

**The periodic table
Past, present, future**
G. Rayner-Canham
312 p., 98 \$
World Scientific, 2020

Encore un livre sur le tableau périodique?! Mais celui-ci est différent, même si son titre donne à penser qu'il s'agit de récapituler l'histoire depuis l'invention du système périodique jusqu'aux descriptions en termes quantiques et relativistes des éléments encore à découvrir. Par contre, le tableau périodique en couverture s'écarte du modèle habituel, avec des intrus, des doublons, des placements surprenants et des codes couleurs qui révèlent des regroupements inhabituels.

Dans cet ouvrage, Geoffrey Rayner-Canham, professeur émérite et auteur d'un manuel maintes fois réédité et traduit, *Descriptive Inorganic Chemistry*, nous invite à une redécouverte du système périodique qui va bien au-delà des concepts de groupes et de périodes. Il montre que ce regroupement par lignes et colonnes ne suffit pas à décrire l'ensemble des associations que l'on peut opérer dès lors qu'on examine les similitudes de comportement entre éléments. Pour ce faire, il aborde la question en s'autorisant à déborder de l'échelle atomique, en traitant aussi bien des isotopes et de la structure des noyaux, et n'hésite pas à inclure molécules ou ions moléculaires qui affichent des propriétés rappelant des familles d'éléments. En plus d'examiner les groupes, et d'y signaler des sous-groupes ou des exceptions, il reprend aussi les autres catégorisations des éléments, issues d'un lointain passé, telles que les métaux ou non-métaux, ou l'appellation plus récente des blocs d et f, qui nous viennent de l'application de la mécanique quantique à la chimie. On approfondit la périodicité bien connue des propriétés des éléments, en y décelant certaines anomalies,

mais surtout on découvre des relations entre groupes, des relations diagonales, et même un mouvement équivalent à celui du cavalier aux échecs dans la région des métaux de transition (qui associe zinc et étain ou argent et thallium par exemple). On réalise que les lanthanides et les actinides ne forment pas de familles cohérentes mais plusieurs, tout comme le regroupement décidément délicat des peu dociles métaux de transition. On finit par douter de l'existence d'un groupe 11, et on retrouve l'acide cyanhydrique parmi les halogènes, comme au temps de Gay-Lussac, ou l'ammonium parmi les alcalins. C'est qu'une fois la structure en couches électroniques mise sur le côté, toute la complexité de la chimie apparaît en pleine lumière et les classifications doivent alors tenir compte d'une pluralité de propriétés qui ne progressent pas toujours de façon linéaire en passant d'un élément à un autre.

Toutes ces questions sont abordées dans des chapitres thématiques qui rassemblent aussi bien des aspects historiques et philosophiques que des données scientifiques et leur interprétation. La liste des références est tout simplement une mine et reflète l'abondance de littérature ancienne et récente que l'auteur a utilisée et assimilée. Certaines questions sont intentionnellement laissées ouvertes, car elles se discutent aujourd'hui encore.

Voilà donc un ouvrage sortant des sentiers battus, qui peut se lire chapitre par chapitre, presque sans ordre imposé, comme autant d'éclairages successifs sur des recoins ou aspects du tableau périodique. Mais pour en profiter pleinement, il faudra cependant disposer d'une connaissance intime de la chimie, qu'il s'agisse d'une compréhension théorique des orbitales et de la constitution du noyau, ou d'une pratique personnelle de la chimie et de son enseignement, pour goûter aux similitudes de comportement entre les différentes substances au-delà de la seule description textuelle.

À mettre entre les mains de tous les chimistes donc !

Brigitte Van Tiggelen



**Quelles rivières pour demain ?
(2e éd.)**
Réflexions sur l'écologie et
la restauration des cours d'eau
C. Lévêque
288 p., 36 €
Éditions Quæ, 2021

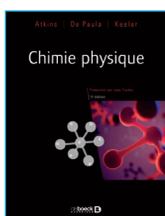
Ce livre est d'une grande actualité. En juillet-août, on a vu en Allemagne de terribles inondations (environ 200 morts) et la création d'un fonds d'indemnisation d'environ 30 milliards d'euros, et des victimes et des dégâts considérables aussi en Belgique, en Turquie, en Algérie (une quarantaine de morts).

