aqueuse d'ammoniac ». Mais tout cela est de l'ordre du détail. Ce beau livre, enrichi d'un index, d'un glossaire et d'une bibliographie, est agréable à consulter et constitue une vraie mine de manipulations.

**Xavier Bataille**



**Électrochimie des solides  
Exercices corrigés  
avec rappels de cours**

A. Hammou, S. Georges  
285 p., 35 €  
EDP Sciences, 2011

Ce livre fait partie d'une série d'ouvrages pédagogiques labellisés par Grenoble Sciences. C'est l'un des titres du secteur « Sciences de la matière » qui regroupe des projets originaux et de qualité. On se rappelle notamment de *Électrochimie des solides* (C. Déportes *et coll.*) et, plus récemment, de *L'électrochimie* (C. Lefrou *et coll.*) qui ont obtenu un succès mérité. Les ouvrages d'enseignement traitant l'électrochimie des solides sont rares et

c'est à ma connaissance le seul livre en français qui comporte des exercices résolus. Si l'on peut se permettre une boutade, les auteurs ont cherché à combler une réelle lacune, et ils y sont parvenus. Outre des rappels de cours, très clairs et bien détaillés, on y trouve un grand nombre d'exercices, dont le corrigé ne se limite pas à une simple réponse numérique aux questions posées. Par ailleurs, il comporte une centaine d'illustrations, une partie bibliographique pour approfondir les notions ou retrouver les publications originales qui ont servi à élaborer un exercice, un glossaire, un index, et un tableau des grandeurs et unités. Il s'adresse aux étudiants de master et aux enseignants universitaires, chercheurs et ingénieurs qui souhaitent acquérir les concepts fondamentaux en électrochimie des solides, et d'une façon plus générale en chimie du solide inorganique.

Le livre est partagé en cinq chapitres. Le premier est consacré à la description du cristal ionique. La notation des défauts dans les solides ioniques y est bien détaillée. On y aborde des notions plus pointues telles que l'évolution de la stœchiométrie en fonction de différents paramètres et les diagrammes de Brouwer, bien utiles pour renseigner sur le caractère ionique, électronique ou mixte de la conductivité d'un cristal. Le deuxième chapitre présente les méthodes et techniques utilisées en électrochimie des solides, en particulier la spectroscopie d'impédance complexe et les différentes méthodes de mesure des nombres de transport. Le troisième décrit le transport dans les solides ioniques, à la fois par une approche phénoménologique et par une approche microscopique. Un paragraphe est consacré à la théorie de Wagner. Les exercices donnent des exemples très variés : mobilité de l'oxygène dans les solutions solides, conductivité électronique d'oxydes et même conductivité ionique des solutions de trifluorométhane sulfonate de lithium dans le polyoxyde d'éthylène (avec ses applications aux générateurs au lithium). Le chapitre 4 aborde des notions d'électrochimie, d'un point de vue thermodynamique puis cinétique. Enfin, le chapitre 5 s'intéresse à diverses applications : les capteurs électrochimiques (notamment pour l'analyse de gaz) et les générateurs électrochimiques (piles à combustible à électrolyte solide, accumulateurs sodium/soufre à électrolyte solide de type alumine  $\beta$ ).

Après avoir décrit le contenu de l'ou-

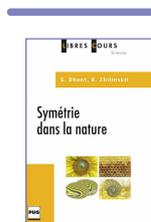
vrage, passons en revue un certain nombre de points faibles. Il existe deux parties bien séparées, de volumes sensiblement identiques ; la première aborde les rappels de cours et les énoncés d'exercices, tandis que la seconde ne s'intéresse qu'aux corrigés des exercices. N'aurait-il pas été plus simple d'insérer les corrigés immédiatement à la suite des énoncés, évitant ainsi au lecteur de fréquents aller et retour entre les deux parties du livre ? Était-il nécessaire, dans le tableau des grandeurs et unités, de rappeler la valeur du nombre pi ? On regrette que dans le tableau des grandeurs physico-chimiques, certaines ne soient pas exprimées dans le système international, rappelé quelques lignes au-dessus. Ainsi, les coefficients de diffusion sont exprimés en  $\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ , la conductivité électrique en  $\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ , la mobilité électrique en  $\text{cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  et la mobilité électrochimique en  $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{J}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Il y a là un réel manque de cohérence. Les signes et abréviations utilisés dans le livre font l'objet d'un tableau bien utile, mais pourquoi définir un terme au moyen d'un autre terme qui n'est pas défini (BICUVOX = oxyde conducteur ionique de la famille des BIMEVOX par exemple) ?

