

CLASSIFICATION PERIODIQUE DES ELEMENTS.

1. LA CLASSIFICATION PERIODIQUE DES ELEMENTS.

1.1. PRESENTATION DE LA CLASSIFICATION PERIODIQUE.

(Voir biographie page suivante).

“Il ne peut y avoir ni chaos, ni désordre dans la nature, il doit exister une loi fondamentale qui rende compte des différences et des ressemblances entre tous les éléments.” Guidé par cette idée, le chimiste russe Dimitri Ivanovitch Mendeleïv (1834 - 1907) construit le tableau, avec des trous pour des éléments inconnus qui restent à découvrir.

1.2. PRINCIPE DE CONSTRUCTION.

La classification est constituée de 18 colonnes et 7 lignes.

Le tableau est rempli ligne par ligne, de gauche à droite, en classant les éléments par **numéro atomique Z croissant**.

Des scientifiques russes et américains ont annoncé la synthèse de l'élément chimique le plus lourd créé en laboratoire. L'élément 118 ou ununoctium a été engendré en bombardant une cible de californium avec des ions de calcium. L'analyse de la chaîne de désintégration a permis aux chercheurs de prouver l'existence, malgré leur durée de vie extrêmement courte (moins d'un millième de seconde), de trois atomes d'élément 118. UNE étape supplémentaire vers une meilleure compréhension de la structure des noyaux.

Science & Vie Décembre 2006

légende : masse atomique en g . mol⁻¹ (1)

numéro atomique : 4

Be

symbole (Z)

notes : (1) basal sur le °C
 (2) état physique du corps pur simple à 25 °C et 1.013 bar
 sol = solide ; liq = liquide ; gaz = gazeux ; s = solide ; l = liquide ; g = gazeux ; p = prépondérant

numéro atomique	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	H																		2
3	Li	Be											5	B	C	N	O	F	10
11	Na	Mg											13	Al	Si	P	S	Cl	18
19	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	31	Ga	Ge	As	Se	Br	36
37	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	49	In	Sn	Sb	Te	I	54
55	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	81	Tl	Pb	Bi	Po	At	86
87	Fr	Ra	Ac																

Les colonnes I et II.

On trouve, mis à part l'hydrogène, des métaux :
 colonne I: la famille des **alcalins**.
 colonne II: la famille des **alcalino-terreux**.

Les dix colonnes centrales.

On y trouve les métaux de transition.

Les colonnes XIII à XVII.

En majorité des non-métaux, avec l'avant dernière celle des **halogènes**.

La colonne XVIII.

Elle est constituée par les gaz nobles.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H	He								
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne		
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar		
K	Ca								

Chaque case, correspond à un élément (${}_Z^X$), de sorte que tous les isotopes de cet élément sont donc dans la même case.

Les colonnes, les éléments dont les atomes ont le même nombre d'électrons sur leur couche externe sont disposés dans une même colonne verticale et constituent une **famille**.

Les propriétés chimiques sont dues aux électrons du dernier niveau, de sorte que, les éléments dont les atomes sont disposés dans une même colonne, ont **les mêmes propriétés chimiques**.

Les lignes, une nouvelle ligne, appelée **période**, est utilisée chaque fois qu'intervient une nouvelle couche. Les atomes des éléments d'une même ligne ont le même nombre de niveaux occupés.

A partir de l'élément Z = 19, les règles de remplissage des couches deviennent plus complexes.

Dimitri Mendeleïev
(1834 - 1907)

Né à Tobolsk (en Sibérie), il étudie à Saint-Petersbourg. Très jeune il se passionne pour la chimie. A l'âge de 25 ans il vient travailler à Heidelberg avec d'éminents scientifiques, comme Robert Bunsen et Gustav Kirchhoff. En 1867, il est nommé professeur de Chimie minérale à l'Université de Saint-Petersbourg. Il publie ses Principes de Chimie et travaille à sa Classification.

Une bonne idée, en chimie comme ailleurs, est imprévisible. A la fin du XIX^e siècle, alors que les plus grands chimistes étaient allemands, français ou anglais, personne n'aurait pu prévoir qu'une découverte fracassante allait venir de Saint-Petersbourg, en Russie.

A l'université travaillait un jeune chimiste assez peu conventionnel, Dimitri Mendeleïev, natif de Sibérie et le plus jeune d'une famille de quatorze enfants, connu de ses collègues pour se faire couper les cheveux une fois par an et pour avoir un très mauvais caractère.

Des 61 éléments connus à l'époque, on pensait qu'il s'agissait d'entités nettement séparées, n'ayant rien d'autre en commun que de constituer le monde qui nous entoure. Quel rapport peut-il bien y avoir entre l'oxygène et le plmob, ou entre le carbone et le sodium ? Quelques relations avaient été mises en évidence, mais elles ne concernaient que très peu d'éléments. Les masses des atomes, surtout, étaient très imprécises, ce qui empêchait de déceler d'éventuelles régularités mathématiques.

Un géologue français, de Chancourtois, avait eu l'idée de placer les éléments sur une spirale, par ordre de masse croissante; il avait observé une régularité des propriétés chimiques où le nombre 7 jouait un rôle majeur: l'élément numéro 3 ressemblait au numéro 10 et au numéro 17....