Le titre et le sous-titre de cet ouvrage ne donnent qu'une vue partielle de ce qui est apporté au lecteur en quinze chapitres étoffés et illustrés, y compris dans l'histoire des rivières. C'est d'abord un rappel, non superflu, de ce qu'est physiquement une rivière, et une large revue de leurs utilisations et de leurs perceptions par les populations. Ghislain de Marcily, membre de l'Académie des sciences, qui a préfacé l'ouvrage, observe que « *Personne mieux que Christian Lévêque n'aurait pu écrire un livre aussi riche et concis.* » « *L'Environnement est au service de l'Humanité et non pas l'inverse.* » C'est pourquoi il est un peu dommage que ce livre polymathe et multidisciplinaire ne comporte pas un index général, de façon à faciliter l'exploitation de toutes les informations provenant de la formation, de la culture et de l'expérience internationale de l'auteur. La portée de ce livre ne pourrait sans doute que s'accroître en rappelant l'urbanisation galopante de l'humanité, la formation de mégapoles, la nécessité de mettre en place dans le monde des structures pour gérer l'eau traversant plusieurs frontières (ce qui est déjà le cas pour le Rhin). Il aurait peut-être été aussi opportun d'insister sur la nécessité d'efforts non seulement collectifs, mais aussi individuels, pour diminuer l'impact des rejets d'eaux usées dans nos rivières.

Un livre un peu moins concis aurait sans doute permis de développer le rôle, variable selon les pays – important en France –, des producteurs d'eau potable dans la gestion, en amont, des déchets, en particulier toxiques et dangereux (sans oublier l'action des Agences financières de Bassin). Combien de citoyens, d'élus, savent-ils par exemple que l'alimentation en eau potable de Paris provient partiellement d'un prélèvement direct, non négligeable, dans la Seine et la Marne ?

On ne peut que souhaiter que cet ouvrage soit l'objet d'éditions adaptées au contexte, dans d'autres langues.

Philippe Pichat



Chimie physique (5^e éd.)

P.W. Atkins, J. De Paula, J. Keeler

J. Toullec (trad.)

960 p., 99 €

De Boeck Supérieur, 2021

Cet ouvrage est la 5^e traduction de la 11^e édition du livre souvent appelé « le Atkins » depuis la première version de 1978 traduite la première fois par Gilberte Chambaud en 1982, qui fut un livre d'enseignement très apprécié à l'époque. Le traducteur ici est Jean Toullec, directeur de recherche de chimie physique au CNRS (en retraite), ancien président de la Commission de la terminologie Chimie et Matériaux, également co-auteur de l'adaptation française du célèbre « Green Book » de l'IUPAC publié par le même éditeur et intitulé *Grandeurs, unités et symboles de la chimie physique*. Il a réalisé ici une belle traduction à l'issue d'un travail considérable : qu'il en soit remercié !

L'ouvrage ne ressemble plus du tout à la version de 1982, que j'avais utilisée lorsque j'étais jeune professeur pour préparer mes cours de chimie « générale ». Il reprend la présentation par thèmes, qui avait été appréciée par tous lors de la précédente édition, mais avec des modifications importantes dans les contenus.

Ainsi le livre contient dix-neuf « rubriques » correspondant à des chapitres dans lesquels se trouvent des « sujets » tous indépendants les uns des autres, ce qui donne une très grande liberté de lecture. Chaque sujet se termine par une liste des concepts et des équations

clés. De plus, et c'est un point fort de l'ouvrage, chaque rubrique regroupe des exercices et problèmes dont la moitié des solutions sont données sous forme simplifiée, en consultant le site de l'éditeur, l'autre partie étant accessible aux professeurs chargés de cours. Il existe aussi deux manuels de corrigés plus détaillés : un livre pour les étudiants chez l'éditeur anglais Oxford University Press, et un second pour les professeurs, téléchargeable sur le site de l'éditeur après enregistrement. Une douzaine de compléments d'approfondissement et une trentaine de thèmes d'applications sont également disponibles sur le site de l'éditeur.

La typographie et les illustrations sont de grande qualité. Le traducteur a bien expliqué les questions de vocabulaire et de nomenclature qui sont présentées avec rigueur. La présence d'encarts appelés « boîtes à outils », qui sont des démonstrations mathématiques commentées, seront utiles aux étudiants. L'index est de qualité.

