

Le tableau périodique des éléments

Arianna Marchioro

Références: Hill1, chap. 5

Histoire du tableau périodique

Dimitri Mendeleev 1869: Classification périodique des éléments reliant la masse et les propriétés chimiques. Postule l'existence d'éléments manquants encore à découvrir → Triomphe après la découverte de certains de ces éléments manquants!

Henry Moseley (1887-1915): Découverte du **numéro atomique** (= charge du noyau) à partir de l'émission des rayons X des éléments

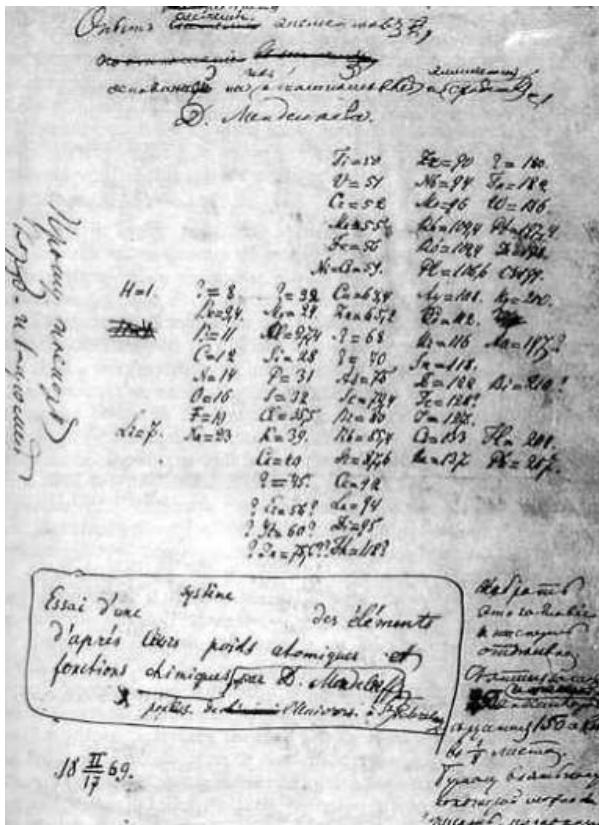
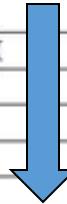


Tableau inversé par rapport au tableau d'aujourd'hui!



I	II	III	IV	V	VI
			Ti = 50	Zr = 90	? = 180
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186
			Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4
			Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198
			Ni = Co = 59	Pd = 106,6	Os = 199
H = 1	? = 8	? = 22	Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	Ur = 116	Au = 197
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sb = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sn = 122	Bi = 210
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128 ?	
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	I = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207
		? = 45	Ce = 92		
		? Er = 56	La = 94		
		? Yt = 60	Di = 95		
		? In = 75,6	Th = 118 ?		

Définitions

Numéro atomique **Z** = nombre de *protons* dans le noyau
= nombre d'*électrons* dans le noyau pour un atome neutre

Nombre de masse **A** = nombre total de *protons* et *neutrons* du noyau (= les nucléons)