L'anglais John Newlands, aventurier devenu chimiste par hasard, avait, quand à lui, rangé les éléments dans un tableau et avancé le nombre 8, ce qui l'avait amené à parler d'"octaves". Cette analogie musicale amusa beaucoup ses collègues: Mozart se serait-il inspiré des éléments chimiques pour composer ses symphonies ? L'idée de Newlands était moins risible qu'il n'y paraît, ais on ne s'en rendra compte que beaucoup plus tard.

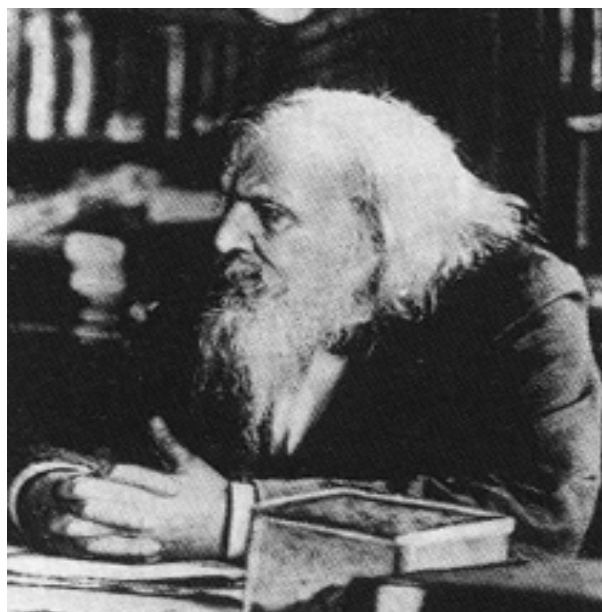
Quoi qu'on fasse, les éléments refusaient de se laisser ranger rationnellement. Confronté au problème de savoir dans quel ordre présenter les éléments à ses étudiants, Mendeleïev griffonne en 1869 un aide-mémoire sous forme de tableau. Sans trop tenir compte des valeurs exactes des masses, la place les éléments par masses croissantes, en prenant bien garde de mettre dans une même colonne ceux qui présentent des propriétés chimiques voisines. Le résultat, intéressant mais sans justification claire, a beaucoup de succès.... auprès de ses étudiants. Ses collègues chimistes tournent en dérision cette classification intuitive. Non seulement elle est inexplicable, mais elle comporte des cases vides !!! Si l'on excepte les gaz inertes, tous inconnus à l'époque, il est vrai qu'aucun élément ne se trouve, par exemple, entre le zinc et l'arsenic.... Mais mendeleïev, qui parie sur une découverte future d'éléments nouveaux, leur donne des noms et prédit leurs propriétés... dans l'indifférence générale.

Six ans plus tard, deux nouveaux éléments, le gallium et le scandium, sont découverts et viennent se placer dans deux des cases vides du tableau.

Dix-sept ans plus tard, c'est le tour du germanium, qui vient remplir une case laissée vide devant l'arsenic. Cet élément a une masse molaire de 72,6, alors que Mendeleïev avait prédit 72, une densité de 5,35 g/cm³ (contre 5,5 prévus) et une couleur gris clair (Mendeleïev l'imaginait gris foncé).... Le doute n'est plus permis: le tableau de Mendeleïev a bien une logique interne, et il reflète une régularité essentielle de la nature, mais nul ne peut dire laquelle.

Le chimiste prophète devient une gloire de la Russie et une grande célébrité. On le voit au sommet de la tour Eiffel avec Pierre et Marie Curie qui viennent de découvrir le radium, un élément radioactif qui trouve lui aussi sa place dans le tableau.

Depuis, l'histoire se répète et il ne se passe pas une année sans qu'un nouvel élément (obtenu en laboratoire) vienne enrichir le tableau périodique, qui compte 116 cases en ce début de XXI^e siècle.



Un amateur savant découvre le gallium.



Négociant en eau de vie, Lecoq de Boisbaudran, né à Cognac en 1838, n'a qu'une passion: la chimie. Cet autodidacte va consacrer son temps libre et une partie de l'argent gagné dans le commerce à l'expérimentation scientifique. Il dispose d'un spectromètre, acheté à ses frais, et cherche avec constance des éléments nouveaux. Il découvre ainsi le gallium et deux autres éléments.

Ayant réalisé les spectres des 62 éléments connus à l'époque, il acquiert la conviction qu'un élément inconnu entre l'aluminium et l'indium existe. Seul, dans sa cave du Périgord, il découvre ce métal le 27 août 1875. Il le nomme Gallium en hommage à la France (La Gaule: *gallia* en latin). il vient à Paris et reproduit en présence de nombreux membres de l'Académie des sciences ses expériences. Ce nouvel élément possède les caractéristiques de l'ékaaluminium de Mendeleïev.

