

T.P. C4 : La classification périodique historique

Objectif : Appréhender comment fut établie historiquement la classification périodique des éléments par Mendeleïev et comprendre la classification actuelle et savoir l'utiliser.

I.- 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 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 depuis 1850, la masse atomique. Pour les chimistes du 19^{ème} 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** ainsi que la triade **calcium/magnésium/baryum**, étudiées 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.*

Q.1. : Comment caractérisait-on les éléments chimiques au XIX^e siècle ?

Q.2. : Le carbone a une masse atomique égale à 12. Qu'est-ce que cela signifie ?

Q.3. : Donner la définition d'une triade.

Q.4. : Donner les exemples de triades citées dans le texte.

II.- Le premier tableau de Mendeleïev

Dans les années 1860, un jeune professeur de chimie dans une lointaine université, à Saint-Petersbourg, 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 en préparant des fiches pour chaque élément sur lesquelles il indique sa masse atomique et les formules des principales combinaisons chimiques auxquelles il participe.

En classant les éléments par masses atomiques croissantes, Mendeleïev se rend compte que les éléments ayant des propriétés similaires (les fameuses triades) se retrouvent à intervalles réguliers. Il conclut à l'existence d'une périodicité de propriété parmi les éléments chimiques.

Il propose en 1869 une première classification. Les 63 éléments figurant dans son tableau (document n°1) sont classés par masses atomiques croissantes et les familles d'éléments ayant des propriétés voisines sont regroupées.

Il publie son propre manuel entre 1869 et 1871

Q.5. : Combien d'éléments chimiques étaient connus à l'époque de Mendeleïev ?

Q.6. : Pour situer l'époque, citer un ou deux événement(s) historique(s) ayant eu, lieu en France au cours de l'existence de Mendeleïev.

Q.7. : A partir du texte d'introduction, dégager les **deux** critères qui ont permis à Mendeleïev de classer les éléments et d'établir une périodicité.

E.8. : Vous disposez d'un jeu de **fiches** correspondant aux éléments chimiques connus en 1860. Découper ces fiches (découper les bonnes, celles correspondant à l'expérience E1 !!) afin d'en faire un jeu de 16 cartes. Refaire la démarche de Mendeleïev (attention vous êtes en 1860, les éléments aux mêmes propriétés se plaçaient sur une même ligne) afin de placer les éléments dans un tableau en mettant en évidence la périodicité de leurs propriétés (avec des flous de couleurs différentes passer les propriétés communes et les composés similaires formés par les éléments d'une famille). Coller le classement ainsi obtenu sur votre compte rendu.

Q.9. : Expliquer votre démarche.

Le document n° 1 ci-contre présente un extrait de la classification de Mendeleïev telle qu'elle est parue en 1869. Le génie de Mendeleïev consiste en ce que, afin de respecter la périodicité, il est amené à inverser la position de deux éléments et à laisser des cases vides (dans lesquelles il fait des prévisions de propriétés et de caractéristiques) ; cela, nul avant lui n'avait songé à le faire. Il prévoit ainsi la découverte des éléments scandium, gallium, germanium, technicium, rhénium et polonium découvert bien plus tard avec vérification de la plupart des propriétés prévues.

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. Il y a dans le tableau quelques erreurs. Par exemple, on sait aujourd'hui que le béryllium Be et le magnésium Mg ont des propriétés analogues au calcium Ca et au strontium Sr. Certaines découvertes, comme celle du lanthane La et des gaz nobles, posent problème à Mendeleïev, car il ne sait pas où les placer. Néanmoins, sa classification permettra à la chimie de faire d'énormes progrès.

Mendeleïev restera dans l'histoire l'homme qui a créé le tableau périodique.

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 ?		

Document n°1 : la première classification de Mendeleïev (1869)

Q.10. : Comment varie la masse atomique dans une colonne ?

Q.11. : Quelle différence fait-on entre cette classification et celle que l'on connaît ?

Q.12. : Comment sont placés les éléments appartenant à une triade ?

Q.13. : Donner un exemple de case laissée vide par Mendeleïev et pour laquelle il prédit une masse atomique.

Q.14. : En vous servant de l'extrait du tableau, indiquez quels sont les éléments qui ont des propriétés voisines de celles de l'oxygène. Quels sont les éléments ayant des propriétés voisines de celles du carbone ?