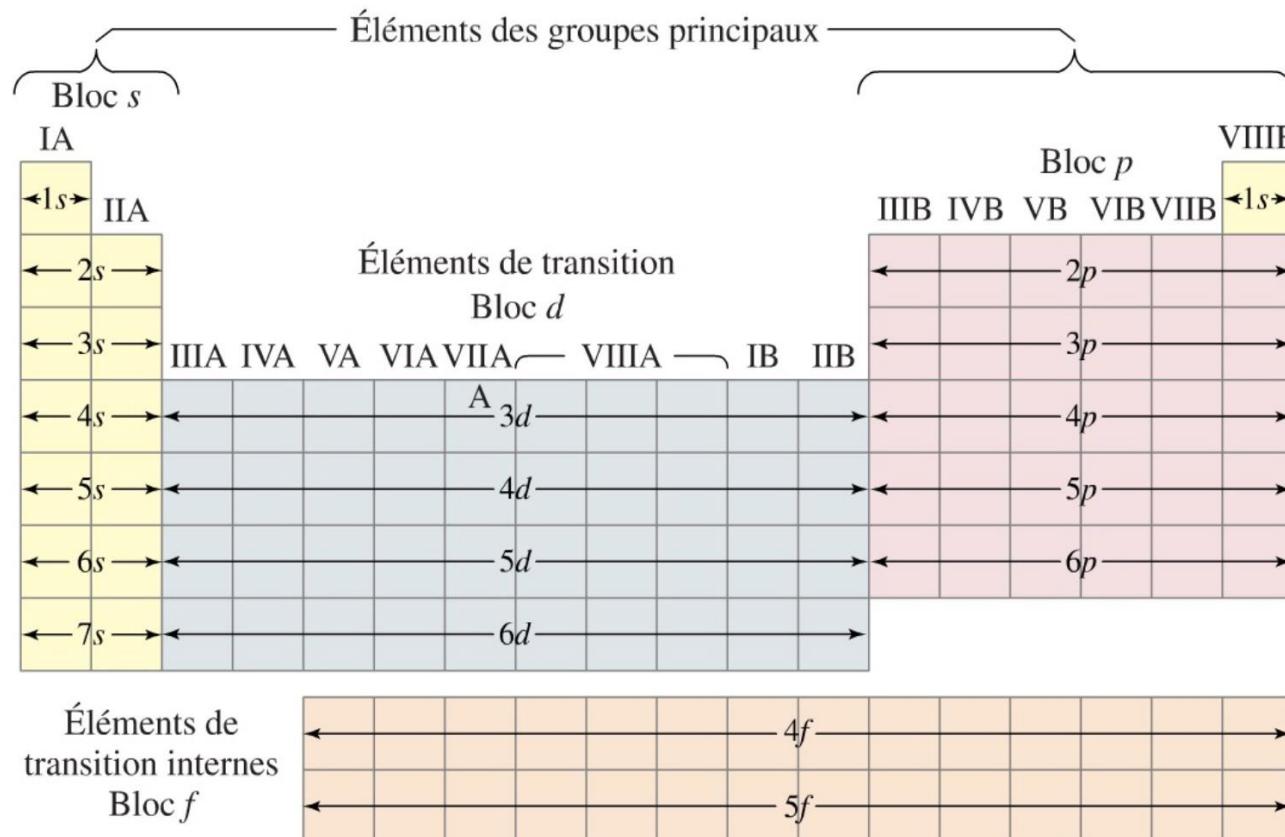
A
 Z 

A nombre de masse
Z numéro atomique

A - Z =

Le tableau périodique des éléments

- Construit selon le principe de l'**Aufbau**: ajout d'un électron (et d'un proton) à l'atome dont le numéro atomique est immédiatement inférieur.
- Permet une lecture rapide de la configuration électronique d'un atome en se basant sur la configuration électronique du gaz rare précédent et sur la position de l'élément dans le tableau



Le tableau périodique des éléments

Tableau périodique des éléments

The periodic table is color-coded into groups:

- Métaux alcalins** (Group 1): Red
- Métaux alcalino-terreux** (Groups 2-12): Orange
- Métaux de transition** (Groups 3-12): Pink
- Lanthanides** (Group 3): Light purple
- Actinides** (Group 4): Dark purple
- Métaux pauvres** (Groups 13-18): Grey
- Métalloïdes** (Groups 13-18): Yellow-green
- Non-métaux** (Groups 15-18): Green
- Halogènes** (Groups 16-18): Yellow
- Gaz nobles** (Groups 18): Light blue
- Non classés** (Groups 13-18): White

Legend:

- Solide**: Red
- Liquide**: Blue
- Gazeux**: Green
- Inconnu**: Grey

Symbol Legend:

- e⁻**: Green
- n°**: Blue
- Sym**: Black
- Nom**: Black
- Masse atomique**: Black

Block f Table (Elements 57-103):

