

L'envers du décor

Quand des illustrateurs s'emparent du tableau périodique des éléments.



Illustration : Clara Hinoveanu

Une collaboration entre le DSAA de Design d'Illustration Scientifique de l'école Estienne
Sacha Berna, Hortense Brassart, Lucie Delauney, Lucy Doherty, Antoine Guitton, Clara Hinoveanu, Zoé Lemaire, Nicolas Lepreux, Marie Marty

et Julien Bobroff (La Physique Autrement, LPS, Université Paris-Saclay)

Avec le soutien de la Chaire « La Physique Autrement » portée par la Fondation Paris-Sud et soutenue par le groupe Air Liquide.

Tous renseignements sur www.vulgarisation.fr

Contenu et conception graphique : Lou-Andreas Etienne

Illustration : Clara Hinoveanu

D'où vient le tableau périodique ?

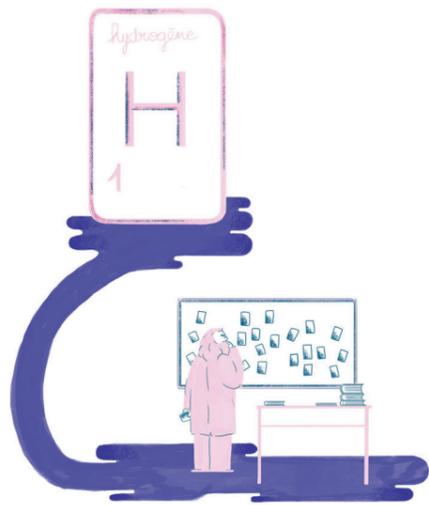
LA FABULEUSE DÉCOUVERTE DE MENDELEÏEV

« Je souhaite établir une sorte de système non guidé par le hasard mais par une sorte de principe précis et exact. »

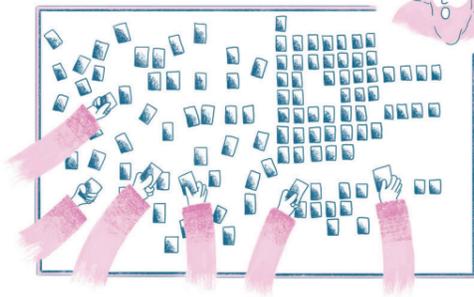


Allez les atomes, fini la récréation ! Il est temps de mettre un peu d'ordre dans tout ça...

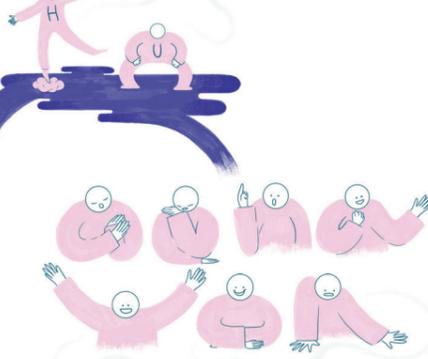
J'ai 63 atomes à classer, je ferais mieux de me mettre au travail dès maintenant !



Eurêka !



Mendeleïev nous a classés du plus léger au plus lourd...



C'EST LE TABLEAU PÉRIODIQUE !

Eh voilà ! Quand on nous range dans un certain ordre, nous montrons les mêmes propriétés périodiquement et ce, tous les sept éléments !

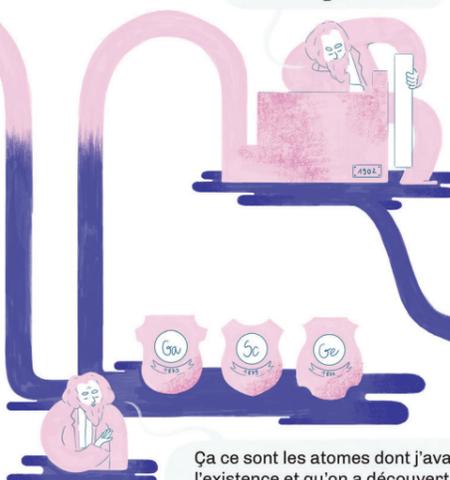
Eh mais moi aussi j'ai découvert les périodes des atomes !

Oui mais j'ai publié la découverte en premier et en plus j'ai prédit l'existence de nouveaux atomes là où il en manquait dans mon tableau !



