



4. LES LABORATOIRES DE HAUTE TECHNOLOGIE comme l'Institut de recherche nucléaire de Dubna, en Russie (en haut), et le Laboratoire Lawrence Berkeley, aux États-Unis (à droite), ont été le foyer de nombreux nouveaux éléments.

soigneuse. Le succès est arrivé par intermittence, et les progrès récents ne sont pas l'exception. La prochaine étape, difficile à atteindre, est la fabrication des éléments 113 et 114. Malgré des efforts soutenus, aucun laboratoire au monde n'a encore créé ces éléments. Néanmoins, un long chemin a été parcouru depuis les années 1940, quand Niels Bohr prédisait que le fermium, l'élément 100, serait le dernier du tableau périodique. Nous identifions aujourd'hui de nouveaux éléments de période inférieure à dix microsecondes. Si, sur dix milliards d'essais, deux noyaux fusionnent pour former un seul atome superlourd, nous le trouverons.

À mesure que nous créons de nouveaux éléments, les progrès sont de plus en plus difficiles. La fusion froide et l'amélioration des techniques expérimentales pourraient aboutir à l'élément 114 si convoité, mais une loi fondamentale de la physique gêne l'obtention d'éléments plus lourds : les protons, positivement chargés, se repoussent avec des forces qui augmentent avec la taille du noyau. Jusqu'ici, nous avons surmonté ces forces, mais nous ne serons pas capables de continuer indéfiniment.

Aujourd'hui, tous les laboratoires cherchant des éléments superlourds collaborent étroitement, et la compétition politique entre les pays n'est plus une force motrice majeure. Toutefois, nous espérons que, même sans pressions politiques, les États continueront à soutenir la recherche sur les éléments superlourds. Cette recherche n'engendrera pas directement des résultats industrialisables, mais les résultats intellectuels et techniques justifient certainement les efforts : nous savons que le nombre d'éléments chimiques est fini. La question lancinante est : quelle est la limite ?

Peter ARMBRUSTER et Fritz Peter HESSBERGER travaillent à l'Institut de recherche sur les ions lourds (GSI), à Darmstadt.

Peter ARMBRUSTER, *On the Production of Heavy Elements by Cold Fusion : The Elements 106 to 109*, in *Annual Review of Nuclear and Particle Science*, vol. 35, pp. 135-194, 1985.

Gottfried MÜNZENBERG, *Recent Advances in the Discovery of Transuranium Elements*, in *Report on Progress in Physics*, vol. 51, n° 1, pp. 57-104, janvier 1988.

Peter ARMBRUSTER et Gottfried MÜNZENBERG, *La création d'éléments superlourds*, in *Pour la Science*, juillet 1989.

Richard STONE, *An Element of Stability*, in *Science*, vol. 278, pp. 571-572, 24 octobre 1997.

Peter ARMBRUSTER, *Meine 40 Jahre Mit Rückstosspektrometern*, in *Physics Blätter*, vol. 53, pp. 661-668, 1997.

Sigurd HOFMANN, *New Elements : Approaching Z = 114*, in *Reports on Progress in Physics*, vol. 61, n° 6, pp. 639-689, juin 1998.

La classification périodique des éléments

ERIC SCERRI

Depuis ses prémices, il y a environ 200 ans, la classification périodique est devenue un outil essentiel pour les chimistes modernes.

Le tableau de Mendeleïev est une des vedettes de la chimie : sous une forme synthétique, il rassemble une quantité considérable de connaissances. Suspendu au mur de la plupart des laboratoires de chimie du monde, présent sur les pages de garde de la plupart des manuels, il n'a pas d'équivalent dans les autres disciplines scientifiques.

Pendant près de deux siècles, les classifications d'éléments chimiques ont été discutées et perfectionnées. Après les travaux de Mendeleïev, les cases vides du tableau qu'il proposa ont été remplies par les chimistes ou par les physiciens qui découvrirent de nouveaux éléments.

