

Compétences exigibles

- Savoir que des éléments différents présentent des réactivités chimiques similaires ;
- Classer les éléments en famille chimiques ;
- Connaître quelques familles chimiques : halogènes, alcalins, gaz nobles ;
- Connaître la démarche historique qui a permis de classer les éléments chimiques ;
- Savoir que les éléments sont désormais classés par numéro atomique croissant.

Correction des exercices du chapitre 10 (fin)

10.4 N° 7 p. 176 – À qui perd, gagne

Atome	Mg	I	S	Fe
Perds/Gagne $n(e^-)$	Perds 2	Gagne 1	Gagne 2	Perds 3
Formule	Mg^{2+}	I^-	S^{2-}	Fe^{3+}
Nature	Cation	Anion	Anion	Cation

10.5 N° 13 p. 177 – Formule d'un ion

a. La règle du duet énonce que les atomes tels que $Z \leq 4$ deviennent stables en adoptant une couche externe (K) avec deux électrons.

La règle de l'octet énonce que les autres atomes, ceux tels que $Z > 4$, deviennent stables en adoptant une couche externe (L) ou (M) avec huit électrons.

b. Tableau complété :

Na	Mg	Cl
11	12	17
$(K)^2(L)^8(M)^1$	$(K)^2(L)^8(M)^2$	$(K)^2(L)^8(M)^7$
Na^+	Mg^{2+}	Cl^-

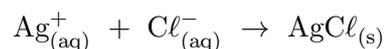
Le sodium Na adopte une couche externe complète la plus proche, le néon, en perdant 1 électron. Le magnésium Mg fait de même, en perdant deux électrons. Le chlore Cl gagne 1 électron pour compléter sa couche externe.

10.6 N° 18 p. 177 – Apprendre à rédiger

a. Le chlore Cl de numéro atomique $Z = 17$ a pour structure électronique $(K)^2(L)^8(M)^7$. Afin de satisfaire la règle de l'octet, il doit gagner 1 électron sur sa couche externe, c'est-à-dire former l'anion chlorure Cl^- .

b. Il y a conservation des éléments chimiques lors des transformations chimiques.

Les ions argent Ag^+ réagissent avec les ions chlorure Cl^- pour former un précipité blanc de chlorure d'argent $AgCl$, qui noircit à la lumière :



Les ions nitrate NO_3^- sont des ions spectateurs, ils n'apparaissent pas dans l'équation-bilan.

Exercices du chapitre 11 (début)

11.1 N° 10 p. 193 – Gaz nobles

11.2 N° 11 p. 193 – Fluor

11.3 N° 12 p. 193 – Alcalins

Chapitre 11 – La classification périodique des éléments

(correspond au chapitre 12 du livre)

Au cours des XVII^e et XVIII^e siècles, les chimistes découvrirent de nombreux éléments. Avec ces découvertes apparaît la nécessité d'élaborer un système de classement.

1 Les premiers essais de la classification des éléments

Dans l'antiquité, on connaissait déjà quelques éléments comme le cuivre, l'or, le fer, l'argent ou le soufre. Avant 1700, douze éléments étaient connus. En 1850, ce nombre avait quintuplé. Rappelons qu'à cette époque, la struc-

ture de l'atome n'a pas encore été établie ; pour caractériser les éléments chimiques, on utilisait la masse atomique. Pour les chimistes du XIX^e siècle, la masse atomique d'un élément est donnée en prenant comme référence la masse

atomique de l'hydrogène. Ainsi, la masse atomique 16 de l'oxygène signifie que l'oxygène est 16 fois plus lourd que l'hydrogène.

En étudiant les propriétés des éléments, les chimistes découvrent que certains d'entre eux possèdent des propriétés chimiques voisines. Ils arrivent à regrouper ainsi quelques éléments par groupes de trois; la théorie des *triades* est née. Le chimiste DAVY étudie la triade lithium/sodium/potassium en 1818, et DÖBEREINER la triade chlore/brome/iode en 1817. Vers 1850, une dizaine

de triades sont identifiées. Plusieurs tentatives de classement suivent, mais aucune n'est satisfaisante.

a. Comment caractérisait-on les éléments chimiques au 19^e siècle ?

b. Le carbone a une masse atomique égale à 12. Qu'est-ce que cela signifie, pour un chimiste du XIX^e siècle ?

c. Donner la définition de la triade.

d. Donner les exemples de triade cités dans le texte.

