

Travaux Pratiques CHIMIE n°6

La naissance du Tableau Périodique

Qu'elle appartienne au monde animal, végétal ou minéral, la matière paraît constituée d'une innombrable variété d'espèces chimiques. L'étude d'un grand nombre de ces dernières montre qu'elles sont constituées à partir d'une centaine d'éléments seulement : ils sont à la base de toute la chimie.

OBJECTIFS :

- **Découvrir, pas à pas, les règles de construction de la classification périodique des éléments chimiques : d'une manière historique d'abord, puis d'une manière plus moderne en utilisant nos connaissances actuelles sur l'élément chimique.**
- **Travailler en groupe, et confronter ces idées en argumentant.**

C'est parti...



Mendeleïev

I - HISTOIRE DE LA CLASSIFICATION :

1.1 - La découverte des éléments :

*Depuis l'antiquité, on connaît quelques corps simples comme le cuivre, l'or, le fer, l'argent ou le soufre.

*En 1700, seuls 12 corps simples (formés d'un seul élément) ont été isolés: l'antimoine, l'argent, l'arsenic, le carbone, le cuivre, l'étain, le fer, le mercure, l'or, le phosphore, le plomb et le soufre. Les techniques d'analyse évoluant , notamment grâce à l'apparition de la pile de Volta en 1800 permettant de faire des électrolyses, le nombre des éléments connus en 1850 est multiplié par 5.

1.2 - La théorie des triades :

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 3 éléments ayant des propriétés chimiques voisines.

⇒ En 1808 l'anglais Davy étudie la triade calcium, strontium et baryum

⇒ En 1818 le même Davy révèle les propriétés communes à la triade lithium, sodium et potassium

⇒ En 1817 le chimiste allemand Döbereiner suggère l'existence de la triade chlore, brome, iode.

Vers 1850, une vingtaine de triades sont identifiées et plusieurs tentatives de classification des éléments suivent mais sans succès.

1.3 - La détermination du poids atomique :

*Au début du XIX^{ème} siècle, un savant de Manchester, John Dalton, introduit l'idée qu'à chaque élément correspond un atome à qui il assigne un « poids atomique ». Bien sûr il ne pouvait pas peser les atomes sur une balance!! Mais il déterminait ce « poids atomique » d'après la masse minimale de chaque élément qui entre en composition avec un autre. Dalton choisit arbitrairement comme unité de référence le « poids atomique » de l'hydrogène égal à 1. Pour Dalton, les combinaisons chimiques (corps composés) résultaient de l'association de ces atomes en proportions fixes dont il déduisait les masses relatives expérimentalement.

Pour caractériser un élément chimique, les chimistes utilisaient ce « poids atomique »

*La distinction entre élément, atome et molécule est encore peu claire. Suite aux travaux de Gay-Lussac (1809) et Avogadro (1811), la distinction se fait entre atomes et molécules et dès 1814, Berzélius propose une notation à base de lettres pour représenter les éléments et détermine avec précision la masse d'un grand nombre d'éléments.

*Il faut attendre 1860, lors du premier congrès international de chimie à Karlsruhe pour que soient présentées et acceptées la notion d'atome et de molécule ainsi que la définition d'un système de masse atomique pour chaque élément.

Le jeune chimiste russe Dimitri Mendeleïev assiste à ce congrès.

1.4 - Le premier tableau de Mendeleïev :

Dix-septième enfant de la famille Mendeleïev, Dimitri vient au monde en Sibérie, en 1834. Très jeune, il se passionne pour la chimie. Il assiste au premier congrès international de la chimie en 1860 où des idées nouvelles sur les propriétés des éléments sont présentées. Intéressé, il se met au travail et présente en 1869 une première classification des éléments basée sur une loi de périodicité.

- Mendeleïev constate en effet qu'en rangeant les 63 éléments chimiques, alors connus, par masse atomique croissante, il retrouve, à intervalles réguliers, des éléments dont les propriétés chimiques sont proches.

- Dans son tableau, il les regroupe en famille suivant des lignes.

Pour respecter les propriétés chimiques, il est obligé de faire quelques inversions. (Ex : l'iode I et le tellure Te).

Il laisse également des cases vides, supposant qu'elles correspondraient à des éléments inconnus, dont il va prévoir les principales propriétés.

Son travail ne sera reconnu que lorsque ces éléments ont été découverts avec les propriétés prévues.