Toutefois, les bouleversements scientifiques du début du siècle – la constitution de la théorie de la relativité et de la mécanique quantique – n'ont pas remanié le tableau de Mendeleïev. Quelques découvertes ont semblé menacer ses fondements, mais, chaque fois, les scientifiques ont préservé sa structure, tout en incorporant les nouveaux résultats. Le tableau de Mendeleïev est remarquable par son ancienneté et par sa modernité.

Le tableau de Mendeleïev, qui matérialise la classification périodique des éléments chimiques, met en valeur des ressemblances chimiques entre ces éléments, à intervalles de numéros atomiques périodiques (le numéro atomique est le nombre de protons présents dans le noyau). Sans la périodicité exprimée par cette classification, les étudiants en chimie devraient apprendre les propriétés de chacun des 112 éléments connus. Grâce à la classification périodique, les chimistes déterminent les propriétés de n'importe quel élément en

cherchant la famille à laquelle il appartient. Ces familles forment les colonnes du tableau.

Le système périodique de classification des éléments n'a pas été découvert par un génie isolé : c'est l'aboutissement d'avancées scientifiques nombreuses, qui furent un jour résumées sous une forme graphique simple. Cependant, les historiens des sciences considèrent qu'un événement marque la naissance formelle du tableau périodique moderne : le 17 février 1869, un professeur de chimie russe, Dmitri Ivanovitch Mendeleïev, termina le premier de ces nombreux tableaux périodiques. Il classait les 63 éléments connus selon leur masse atomique et selon leurs propriétés chimiques ; Mendeleïev avait aussi laissé des cases vides pour des éléments alors non découverts, dont il prédisait les masses atomiques.

Avant Mendeleïev, de nombreux chimistes avaient cherché des principes organisateurs pour classer les éléments. En 1787, par exemple, Antoine Laurent de Lavoisier, Antoine Fourcroy, Louis-Bernard Guyton de Morveau et Claude-Louis Berthollet avaient dressé une liste des 33 éléments connus à leur époque. Toutefois, cette liste, et d'autres qui suivirent, n'avaient qu'une seule dimension ; de surcroît, elle n'était pas encore périodique. La force du tableau moderne réside dans la représentation en deux dimensions, voire en trois dimensions, de tous les éléments connus.

Soucieux des relations entre les éléments, le chimiste allemand Johann Döbereiner souligna, en 1817, que bien des éléments connus pouvaient être rangés par leurs similarités en groupes de trois, qu'il nomma triades : le