2 Le premier tableau de MENDELEÏEV

C'est au premier congrès international de chimie de Karlsruhe en 1860 que le jeune chimiste russe Dimitri MENDELEÏEV (1834-1907) assiste à la présentation d'idées nouvelles sur la périodicité des propriétés chimiques des éléments. Intéressé, il se met au travail, et propose neuf ans plus tard, en 1869, une première classification.

En classant les éléments par masse atomique croissante, MENDELEÏEV se rend compte que les éléments ayant des

propriétés similaires se retrouvent à intervalles réguliers. Il classe les 63 éléments qu'il connaît alors dans un tableau, en regroupant les *familles* d'éléments ayant des propriétés voisines (ce qui avait été appelé triade précédemment, mais qui ne peut pas se limiter à seulement trois éléments, mais bien plutôt à une famille pouvant contenir plus que trois éléments). Le tableau 1 reproduit le tableau de MENDELEÏEV, les éléments aux propriétés voisines étant disposés en lignes.

H(1)	?(8)	?(22)	Cu(63,4)	Ag(108)	Hg(200)
	Be(9,4)	Mg(24)	Zn(65,4)	Cd(112)	
	B(11)	Al(27,4)	?(68)	Ur(116)	Au(197?)
	C(12)	Si(28)	?(70)	Sn(118)	
	N(14)	P(31)	As(75)	Sb(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)

TAB. 1 – Classification (page suivante) proposée par MENDELEÏEV en 1869. Le document original est partiellement reproduit sur la photographie ci-dessous. Les numéros entre parenthèses sont les masses atomiques, et les points d'interrogation correspondent aux éléments inconnus à l'époque de MENDELEÏEV, mais dont ce dernier a supputé l'existence. Remarque : dans un tableau, par convention, une ligne est horizontale, une colonne est verticale.

Pour respecter la périodicité, MENDELEÏEV est parfois amené à inverser l'ordre croissant et à laisser des cases vides. C'est là tout son génie : ne pas appliquer la règle du classement par ordre de masse croissant de façon trop stricte ! Il prévoit que les cases qu'il a été contraint de laisser vides correspondent à des éléments à découvrir en sus des 63 déjà découverts. Et il fournit même une véritable « fiche d'identité » de chaque élément, en prévoyant leurs masses atomiques et leurs propriétés chimiques, par extrapolation des propriétés des éléments prétendument de la même famille ! C'est une véritable révolution dans

la chimie, car grâce à ses indications les éléments scandium, gallium, germanium, technétium, rhénium et polonium sont rapidement découverts : la recherche des dits éléments par d'autres chimistes — plus portés que MENDELEÏEV sur les techniques d'extraction — est grandement facilitée par la connaissance du produit à obtenir !

Malgré le génie de MENDELEÏEV, la méconnaissance de la structure de l'atome, de l'isotopie et les nombreux éléments manquants font obstacle à une classification définitive. De plus, il y a dans son tableau quelques erreurs, par exemple le béryllium Be et le magnésium Mg devraient

être regroupés avec le calcium Ca et le strontium Sr, car ils ont des propriétés analogues. Et certains éléments, comme le lanthane La ou les gaz nobles posent problème à MENDELEÏEV, car il ne sait pas où les placer. Néan-

moins, sa classification permettra d'énormes progrès en chimie, et MENDELEÏEV restera dans l'histoire l'homme qui a créé le tableau périodique.