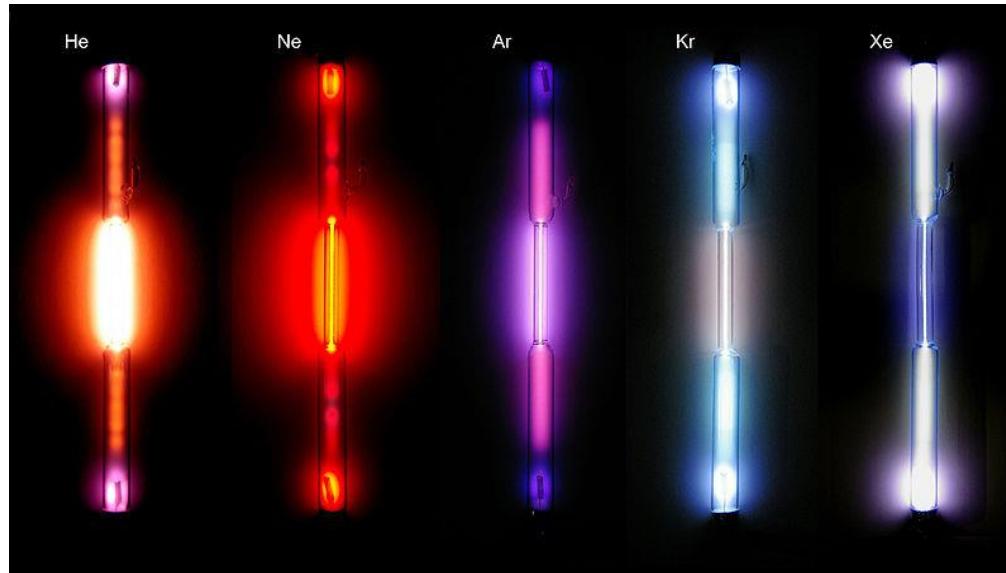
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Lanthane (138,91)	Céium (140,12)	Prasodyme (140,91)	Néodyme (144,24)	Prométhium (145)	Samarium (150,36)	Europium (151,99)	Gadolinium (157,25)	Terbium (158,93)	Dysprosium (162,5)	Holmium (164,93)	Erbiium (167,28)	Thulium (168,93)	Ytterbium (173,05)	Lutécium (174,97)
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
Actinium (227)	Thorium (232,04)	Protactinium (231,04)	Uranium (238,03)	Neptunium (237)	Plutonium (244)	Américium (243)	Curium (247)	Berkelium (247)	Californium (251)	Einsteinium (252)	Fermium (257)	Ménoésium (258)	Nobélium (259)	Laserium (266)

- 94 premiers éléments: existent à l'état naturel - pas d'autre possibilité, pas de case vide!
- Les **colonnes** sont désignées par 1 à 18 ou par des symboles (IA, IIA, IIB...)
- Les **lignes** sont appelées **périodes**. Elles sont numérotées de 1 à 7
- Bloc f généralement mis en dessous pour des questions de place

Gaz nobles

Les **GAZ NOBLES** (gaz rares):

- Configuration électronique $ns^2 np^6$ = **couche complète contenant 8 électrons**
- Hélium (**He**), Néon (**Ne**), Argon (**Ar**), Krypton (**Kr**), Xénon (**Xe**), Radon (**Ra**)



- **Configuration très stable car couche complète!**
- Les autres éléments vont tendre à ressembler à ces gaz en perdant/gagnant des électrons

Métaux et non-métaux

Les **MÉTAUX**: conduisent l'électricité, sont malléables

groupe des **métaux alcalins** (Ia)

groupe des **métaux alcalino-terreux** (IIa)

groupe des **métaux de transition d**



Cuivre



Scandium



Sodium



Magnésium

Les **NON-MÉTAUX**:

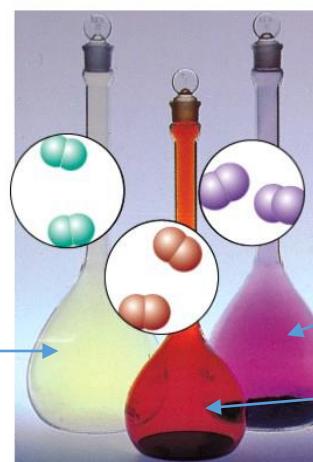
groupe du **carbone**

groupe de **l'azote**

groupe de **l'oxygène**

groupe des **halogènes** :

Fluor
gaz jaune-vert



Iode
solide bleu-noir

Brome
liquide rouge-brun

Les semi-métaux

Les **SEMI-MÉTAUX** (metalloïdes) possèdent certaines propriétés des métaux et des non-métaux.
Les éléments suivants sont considérés comme metalloïdes: B, Si, Ge, As, Sb, Bi, Te, At



Bore ₅B.



Silicium ₁₄Si.



Germanium ₃₂Ge.



Arsenic ₃₃As.



Antimoine ₅₁Sb.



Tellure ₅₂Te.