En ce qui concerne le contenu de l'ouvrage, on retrouve la clarté des présentations des nouveaux sujets abordés ici, même les plus abstraits. La partie thermodynamique phénoménologique, qui diffère un peu de la présentation actuelle des ouvrages français, est présentée de manière très simple d'accès et sera appréciée des étudiants. Je souligne en effet ici la réflexion constante entre les fonctions thermodynamiques et leur interprétation moléculaire. Mais on regrettera l'absence de quelques développements complémentaires, par exemple sur la variable avancée d'une réaction et de l'affinité chimique lors de l'énoncé du second principe appliqué aux réactions chimiques avec l'inégalité de De Donder. Dans le même ordre d'idée, lors de l'étude de la distillation, des précisions sur l'entraînement à la vapeur et la distillation hétéro-azéotropique auraient été appréciées. Concernant l'aspect thermodynamique de l'électrochimie, la différence toujours délicate entre un potentiel électrique et un potentiel d'électrode aurait pu être explicitée. Par ailleurs, l'analyse des diagrammes de phases solide-liquide mériterait quelques approfondissements sur les courbes d'analyse thermique. Mais ces petits regrets ne doivent pas faire oublier la qualité pédagogique de cette première partie de l'ouvrage qui certes utilise le formalisme mathématique, mais en « second plan », pour ne pas rebuter trop tôt les étudiants béotiens !

Je ne peux m'empêcher de signaler, et avec insistance, un très beau chapitre sur la thermodynamique statistique (développé plus loin dans l'ouvrage) que l'on voit rarement présenté de manière aussi habile, à mon avis. On part des fonctions de partition avec les équations des énergies des molécules et les contributions des modes dits fondamentaux de translation, de vibration et de rotation électronique et de spin. On y retrouve bien sûr les calculs des énergies internes, d'entropie et la détermination de la constante d'équilibre.

Mais revenons à la progression de l'ouvrage. Le lecteur appréciera toujours le chapitre et les thèmes progressivement abordés sur la théorie quantique, avec ici l'introduction de la fonction d'onde et des opérateurs qui conduisent à des bons développements sur les mouvements de translation, vibration et de rotation.

Par contre, « l'Aufbau prinzip » conduisant au tableau périodique est resté un peu rapide, comme le problème des inversions 3d-4s notamment avec l'ionisation des éléments de transition. Je trouve que la notion d'hybridation des orbitales n'apporte pas grand-chose ici à ce niveau d'enseignement. Ainsi une présentation de la géométrie des molécules par la théorie de répulsion des paires électroniques aurait mérité sans doute d'être développée.

Je signale les beaux chapitres sur la théorie des orbitales moléculaires des molécules diatomiques symétriques et dissymétriques, y compris sur la formulation matricielle de la méthode de Hückel, avec même de brèves mais utiles introductions des méthodes semi-empiriques et *ab initio* et de la fonctionnelle de densité ! Le chapitre sur la symétrie moléculaire avec l'introduction de la théorie des groupes et l'application aux orbitales moléculaires est d'une très grande clarté. Celui sur les spectroscopies bénéficie d'une excellente introduction physique pour des développements fort logiques sur les spectres de rotation et de vibration moléculaires. Le chapitre sur la RMN est de très belle facture avec des précisions physiques très utiles sur le magnétisme, qu'on ne voit pas souvent si habilement présenté de cette manière, sans oublier les théories impulsives en RMN et un chapitre bienvenu sur la RPE.

Les propriétés électriques des molécules bénéficient d'une attention particulière des auteurs avec une étude des polarisations d'orientation et de distorsion, et en

indiquant par ailleurs que la polarisabilité moléculaire est corrélée avec l'écart existant entre les HO et BV associées.

Si les empilements des structures cristallines sont sommairement abordés, l'étudiant appréciera l'introduction très simple des indices de Miller et le chapitre sur les techniques de diffraction aux rayons X et de diffraction neutronique et électronique. Il en est de même avec un chapitre très bien résumé sur la liaison métallique avec la loi de distribution de Fermi-Dirac et les définitions du niveau et de l'énergie de Fermi.

Les propriétés optiques des solides, si riches en applications, ne sont pas oubliées avec la définition de l'exciton et un petit commentaire sur les phénomènes d'optique non linéaires.

Un court chapitre étudie la diffusion avec l'approche thermodynamique conduisant aux lois de Fick, mais aussi à une remarque très intéressante sur une approche statistique.