Q.15. : Comment Mendeleïev aurait-il dû placer les éléments béryllium Be, magnésium Mg, calcium Ca et strontium Sr ?

A découper pour E8

Le jeu de cartes de « Mendeleïev »

<p>ALUMINIUM Al</p> <p>Masse molaire : 27 g</p> <p>Métal blanc. S'oxyde à l'air. Réagit avec le dichlore</p> <p>Corps composés : AlCl₃ – Al₂O₃ – AlH₃</p>	<p>BERYLLIUM Be</p> <p>Masse molaire : 9 g</p> <p>Métal blanc, brillant peu dense S'oxyde à l'air avec un phénomène lumineux intense</p> <p>Corps composés : BeCl₂ - BeO</p>	<p>BORE B</p> <p>Masse molaire : 11 g</p> <p>Solide léger et très dur. Réagit avec le dichlore. S'oxyde à l'air à température élevée.</p> <p>Corps composés : B₂O₃ - BH₃ - BCl₃</p>	<p>BROME Br</p> <p>Masse molaire : 80 g</p> <p>Liquide de couleur rouge Réagit avec le dihydrogène et les métaux</p> <p>Corps composés : NaBr - HBr</p>
<p>CARBONE C</p> <p>Masse molaire : 12 g</p> <p>Peut se trouver sous différentes formes. Se combine à chaud avec Si</p> <p>Corps composés : CH₄ – CO₂</p>	<p>CHLORE Cl</p> <p>Masse molaire : 35.5 g</p> <p>Gaz verdâtre, peu soluble dans l'eau. Réagit violemment avec le dihydrogène Réagit avec les métaux</p> <p>Corps composés : HCl – NaCl – AlCl₃</p>	<p>HYDROGENE H</p> <p>Masse molaire : 1 g</p> <p>Très peu soluble dans l'eau Réagit avec le dichlore, le diazote, le carbone.</p>	<p>LITHIUM Li</p> <p>Masse molaire : 7 g</p> <p>Métal blanc argenté et mou. Réagit avec l'eau et le dichlore S'oxyde à l'air.</p> <p>Corps composés : LiH – LiCl – Li₂O</p>
<p>FLUOR F</p> <p>Masse molaire : 19 g</p> <p>Le difluor est un gaz jaune. Réagit avec le dihydrogène Réagit avec la plupart des métaux</p> <p>Corps composés : NaF - HF</p>	<p>MAGNESIUM Mg</p> <p>Masse molaire : 24 g</p> <p>Métal blanc, argenté mou. Brûle dans le dioxygène avec un vif éclat.</p> <p>Corps composés : MgCl₂ – MgO</p>	<p>OXYGENE O</p> <p>Masse molaire : 16 g</p> <p>Gaz incolore et inodore Peu soluble dans l'eau Se combine avec la plupart des corps</p> <p>Corps composés : H₂O – Na₂O - CaO</p>	<p>SOUFRE S</p> <p>Masse molaire : 32 g</p> <p>Solide jaune isolant Réagit avec le dioxygène, avec le dichlore, le dibrome, le difluor. Réagit avec les métaux</p> <p>Corps composés : SO₂ –H₂S</p>
<p>SILICIUM Si</p> <p>Masse molaire : 28 g</p> <p>Solide bleu acier Se combine à chaud avec le carbone</p> <p>Corps composés : SiH₄ – SiO₂</p>	<p>PHOSPHORE P</p> <p>Masse molaire : 31 g</p> <p>Solide blanc qui luit à l'obscurité Réagit avec le dioxygène Réagit avec tous les métaux</p> <p>Corps composés : PH₃</p>	<p>SODIUM Na</p> <p>Masse molaire : 23 g</p> <p>Métal blanc argenté. S'oxyde à l'air. Réagit violemment avec l'eau. Réagit avec le dichlore.</p> <p>Corps composés : NaCl – Na₂O</p>	<p>AZOTE N</p> <p>Masse molaire : 14 g</p> <p>Gaz incolore et inodore Peu soluble dans l'eau Se combine à haute température avec le dioxygène, les métaux et le dihydrogène</p> <p>Corps composés : NH₃ – NO₂</p>