Quand en 1869, Mendeleïev a donné une première version de sa classification périodique, il a laissé des places libres et prévu l'existence d'éléments inconnus. Lorsqu'à Saint-Petersbourg, il apprend la découverte de Lecoq de Boisbaudran, il s'informe et compare ses prévisions aux résultats expérimentaux trouvés par le chimiste français: le gallium est bien l'un des éléments qu'il avait envisagé. C'est donc bien une confirmation de la pertinence de sa classification.

2. BALLADE TOURISTIQUE DANS LE TABLEAU PERIODIQUE.

2.1. DES REGIONS PITTORESQUES.

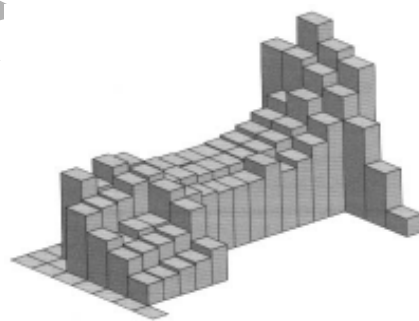
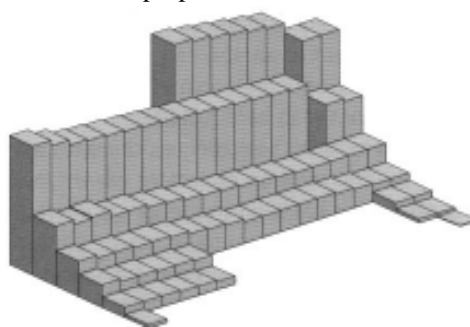
Un chimiste voit bien davantage dans le tableau périodique des éléments, qu'un simple quadrillage rempli de signes cabalistiques. Chaque case représente des quantités d'histoire à raconter. Il le voit aussi comme un paysage avec des vallées et des montagnes caractéristiques. Par exemple, il distingue:

- le grand domaine des éléments radioactifs;
- celui des métaux dits de "transition" - le rectangle au milieu du tableau.

Il sait:

- que la dernière colonne de droite, celle des gaz rares (ou encore "inertes", ou encore "nobles") est très peu réactive;
- tandis que la première de gauche, celle des alcalins, est très réactive: une goutte d'eau sur du sodium donne une vive réaction; sur du potassium, du rubidium et plus encore sur du césium, elle donne une violente explosion !
- que le carbone est un cas à part - c'est sur lui que sont bâtis tous les êtres vivants, sans exception;
- que la région du silicium et du germanium (dans la même colonne que le carbone) est celle de l'électronique et de l'informatique;
- ou encore, que les halogènes (fluor, chlore, brome, iode) se retrouvent partout dans l'industrie chimique.

Le tableau prend une allure différente selon les propriétés des éléments envisagées. Ici, le tableau est vu en perspective et chacune des cases a une hauteur proportionnelle à la masse de chacun des atomes.



On peut représenter de cette manière d'autres caractéristiques des éléments; la longueur des liaisons chimiques qui peuvent établir les atomes, par exemple, comme sur la vue suivante.

2.2. QUELQUES DATES.

Hormis les éléments connus et identifiés depuis des lustres (le cuivre et le fer sont si importants qu'ils ont donné leurs noms à des âges de l'humanité: l'Âge du bronze et l'Âge du fer) et ceux dont la découverte a marqué les débuts de la chimie (l'oxygène, découvert par Priestley et Lavoisier), l'histoire de la découverte des éléments chimiques se résume à trois dates fatidiques: 1800, 1894 et 1940, qui ont chacune vu apparaître une avalanche de nouveaux éléments.

● **1800**, c'est l'invention de la pile électrique, dont un des effets est de dissocier les liquides en leurs composants chimiques. Cette "électrolyse" permet aux chimistes, et en particulier à l'anglais Humphry Davy, de produire en grandes quantités le potassium, le sodium, le calcium, le strontium. D'autres suivront, tels le brome et le fluor, pour constituer les 61 éléments connus à l'époque où Mendeleïv a conçu son tableau.

● **1894**, c'est l'année où un aurtre chimiste anglais, William Ramsay, trouve dans l'azote de l'air un gaz inconnu qu'il baptise argon (en grec: le *paresseux*). Dans la foulée, il identifie le néon (*nouveau*), le krypton (*caché*) et le xénon (*l'étranger*). Ce sont les gaz inertes qui sont, comme on le verra, si importants pour comprendre le tableau périodique. L'hélium, le premier de ces gaz inertes, sera curieusement trouvé en dernier... et d'abord dans le spectre du Soleil ! D'où son nom (*hélios* signifie Soleil en grec).

● **1940**, enfin, c'est le début de la Seconde Guerre mondiale et l'apparition de la physique nucléaire. Avec les réacteurs nucléaires et les appareils mis au point dans le cadre du projet Manhattan de fabrication de la bombe atomique, les chimistes vont découvrir une flopée de nouveaux éléments, tous radioactifs, tels le neptunium ou le plutonium.