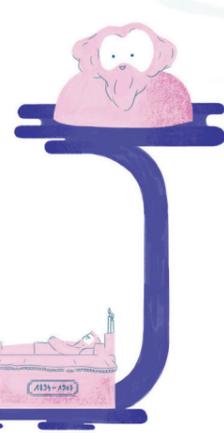
Il y a tout de même encore beaucoup d'atomes à découvrir, il faut tous les attraper !

Eh hop ! On ajoute la colonne des gaz rares !

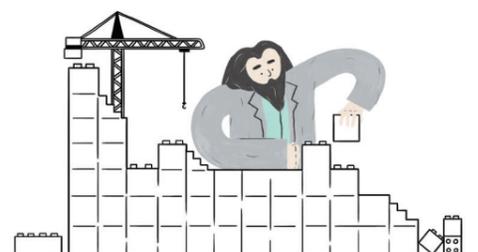


Ça ce sont les atomes dont j'avais prédit l'existence et qu'on a découvert plus tard : le gallium, le scandium et le germanium.

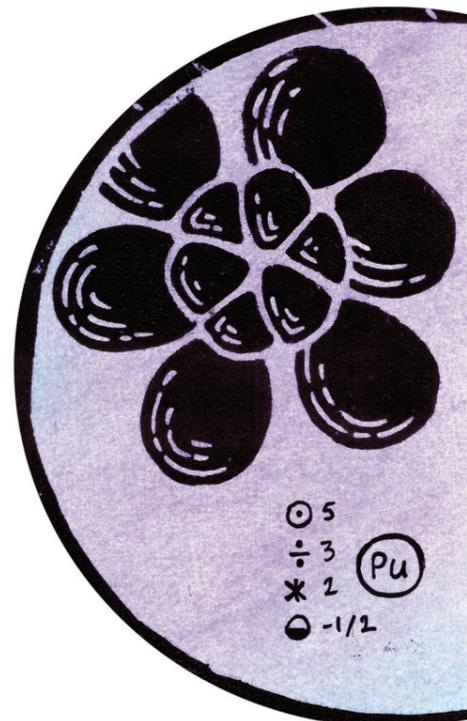
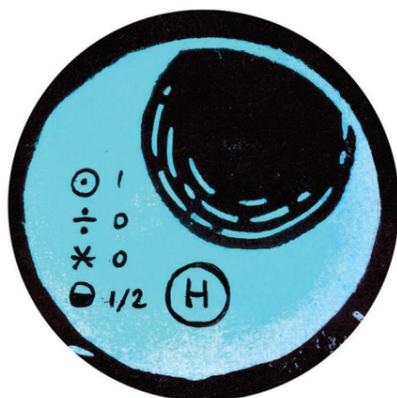
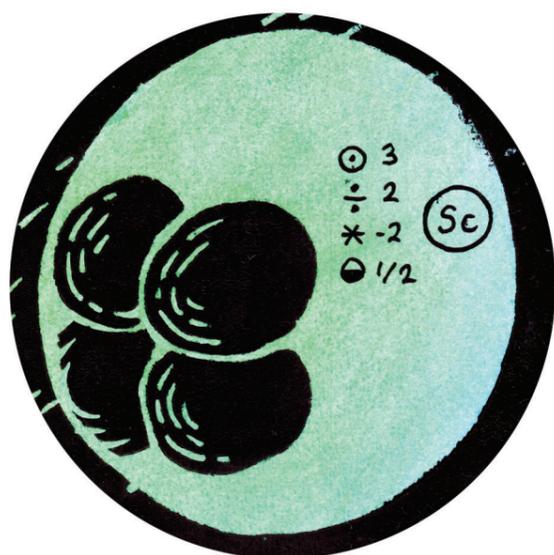
Depuis on a créé des atomes en laboratoire ! En 1995 une équipe m'a donné le nom du créateur du tableau périodique : je suis le mendelevium, le 101^e éléments de la table !



C'est le chimiste russe Dmitri Mendeleïev qui conçut le tout premier tableau périodique, dont on fête les 150 ans en 2019. C'était un génie : il avait compris qu'on pouvait classer de manière rationnelle et périodique tous les éléments connus alors. Mais pour y parvenir, ce ne fut pas une mince affaire ! Suivez son long chemin vers la découverte dans cette frise-BD.