- Présentent un aspect métallique mais sont fragiles et conduisent peu l'électricité
- Ge et Si: Très importants dans l'industrie des semi-conducteurs

Points importants du tableau périodique

- Classification des éléments selon l'ordre croissant du numéro atomique **Z**
- 94 premiers éléments: existent à l'état naturels - pas d'autre possibilité, pas de case vide!
- Les **colonnes** sont désignées par 1 à 18 ou par des symboles (IA, IIA, IIB...)
- Les éléments d'une même colonne constituent un groupe et certains portent un nom particulier (métaux alcalins, gaz rares, halogènes, alcalino-terreux...)
- Les membres d'une même colonne ont tous le même nombre d'électrons de valence: Ils ont des propriétés semblables
- Les lignes sont appelées **périodes**. Elles sont numérotées de 1 à 7
- Quatre blocs d'éléments (s, p, d, f) en fonction de la nature du niveau en cours de remplissage.
- Les éléments **Z = 95 à 118** sont préparés **artificiellement!**

Le tableau périodique des éléments

Tableau un peu plus complet (plus d'informations)

CLASSIFICATION PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENS

Diagram illustrating the classification of elements based on their properties:

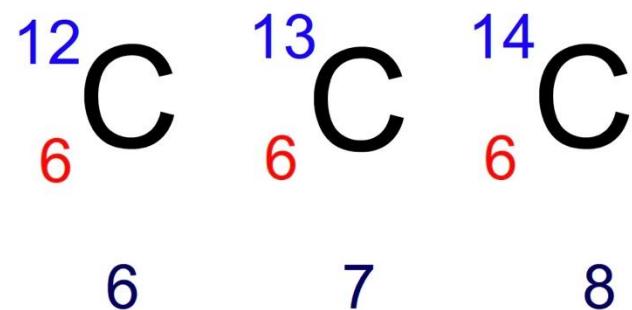
- élément métallique** (Metallic): Blue background.
- élément non-métallique** (Non-metallic): Red background.
- élément à prédominance métallique** (Predominantly metallic): Blue background with a red outline.
- élément à prédominance non-métallique** (Predominantly non-metallic): Red background with a blue outline.
- gaz rare** (Noble gas): Yellow background.

TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENS

	Ia	IIa		IIIa	IVa	Va	Vla	VIIa	0																																												
1 H	Hydrogène 1,01	2 Li	Lithium 6,94	3 Be	Béryllium 9,01	4 B	Carbone 12,01	5 C	Azote 14,01	6 N	Oxygène 16,00	7 O	Fluor 19,00	8 F	Neon 20,18	9 Ne	2 K																																				
10 Na	Sodium 22,99	11 Mg	Magnésium 24,31	12 Al	Aluminium 26,98	13 Si	Silicium 28,09	14 P	Phosphore 30,97	15 S	Soufre 32,07	16 Cl	Chlore 35,45	17 Ar	Argon 39,95	18 Kr	2 K																																				
19 K	Potassium 39,10	20 Ca	Calcium 40,08	21 Sc	Scandium 44,96	22 Ti	Titanium 47,87	23 V	Vanadium 50,94	24 Cr	Chrome 54,94	25 Mn	Manganèse 55,85	26 Fe	Fer 56,85	27 Co	Cobalt 58,93	28 Ni	Nickel 58,69	29 Cu	Cuivre 63,55	30 Zn	Zinc 65,38	31 Ga	Gallium 69,72	32 Ge	Germanium 72,64	33 As	Arsenic 74,92	34 Se	Sélenium 78,96	35 Br	Brome 79,90	36 Kr	Krypton 83,80																		
37 Rb	Rubidium 85,47	38 Sr	Strontium 87,62	39 Y	Yttrium 88,91	40 Zr	Zirconium 91,22	41 Nb	Niobium 92,91	42 Mo	Molybđène 95,94	43 Tc	Technétium 98,91	44 Ru	Ruthénium 101,07	45 Rh	Rhodium 102,91	46 Pd	Palladium 106,40	47 Ag	Argent 107,87	48 Cd	Cadmium 112,40	49 In	Indium 114,82	50 Etain	Etain 118,70	51 Te	Tellure 121,75	52 Iode	Iode 126,90	53 Xe	Xénon 131,30																				
55 Cs	Césium 132,91	56 Ba	Baryum 137,34	57 La	Lanthane 138,91	58 Hf	Hafnium 178,49	59 Ta	Tantale 180,95	60 W	Tungstène 183,85	61 Os	Osmium 186,21	62 Ir	Iridium 190,20	63 Pt	Platine 192,15	64 Au	Auro 195,10	65 Hg	Hg	66 Tl	Tellure 196,97	67 Pb	Plomb 200,60	68 Bi	Bismuth 204,37	69 Po	Po	70 At	At	71 Rn	Rn																				
77 Fr	Francium (223)	78 Ra	Radium 226,03	79 Ac	Actinium 227	80 Rf	Rutherfordium (261)	81 Db	Dubinium (262)	82 Sg	Seaborgium (263)	83 Bh	Bh	84 Hs	Hs	85 Mt	Mt	86 Ds	Ds	87 Uuu	Uuu	88 Uub	Uub	89 Uun	Uun	90 Uun	Uun	91 Th	Thorium 232,04	92 Pa	Protactinium 231,04	93 Np	Neptunium 238,03	94 Pu	Plutonium 237,05	95 Am	Américium 239,05	96 Cm	Curium 241,06	97 Bk	Berkélium 247,07	98 Cf	Californium 249,08	99 Es	Einsteinium 251,08	100 Fm	Fermium 254,09	101 Md	Mendéléïum 255,00	102 No	Nobélium 258,10	103 Lr	Lr
66 Ce	Céryum 140,12	67 Pr	Praséodyme 140,91	68 Nd	Neodyme 144,24	69 Pm	Prométhium 146,92	70 Sm	Samarium 150,40	71 Eu	Europium 151,96	72 Gd	Gadolinium 157,25	73 Tb	Terbium 158,93	74 Dy	Dysprosium 162,50	75 Ho	Holmium 164,93	76 Er	Erbiump 167,26	77 Tm	Thulium 168,93	78 Yb	Ytterbium 173,04	79 Lu	Lutétium 174,97																										
70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103																				
groupes c :	lanthanides	actinides																																																			