Rien n'indique que la liste des éléments doive s'arrêter un jour. Certes, les derniers éléments découverts sont si instables que leur durée de vie est de l'ordre de la milliseconde, ce qui laisse à peine le temps d'en identifier les traces dans les accélérateurs de particules qui les produisent. Il est alors difficile de parler de "matière" au sens ordinaire, mais les chimistes pensent qu'ils sont sur le point de découvrir un "îlot de stabilité" dont les éléments devraient avoir une durée de vie plus longue. En 1999, ils ont produit l'élément 114 (114 protons et 184 neutrons) dont la durée de vie atteint 30 s: un record de durée de vie dans cette région du tableau périodique...

Sir Humphray Davy
Chimiste anglais
(1778 Penzance - 1829 Genève)



Il fut un brillant conférencier et un expérimentateur enthousiaste et imprudent: il inhalait tous les gaz qu'il découvrait afin d'observer les effets... En 1807, il isole un métal par électrolyse de la potasse fondue, auquel il donne le nom de potassium. Par une procédure analogue, il isole le sodium puis le baryum, le strontium, le calcium, le magnésium et le bore. Il montre que le chlore est un élément et lui donne son nom.

3. QUELQUES PROPRIETES.

3.1. SOLIDE, LIQUIDE OU GAZEUX ?

A 15°C et sous la pression atmosphérique normale:

- La plupart des éléments sont à l'état **solide**. Seuls les gaz inertes, ainsi que l'oxygène, l'azote, le chlore, le fluor et l'hydrogène sont à l'état gazeux.
- A l'état **liquide**, on n'en trouve que trois: le brome, le mercure (l'unique métal liquide) et le francium (radioactif).

Si l'on élève la température, la plupart s'évaporent en dessous de 1 000°C.

Au-dessus de 3 000°C ne subsistent que le carbone et quelques métaux: le tantale, le tungstène (utilisé comme filament dans les lampes à incandescence), le rhénium et l'osmium.

Le record est détenu par le rhénium, qui ne fond qu'à plus de 20 000°C.

3.2. LE PLUS CHER.

Il est difficile de suivre le cours des matériaux au jour le jour !!! Les éléments les plus chers sont les éléments lourds radioactifs: le plutonium 238 vaut environ 4 millions de dollars le kilo.... L'or et le platine sont moins chers que le scandium ou le technétium (58 000 dollars le kilo). Quand au carbone, il ne vaut pas grand-chose à l'état de charbon ou de graphite, mais beaucoup plus à l'état de diamant.

3.3. DRÔLES DE NOMS.

Quelle est l'origine de tous ces noms d'éléments ? Pendant longtemps, il n'exista pas de méthode commune de désignation des composés chimiques. C'est en 1782, qu'une méthode systématique de nomenclature fut introduite par un avocat qui était aussi chimiste: le français Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737 - 1816). Selon lui, l'intérêt de la science "[...] exige une méthode constante de la dénomination qui aide l'intelligence et soulage la mémoire". Idéalement, un élément chimique doit recevoir une seule et unique dénomination pour éviter toute confusion. Cette recommandation n'a pas toujours été respectée, même à l'époque moderne. Ainsi, la compétition entre deux laboratoires de physique concurrents, américain et russe, eut pour conséquence que l'élément numéro 104 porta deux noms pendant plus de trente ans, rutherfordium et kurchatovium.

On distingue 7 origines différentes:

Les éléments dont les noms sont pré-chimiques:

L'argent $_{47}\text{Ag}$, du latin *Argentum* et du sanscrit *argunas* qui signifient brillant, clair.

Le carbone $_{6}\text{C}$, du grec *Carbonis* et du latin *carbon* Lavoisier l'a appelé carbone pour le différencier du charbon.

L'or $_{79}\text{Au}$, du sanscrit *Aurum* qui signifie jaune, en référence à la lumière de l'aube. Il est également ainsi nommé en référence à Aurora, Déesse de l'Aurore.

Les éléments dont les noms découlent des corps célestes:

L'hélium $_{2}\text{He}$, du grec *Hélios* qui signifie Soleil, puisqu'il a été découvert par l'astronome français Pierre Jules Cesar Janssen lors de l'analyse spectroscopique de la lumière émise par la couronne solaire lors d'une éclipse en 1868. Par la suite, il a été identifié et ainsi nommé par le chimiste britannique sir Edward Frankland.

L'Uranium $_{92}\text{U}$, le Néptunium $_{93}\text{Nu}$, le Plutonium $_{94}\text{Pu}$ trois éléments qui se suivent dans la classification périodique, dans le même ordre que les trois planètes du système solaire.

Les éléments dont les noms découlent de la mythologie et de la superstition:

Le Cobalt $_{27}\text{Co}$, de l'allemand *Kobold* qui signifie esprit Satan, malfaisant, qui gâche le travail des mineurs allemands. Quand un minerai ne pouvait donner un métal, par les procédures connues de l'époque, on disait qu'il contenait cet esprit kobold. Plus tard, le chimiste suédois Georg Brandt (1694 - 1768) a réussi à isoler un métal dans ce minerai supposé "stérile" qu'il appela cobalt.