1.5 - QUESTIONS : 15 min

1.5.1 - Combien d'éléments avait-il classés ?.....

1.5.2 - Selon quels critères Mendeleïev a-t-il effectué sa classification ?.....

1.5.3 - Citer dans le tableau 2 éléments inversés. Pourquoi a-t-il effectué cette inversion ?

1.5.4 - Comment Mendeleïev justifia t-il les places vides dans son tableau ?.....

II – Construction historique de la Classification Périodique :

Le génie de Mendeleïev : 30 min

Vous disposer d'un jeu de cartes correspondant aux fiches de renseignement de chaque élément établies par Mendeleïev avec les connaissances à l'époque.

Essayer d'établir la classification simplifiée de ces 19 éléments (voir annexe I) selon les mêmes critères que Mendeleïev en justifiant vos choix.

III – Construction actuelle de la Classification Périodique :

3.1 - Critères actuels de construction de la classification périodique :

Les éléments sont classés par numéro atomique Z croissant.

Les éléments dont les atomes ont le même nombre d'électrons sur leur couche externe sont regroupés dans une même colonne.

Une nouvelle ligne est commencée chaque fois qu'intervient une nouvelle couche électronique

3.2- Construction de la classification actuelle :

le temps (environ 20 min) restant puis finir chez soi

Pour les 18 éléments suivants, donner la structure électronique des atomes correspondants.

Atome	Z	Structure électronique
Al	13	
Ar	18	
B	5	
Be	4	

Atome	Z	Structure électronique
Li	3	
Mg	12	
N	7	
Na	11	

C	6	
Cl	17	
F	9	
H	1	
He	2	

Ne	10	
O	8	
P	15	
S	16	
Si	14	

Compléter le tableau suivant avec les symboles et son numéro atomique en respectant les critères actuels de construction.

1°/ Quelle est la différence entre la structure du tableau historique de Mendeleïev et la classification actuelle?

.....

.....

.....

2°/ Quelle famille d'éléments ne connaissait pas Mendeleïev en 1869 ? Pourquoi ?

.....

.....

3°/ Comment expliquer l'origine de la périodicité rencontrée dans la classification périodique ?

.....

.....

4°/ Au début de son ouvrage sur les principes de la chimie, Mendeleïev pose la question suivante :
« Quelle est la cause de l'analogie et quel est le rapport des groupes d'éléments entre eux? »
Pouvait-il vraiment répondre à cette question avec les connaissances de l'époque ? Pourquoi ?

.....

.....

