

Thème Univers : CH 4 : Sur les pas de Mendeleïev : classification des éléments

Notion contenu	Compétences
- Comprendre la démarche historique de Mendeleïev et la reproduire. - Utiliser les critères modernes et aboutir à la même classification.	- Compétence 1 (C1) : Extraire des informations d'un texte. - Compétence 2 (C2) : Interpréter les résultats. - Compétence 3 (C3) : Suivre un protocole, en faire le schéma.

PARTIE A : Sur les pas de Mendeleïev Travail à faire à la maison

1. La naissance de la classification périodique.

Document n°1 :

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 a quintuplé. Rappelons qu'à cette époque, la structure de l'atome n'avait 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 pour 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. C'est ainsi que naît la théorie des triades. Une triade est un groupe de trois éléments ayant des propriétés similaires. Parmi elles, on peut noter la triade lithium/sodium/potassium, étudiée en 1818 par le chimiste anglais H.Davy et la triade chlore/brome/iode, que l'on doit à l'Allemand J.W.Döbereiner en 1817. Vers 1850, une vingtaine de triades sont identifiées. Plusieurs tentatives de classification suivent mais aucune n'est satisfaisante.

Dans les années 1860, un jeune professeur de chimie dans une lointaine université, à Saint-Pétersbourg, Dimitri Ivanovitch MENDELEÏEV (1834-1907) cherche en vain un manuel acceptable pour former ses étudiants à la chimie générale. Le premier congrès international de chimie de Karlsruhe en 1860 l'informe sur toutes ces tentatives de classification. Intéressé, il se met au travail et propose en 1869 une première classification. Il publie son propre manuel entre 1869 et 1871.

A l'aide du document n°1, répondre aux questions :

- a) Citer deux groupes (triades) d'éléments connus pour leurs propriétés chimiques analogues avant les travaux de Mendeleïev ? (C1).

- b) Combien d'éléments chimiques connaissait-on à cette époque ? (C1).

- c) Quel est le **premier critère utilisé par Mendeleïev** pour classer ces éléments ? (C1).

- d) Le **deuxième critère de classement** est de regrouper les éléments ayant des propriétés chimiques analogues. Dans le tableau de Mendeleïev, surligner les triades citées précédemment. Comment ces éléments ont-ils été regroupés (en ligne ou en colonne)? (C1).

En classant les éléments par masses atomiques croissantes, Mendeleïev se rend compte que les éléments ayant des propriétés similaires se retrouvent à intervalles réguliers. Il en conclut à l'existence d'une périodicité de propriété parmi les éléments chimiques. Les 63 éléments figurant dans son tableau (document n°2) sont classés par masses atomiques croissantes et les familles d'éléments ayant des propriétés voisines sont regroupées.

Document n°2 : la première classification de Mendeleïev (1869)

I	II	III	IV	V	VI
			Ti = 50	Zr = 90	P = 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			Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	p = 68	Ur = 116	Au = 197
	C = 12	Si = 28	p = 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
		p = 45	Ce = 92		
		p Er = 56	La = 94		
		p Yt = 60	Di = 95		
		In = 75,6	Th = 118		

2. Mise en évidence de quelques propriétés communes aux éléments Cl, Br et I.

a) Travail sur leur carte d'identité. (C1).

	Elément Cl	Elément Br	Elément I
Nom et formule du corps simple (= corps qui ne contient qu'un seul élément chimique)			
Ion monoatomique	Chlorure	Bromure Br ⁻	Iodure I ⁻
Formule et nom de leurs composés (= corps qui contiennent d'autres éléments que celui considéré)	• • •	• • •	• • •

Observer le tableau et conclure : (C2).

I L'iode	Cl Le chlore	Br Le brome
Masse atomique molaire: 127 g.mol ⁻¹	Masse atomique molaire: 35,5 g.mol ⁻¹	Masse atomique molaire : 80 g.mol ⁻¹
Le corps simple diiode : I₂	Le corps simple dichlore : Cl₂	Le corps simple dibrome : Br₂
<u>Propriétés physiques :</u> Solide cristallisé violet T° _{fusion} = 113,5°C ; T° _{ébullition} = 184,3°C	<u>Propriétés physiques :</u> Gaz verdâtre, peu soluble dans l'eau T° _{fusion} = -101°C ; T° _{ébullition} = -34,6°C	<u>Propriétés physiques :</u> Liquide volatil, rouge sombre T° _{fusion} = -7,2°C ; T° _{ébullition} = +58,8°C
<u>Propriétés chimiques :</u> - Réagit avec tous les métaux - Réagit avec le phosphore -	<u>Propriétés chimiques :</u> - Réagit avec le dihydrogène - Réagit avec tous les métaux - Réagit avec le phosphore -	<u>Propriétés chimiques :</u> - Réagit avec le dihydrogène - Réagit avec tous les métaux - Réagit avec le phosphore -
Formules de corps composés : KI, HI, NaI	Formules de corps composés : NaCl, HCl, KCl	Formules de corps composés : NaBr, HBr, KBr

2. Mise en évidence de quelques propriétés communes aux éléments Cl, Br et I.

b) **Travail expérimental : réaliser les expériences suivantes et faire les schémas (C3) :** Qu'observe-t-on ?