Le Tantale $_{73}\text{Ta}$, découvert par le chimiste suédois Anders Gustav Ekeberg (1767 - 1813), dans le minerai colombite, sans pouvoir l'isoler. Heinrich Rose (1795 - 1864) l'a isolé. Tantale est nommé en référence à Tantalus, demi-Dieu et fils de Zeus dans la mythologie grecque, condamné aux enfers. Il résidait debout dans l'eau jusqu'au cou, mais quand il voulait boire ou manger, il ne pouvait pas, car le niveau de l'eau et la nourriture refluaient loin de sa bouche. De même le pentoxyde de tantale a la propriété de repousser les solutions acides, empêchant sa dissolution, d'où son nom.

En 1947, on a établi une procédure précise d'attribution: le découvreur d'un nouvel élément peut suggérer un nom mais non l'imposer; la décision finale appartient à une commission spécialisée. Tant que cette décision n'est pas prise, on assigne un nom temporaire au nouvel élément selon la règle suivante: le numéro atomique de l'élément est séparé en chiffres individuels (l'hypothétique élément 119 sera séparé en 1 - 1 - 9); chaque chiffre est remplacé par son nom équivalent latin (1-1-9 devient *un-un-enn*); les mots latins sont concaténés et on ajoute la terminaison *-ium* (le nom temporaire de l'élément 119 est donc *ununennium*).

Dans les comtes et légendes allemandes, on appelle Cobalt des nains qui travaillaient dans les mines. D'où le nom attribué à l'élément Cobalt, minerai extrait de certaines mines.

4. ETUDE DE QUELQUES FAMILLES D'ÉLÉMENTS.

Les éléments ayant des propriétés chimiques voisines forment une *famille*.

Dans la classification périodique, les éléments chimiques d'une même famille sont placés dans la même colonne.

Le plus souvent, les familles d'éléments portent le nom du premier élément de la colonne.

Exemple.

Les éléments de la XIV^e colonne, appartiennent à la famille du carbone.

Nous allons étudier plus particulièrement les éléments des colonnes I, XVII et XVIII.

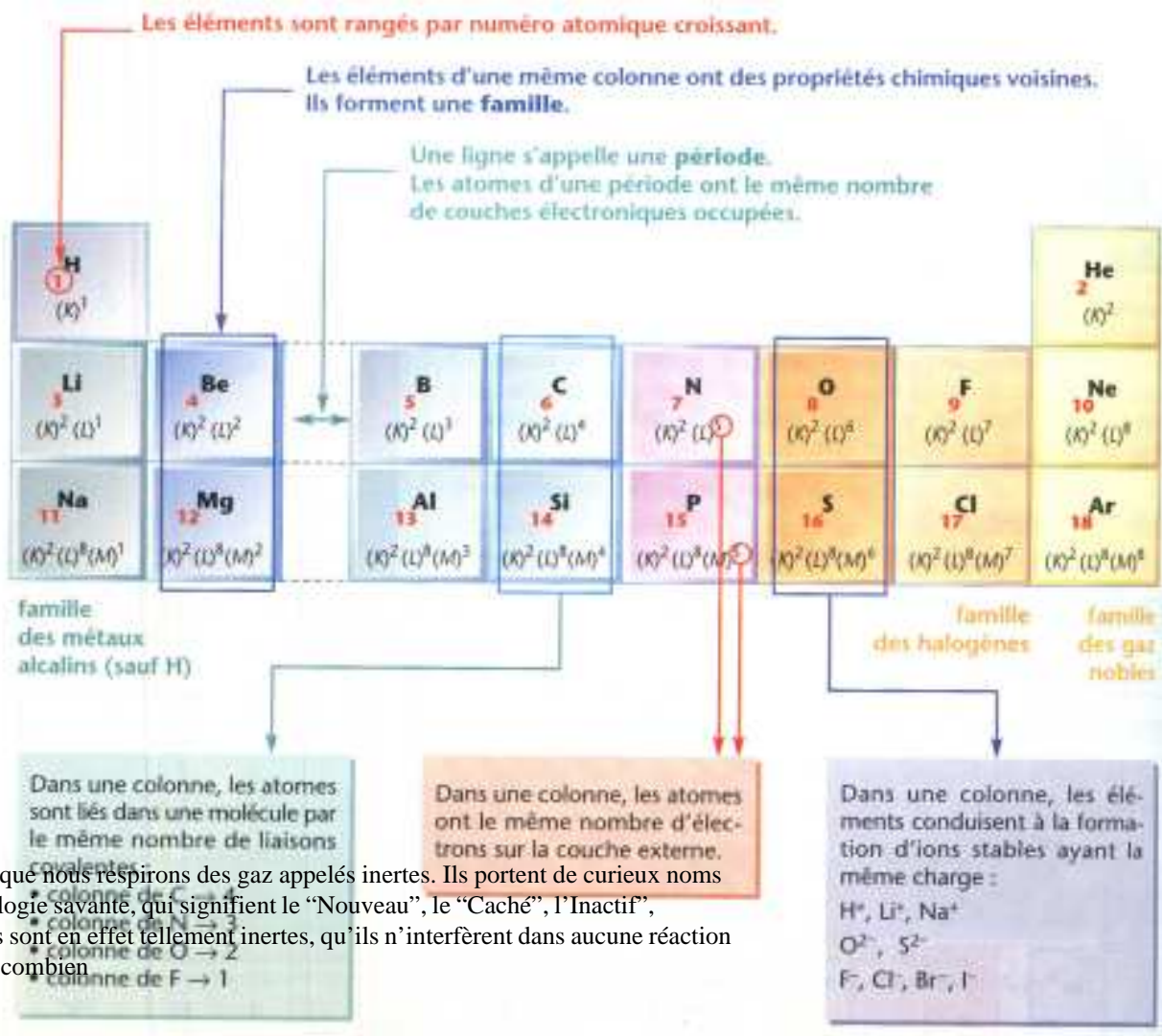
5. ON VIENT DE DECOUVRIR DEUX NOUVEAUX ÉLÉMENTS CHIMIQUES SUPERLOURDS.