Quelle est la forme des électrons ?



CARTE D'IDENTITE

L'identité de chaque électron est défini par quatre nombres quantiques :

- n niveau d'énergie donne l'énergie de l'électron
- l le moment orbital : définit la forme de l'orbitale de l'électron
- m le moment magnétique : décrit comment l'électron réagit à un champ magnétique
- s le spin : nombre à deux valeurs indispensable pour comprendre certains effets



Les atomes du tableau périodique sont constitués d'un noyau et d'électrons autour. Ils sont classés dans l'ordre croissant selon leur nombre d'électrons. Les électrons obéissent à des lois particulières, un peu comme un jeu de construction, et adoptent des formes spécifiques qu'on peut calculer précisément. Découvrez ces formes étranges sur cette linogravure haute en couleur.



Bon ou mauvais atome ?

Le phosphore



Le phosphore rouge est utilisé comme engrais dans notre agriculture moderne. Le phosphore blanc est un explosif au pouvoir incendiaire supérieur à celui du napalm.



Le phosphore rouge non absorbé par les cultures se retrouve dans l'eau et provoque une trop forte croissance des plantes aquatiques, qui finissent par étouffer l'écosystème. Le phosphore blanc a été interdit par l'ONU en 1983 mais continue à être utilisé par certains pays à des fins militaires.

Le néodyme

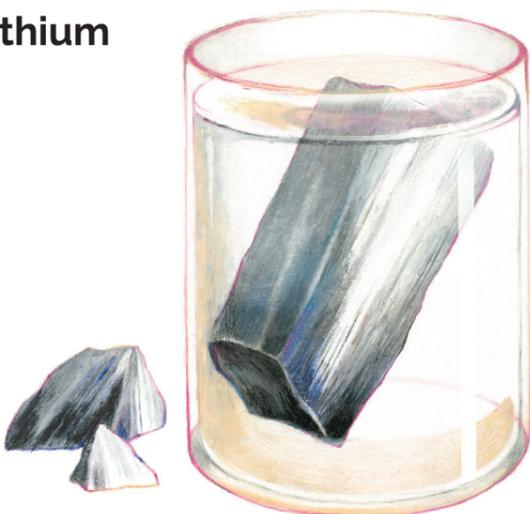


Le néodyme est un terre rare utilisé dans l'électronique pour la fabrication entre autres de disques durs, de microphones et d'enceintes, mais aussi d'éoliennes et d'aimants.



Pour extraire le néodyme de la roche, on utilise des solvants et des bains d'acide qui provoquent des rejets toxiques et radioactifs. En Chine, où 80 % du néodyme est extrait, plantes, animaux et humains tombent malades.

Le lithium



Le lithium est un métal utilisé dans les piles et batteries rechargeables, ainsi que dans les industries du verre et de la céramique.

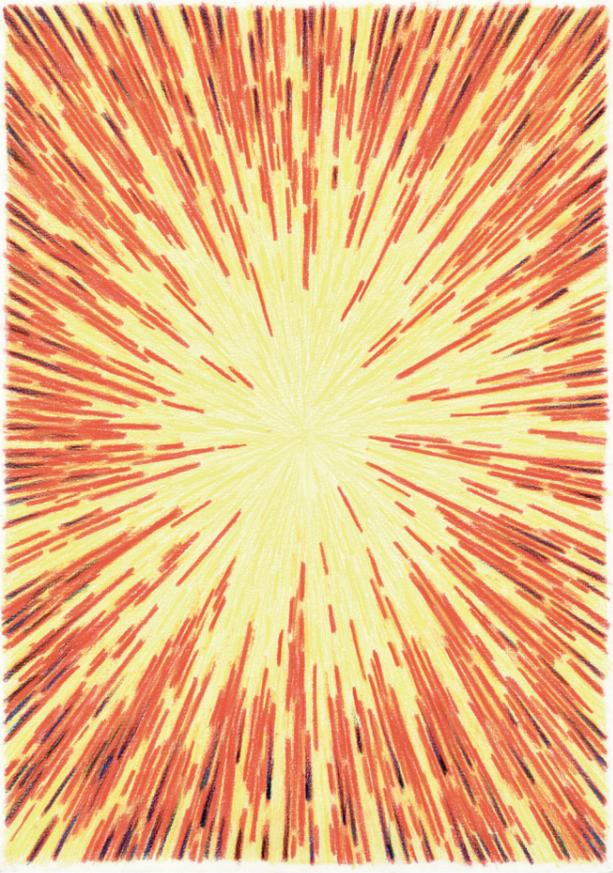


L'extraction du lithium, à l'aide de solvants et de produits chimiques (notamment le chlore), pollue l'eau et les sols et provoque des intoxications.

