# Le tableau de Mendeleïev

## PRINCIPE

Conçu en 1869 par le chimiste russe Dimitri Ivanovitch Mendeleiev, le tableau périodique classe tous les éléments chimiques selon leur numéro atomique et leurs propriétés chimiques. Quatre éléments ont été identifiés entre 2004 et 2010 et viennent d'être validés par l'Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC).

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 1 H Hydrogène | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He Hélium |
| II | 3 Li Lithium | 4 Be Béryllium | | | | | | | | | | | 5 B Bore | 6 C Carbone | 7 N Azote | 8 O Oxygène | 9 F Fluor | 10 Ne Néon |
| III | 11 Na Sodium | 12 Mg Magnésium | | | | | | | | | | | 13 Al Aluminium | 14 Si Silicium | 15 P Phosphore | 16 S Soufre | 17 Cl Chlore | 18 Ar Argon |
| IV | 19 K Potassium | 20 Ca Calcium | 21 Sc Scandium | 22 Ti Titane | 23 V Vanadium | 24 Cr Chrome | 25 Mn Manganèse | 26 Fe Fer | 27 Co Cobalt | 28 Ni Nickel | 29 Cu Cuivre | 30 Zn Zinc | 31 Ga Gallium | 32 Ge Germanium | 33 As Arsenic | 34 Se Sélénium | 35 Br Brome | 36 Kr Krypton |
| V | 37 Rb Rubidium | 38 Sr Strontium | 39 Y Yttrium | 40 Zr Zirconium | 41 Nb Niobium | 42 Mo Molybdène | 43 Tc Technétium | 44 Ru Ruthénium | 45 Rh Rhodium | 46 Pd Palladium | 47 Ag Argent | 48 Cd Cadmium | 49 In Indium | 50 Sn Etain | 51 Sb Antimoine | 52 Te Tellure | 53 I Iode | 54 Xe Xénon |
| V | 55 Cs Césium | 56 Ba Baryum | 57-71 La-Lu Lanthanides | 72 Hf Hafnium | 73 Ta Tantale | 74 W Tungstène | 75 Re Rhénium | 76 Os Osmium | 77 Ir Iridium | 78 Pt Platine | 79 Au Or | 80 Hg Mercure | 81 Tl Thallium | 82 Pb Plomb | 83 Bi Bismuth | 84 Po Polonium | 85 At Astate | 86 Rn Radon |
| VII | 87 Fr Francium | 88 Ra Radium | 89-103 Ac-Lr Actinides | 104 Rf Rutherfordium | 105 Db Dubnium | 106 Sg Seaborgium | 107 Bh Bohrium | 108 Hs Hassium | 109 Mt Meitnerium | 110 Ds Darmstadtium | 111 Rg Roentgenium | 112 Cn Copernicium | 113 ★ Nh Nihomium | 114 Fi Flerovium | 115 ★ Mc Moscovium | 116 Lv Livermorium | 117 ★ Ts Tennessine | 118 ★ Og Oganesson |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 57 La Lanthane | 58 Ce Cérium | 59 Pr Praséodyme | 60 Nd Néodyme | 61 Pm Prométhium | 62 Sm Samarium | 63 Eu Europium | 64 Gd Gadolinium | 65 Tb Terbium | 66 Dy Dysprosium | 67 Ho Holmium | 68 Er Erbium | 69 Tm Thulium | 70 Yb Ytterbium | 71 Lu Lutetium |
| 89 Ac Actinium | 90 Th Thorium | 91 Pa Protactinium | 92 U Uranium | 93 Np Neptunium | 94 Pu Plutonium | 95 Am Américium | 96 Cm Curium | 97 Bk Berkzlium | 98 Cf Californium | 99 Es Einsteinium | 100 Fm Fermium | 101 Md Mendelevium | 102 No Nobelium | 103 Lr Lawrencium |

— **Éléments synthétiques** créés artificiellement dans des accélérateurs de particules ou lors de réactions nucléaires

× **Éléments n'ayant pas d'utilisation**

★ **Nouveaux éléments** chimiques validés en 2016 par l'IUPAC

## Familles

**Classement des éléments en fonction d'un comportement chimique proche.**

- Non-métaux
- Métaux alcalins
- Métaux alcalino-terreux
- Métaux de transition
  - Lanthanides (ou terres rares)
  - Actinides
- Métaux pauvres
- Halogènes
- Gaz rares
- Métalloïdes

## État physiques

**Ne** gaz | **Hg** liquide | **Fe** solide

## Atome

Constituant fondamental de la matière formé par un noyau (au centre), composé de protons et de neutrons, autour duquel se répartissent des électrons en différents niveaux d'énergies appelés couches électroniques (ellipses).

Les atomes stables connus ont jusqu'à 7 couches électroniques (correspondant aux 7 lignes du tableau) dont les électrons occupent au fur et à mesure des orbitales électroniques (il existe jusqu'à 44 types de ces orbitales pouvant contenir des sous-couches électroniques : s(1), p(3), d(5) et f (7)).