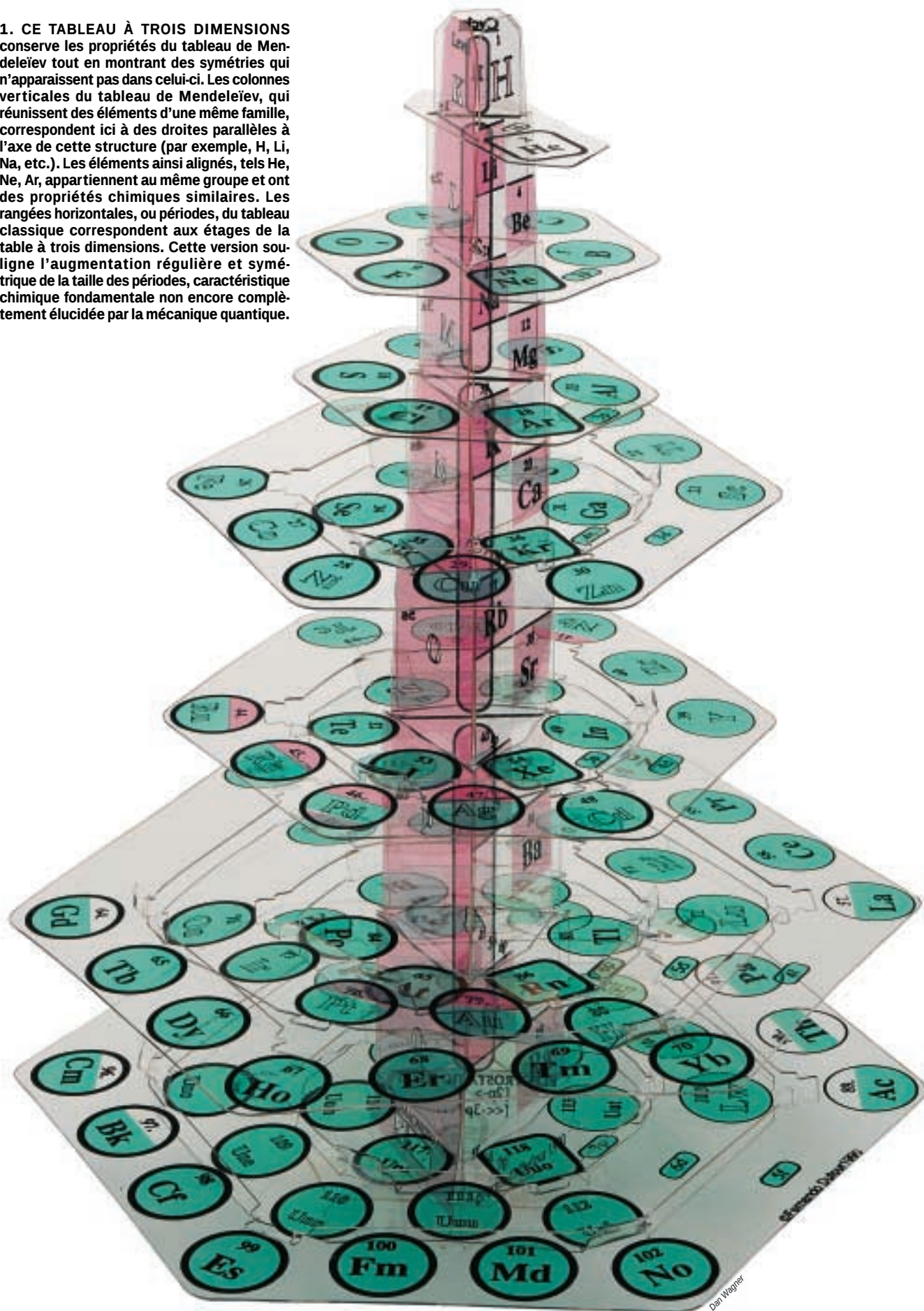
lithium, le sodium et le potassium formaient une triade ; le chlore, le brome et l'iode formaient une autre triade. Il observa que, quand on classait les éléments des triades par ordre de masse atomique, les propriétés de l'élément central étaient intermédiaires entre celles des premier et troisième éléments. Par exemple, le lithium, le sodium et le potassium réagissent avec l'eau ; cependant, le lithium, le moins massif de la triade, réagit moins que les deux autres, et le plus massif des trois, le potassium, réagit plus violemment que le sodium. De surcroît, Döbereiner montra que la masse atomique de l'élément central est proche de la moyenne de la masse du premier élément et de celle du troisième membre de la triade.

Les propriétés périodiques des éléments

Ce travail encouragea les chimistes à rechercher des corrélations entre les propriétés chimiques des éléments et leur masse atomique. Parmi ceux qui poursuivirent l'approche de la triade au XIX^e siècle, Peter Kremers, de Cologne, observa que certains éléments appartenaient à deux triades disposées perpendiculairement. Kremers franchit ainsi une nouvelle étape en comparant les éléments dans deux directions, une caractéristique qui sera un aspect essentiel du système de Mendeleïev.

La caractéristique principale de la classification de Mendeleïev est la périodicité des propriétés des éléments, à intervalles réguliers. Ce comportement avait déjà été observé dans un classement des éléments selon la masse atomique conçu en 1862 par le géologue

1. CE TABLEAU À TROIS DIMENSIONS conserve les propriétés du tableau de Mendeleïev tout en montrant des symétries qui n'apparaissent pas dans celui-ci. Les colonnes verticales du tableau de Mendeleïev, qui réunissent des éléments d'une même famille, correspondent ici à des droites parallèles à l'axe de cette structure (par exemple, H, Li, Na, etc.). Les éléments ainsi alignés, tels He, Ne, Ar, appartiennent au même groupe et ont des propriétés chimiques similaires. Les rangées horizontales, ou périodes, du tableau classique correspondent aux étages de la table à trois dimensions. Cette version souligne l'augmentation régulière et symétrique de la taille des périodes, caractéristique chimique fondamentale non encore complètement élucidée par la mécanique quantique.