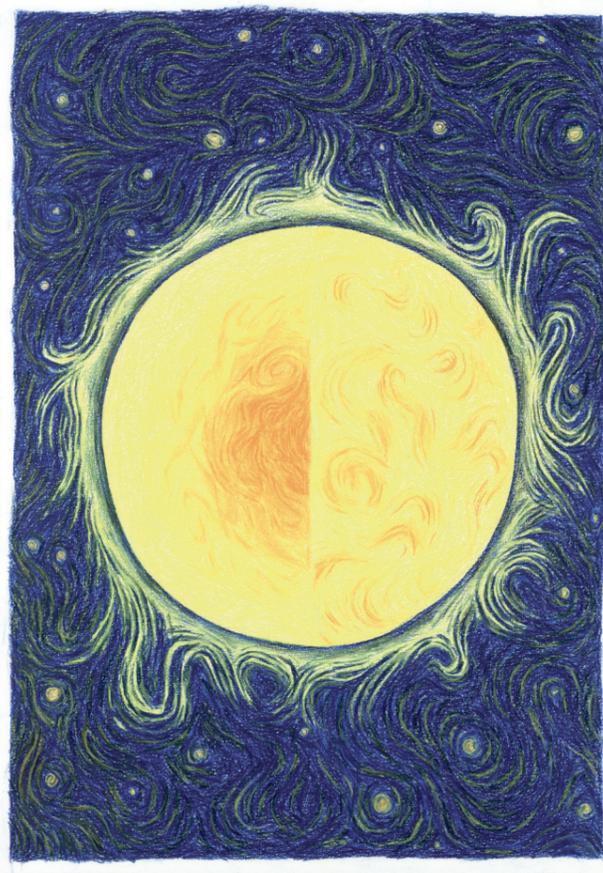
Certains atomes sont au cœur de nos objets technologiques préférés comme le smartphone. Mais leur exploitation ne se fait pas sans dommage. À l'aide de ces illustrations, comparez les deux côtés de ces trois atomes, parmi les plus utiles mais aussi les plus nocifs ...



D'où viennent les atomes ?



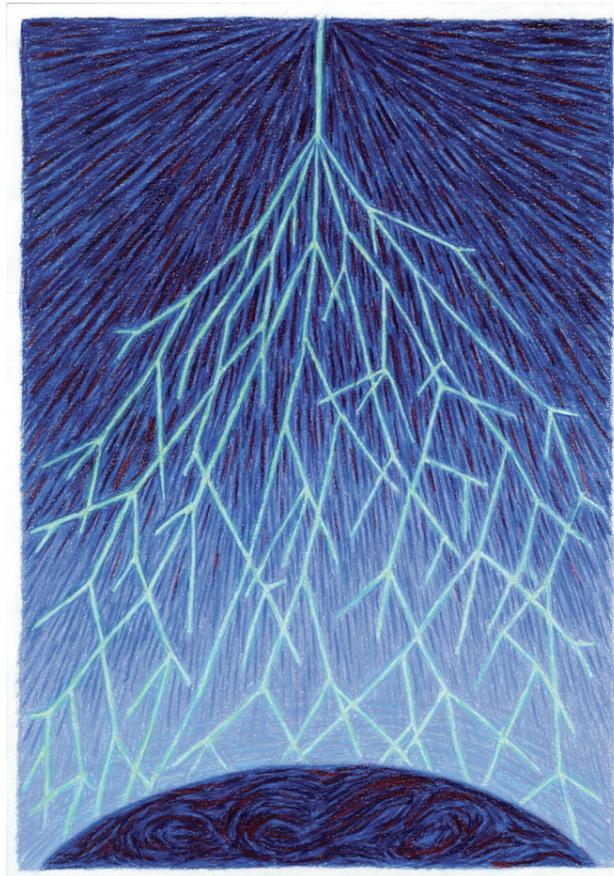
Le Big-Bang, infiniment dense et chaud, a déclenché un processus de nucléosynthèse qui donna naissance aux premiers atomes, les plus légers.