## Élément chimique

1 H Hydrogène

Ensemble des atomes caractérisés par un nombre défini de protons dans leur noyau. Ces atomes ont différentes formes possibles : les isotopes (même nombre de protons et d'électrons mais nombre différent de neutrons).

**Numéro atomique :** nombre de protons et d'électrons de l'élément

**Symbole atomique :** représentation universelle de l'élément.

## Périodes (I à VII)

Classement des éléments selon leur configuration électronique (pour prévoir l'évolution de leurs propriétés) : nombre d'orbitales occupées par des électrons. Les éléments de la ligne I ont 1 couche occupée, ceux de la ligne II en ont 2, etc.

## Groupes (1 à 18)

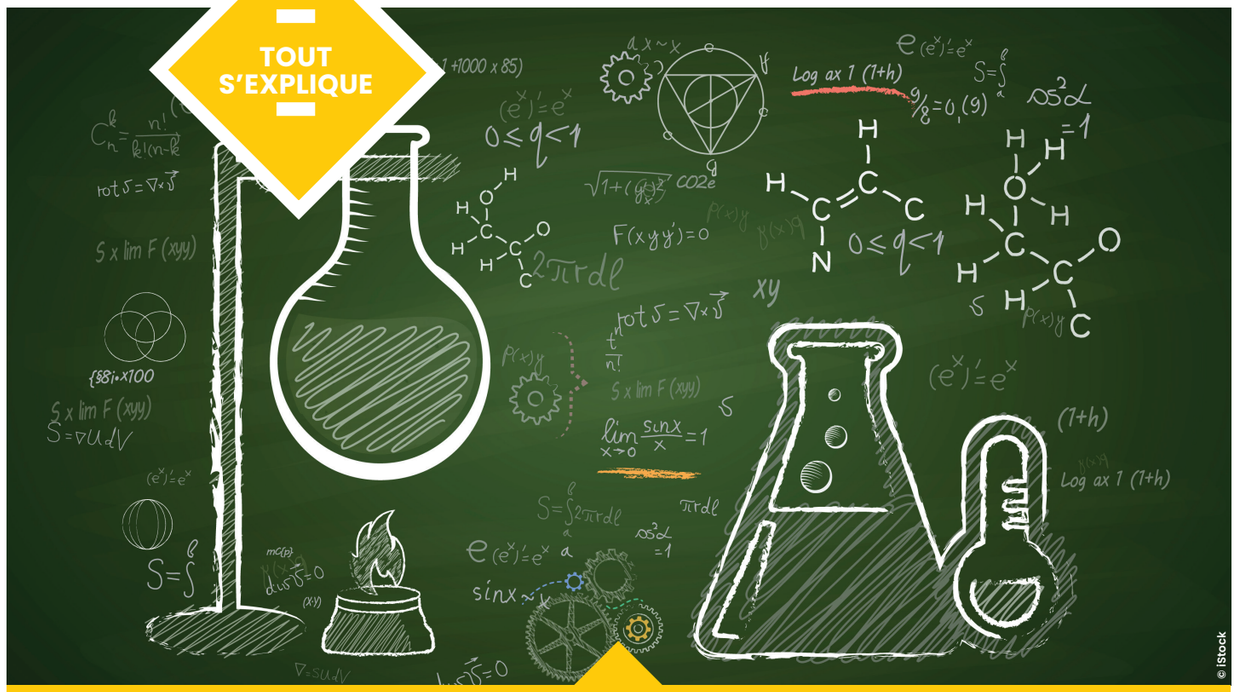
Organisation des éléments selon leurs propriétés communes, comme la réactivité (capacité de l'élément à céder ou recevoir des électrons).

Colonnes 1, 2 et 13 à 17 : éléments remplissant progressivement les orbitales « s » et « p » et ayant le même nombre d'électrons sur leur couche électronique : col. 1 = 1 électron, col. 13 = 3 électrons, col. 14 = 4, etc.

Colonnes 3 à 12 : éléments remplissant les orbitales « d » et « f ».

Colonne 18 : éléments dont la couche électronique externe est saturée.

**Les défis du CEA** Octobre 2016 **N°211**
Aude Ganier, Claire Abou et Michel Szlazac (infographie), avec la collaboration de **Pascal Reiller**, chercheur à la DEN




© iStock

## Des éléments « naturels » et « artificiels »

Le Tableau de Mendeleïev recense les éléments chimiques connus. Certains finiront par disparaître à l'échelle du temps géologique de la Terre comme l'uranium (élément 92), métal lourd radioactif à la demi-vie (temps nécessaire pour que la moitié des noyaux d'un élément se désintègrent naturellement) très longue d'environ 4,46 milliards d'années pour l'uranium 238 et 703,8 millions d'années pour l'uranium 235. D'autres éléments ont déjà disparu, par exemple les actinides 93 à 103 : curium, américium, plutonium. Précisons que le $^{239}Pu$ « naturel » n'est présent qu'à l'état de traces (1 atome de plutonium sur $10^{23}$ atomes) dans la couche terrestre, ce qui le rend insignifiant ; découvert en 1940, il est surtout considéré comme un élément synthétique, ou « artificiel », car créé principalement dans les réacteurs nucléaires.