Les isotopes

- La présence de nombres différents de neutrons dans un noyau donne des atomes de différentes masses, même si les atomes appartiennent à un même élément.
- Les isotopes: atomes ayant le même nombre de protons mais pas le même nombre de neutrons
- Nombre de neutrons = $A - Z$

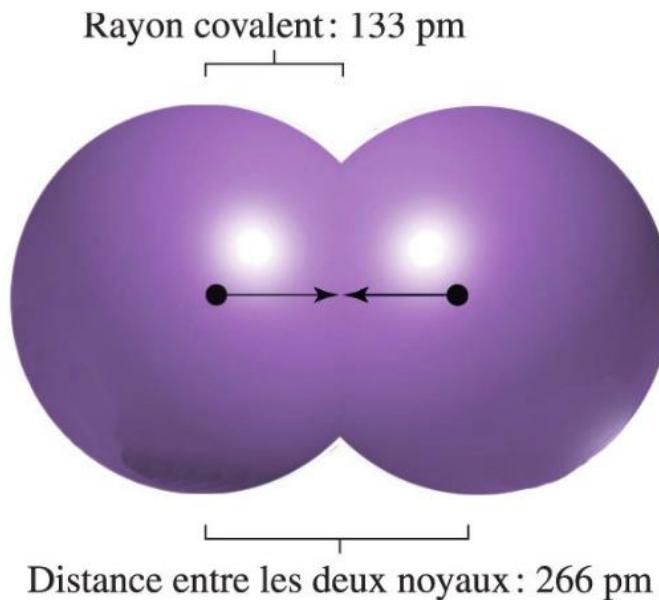


Isotope	Abondance	Gamme de variations
^{12}C	98,93 %	98,853 – 99,037
^{13}C	1,07 %	0,963 – 1,147
^{14}C	Traces	10^{-12}

Rayon atomique

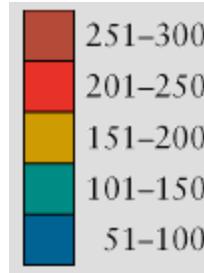
Définitions:

- 1) Demi-distance entre les centres d'atomes voisins (données expérimentales)
- 2) Calcul: Mathématiquement l'atome n'est pas fini, on définit une zone où on a 90% de probabilité de trouver les électrons