Au cœur des étoiles, où la température est extrêmement élevée, un processus de nucléosynthèse stellaire a lieu, permettant la formation des atomes les plus lourds.



Les supernovae, ces explosions qui marquent la fin d'une étoile, libèrent une immense quantité d'énergie. La nucléosynthèse explosive peut alors avoir lieu, formant des atomes encore plus lourds.



Dans l'espace et dans les hautes atmosphères a lieu la nucléosynthèse interstellaire, ou spallation cosmique, qui produit des atomes plus légers.

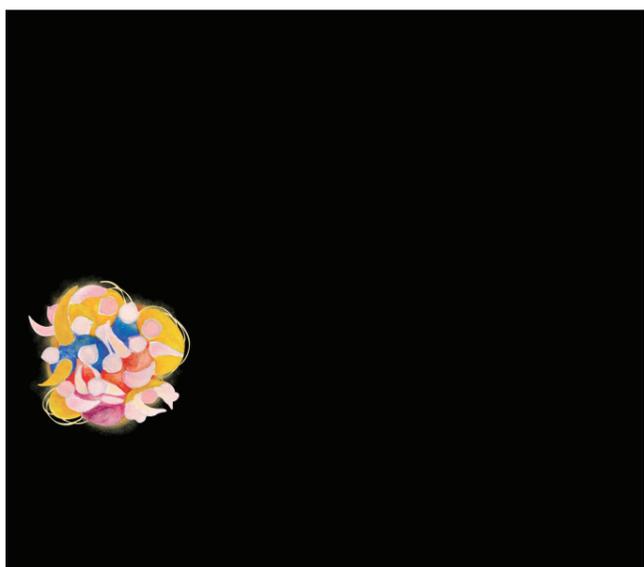


En laboratoire, grâce à des accélérateurs de particules, les «cyclotrons», on est capables de fabriquer les atomes les plus lourds, qui n'existent pas dans la nature. Ils sont très instables et se désintègrent extrêmement vite.

Les atomes répertoriés dans le tableau périodique ne sont pas tous nés du Big-Bang. Il existe quatre autres lieux qui les ont vus naître : le cœur des étoiles, les supernovae, l'atmosphère et pour les atomes artificiels, les cyclotrons des laboratoires de Physique. Sauriez-vous les reconnaître sur ces éclatantes illustrations ?



Comment les premiers atomes sont-ils apparus ?



Il y a 13,7 milliards d'années, l'univers est condensé en un point très dense et chaud.



Puis il entre en expansion : il se dilate dans toutes les directions. C'est le début du Big Bang.



L'univers très chaud forme un amas de particules élémentaires. Ce sont les quarks, les électrons et les photons.



Une microseconde après le début de l'expansion, il y a moins d'agitation chez les particules : les quarks s'assemblent pour former les protons et les neutrons. Les photons libèrent beaucoup d'énergie.



Quelques minutes plus tard, les protons et les neutrons s'assemblent pour former les noyaux des premiers atomes, les plus légers : l'hydrogène et l'hélium.



380 000 ans après le début du Big Bang, la température a assez baissé pour que les électrons viennent se lier aux noyaux et compléter les deux premiers atomes du tableau périodique.

C'est au moment du Big-Bang, naissance explosive de l'Univers, que naissent les atomes, émergeant d'une soupe chaude de quarks et de gluons. Mais seulement les plus légers, situés en haut du tableau. Suivez leur formation à travers la métaphore de la danse, au fil de ces doubles illustrations.