Les derniers éléments du tableau de Mendeleïev sont exclusivement « artificiels ». Einsteinium (99) et Fermium (100), ont été découverts en 1952 lors de l'opération américaine Mike (première bombe H). Quant aux « quatre nouveaux », ils résultent d'expériences conduites dans des accélérateurs de particules. Ces artefacts ne devraient pas être les derniers, tant la matière se révèle riche dans ces incroyables instruments.

## Les quatre nouveaux éléments

Nihonium (Nh), moscovium (Mc), tennessine (Ts) et oganesson (Og) : ces éléments superlourds font officiellement partie du tableau de Mendeleïev depuis 2015 et l'Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC) a dévoilé leurs dénominations en 2016.

L'élément 113 a été découvert par Kosuke Morita au centre Riken Nishina à Wapo. Il porte le nom « nihonium », en référence au mot « nihon » signifiant Japon, car il s'agit du premier élément à être nommé en Asie de l'Est.

Découverts par une collaboration regroupant le JNR à Moscou et des centres de recherche du Tennessee, les éléments 115 et 117 portent ainsi les noms « moscovium » et « tenessine ».

L'élément 118 « oganesson» est une référence à son inventeur Yuri Oganessian, chercheur du JNR.

## Anecdote

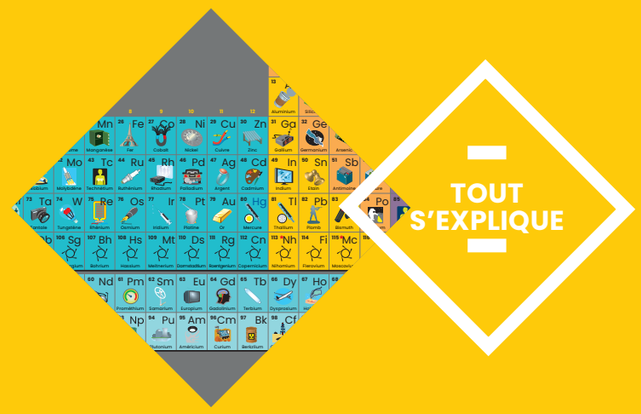
Les chimistes n'en sont pas moins des mélomanes, tout genre confondu ! La découverte de l'élément 115 a motivé une pétition internationale pour que le nom Lemmium lui soit attribué ; et ce, en l'honneur du chanteur Lemmy Kilmister du célèbre groupe de Heavy Metal, Motörhead, disparu en 2015.

Malgré les 45 000 signatures recueillies, l'IUPAC n'a pas dérogé à ses règles : les nouveaux éléments peuvent prendre le nom de l'une de leurs propriétés physiques ou chimiques, d'un concept, d'un personnage mythologique, d'un minerai, d'une région géographique ou d'un scientifique.

Quant au symbole atomique, il est composé d'une majuscule suivie d'une minuscule et correspond à la traduction du nom de l'élément en français, anglais, allemand ou latin.

© www.groupe-rouge-vif.fr

les défis du cea 211




# Le tableau de Mendeleïev

Il classe les éléments chimiques en fonction de leur masse et numéro atomique, configuration électronique et propriétés chimiques : le tableau de Mendeleïev est la référence ultime des éléments présents sur Terre, dans les étoiles ou les accélérateurs. Il se dote aujourd'hui de quatre nouvelles recrues. Histoire d'une découverte qui en promet d'autres…

## ENJEU

*« Une merveille de l'esprit humain »*, c'est en ces termes que le Tableau de Mendeleïev est décrit par la communauté scientifique. Pour cause, lorsque Dimitri Mendeleïev établit le classement des éléments chimiques en 1869, ni l'électron, ni même la structure de l'atome ne sont découverts. Joseph John Thomson prouvera expérimentalement l'existence du premier en 1897 ; et Ernest Rutherford (par ailleurs élève de Thomson) découvrira le noyau atomique en 1911.

Visionnaire, Mendeleïev constate à l'époque une « périodicité » des propriétés chimiques des éléments, à partir de leur masse, qui lui permet d'en classer 63 dans ce « Tableau périodique des éléments ». La découverte de l'électron donnera raison à l'intuition du chimiste car la périodicité correspond en effet à une « période » de remplissage des couches électroniques les unes après les autres, conférant des propriétés chimiques plus ou moins semblables aux éléments. Cette périodicité a permis de construire progressivement et en toute cohérence le tableau qui porte désormais le nom de son inventeur.

En 2010, il comptait 109 éléments. L'Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC) valide en 2016 quatre nouveaux candidats, portant à 118 le nombre d'éléments du Tableau de Mendeleïev, devenu incontournable pour anticiper les propriétés chimiques et faire progresser les connaissances.