Pourquoi poursuit-on ce genre de recherches ?

La découverte de ces éléments à 113 et 115 protons doit d'abord être confirmée. Au moins pour que ces nouveaux venus soient baptisés. L'élément 110 a trouvé son nom, darmstadtium, deux ans après avoir été découvert à Darmstadt, en Allemagne. Mais l'équipe russo-américaine qui a travaillé sur le cyclotron de Dubna est sérieuse et apporte des preuves solides. Elle a déjà à son crédit la découverte des noyaux 116 et 114. Avec 115 protons, le dernier né n'est donc pas le plus lourd. Mais il pèse davantage que le plus lourd des noyaux naturels, l'uranium. Ces deux éléments sont remarquables par leur durée de vie: 90 millisecondes pour le 115, plus d'une seconde pour le 113. Cette stabilité est suffisante pour tester la réactivité chimique de ces noyaux et la comparer à leurs parents plus légers du tableau périodique des éléments de Mendeleïev. D'une manière plus générale, cette quête des noyaux lourds est l'une des grandes aventures de la physique nucléaire. Il faut savoir combien d'éléments stables il y a dans l'Univers. Quelles sont leurs propriétés ? D'où leur vient cette stabilité ? Etc...

Car en fait, nous savons que la stabilité d'un noyau vient d'un effet de structure: les protons et les neutrons s'empilent en couche, ce qui compense la répulsion entre les protons. Mais nous ne savons pas jusqu'où l'édifice est stable. Est-ce pour 114 protons ou bien pour 126 ? Quel est le nombre magique ? Les noyaux superlourds sont donc les bêtes de laboratoire pour tester modèles et prédictions dans des conditions extrêmes. D'ailleurs, nulle part dans l'Univers on pense que les conditions soient remplies pour créer de tels éléments. Grâce à eux, nous atteignons les zones que la nature n'a pas su explorer.

6. L'ESSENTIEL.



Il y a dans l'air que nous respirons des gaz appelés inertes. Ils portent de curieux noms grecs d'éthymologie savante, qui signifient le "Nouveau", le "Caché", l'"Inactif", l'"Étranger". Ils sont en effet tellement inertes, qu'ils n'interfèrent dans aucune réaction chimique, ne se combinent