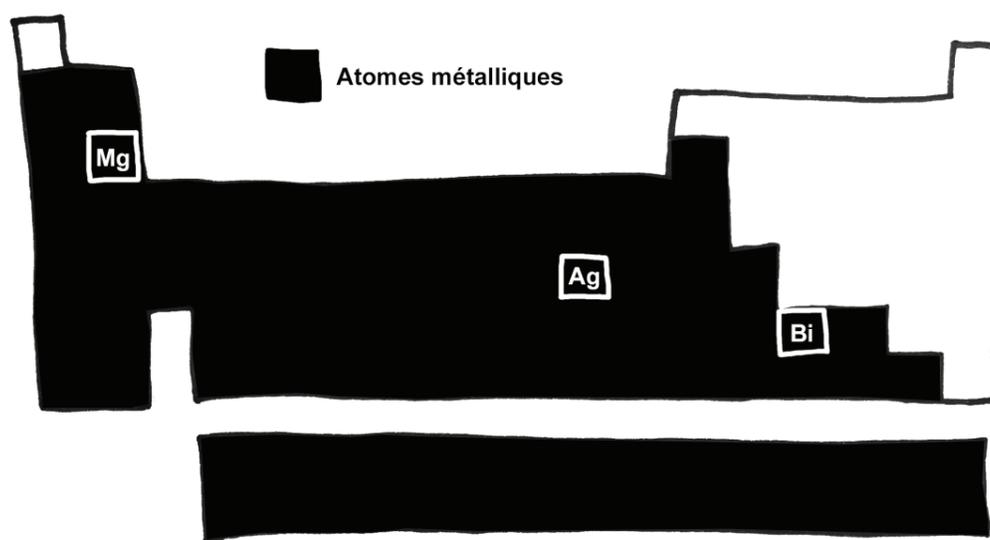
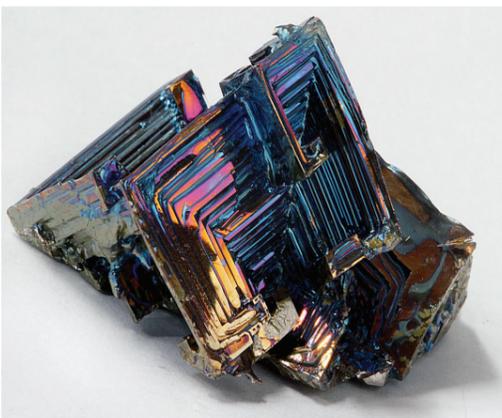
Un métal à l'état naturel, ça ressemble à quoi ?



Bismuth (Bi)

Magnésium (Mg)

Argent (Ag)



Plus des deux-tiers des atomes du tableau périodique sont métalliques. Ils ont des propriétés très différentes (réactivité, conductivité, dureté, brillance) selon leur position dans le tableau. On connaît leur aspect dans la vie quotidienne, mais dans la nature ils se présentent bien différemment. On les retrouve principalement à l'état de roches, de cristaux ou de minéraux que l'on nomme forme native. Ces trois gravures sur métal sont une représentation des éléments Magnésium, Argent et Bismuth d'après leur forme native. Sauriez-vous retrouver de quel is s'agit ?

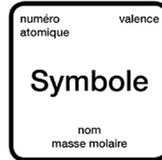


Le b.a.-ba du tableau périodique



Il permet de classer tous les atomes existant dans l'univers de façon universelle.

Chaque case constitue la fiche d'identité d'un atome.



Il est « périodique » : en allant à la ligne à intervalles réguliers, ce qu'on appelle des « périodes », il apparaît des colonnes.

Les atomes sont classés par masse croissante

1 H Hydrogène 1.008																	2 He Hélium 4.003
3 Li Lithium 6.941	4 Be Béryllium 9.012											5 B Bore 10.811	6 C Carbone 12.011	7 N Azote 14.007	8 O Oxygène 15.999	9 F Fluore 18.998	10 Ne Neon 20.180
11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnésium 24.305											13 Al Aluminium 26.982	14 Si Silicium 28.086	15 P Phosphore 30.974	16 S Soufre 32.066	17 Cl Chlore 35.453	18 Ar Argon 39.948
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titane 47.88	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chrome 51.996	25 Mn Manganèse 54.938	26 Fe Fer 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Cuivre 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.631	33 As Arsenic 74.922	34 Se Sélénium 78.971	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 84.798
37 Rb Rubidium 85.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdène 95.95	43 Tc Technétium 98.907	44 Ru Ruthénium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Argent 107.868	48 Cd Cadmium 112.414	49 In Indium 114.818	50 Sn Étain 118.711	51 Sb Antimoine 121.760	52 Te Tellure 127.6	53 I Iode 126.904	54 Xe Xénon 131.294
55 Cs Césium 132.905	56 Ba Baryum 137.328	57-71 Lanthanide Series	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantale 180.948	74 W Tungstène 183.85	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platine 195.08	79 Au Or 196.967	80 Hg Mercure 200.59	81 Tl Thallium 204.383	82 Pb Plomb 207.2	83 Bi Bismuth 208.980	84 Po Polonium 209	85 At Astatine 209	86 Rn Radon 222
87 Fr Francium 223	88 Ra Radium 226	89-103 Actinide Series	104 Rf Rutherfordium 261	105 Db Dubnium 262	106 Sg Seaborgium 266	107 Bh Bohrium 264	108 Hs Hassium 269	109 Mt Meitnerium 278	110 Ds Darmstadtium 281	111 Rg Roentgenium 280	112 Cn Copernicium 285	113 Nh Nihonium 286	114 Fl Flerovium 289	115 Mc Moscovium 289	116 Lv Livermorium 293	117 Ts Tennessine 294	118 Og Oganesson 294