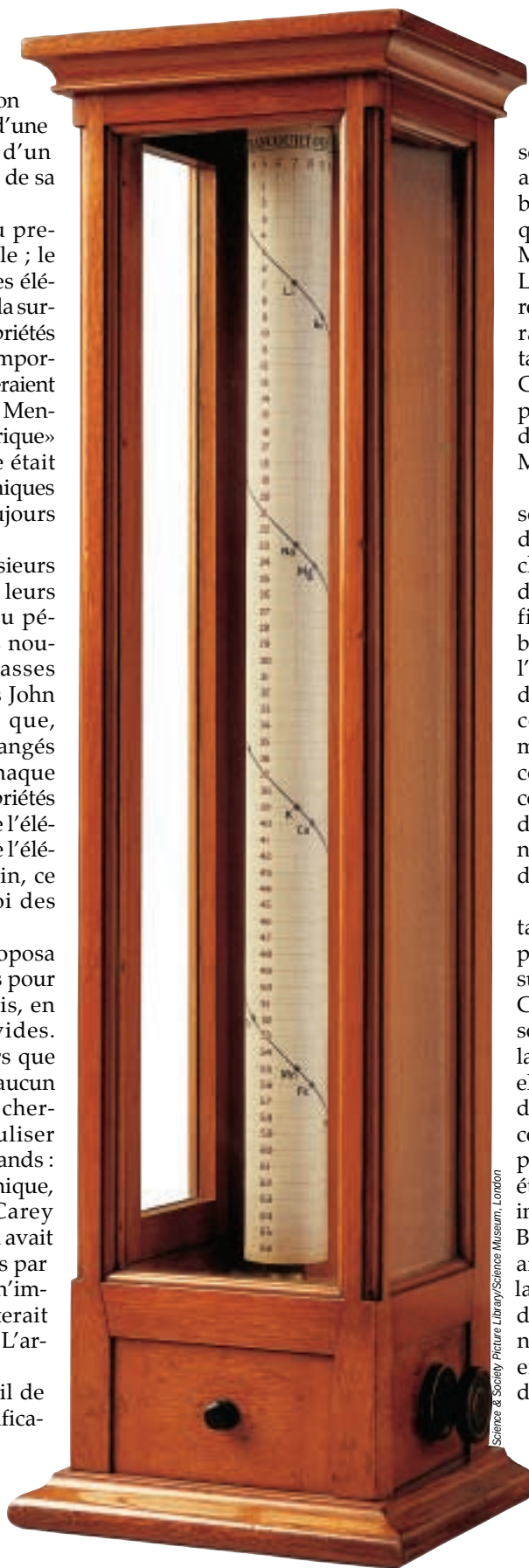
français Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois. Ce dernier plaçait les éléments en fonction de leur masse atomique le long d'une spirale inscrite sur la surface d'un cylindre, et inclinée à 45 degrés de sa base (voir la figure 2).

L'oxygène était à la fin du premier tour complet de la spirale ; le soufre à la fin du deuxième. Les éléments alignés verticalement sur la surface du cylindre avaient des propriétés similaires. Ainsi, ce système comportait déjà les caractéristiques qui seraient essentielles dans le système de Mendeleïev. Pourtant, cette «vis tellurique» eut peu de succès : le système était compliqué, et les similarités chimiques des éléments n'étaient pas toujours probantes.

Durant les années 1860, plusieurs autres chercheurs élaborèrent leurs propres versions d'un tableau périodique. Utilisant les valeurs nouvellement fixées pour les masses atomiques, le chimiste anglais John Newlands observa en 1864 que, lorsque les éléments étaient rangés selon leur masse atomique, chaque élément de la liste avait des propriétés chimiques analogues à celles de l'élément situé huit cases avant et de l'élément placé huit cases plus loin, ce que Newlands nomma «la loi des octaves».