LE TABLEAU BDEMELENLEIEV



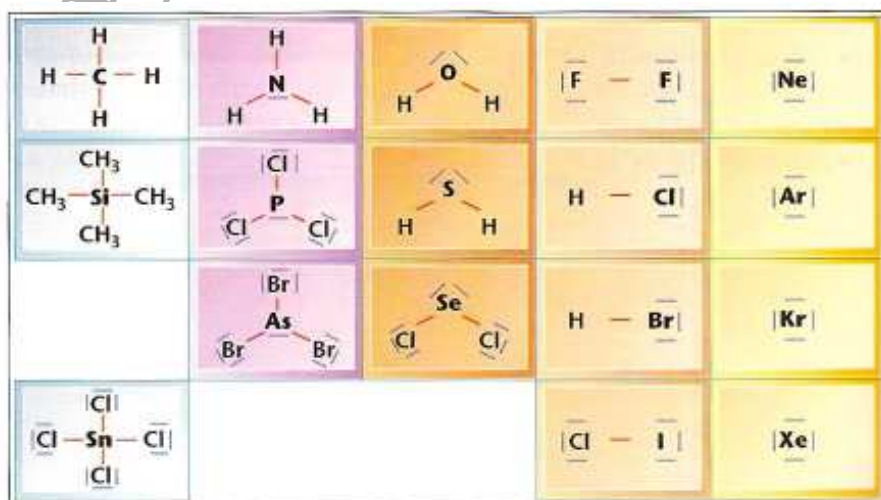
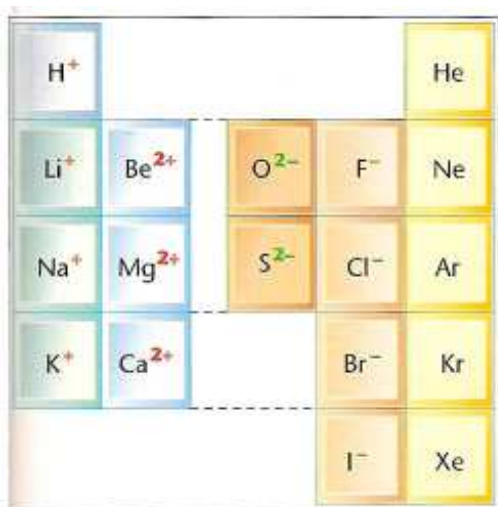
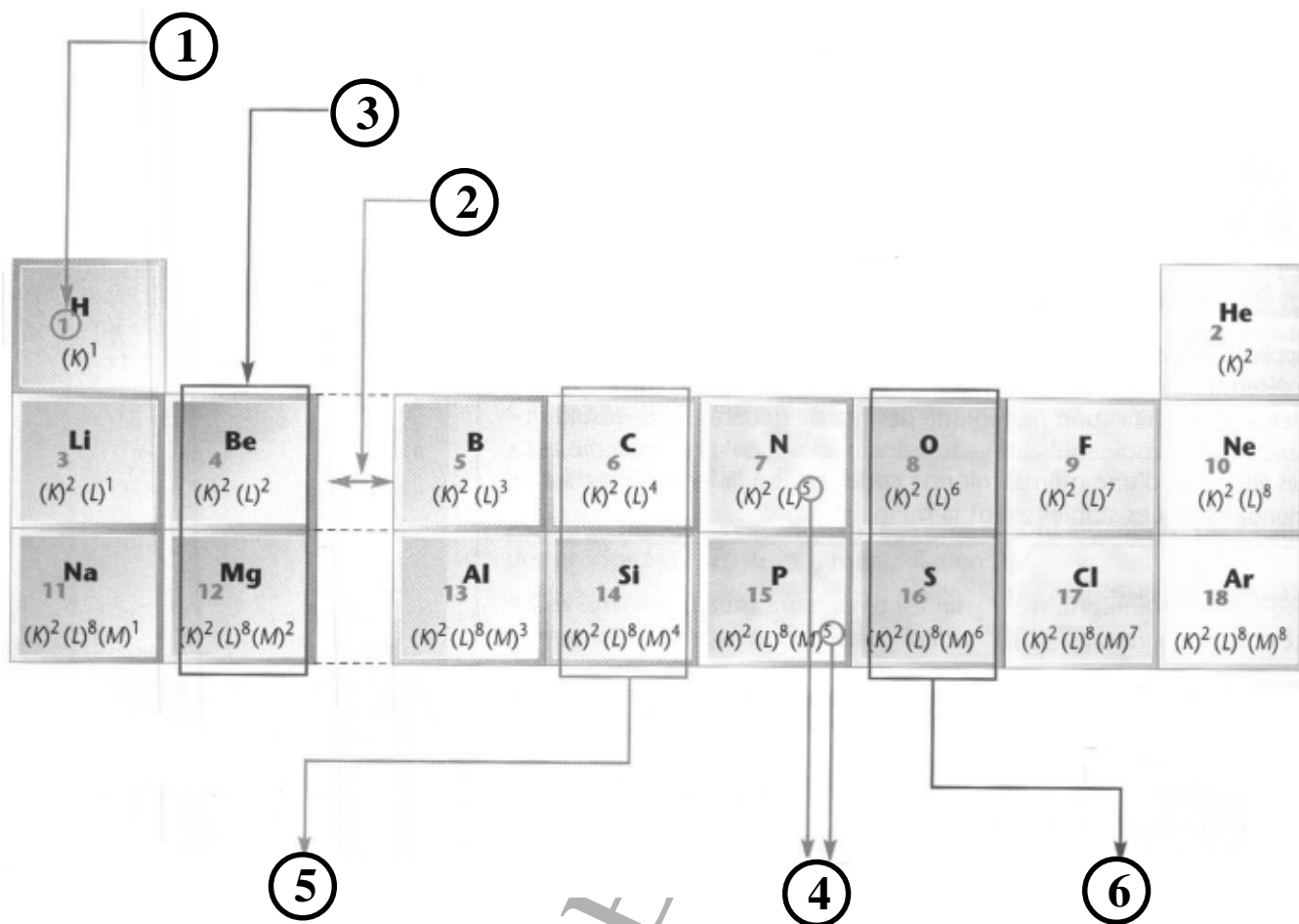
Les alcalins (Li, Na, K, Rb, Cs)
Un seul électron sur la couche externe ... et une féroce envie de le refourguer au premier atome ou molécule venu ! A l'eau, avec qui ils réagissent violemment, jusqu'à s'enflammer. Une petite flamme pour le lithium et carrément une explosion pour le potassium.



Les gaz nobles (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn)
Ceux-là, il faut se lever tôt pour els faire réagir. Ils ont huit électrons sur leur couche externe. C'est la configuration dont rêvent beaucoup d'éléments. Alors ils restent tels quels.



Les halogènes (F, Cl, Br, I, At)
Associés à l'atome hydrogène, ils forment des acides, dont le très redoutable acide fluorhydrique. Pourquoi tant de violence ? Parce qu'il ne leur manque qu'un électron pour atteindre la configuration rêvée de leurs voisins, les gaz nobles. Alors ils sont prompts à piquer celui de l'hydrogène ... qui devient alors un ion H⁺ (aussi appelé proton). Et c'est justement ça l'acidité : la capacité à produire des ions H⁺.