Les atomes d'une même colonne ont les mêmes propriétés physiques et chimiques.

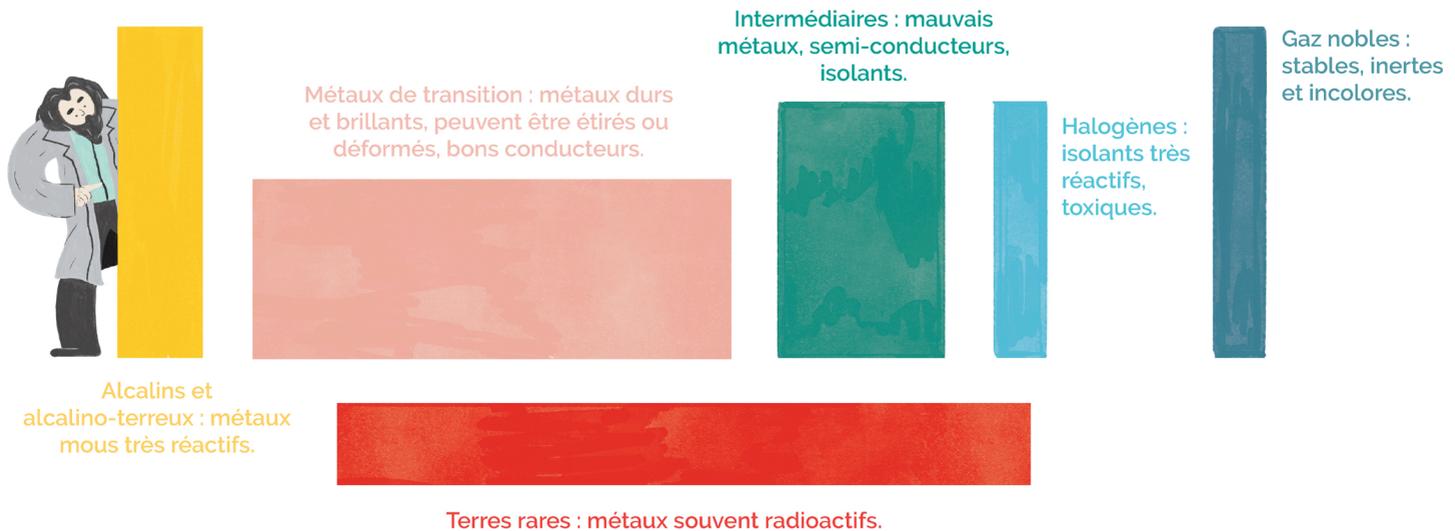


Le tableau est un outil précieux : sa construction périodique permet de comprendre les propriétés des atomes et comment ils s'assemblent en molécules.



118 atomes ont déjà été observés ou conçus artificiellement. Les chercheurs parviendront-ils à fabriquer des atomes encore plus lourds ?

Il existe 6 grandes familles :



Le tableau périodique est aujourd'hui un incontournable des salles de physique-chimie partout dans le monde. Derrière son apparence austère, le célèbre tableau permet aujourd'hui encore de classer tous les atomes connus. Mendeleïev ne le savait pas, mais la construction de ce tableau trouve son explication dans les fondements même de la physique quantique. Il permet de se poser des questions essentielles : d'où viennent les atomes ? Comment les électrons s'y empilent-ils ? Lesquels posent problème pour l'environnement ? Lesquels sont apparus les premiers ?