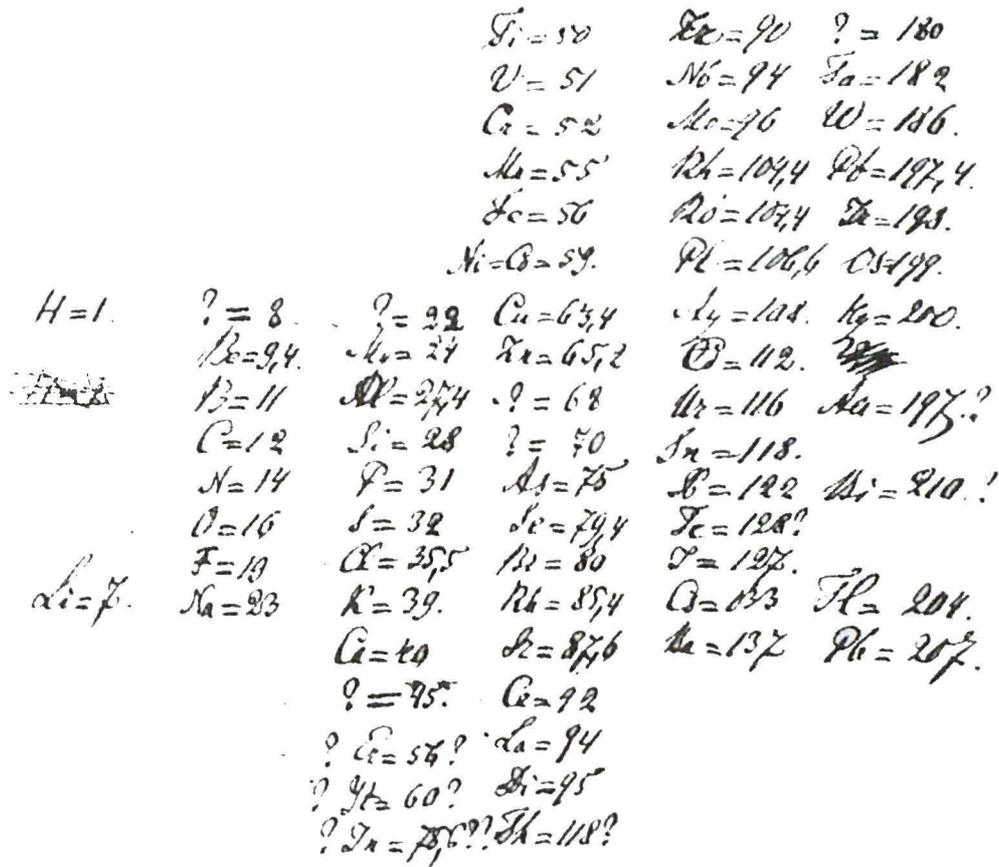


FIG. 1 – Ébauche de classification, de la main de MENDELEÏEV.

e. Définir le terme « périodique ».

f. Combien d'éléments chimiques étaient connus à l'époque de MENDELEÏEV ?

g. Comment varie la masse atomique dans une colonne du tableau proposé ?

h. Comment sont placés les éléments appartenant à une même famille^a chimique ?

^a. ce qui a été appelé « triade », jusqu'à ce que l'on se rende compte que les similitudes de propriétés peuvent concerner plus que trois éléments.

i. Faire une liste des éléments des trois premières colonnes, par ordre croissant de masse atomique, en gardant une place pour les éléments encore inconnus à l'époque et dont l'existence est supposée (début de la liste : H ; Li ; ? ; Be ; B, etc., donc on recopie le tableau 1).

j. Dans la liste précédente, comptez le nombre d'éléments chimiques entre deux éléments d'une même famille. Que constatez-vous ? Que signifie *périodique* dans la dénomination « tableau périodique » ?

k. Quels sont les éléments qui ont des propriétés voisines de l'oxygène ? Du carbone ?

l. Corrigez l'erreur de MENDELEÏEV comment aurait-il dû placer les éléments Be et Mg ? Recopier la ligne avec les masses entre parenthèses. Indication : les éléments zinc Zn, cadmium Cd et plomb Pb n'appartiennent pas à cette famille, dite des *alcalino-terreux*.