Protocole : Verser 2 mL de chlorure de potassium (K^+ , Cl^-), de bromure de potassium (K^+ , Br^-), de l'iodure de potassium (K^+ , I^-) dans 3 tubes à essais différents. Dans chaque tube, verser quelques gouttes de nitrate d'argent (Ag^+ , NO_3^-).

Schéma : tube 1	Schéma : tube 2	Schéma : tube 3
Observation :	Observation :	Observation :

Noter cette propriété sur les cartes d'identités des 3 éléments concernés.

Au vu des paragraphes précédents 1a), 2a) et 2b), que peut conclure sur les 3 éléments **Cl, Br et I : (C3)**

3. Elaboration de la classification périodique. (Faire les questions dans l'ordre)

a) **Classement des 8 cartes suivantes : Br, C, Cl, I, K, Li, Na, B, O.**

- Utilisation du 1^{er} critère : aligner horizontalement les cartes de ces 8 éléments selon les valeurs croissantes des masses atomiques.

- Utilisation du deuxième critère : sans changer l'ordre précédent, disposer les **cartes suivant plusieurs lignes horizontales successives** pour faire apparaître les éléments ayant des **propriétés communes** dans une **même colonne**.

(Aide : vous connaissez déjà deux familles d'éléments cf partie A §1 et §2a partie B §2b)

☞ **Montrer la classification au professeur...**

b) **L'élément fluor F**

Comparer la masse atomique et les propriétés du fluor avec celles des éléments déjà placés. En déduire sa position.

c) **Recherche des places des éléments S, Be, N, Mg et H.**

Refaire le même travail pour placer ces éléments en étudiant successivement S, puis Be, N, Mg et enfin H.

Attention : un élément doit présenter **au moins 2 propriétés identiques** à celles d'un autre élément pour pouvoir être placé dans sa colonne. Si un élément n'a pas d'analogies avec les autres **il faut créer une nouvelle colonne**.

☞ **Montrer la classification au professeur...**

d) **L'élément aluminium.**

1. Complétons tout d'abord sa carte d'identité grâce à deux expériences : **(C2)**

Protocole 1: Verser goutte-à-goutte 1 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium (soude) dans une solution de chlorure d'aluminium contenue dans un tube à essais. **(mettre des gants et des lunettes)**. *Qu'observe-t-on ?*

Schéma :	Observation :
----------	---------------

Protocole 2: Verser 2 mL d'une solution d'acide chlorhydrique sur de la poudre d'aluminium contenue dans un tube à essais. (mettre des gants et des lunettes). Qu'observe-t-on ?

Schéma :	Observation :
----------	---------------

2. Quels sont les deux éléments du classement qui réagissent de la même façon ? (C2).

3. Qu'est-ce qui, d'après la carte d'identité, permet d'affirmer que l'aluminium n'est **pourtant pas** dans leur colonne ? Placer alors l'aluminium dans une **colonne voisine** comme l'a fait Mendeleïev. (C2).

e) Compléter le tableau au crayon gris.

Faire un dessin de la classification obtenue en indiquant dans chaque case le symbole de l'élément et sa masse atomique. Comme pour le Lithium Li. Ne pas remplir les lignes grises.

	${}^M=7$ ${}_3\text{Li}$						

C2 : Je sais raisonner, interpréter	
C3 : Je fais des schémas corrects	

PARTIE C : Classification moderne et structure électronique. (Compétence 2)

On donne les numéros atomiques Z des différents éléments étudiés.

Élément	H	Li	Be	C	N	O	F	Na	Mg	Al	S	Cl	K	Br	I
Z	1	3	4	6	7	8	9	11	12	13	16	17	19	35	53

1. Premier critère de classification.

Vous aviez classé les éléments par masse atomique croissante. Selon quelle autre grandeur sont-ils aussi classés ?

2. Deuxième critère de classification.

- Compléter la classification précédente, en indiquant la structure électronique des atomes de numéro atomique Z inférieur à 18.
- Comparer les structures électroniques des atomes d'une même colonne. **En déduire la bonne place de l'élément hydrogène.**

iii) Que devient la structure électronique à chaque changement de ligne ?

iv) Il manque une colonne dans la classification obtenue. A quelle structure électronique particulière doit-elle correspondre ? Où doit-on la placer ?

3. Comparaison de la classification de Mendeleïev et de la classification moderne.

Quand Mendeleïev a construit sa classification périodique, il ne connaissait pas la structure de l'atome. Il s'est donc basé sur des considérations macroscopiques. La classification moderne est basée sur la structure électronique des atomes. Pourtant ces deux classifications sont identiques.

i) A partir de cette constatation, de quelle **caractéristique** microscopique dépend la **masse atomique** ?

ii) A quelle **caractéristique microscopique** sont dues les **propriétés communes** des éléments ?

A RETENIR : les critères actuels de la classification.

Les éléments sont classés par croissant.

Les éléments dont les atomes ont le même nombre d'électrons sur leur couche externe sont regroupés dans une même : on parle de **famille chimique**.

Ex : famille des **alcalins** (Li, Na, K...) : **1** électron sur la couche externe.

famille des **halogènes** (F, Cl, Br, I...) : **7** électrons sur la couche externe.

famille des **gaz rares** (He, Ne, Ar, Kr...) : **8** électrons sur la couche externe.

Une nouvelle **ligne** est commencée chaque fois qu'intervient une nouvelle : on parle de **période**.