Initialement, Newlands proposa un tableau avec des cases vides pour des éléments manquants, mais, en 1866, il supprima ces cases vides. Des chimistes objectèrent alors que ce tableau ne pourrait inclure aucun nouvel élément, et quelques chercheurs allèrent jusqu'à ridiculiser ouvertement les idées de Newlands : à une session de la Société chimique, à Londres en 1866, George Carey Foster demanda à Newlands s'il avait envisagé de classer les éléments par ordre alphabétique, parce que n'importe quel classement présenterait des coïncidences de propriétés. L'article de Newlands fut refusé.

Malgré cet accueil, le travail de Newlands est la première classification fondée sur une séquence de nombres ordinaux : la séquence des masses atomiques, au lieu de la séquence des numéros atomiques utilisée aujourd'hui (le concept de numéro atomique ne fut pas élaboré avant le début du XX^e siècle).



2. CETTE «VIS TELLURIQUE» est un ancêtre du système périodique de classification des éléments chimiques. Elle fut conçue en 1862 par le géologue français Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois, qui découvrit la périodicité des propriétés des éléments.

Le tableau périodique moderne

En 1868, alors qu'il terminait son manuel de chimie, le chimiste allemand Julius Lothar Meyer élaborait un tableau périodique remarquablement proche de celui que Mendeleïev donnerait un an après. Lothar Meyer ne classa pas correctement tous les éléments et, en raison du retard de l'éditeur, le tableau ne fut imprimé qu'en 1870. Ce retard contribua au développement d'une âpre controverse d'antériorité entre Lothar Meyer et Mendeleïev.

Mendeleïev établit également son tableau périodique au cours de la rédaction d'un manuel de chimie. Contrairement à ses prédécesseurs, Mendeleïev avait suffisamment confiance en son tableau périodique pour prédire l'existence de nouveaux éléments, dont il annonçait les propriétés. Il corrigea même les masses atomiques de quelques éléments déjà connus. Mendeleïev admit avoir connu certaines tables antérieures, dont celle de Newlands, mais il nia avoir été au courant du travail de Lothar Meyer.

Bien que l'aspect prédictif du tableau de Mendeleïev ait été un progrès majeur, il semble avoir été surestimé par certains historiens. Ce n'est apparemment pas la raison de son acceptation générale : la Société royale de Londres, quand elle remit la médaille Davy à Mendeleïev, en 1882, ne mentionne pas ces prédictions. Pour ses contemporains, le tableau de Mendeleïev était surtout intéressant parce qu'il intégrait les éléments déjà connus. Bien que de nombreux scientifiques aient contribué à l'émergence de la classification périodique, Mendeleïev l'éleva au rang de loi de la nature et passa le reste de sa vie à examiner ses conséquences et à défendre sa validité.

Cette défense du tableau périodique n'était pas aisée : sa précision et sa validité étaient fréquemment mises en doute par les nouvelles découvertes. Ainsi, en 1894, la découverte de l'argon par William Ramsay et Lord Rayleigh fut à l'origine d'une grave crise théorique. Cette découverte fut

rapidement suivie de celle de quatre nouveaux éléments, l'hélium, le néon, le krypton et le xénon, également par Ramsay. Puis, en 1900, le physicien allemand Friedrich Ernst Dorn découvrit le radon. Tous ces éléments sont ce qu'on nomme aujourd'hui des gaz rares, ou gaz nobles.

Ces dénominations proviennent de ce que tous ces éléments sont des gaz (à la température ambiante) qui se distinguent des autres éléments par leur inertie chimique. Personne n'avait prédit leur existence, et les chimistes et les physiciens mirent six ans à leur trouver une place dans le tableau périodique. Ils durent ajouter une colonne entre les halogènes (le fluor, le chlore, le brome, l'iode et l'astate) et les métaux alcalins (le lithium, le sodium, le potassium, le rubidium, le césium et le francium).