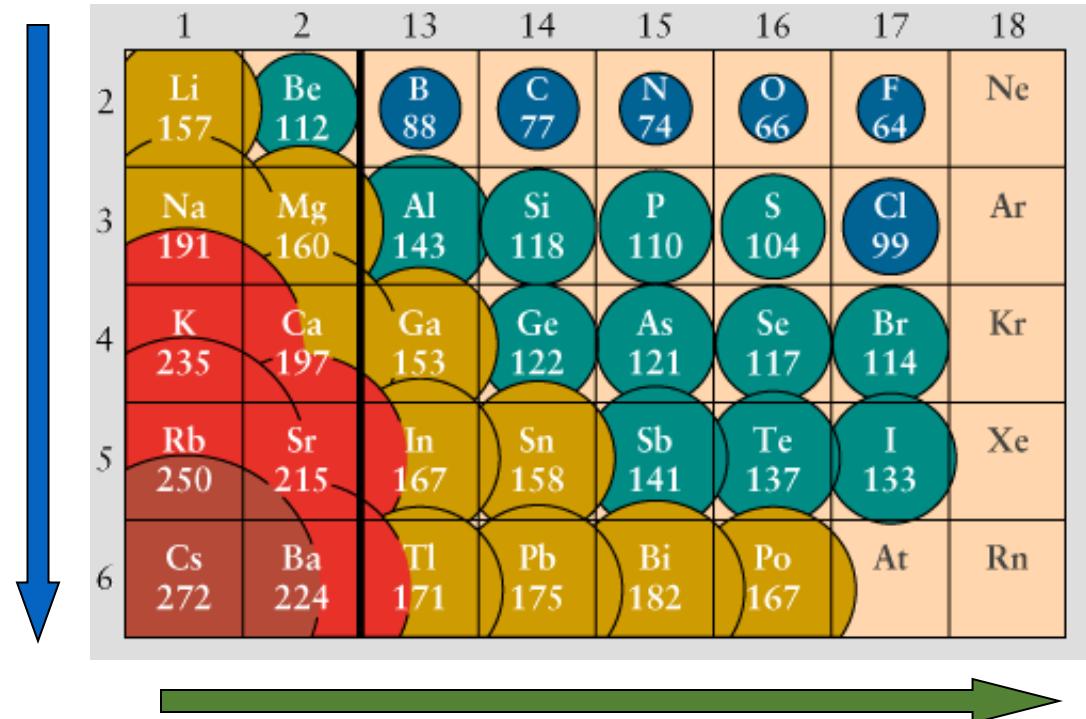


Rayon atomique

Le rayon atomique **augmente** lorsque l'on passe d'une période à l'autre du fait de l'addition de couches électroniques supplémentaires



Rayon atomique en *pm*



Le rayon atomique **diminue** du fait que la **charge du noyau augmente**

→ Les **forces** d'attraction sur la couche électronique **augmentent**.