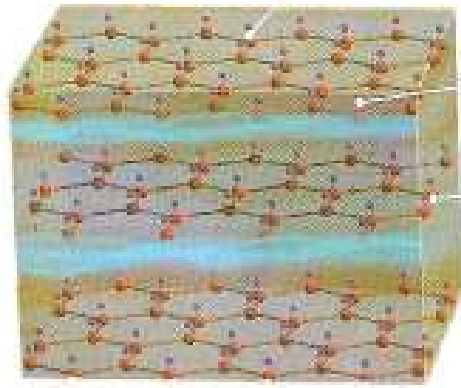
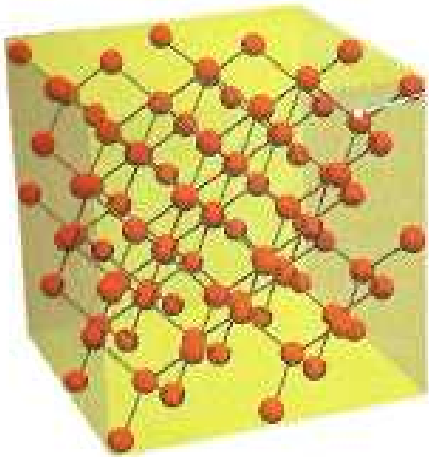


BRASSE

AUTOUR DU CARBONE

Si la mine de crayon et le diamant sont du carbone pur, pourquoi sont-ils si différents ?

Entre le diamant et le graphite d'une mine de crayon, seules la disposition des atomes de carbone et leurs liaisons diffèrent. Les deux sont des solides dont les atomes sont rangés suivant un motif qui se répète. Mais entre graphite et diamant, le motif change. Dans le diamant, chaque carbone est lié à 4 voisins par des liaisons courtes et fortes. Ce qui donne une structure très dure. Le graphite, lui, est organisé comme un mille-feuilles. Les atomes d'une même «feuille» sont liés par des liaisons fortes. Par contre, les forces qui assurent la cohésion entre les feuilles sont beaucoup plus faibles, faciles à rompre. Voilà pourquoi lorsqu'on fait glisser une mine de crayon sur du papier, une partie du graphite reste accrochée sur les aspérités du papier. Chose impensable avec un diamant. La différence de motif affecte aussi l'aspect des deux matériaux et leurs propriétés électriques. Les atomes de carbone ont 4 électrons périphériques qu'ils peuvent utiliser pour réaliser 4 liaisons fortes avec leurs voisins. Mais dans le graphite, chaque carbone n'est lié qu'à 3 voisins, il reste donc un électron libre - ou presque libre - par atome. Ces électrons là peuvent se déplacer dans la structure. Et qui dit déplacement d'électrons, dit électricité. Voilà pourquoi le graphite est un bon conducteur électrique mais pas le diamant. Et ces électrons libres ont une autre particularité: ils peuvent absorber toutes les composantes de la lumière visible. Du coup, le graphite est noir. A l'opposé, la lumière traverse le diamant sans provoquer le moindre sursaut chez ses électrons, trop occupés à établir des liaisons: il est donc incolore et transparent. Dernière différence entre le graphite et le diamant: le prix ! Si les diamants sont si chers, c'est qu'ils sont rares. Pensez donc, ceux que vous admirez aujourd'hui se sont formés il y a des milliards d'années, à plus de 150 km sous la surface de la Terre, où régnaient des pressions et des températures de folie. Le graphite, lui, est banal: il est la forme du carbone solide stable dans les conditions classiques.



Que se passe-t-il quand on forge ?

Fabriquer une épée revient en fait à jouer avec les atomes composant l'acier. Le jeu commence dès la première étape, lorsque le forgeron étire le barreau. En effet, avec une grosse loupe, nous pourrions voir que l'acier est composé essentiellement de cristaux de fer, emprisonnant quelques atomes de carbone (0,0006%), et de grumeaux qui contiennent presque tout le carbone: du carbure de fer. Or, lorsqu'ils sont chauffés, les cristaux de fer se gonflent et acceptent en leur sein plus de carbone. Le carbure de fer se fond ainsi dans les cristaux de fer. Et le matériau obtenu, désormais homogène, est beaucoup moins cassant et plus malléable. Une fois l'épée bien chauffée pour permettre à tous les atomes de carbone de rentrer dans les petites interstices existant entre les atomes de fer, il s'agit de refroidir la lame tout en gardant cet état qui lui garantit la solidité. Mais si le refroidissement se fait lentement, les atomes de carbone ont le temps de quitter les cristaux de fer et de reformer du carbure de fer. Le refroidissement brutal par la «trempe» dans un bain d'huile va figer la situation: le carbone n'a pas le temps de fuir, piégé dans le fer. Les liaisons entre atomes de fer sont alors bourrées à craquer d'atomes de carbone et si tendues que la lame peut se briser spontanément comme du verre ! C'est pour cela que l'on pratique ensuite un «revenu»: ce chauffage doux permet à quelques atomes de carbone de fuir. Les liaisons se détendent un peu et la lame acquiert son élasticité.