L'ordonnement précis des éléments était un second point de litige. Le tableau de Mendeleïev classait les éléments par ordre de masse atomique, mais, en 1913, le théoricien amateur hollandais Anton van den Broek montra que le principe ordonnateur du tableau périodique était plutôt la charge nucléaire de chaque atome. Cette hypothèse fut testée la même année par Henry Moseley, peu de temps avant sa mort tragique au début de la Première Guerre mondiale.

Moseley analysa le spectre d'absorption des rayons X de douze éléments, dont dix occupaient des cases successives dans le tableau périodique. Il découvrit que les fréquences de certaines raies d'absorption, dans le spectre de chaque élément, étaient proportionnelles aux carrés des entiers représentant la position successive de chaque élément dans le tableau (les raies d'absorption correspondent aux longueurs d'onde absorbées par les atomes). C'était la preuve qu'il y a dans l'atome une quantité fondamentale, qui croît par paliers réguliers quand on passe d'un élé-

ment au suivant». Cette quantité fondamentale, qu'Ernest Rutherford nomma le numéro atomique en 1920, est aujourd'hui identifiée comme le nombre de protons du noyau.

Grâce au travail de Moseley, les chimistes pouvaient déterminer combien de cases vides, d'éléments nouveaux, restaient à découvrir. Les chimistes adoptèrent rapidement le numéro atomique pour classer les éléments dans le tableau. Des problèmes lancinants furent alors résolus. Par exemple, quand on classait l'iode et le tellure par ordre de masse atomique (avec l'iode en premier), les deux éléments apparaissaient incorrectement positionnés en fonction de leur comportement chimique ; en revanche, lorsqu'ils sont classés selon leur numéro atomique (avec le tellure en premier), les deux éléments sont bien positionnés.

Comprendre l'atome

Le tableau périodique guida les chimistes, mais aussi les physiciens qui cherchaient la structure de l'atome. En 1904, à Cambridge, le physicien Joseph Thomson (qui découvrit notamment l'électron) élaborait un modèle de l'atome qui tenait compte de la périodicité des éléments : il proposa que les atomes d'un élément contiennent tous le même nombre d'électrons, arrangés en anneaux concentriques ; les éléments avec des configurations d'électrons similaires devaient avoir des propriétés similaires. Le travail de Thomson expliquait la périodicité des éléments. Thomson imaginait que les anneaux d'électrons étaient à l'intérieur du corps principal de l'atome plutôt qu'autour du noyau, comme on le pense aujourd'hui, mais son modèle

est le premier qui envisagea l'arrangement des électrons dans l'atome, un concept aujourd'hui omniprésent en chimie.

Le physicien danois Niels Bohr, le premier qui appliqua la mécanique quantique à l'atome, s'intéressait également à l'arrangement des éléments dans la classification périodique. Dans le modèle atomique de Bohr, élaboré en 1913, les électrons occupent une série de couches concentriques autour du noyau. Selon Bohr, les éléments du même groupe, dans le tableau périodique, devaient avoir des configurations électroniques de leurs couches externes analogues, et les propriétés chimiques d'un élément devaient dépendre en grande partie de l'arrangement des électrons dans la couche atomique externe.

Le modèle atomique de Bohr expliquait également pourquoi les éléments nobles réagissent peu : ils ont des couches externes entièrement remplies d'électrons, de sorte qu'ils sont très stables et peu aptes à former des composés. En revanche, la plupart des autres éléments réagissent de telle sorte que leurs couches

3. LE TABLEAU PÉRIODIQUE fut élaboré par le chimiste russe Dmitri Ivanovitch Mendeleïev en février 1869. Sur ce brouillon, les groupes d'éléments sont horizontaux plutôt que verticaux, comme dans le tableau classique.

Georg Collection, University of Cincinnati

externes deviennent complètes. On a récemment découvert que Bohr obtint ces conclusions par une analyse chimique plus que par l'application de la mécanique quantique : il déduisit les propriétés des couches électroniques en analysant les propriétés chimiques et spectroscopiques des éléments.