D'autres erreurs ont été notées. Pages 35-36, les valeurs du tableau 5 ne sont pas cohérentes avec les valeurs numériques portées sur les axes de la figure 15 (erreur d'un facteur 10). Dans le chapitre 4, la loi de Tafel est donnée avec un logarithme népérien et non décimal. Les lecteurs devront être prudents dans les valeurs des pentes des représentations linéaires donnant la surtension en fonction du logarithme du courant. Page 78, le courant de diffusion peut s'exprimer indifféremment à partir du gradient de concentration en espèces Ox ou en espèces Red. Il ne s'agit pas de deux courants distincts  $I_{\text{Ox}}$  et  $I_{\text{Red}}$  ! De même, il n'est pas judicieux d'écrire les courants limites en faisant intervenir une constante de diffusion  $k_{\text{Ox}}$  ou  $k_{\text{Red}}$  car cette notation désigne déjà à la page précédente les constantes de vitesse d'oxydation et de réduction. Enfin, il est peu judicieux de dire que ces courants limites correspondent à « une concentration nulle à l'électrode » sans préciser laquelle. Page 167, une faute de frappe amène les auteurs à écrire que le nombre de transport des électrons est  $t_e \leq 3,14 \cdot 10^7$  ; ce n'est pas faux, mais il fallait lire  $t_e \leq 3,14 \cdot 10^{-7}$ . Page 246, l'une des équations n'est pas équilibrée en sodium ; les calculs sont justes

mais  $\text{NaNO}_3$  a été malencontreusement remplacé par  $\text{Na}_2\text{O}_3$ .

On l'aura compris, le rapporteur a beaucoup apprécié cet ouvrage qui est bien adapté au public visé ; les quelques petites erreurs qui y ont été trouvées n'entachent pas ses réelles qualités pédagogiques. C'est pourquoi nous le recommandons.

**Didier Devilliers**



### Symétrie dans la nature

G. Dhont, B. Zhilinskii

202 p., 21 €

Presses Universitaires de Grenoble, 2011

Avec plus de 1 500 titres publiés à ce jour, les Presses Universitaires de Grenoble (PUG) sont devenues le premier éditeur universitaire et scientifique de la région Rhône-Alpes. Depuis quarante ans, les PUG, généralement en compétition avec de grands éditeurs internationaux, continuent d'éditer en français des œuvres qui constituent souvent de véritables joyaux de la connaissance. C'est le cas de ce livre. Les deux auteurs, Guillaume Dhont et Boris Zhilinskii, respectivement maître de conférences et professeur des universités, dispensent un cours optionnel et largement interdisciplinaire à l'Université du Littoral Côte d'Opale (ULCO) à Calais pour les étudiants en physique, chimie et mathématiques. Ce cours, intitulé *Symétrie dans la nature*, a constitué la base du livre.

Les auteurs introduisent le concept de symétrie avec des exemples sur les polyèdres issus de la civilisation grecque antique. Les opérations et les groupes de symétrie sont détaillés de manière très pédagogique. Plusieurs pages très agréables à lire sont consacrées aux 230 groupes d'espaces utilisés en cristallographie. Actuellement, nos étudiants de chimie ne maîtrisent malheureusement plus ces notions de manière systématique, ce qui constitue une raison supplémentaire pour leur recommander ce livre.