Si la cinétique chimique est très classiquement présentée, signalons des définitions précises ici de l'approximation de l'état quasi stationnaire, de l'étape cinétiquement déterminante et des pré-équilibres comme des contrôles cinétique et thermodynamique sans calculs mathématiques excessifs. Les mécanismes réactionnels sont illustrés par un beau développement sur les réactions unimoléculaires (mécanisme de Lindemann-Hinshelwood), les cinétiques des réactions de polymérisation, de catalyse enzymatique et même de photochimie. Vient ensuite tout un développement sur la dynamique réactionnelle avec la théorie des collisions, mais aussi ce qui est plus rare à ce niveau, les équations des réactions contrôlées par la diffusion.

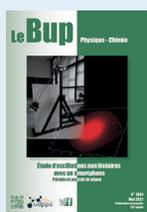
La théorie de l'état de transition mériterait à mon avis une séparation plus nette entre l'aspect microscopique avec des diagrammes où l'énergie potentielle est en ordonnée et la coordonnée de réaction

par l'abscisse curviligne introduite avec les surfaces d'énergie potentielle, et l'aspect macroscopique avec les enthalpies libres d'activation sans axe horizontal cette fois. Le dernier chapitre est consacré aux phénomènes de surface des solides, avec une mention spéciale apportée aux techniques expérimentales de microscopie. Un très long thème sur l'électrocinétique conclut l'ouvrage avec une bonne présentation pédagogique, étape par étape, de l'équation de Butler-Volmer et la description de la voltampérométrie, y compris la variante cyclique, très utile. Cet ouvrage sera très pratique pour les étudiants de licence, maîtrise, classes préparatoires, IUT, BTS, et pour ceux préparant le concours de l'agrégation. Il rendra également service aux professeurs chargés de cours qui y trouveront des présentations pédagogiques remarquables de certaines notions que le traducteur a bien mises en valeur.

Jean-Pierre Foulon

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

La rédaction de *L'Actualité Chimique* a sélectionné pour vous les articles suivants :



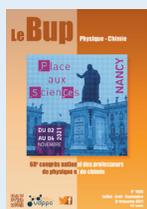
N° 1034 (mai 2021)

- Incertitudes et ajustements en physique (partie 1), par T. Alhalel.
- Nouveau programme de terminale : évaluation numérique des incertitudes de mesures (partie 2 : exemples d'application), par D. Boilley et Y. Lallouet.
- Ferrofluide (partie 1 : définition, histoire, propriétés magnétiques et applications), par J. Piard, E. Deleporte et C. Guibert.
- « Mesurer en physique-chimie ». La relation de conjugaison et la régression linéaire (partie 3 : développements), par J. Browaeys et Groupe IREM.



N°1035 (juin 2021)

- Incertitudes et ajustements en physique (partie 2), par T. Alhalel.
- Ferrofluide (partie 2 : synthèses en milieu aqueux et organique pour la génération d'instabilités magnétiques), par J. Piard, A. Combourieu, C. Doré, B. Maillot, M. Maksem, B. Neil, I. Tlemsani et C. Guibert.



N° 1036 (juillet-août-septembre 2021)

- Les femmes et l'Institut du radium de Vienne, par C. Paquot-Marchal.
- Prévoir l'évolution spontanée d'un système chimique en terminale générale spécialité physique-chimie (partie 1 : diagnostic), par J.-B. Rota.
- Ferrofluide (partie 3 : synthèse express et applications possibles en travaux pratiques), par J. Piard, A. Combourieu, C. Doré, B. Maillot, M. Maksem, B. Neil et I. Tlemsani.
- Bromation des cycles aromatiques comportant des groupes fortement activants au moyen de l'électrosynthèse dans un mélange eau/éthanol, par L. Solé-Violán et B. Devallez.

Nouveaux tarifs pour les étudiants

Le Bup publie des articles de qualité pouvant aider à comprendre ou à approfondir des concepts de la physique et de la chimie. Il peut être utile pour l'écriture de leçons, la réalisation de travaux pratiques, de TIPE (travail d'initiative personnel encadré) et de prestations orales comme le grand oral.

Depuis juin dernier, l'UdPPC propose deux nouveaux tarifs (codes 70 et 71) pour les étudiants jusqu'à bac + 5 inclus : gratuité sur l'adhésion et l'abonnement électronique au bulletin de l'association, *Le Bup* ; + 24 € pour la version papier.

• Sommaires complets, résumés des articles et modalités d'achat sur www.udppc.asso.fr