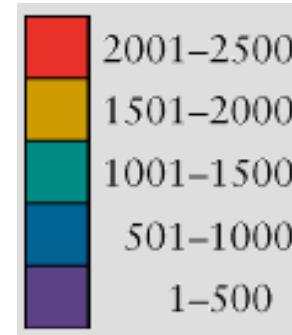
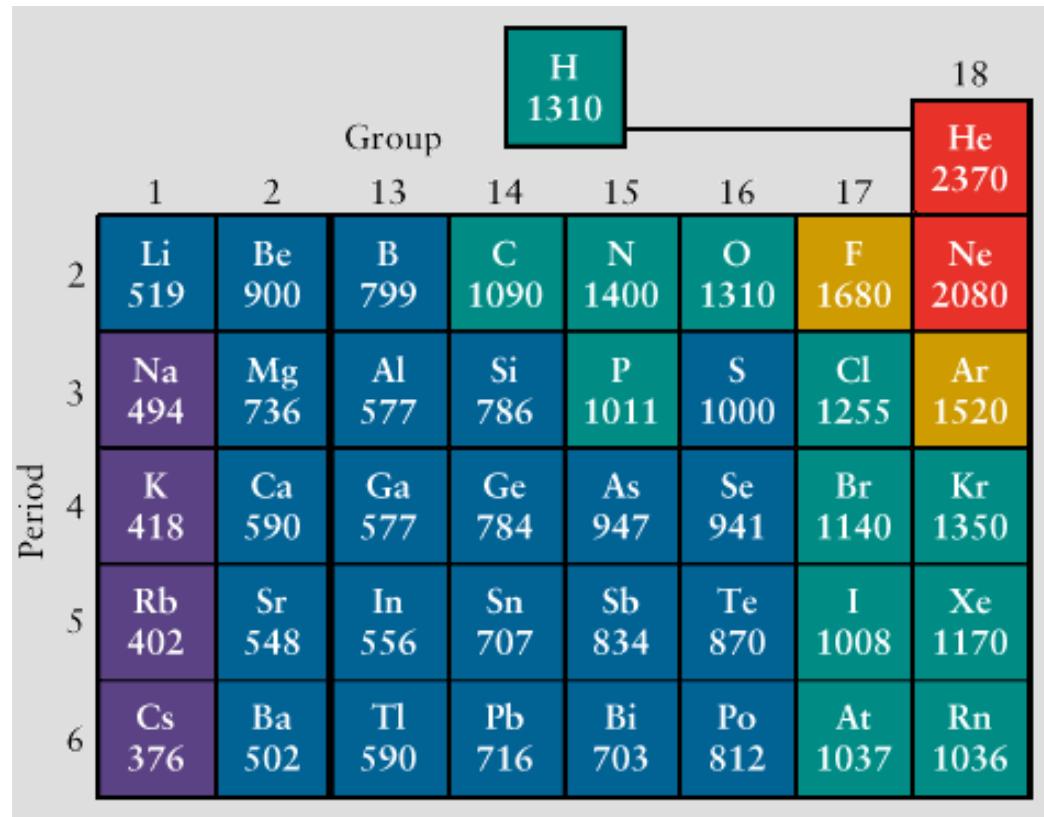
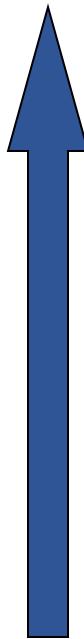
Énergie d'ionisation

Définition:

- Énergie nécessaire pour arracher un électron et former **un ion positif** à l'état gazeux
- Les atomes isolés n'émettent pas d'électrons spontanément! Il faut fournir de l'énergie pour extraire un électron d'un atome, et cette énergie dépend de la taille de l'atome

Énergie d'ionisation

Énergie d'ionisation augmente



Énergie de première ionisation en kJ / mol



Énergie d'ionisation augmente

Affinité électronique

Définition:

- Énergie associée à la fixation d'un électron par un atome en phase gazeuse
- Stabilité relative **de l'anion** par rapport à l'atome neutre
- Lorsqu'un électron s'approche d'un atome neutre: Attraction par le noyau, répulsion par les autres électrons
- Les atomes peuvent libérer de l'énergie en acquérant un électron, ou au contraire il faudra donner de l'énergie pour fixer l'électron
- **Convention: l'affinité électronique est une grandeur négative**

Affinité électronique



Affinité électronique augmente (en valeur absolue)



<i>H</i>							<i>He</i>
-74,5							+21,2
<i>Li</i>	<i>Be</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>N</i>	<i>O</i>	<i>F</i>	<i>Ne</i>
-59,8	-36,7	-17,3	-122,3	+20,1	-141,3	-337,5	+28,9
<i>Na</i>	<i>Mg</i>	<i>Al</i>	<i>Si</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Cl</i>	<i>Ar</i>
-52,2	+21,2	-19,3	-131	-68,5	-196,8	-349,2	+35,7
<i>K</i>	<i>Cn</i>	<i>Ca</i>	<i>Ge</i>	<i>As</i>	<i>Se</i>	<i>Br</i>	<i>Kr</i>
-45,4	+186	-35,3	-139	-103	-203	-324,1	+40,5
<i>Rb</i>	<i>Sr</i>	<i>In</i>	<i>Sn</i>	<i>Sb</i>	<i>Te</i>	<i>I</i>	<i>Xe</i>
-37,6	+145	-19,3	-99,5	-90,5	-189	-295,2	+43,5
<i>Sc</i>	<i>Ti</i>	<i>V</i>	<i>Cr</i>	<i>Mn</i>	<i>Fe</i>	<i>Co</i>	<i>Ni</i>
+70,5	+1,93	-60,8	-93,5	+93,5	-44,5	-102	-156
<i>Y</i>	<i>Zr</i>	<i>Nb</i>	<i>Mo</i>	<i>Tc</i>	<i>Ru</i>	<i>Rh</i>	<i>Pd</i>
+38,6	-43,5	-109	-114	-95,5	-145	-162	-98,5
							+26,1

...Mais plus
d'irrégularités que
pour l'énergie
d'ionisation!