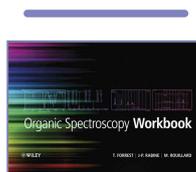
Très utile pour les études universitaires, tant pour un public d'enseignants que d'étudiants, l'ouvrage contient de nombreux exercices centrés sur le concept de symétrie ; 44 pages sont dédiées aux corrections correspondantes, très

détaillées, et en bon accord avec le contenu interdisciplinaire du livre. Les lecteurs vont également apprécier les illustrations riches et sélectionnées de manière pertinente sur les multiples phénomènes de la symétrie du vivant. On trouve ainsi des images de la spirale logarithmique du nautilus, d'un nid d'abeilles et de la fougère, générée par un système de fonctions itérées, des photos du tournesol et du chou romanesco comme exemples de phyllotaxie spirale, ainsi que la convection frappante qui génère les cellules de Bénard.

Un chapitre présente l'équation d'état du gaz de van der Waals et détermine les isothermes de van der Waals par le calcul des équations différentielles correspondantes. Ce chapitre est également très interdisciplinaire et est rédigé d'une manière très riche, même si le lecteur va avoir du mal à comprendre le lien avec la symétrie dans la nature. Par ailleurs, au lieu d'introduire ensuite la machine à catastrophes, une présentation de la théorie de la bifurcation aurait été préférable. Enfin, dans l'optique de mieux interconnecter l'enseignement universitaire à la recherche, il aurait été pertinent d'ajouter plus d'informations sur les activités de recherche des deux auteurs.

En conclusion, je suis persuadé qu'étudiants et professeurs vont beaucoup apprécier la lecture de cet ouvrage que je recommande fortement à tous les scientifiques intéressés par les concepts passionnants de symétrie.

**Uwe Meierhenrich**



### Organic spectroscopy workbook

T. Forrest, J.-P. Rabine, M. Rouillard

272 p., 57,90 €

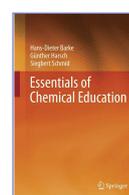
Wiley, 2011

L'enseignement des techniques spectroscopiques telles l'IR et la RMN est dans l'esprit du temps. Ces techniques apparaissent en effet pour la première fois au programme de la terminale S et donc du baccalauréat. Davantage destiné à des étudiants de niveau plus élevé (L2-L3), le site Internet\* créé par Jean-Pierre Rabine et Michel Rouillard de l'Université de Nice est connu de nombreux étudiants et enseignants. Il rassemble, au format flash, des cours, exercices et auto-évaluations sur la spectroscopie infrarouge, la RMN du proton, du carbone 13 et de la spectrométrie de

masse. De ce site très complet a été extrait un cahier d'exercices qui contient cent molécules à identifier à partir de quatre figures : un spectre infrarouge, un spectre de RMN du proton (entre 60 et 400 MHz), trois spectres compilés de RMN du carbone 13 (dont un de DEPT-135) et un de la spectrométrie de masse (par impact électronique). Les exercices sont de niveau de difficulté croissante et les 80 premiers sont résolus par une analyse et une exploitation détaillées de chaque spectre. À la fin de l'ouvrage figurent les tables de déplacements chimiques – et tables d'incrémentations –, les tables de nombres d'onde et les tableaux de fragments. Ce cahier d'exercices constitue un très bon complément au site Internet.

**Xavier Bataille**

\*<http://spectros.unice.fr>



### Essentials of chemical education

H.-D. Barke, G. Harsh, S. Schmid  
(trad. H. Gerdaud)

326 p., 73,80 €

Springer, 2012

Cet ouvrage, traduction anglaise parfois malhabile d'un original en langue allemande, a pour ambition de rassembler les théories actuelles relatives à l'enseignement de la chimie. On y trouve une bonne description des différentes approches de la didactique de cette science.