Annexe I

<p>Nom: CARBONE</p> <p>Symbole chimique: C</p> <p> Masse atomique: (référence: H = 1) 12,0</p> <p>Formule chimique du corps simple: C</p> <p>Propriétés physiques du corps simple: Plusieurs variétés: * Le graphite = solide noir friable * Le diamant = solide transparent incolore très dur</p> <p>Propriétés chimiques du corps simple: * Brûle dans l'air pour donner monoxyde de carbone et / ou dioxyde de carbone</p> <p>Formules chimiques de quelques corps composés contenant cet élément: CO₂ CH₄ CCl₄</p>	<p>Nom: CALCIUM</p> <p>Symbole chimique: Ca</p> <p> Masse atomique: (référence: H = 1) 40,1</p> <p>Formule chimique du corps simple: Ca</p> <p>Propriétés physiques du corps simple: * Métal blanc brillant * Peu dense</p> <p>Propriétés chimiques du corps simple: * À chaud, s'enflamme dans le dioxygène * Réagit avec le dichlore</p> <p>Formules chimiques de quelques corps composés contenant cet élément: CaO CaCl₂</p>	<p>Nom: CHLORE</p> <p>Symbole chimique: Cl</p> <p> Masse atomique: (référence: H = 1) 35,5</p> <p>Formule chimique du corps simple: Cl₂</p> <p>Propriétés physiques du corps simple: * Gaz verdâtre, peu soluble dans l'eau</p> <p>Propriétés chimiques du corps simple: * Réagit violemment avec le dihydrogène * Réagit vivement avec les métaux Na, Ca, Al...</p> <p>Formules chimiques de quelques corps composés contenant cet élément: NaCl HCl</p>	<p>Nom: FLUOR</p> <p>Symbole chimique: F</p> <p> Masse atomique: (référence: H = 1) 19,0</p> <p>Formule chimique du corps simple: F₂</p> <p>Propriétés physiques du corps simple: * Gaz jaune moins dense que l'air</p> <p>Propriétés chimiques du corps simple: * Réagit avec le dihydrogène * Réagit avec tous les métaux sauf l'or et le platine</p> <p>Formules chimiques de quelques corps composés contenant cet élément: NaF HF</p>	<p>Nom: HYDROGENE</p> <p>Symbole chimique: H</p> <p> Masse atomique: (référence: H = 1) 1,0</p> <p>Formule chimique du corps simple: H₂</p> <p>Propriétés physiques du corps simple: * Le plus léger des gaz, incolore et inodore</p> <p>Propriétés chimiques du corps simple: * Peut réagir de façon explosive avec le dioxygène * Réagit avec le dichlore, le soufre, le carbone, le diazote...</p> <p>Formules chimiques de quelques corps composés contenant cet élément: HCl H₂O</p>
<p>Nom: ALUMINIUM</p> <p>Symbole chimique: Al</p> <p> Masse atomique: (référence: H = 1) 27,0</p> <p>Formule chimique du corps simple: Al</p> <p>Propriétés physiques du corps simple: * Métal blanc * Bon conducteur de la chaleur et de l'électricité</p> <p>Propriétés chimiques du corps simple: * S'oxyde à l'air * Réagit avec le dichlore</p> <p>Formules chimiques de quelques corps composés contenant cet élément: AlCl₃ Al₂O₃ AlH₃</p>	<p>Nom: ARSENIC</p> <p>Symbole chimique: As</p> <p> Masse atomique: (référence: H = 1) 74,9</p> <p>Formule chimique du corps simple: As</p> <p>Propriétés physiques du corps simple: * Solide gris à l'éclat métallique, tendre et cassant</p> <p>Propriétés chimiques du corps simple: * Réagit avec le dichlore * Tous ses composés sont des poisons violents</p> <p>Formules chimiques de quelques corps composés contenant cet élément: AsH₃ As₂O₅ AsCl₃</p>	<p>Nom: BORE</p> <p>Symbole chimique: B</p> <p> Masse atomique: (référence: H = 1) 10,8</p> <p>Formule chimique du corps simple: B</p> <p>Propriétés physiques du corps simple: * Solide noir, léger et très dur * Mauvais conducteur de la chaleur * Semi-conducteur électrique</p> <p>Propriétés chimiques du corps simple: * Brûle dans l'air à température élevée * À chaud et finement divisé, réagit avec le dichlore</p> <p>Formules chimiques de quelques corps composés contenant cet élément: BCl₃ B₂O₃ B₂H₆</p>	<p>Nom: BERYLLIUM</p> <p>Symbole chimique: Be</p> <p> Masse atomique: (référence: H = 1) 9,0</p> <p>Formule chimique du corps simple: Be</p> <p>Propriétés physiques du corps simple: * Métal blanc brillant * Peu dense</p> <p>Propriétés chimiques du corps simple: * Brûle dans l'air avec un phénomène lumineux intense</p> <p>Formules chimiques de quelques corps composés contenant cet élément: BeO BeCl₂</p>	<p>Nom: BROME</p> <p>Symbole chimique: Br</p> <p> Masse atomique: (référence: H = 1) 79,9</p> <p>Formule chimique du corps simple: Br₂</p> <p>Propriétés physiques du corps simple: * Liquide volatil de couleur rouge sombre</p> <p>Propriétés chimiques du corps simple: * Réagit avec le dihydrogène * Réagit vivement avec les métaux Na, Ca, Al...</p> <p>Formules chimiques de quelques corps composés contenant cet élément: NaBr HBr</p>