Résumé des tendances du tableau périodique

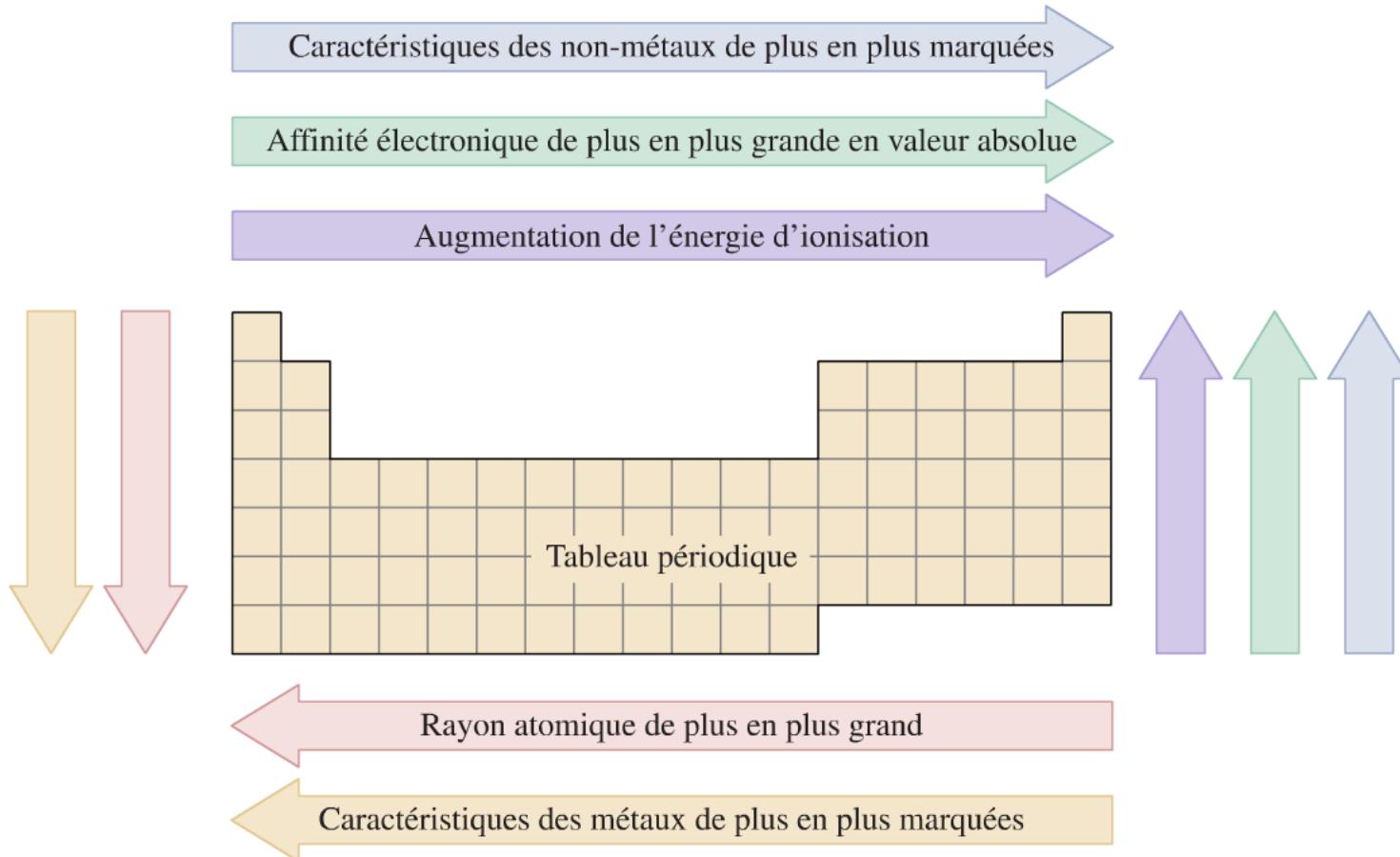


Tableau périodique interactif: <https://periodic-table.rsc.org/>