En 1924, un autre physicien, l'Autrichien Wolfgang Pauli, entreprit d'expliquer la longueur de chaque rangée, ou période, dans le tableau. Le principe d'exclusion qu'il énonça stipule que deux électrons ne peuvent exister dans le même état quantique.

Les restrictions de remplissage issues de la mécanique quantique font ainsi apparaître plusieurs périodes dans le tableau.

Au milieu des années 1920, Werner Heisenberg et Erwin Schrödinger donnèrent à la mécanique quantique une forme proche de celle que nous connaissons aujourd'hui. Toutefois, l'influence de ces progrès sur le tableau périodique fut minime. Malgré les efforts de nombreux physiciens et chimistes, la mécanique quantique n'explique pas toutes les propriétés du tableau périodique.

Pourquoi cette incapacité? Parce que l'équation fondamentale de la mécanique quantique, l'équation de Schrödinger, ne peut être exactement résolue pour d'autres atomes que l'hydrogène et que, même avec les approximations utilisées en chimie quantique, personne n'a encore réussi à prédire l'ordre de remplissage des couches électroniques. Ainsi, la mécanique quantique peut seulement reproduire la périodicité des éléments par l'utilisation d'approximations, mais elle ne peut prédire le système périodique.

4. LE TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS se trouve dans toutes les classes de chimie et dans tous les laboratoires du monde. Cette version fait ressortir les groupes d'éléments qui ont des propriétés chimiques similaires en colonnes verticales, mais il n'est pas symétrique (les différentes couleurs du tableau indiquent les éléments avec le même type de couche externe d'électrons).

4. LE TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS se trouve dans toutes les classes de chimie et dans tous les laboratoires du monde. Cette version fait ressortir les groupes d'éléments qui ont des propriétés chimiques similaires en colonnes verticales, mais il n'est pas symétrique (les différentes couleurs du tableau indiquent les éléments avec le même type de couche externe d'électrons).																	
1 H												2 He					
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110*	111*	112*	113†	114†	115†	116†	117†	118†

* Ces éléments ont été découverts, mais pas encore officiellement nommés.

+ Ces éléments n'ont pas encore été découverts.

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tm	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No

Laurie Grace

5. LE TABLEAU PYRAMIDAL est une forme du tableau périodique qui illustre la symétrie de la loi périodique, en particulier dans sa relation avec les longueurs des périodes successives. Celui-ci est une forme modifiée du tableau récemment élaboré par William Jensen, de l'Université de Cincinnati. Les lignes continues épaisses indiquent les éléments aux couches électroniques externes analogues ; les lignes continues fines indiquent les éléments des mêmes groupes ; les lignes en pointillés soulignent des relations secondaires en terme de propriétés chimiques.

5. LE TABLEAU PYRAMIDAL est une forme de tableau périodique qui illustre la symétrie de la loi périodique, en particulier dans sa relation avec les longueurs des périodes successives. Celui-ci est une forme modifiée du tableau récemment élaboré par William Jensen, de l'Université de Cincinnati. Les lignes continues épaisses indiquent les éléments aux couches électroniques externes analogues ; les lignes continues fines indiquent les éléments des mêmes groupes ; les lignes en pointillé soulignent des relations secondaires en terme de propriétés chimiques.

* Ces éléments ont été découverts, mais pas encore officiellement nommés.
+ Ces éléments n'ont pas encore été découverts.

* Ces éléments ont été découverts, mais pas encore officiellement nommés.

+ Ces éléments n'ont pas encore été découverts.

Laurie Grace



Corbis-Bettmann



Van Pelt-Dietrich Library, University of Pennsylvania

6. LES CHIMISTES Mendeleïev (à gauche) et Julius Lothar Meyer (à droite) ont élaboré le tableau périodique moderne presque en même temps, à la fin des années 1860. Le tableau de Mendeleïev, publié en premier, valut à son auteur les honneurs de la découverte, parce qu'il l'utilisa pour faire des prédictions exactes et qu'il défendit opiniâtement sa validité.