<p>Nom: POTASSIUM</p> <p>Symbole chimique: K</p> <p> Masse atomique: (référence: H = 1) 39,1</p> <p>Formule chimique du corps simple: K</p> <p>Propriétés physiques du corps simple: * Métal argenteu mou comme la cire à température ambiante * Peu dense</p> <p>Propriétés chimiques du corps simple: * S'oxyde rapidement à l'air à température ambiante * Réagit violemment avec l'eau * Réagit avec le dichlore</p> <p>Formules chimiques de quelques corps composés contenant cet élément: KCl K₂O</p>	<p>Nom: LITHIUM</p> <p>Symbole chimique: Li</p> <p> Masse atomique: (référence: H = 1) 6,9</p> <p>Formule chimique du corps simple: Li</p> <p>Propriétés physiques du corps simple: * Métal blanc argenteu mou comme la cire à température ambiante * Peu dense</p> <p>Propriétés chimiques du corps simple: * Réagit violemment avec l'eau * Réagit avec le dichlore</p> <p>Formules chimiques de quelques corps composés contenant cet élément: LiCl Li₂O</p>	<p>Nom: MAGNESIUM</p> <p>Symbole chimique: Mg</p> <p> Masse atomique: (référence: H = 1) 24,3</p> <p>Formule chimique du corps simple: Mg</p> <p>Propriétés physiques du corps simple: * Métal blanc argenteu, malléable et ductile</p> <p>Propriétés chimiques du corps simple: * Brûle dans le dioxygène avec un vil éclat * Réagit avec le dichlore</p> <p>Formules chimiques de quelques corps composés contenant cet élément: MgO MgCl₂</p>	<p>Nom: AZOTE</p> <p>Symbole chimique: N</p> <p> Masse atomique: (référence: H = 1) 14,0</p> <p>Formule chimique du corps simple: N₂</p> <p>Propriétés physiques du corps simple: * Gaz incolore et inodore très peu soluble dans l'eau * Moins dense que l'air</p> <p>Propriétés chimiques du corps simple: * A haute température ou en présence d'arc électrique, il peut se combiner avec le dioxygène et le dihydrogène</p> <p>Formules chimiques de quelques corps composés contenant cet élément: NH₃ NO₂ NCl₃</p>	<p>Nom: SODIUM</p> <p>Symbole chimique: Na</p> <p> Masse atomique: (référence: H = 1) 23,0</p> <p>Formule chimique du corps simple: Na</p> <p>Propriétés physiques du corps simple: * Métal blanc argenteu, mou * Peu dense</p> <p>Propriétés chimiques du corps simple: * S'oxyde rapidement à l'air * Réagit violemment avec l'eau * Réagit avec le dichlore</p> <p>Formules chimiques de quelques corps composés contenant cet élément: NaCl Na₂O</p>
<p>Nom: OXYGENE</p> <p>Symbole chimique: O</p> <p> Masse atomique: (référence: H = 1) 16,0</p> <p>Formule chimique du corps simple: O₂</p> <p>Propriétés physiques du corps simple: * Gaz incolore et inodore * Peu soluble dans l'eau * Plus dense que l'air</p> <p>Propriétés chimiques du corps simple: * Se combine avec la plupart des corps simples pour former les "oxydes"</p> <p>Formules chimiques de quelques corps composés contenant cet élément: H₂O Na₂O CaO</p>	<p>Nom: PHOSPHORE</p> <p>Symbole chimique: P</p> <p> Masse atomique: (référence: H = 1) 31,0</p> <p>Formule chimique du corps simple: P</p> <p>Propriétés physiques du corps simple: Plusieurs variétés: * Le phosphore blanc très instable * Le phosphore rouge plus stable</p> <p>Propriétés chimiques du corps simple: * La variété blanche s'enflamme spontanément à l'air dès 40°C * Réagit vivement avec le dichlore</p> <p>Formules chimiques de quelques corps composés contenant cet élément: PH₃ P₂O₅ PCl₃</p>	<p>Nom: SOUFRE</p> <p>Symbole chimique: S</p> <p> Masse atomique: (référence: H = 1) 32,1</p> <p>Formule chimique du corps simple: S₈</p> <p>Propriétés physiques du corps simple: * Solide jaune, isolant électrique</p> <p>Propriétés chimiques du corps simple: * S'enflamme dans le dihydrogène (généralise une odeur d'œuf pourri) * Brûle dans le dioxygène (généralise un gaz à l'odeur piquante)</p> <p>Formules chimiques de quelques corps composés contenant cet élément: H₂S Na₂S SO₂</p>	<p>Nom: SILICIUM</p> <p>Symbole chimique: Si</p> <p> Masse atomique: (référence: H = 1) 28,1</p> <p>Formule chimique du corps simple: Si</p> <p>Propriétés physiques du corps simple: * Solide bleu acier, semi-conducteur</p> <p>Propriétés chimiques du corps simple: * Chauffé à blanc il brûle avec l'intensité d'un feu blanc</p> <p>Formules chimiques de quelques corps composés contenant cet élément: SiO₂ SiH₄ SiCl₄</p>	