Dans leur introduction, les auteurs distinguent quatre composantes principales – les idées scientifiques, les processus d'apprentissage, les aspects humains et, au centre de tous, l'apprenant –, puis découpent les chapitres suivants en envisageant différentes facettes de l'apprentissage de la chimie suivant chacun de ces angles. Ils s'intéressent ainsi au comportement de l'apprenant et aux moyens de favoriser l'approche phénoménologique inductive. Ils proposent entre autres des pistes, avec exemples à l'appui, pour parvenir à susciter la motivation et l'implication de l'élève ou de l'étudiant, et développer chez celui-ci l'envie d'apprendre la chimie plutôt que le sentiment d'être obligé de la subir. Ils établissent également une liste d'outils destinés à éviter la mise en place de représentations mentales erronées



## UN LIVRE À NE PAS MANQUER !!

Prix : 12 €  
ISBN : 978-2-7598-0707-9

Sur un ton à la fois **DRÔLE ET SÉRIEUX**, l'auteure nous fait découvrir l'histoire d'un produit, les origines de ses composants, les réactions chimiques pour arriver à un tel résultat et son utilisation... bref la **PETITE CHIMIE DU MATIN !**

Chaque partie est construite autour d'une thématique. Les explications sont claires et concises et les **ILLUSTRATIONS** décalées nous emportent dans le monde de Marie Curieuse.

**Achetez-le dès maintenant sur  
edition-sciences.com**

chez les plus jeunes, ou, chez les plus âgés, à les éradiquer.

Si l'apprenant est au centre de cette démarche, ce sont bien entendu les enseignants de la chimie à tous les niveaux, du cours élémentaire à l'enseignement supérieur, qui sont concernés en première ligne par le contenu de l'ouvrage. Ainsi, plusieurs chapitres se terminent par des « problèmes », qui induisent le lecteur à installer par la pratique les concepts évoqués, en l'invitant à s'interroger à leur sujet et à les illustrer par des exemples. Tous les enseignants y puiseront par ailleurs d'excellents conseils, ainsi que de nombreux exemples d'expériences à réaliser avec leurs élèves ou leurs étudiants, que ce soit en petits groupes ou devant des audiences plus larges. L'un des chapitres est consacré aux différents médias dont les enseignants disposent depuis quelques années en

auxiliaires de leur enseignement, et à leur impact potentiel sur l'apprentissage. À cet égard, la mise en page, ainsi que les illustrations qui émaillent l'ouvrage, manquent singulièrement d'attractivité. On pourrait également reprocher à cet ouvrage son contenu inégal : certains chapitres, très théoriques, sont dédiés à l'application des théories générales de la didactique à celle de la chimie, alors que d'autres s'étendent sur la description de modèles par le biais de cas particuliers, ou encore décrivent par le menu des concepts bien connus des enseignants de la chimie.

Enfin, la grande majorité des références renvoie à des écrits scientifiques en langue allemande ; toutefois, on trouvera également de très nombreuses propositions de lectures complémentaires qui pourraient mener le lecteur à d'intéressantes découvertes.

**Pauline Slosse**

### 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° 949 (décembre 2012)

- Allocution prononcée lors du 60<sup>e</sup> congrès national de l'UdPPC, par M. Izbicki.
- Le Flérovium et le Livermorium, par A. Mathis.
- Des chaussettes antibactériennes, par M.-T. Lehoucq, D. Alecian.
- Manipuler en chimie sans matériel conventionnel, par B. Boullil, T. Puignau, B. Rafa.

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

### À signaler

#### Atomes et molécules, les nouvelles frontières

R. Vetter, G. Taïeb

140 p., 16 €

Cépaduès, 2012

#### Biomedical applications of polymeric nanofibers Series Advances

in polymer science (vol. 246)

R. Jayakumar, S. Nair (eds)

299 p., 241,59 €

Springer, 2012

#### Chemistry of natural products A laboratory handbook

N.R. Krishnaswamy

216 p., 49,99 £

CRC Press, 2012

#### Essentials of biochemistry

H.J. Fromm, M. Hargrove

364 p., 52,70 €

Springer, 2012

#### Fluorous chemistry

#### Series Topics in current chemistry (vol. 308)

I. Horvath (ed)

400 p., 315,44 €

Springer, 2012

#### Molecular modeling for the design of novel performance chemicals and materials

B. Rai (ed.)

398 p., 89 £

CRC Press, 2012

#### Oxidation in organic synthesis

V.K. Ahluwalia

323 p., 57,99 £

CRC Press, 2012

Dans le prochain numéro,  
**CO<sub>2</sub> : valorisation et stockage**  
(février-mars 2013)