Variations sur un thème

Depuis Mendeleïev, plusieurs chimistes ont proposé des variantes de la classification périodique. Par exemple, à Montréal, Fernando Dufour a mis au point un tableau périodique tridimensionnel qui illustre la symétrie fondamentale de la loi périodique, contrairement à la forme bidimensionnelle courante du tableau. La même propriété apparaît dans le tableau pyramidal de William Jensen, de l'Université de Cincinnati (voir la figure 5).

Peut-on résumer les propriétés des composés plutôt que des éléments? En 1980, à l'Université de Colégiale, Ray Hefferlin a conçu un système périodique pour toutes les molécules diatomiques qui pourraient être formées entre les 118 premiers éléments

(seulement 112 ont été découverts à ce jour). Le diagramme de R. Hefferlin révèle que certaines propriétés des molécules – la distance entre les atomes et l'énergie requise pour ioniser la molécule, par exemple – se retrouvent à des intervalles réguliers. Ce tableau prévoit correctement les propriétés de molécules diatomiques connues.

Malgré de tels raffinements, le tableau périodique de Mendeleïev conserve son influence prépondérante. Fruit de 200 ans d'efforts, il reste au cœur de l'étude de la chimie. C'est une des idées les plus fructueuses de la science moderne, peut-être comparable à la théorie de l'évolution de Darwin. À la différence de théories comme la mécanique newtonienne, il n'a pas été abattu par la physique moderne, mais s'est adapté en conservant sa forme primitive.

Eric SCERRI, de l'Université Purdue, est éditeur de la revue interdisciplinaire *Foundations of Chemistry* («Les fondations de la chimie»).

J.W. van SPRONSEN, *The Periodic System of Chemical Elements : A History of the First Hundred Years*, Elsevier, 1969.

Dennis H. ROUVRAY, *The Surprising Periodic Table : Ten Remarkable Facts*, in *Chemical Intelligencer*, vol. 2, n° 3, pp. 39-47, juillet 1996.

William B. JENSEN, *Classification, Symmetry and the Periodic Table*, in *Computing and Mathematics with Applications*, vol. 12B, n° 1-2, pp. 487-510, 1989.

Bernadette BENSUADE-VINCENT, *La classification périodique des éléments*, in *Éléments d'histoire des sciences*, sous la direction de Michel Serres, Éditions Bordas, 1989.

L. NEKOVAL-CHIKHAOU, *La diffusion de la classification périodique de Mendeleïev en France entre 1869 et 1934*, Thèse de l'Université Paris-Sud Orsay, 1994.

E.R. SCERRI, *Plus ça change*, in *Chemistry in Britain*, vol. 30, n° 5, pp. 379-381, mai 1994.

Eric R. SCERRI, *The Electron and the Periodic Table*, in *American Scientist*, vol. 85, pp. 546-553, novembre-décembre 1997.

Ce magazine vous intéresse !



Vous y trouverez :

- ☐ Sciences-actualités
- ☐ L'actualité en astronomie
- ☐ Les actualités biomédicales
- ☐ Nouvelles de l'environnement
- ☐ Le texte intégral des conférences du samedi
- ☐ Le commentaire des expositions permanentes et temporaires
- ☐ Le programme des activités du Palais de la découverte

Je souscris un abonnement à la

REVUE DU PALAIS DE LA
DÉCOUVERTE

Je joins mon règlement par chèque
à l'ordre du

PALAIS DE LA DÉCOUVERTE
(CCP 9065 48 J PARIS)

Tarif France : 170 F (10 numéros par an)

Tarif étranger : 200 F

par mandat international uniquement

(par avion, supplément de 80 FF)

Abonnement de soutien : 230 F

Nom (M., Mme, Mlle) :

Prénom :

Adresse :

.....

Ville :

Code postal :

Profession :

à retourner avec votre règlement à
Revue du PALAIS DE LA DÉCOUVERTE
Av. Franklin-D.-Roosevelt - 75008 Paris.
Tél. : 01 40 74 80 00