Classification périodique des éléments

K	1 H 1,01 hydrogène																2 He 4,00 hélium	
L	3 Li 6,94 lithium	4 Be 9,01 béryllium											5 B 10,81 bore	6 C 12,01 carbone	7 N 14,01 azote	8 O 16,00 oxygène	9 F 19,00 fluor	10 Ne 20,18 néon
M	11 Na 22,99 sodium	12 Mg 24,31 magnésium											13 Al 26,98 aluminium	14 Si 28,09 silicium	15 P 30,97 phosphore	16 S 32,07 soufre	17 Cl 35,45 chlore	18 Ar 39,95 argon
N	19 K 39,10 potassium	20 Ca 40,08 calcium	21 Sc 44,96 scandium	22 Ti 47,87 titane	23 V 50,94 vanadium	24 Cr 52,00 chrome	25 Mn 54,94 manganèse	26 Fe 55,85 fer	27 Co 58,93 cobalt	28 Ni 58,69 nickel	29 Cu 63,55 cuivre	30 Zn 65,38 zinc	31 Ga 69,72 gallium	32 Ge 72,64 germanium	33 As 74,92 arsenic	34 Se 78,96 sélénium	35 Br 79,90 brome	36 Kr 83,80 krypton
O	37 Rb 85,47 rubidium	38 Sr 87,62 strontium	39 Y 88,91 ytrium	40 Zr 91,22 zirconium	41 Nb 92,91 niobium	42 Mo 95,96 molybdène	43 Tc (97,91) technétium	44 Ru 101,07 ruthénium	45 Rh 102,91 rhodium	46 Pd 106,42 palladium	47 Ag 107,87 argent	48 Cd 112,41 cadmium	49 In 114,82 indium	50 Sn 118,71 étain	51 Sb 121,76 antimoine	52 Te 127,60 tellure	53 I 126,90 iode	54 Xe 131,29 xénon
P	55 Cs 132,91 césium	56 Ba 137,33 baryum	71 Lu 174,97 lutécium	72 Hf 178,49 hafnium	73 Ta 180,95 tantale	74 W 183,84 tungstène	75 Re 186,21 rhénium	76 Os 190,23 osmium	77 Ir 192,22 iridium	78 Pt 195,08 platine	79 Au 196,97 or	80 Hg 200,59 mercure	81 Tl 204,38 thallium	82 Pb 207,2 plomb	83 Bi 208,98 bismuth	84 Po (208,98) polonium	85 At (209,99) astate	86 Rn (222,02) radon
Q	87 Fr (223,02) francium	88 Ra (226,03) radium	103 Lr (262,11) lawrenc.	104 Rf (267,12) rutherford.	105 Db (268,13) dubnium	106 Sg (271,13) seaborgium	107 Bh (270,13) bohrium	108 Hs (269,13) hassium	109 Mt (276,15) meitner.	110 Ds (281,16) darmstadt.	111 Rg (280,16) roentgen.	112 Cn (277) copernic.	114 Nh (284,18) nihonium	114 Fl (289) flerovium	115 Mc (288,19) moscovium	116 Lv (288) livermorium	117 Ts (292,21) tennessine	118 Og (294,21) organesson

57 La 138,9 lanthane	58 Ce 140,1 cérium	59 Pr 140,9 praséodyme	60 Nd 144,2 néodyme	61 Pm (145) prométhéum	62 Sm 150,4 samarium	63 Eu 152 europium	64 Gd 157,3 gadolinium	65 Tb 158,9 terbium	66 Dy 162,5 dysprosium	67 Ho 164,9 holmium	68 Er 167,3 erbium	69 Tm 168,9 thulium	70 Yb 173 ytterbium
89 Ac (227) actinium	90 Th 232 thorium	91 Pa 231 protactin.	92 U 238 uranium	93 Np (237) neptunium	94 Pu (244) plutonium	95 Am (243) américium	96 Cm (247) curium	97 Bk (247) berkélium	98 Cf (251) californium	99 Es (252) einsteinium	100 Fm (257) fermium	101 Md (260) mendélévium	102 No (259) nobélium

TAB. 1 – Forme actuelle de la classification. Lignes & colonnes sont inversées par rapport aux documents de MENDELÉEV. Source : *Particle Data Groupe*, 2016.