

*Le tableau périodique en fête
Université Oran 1
29-30 Octobre 2019*

**APERÇU HISTORIQUE DE L'EVOLUTION DE LA CLASSIFICATION
PERIODIQUE DES ELEMENTS CHIMIQUES**

Présentée par :

Prof. Tayeb BENABDALLAH

**Département de Chimie Organique Industrielle, Faculté de Chimie,
Université des Sciences et de la Technologie Mohamed Boudiaf,
USTOMB, BP 1505 El-M'naouer, Oran**

I. CONCEPTIONS ANTIQUES DE LA MATIERE

**Comprendre
le monde
environnant**

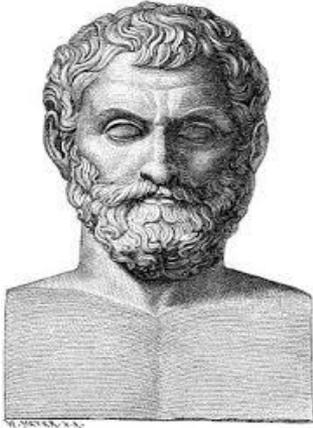
**Organiser le
désordre
apparent de la
nature**



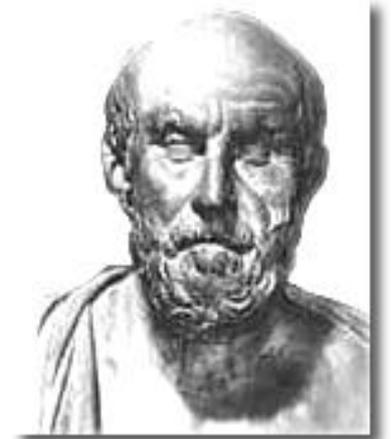
**Elucider la
structure de la
matière**

I. CONCEPTIONS ANTIQUES DE LA MATIERE

Thalès et Empédocle (V^e siècle av. J.C.)



Thalès de Milet
Mathématicien grec
(624 av. J.-C. – 547 av. J.-C.)



Empédocle
Philosophe grec
(495 av. J.-C. – 435 av. J.-C.)

Première hypothèse
sur la structure de la matière

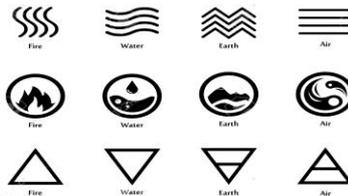


Théorie des quatre éléments



(observation)

La terre, l'eau, l'air et le feu



I. CONCEPTIONS ANTIQUES DE LA MATIERE

Démocrite (IV^e siècle av. J.C.)

Conception atomistique de la matière

(Raisonnement intuitif)

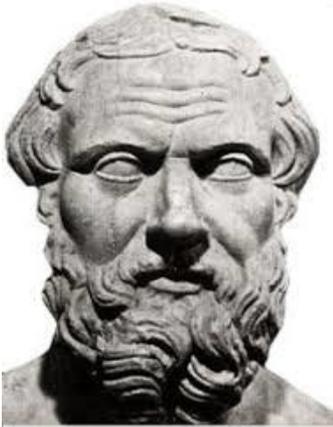
Matière constituée de particules
microscopiques, indivisibles et éternelles,
qui ne se différencient que par leurs formes

« **Atomos** »

« Atomos » séparés par du vide :

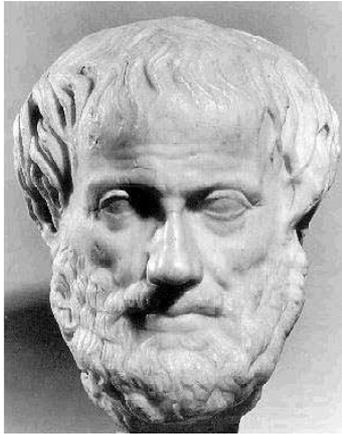
Théorie de la discontinuité de la matière

Rejetée au profit de
la théorie d'*Aristote*



Démocrite d'Abdère
Philosophe grec
(460 av. J.-C. – 370 av. J.-C.)

I. CONCEPTIONS ANTIQUES DE LA MATIERE



Aristote
Philosophe grec
(384 av. J.-C. – 322 av. J.-C.)

Le penseur le plus influent de l'antiquité, dont le règne a duré jusqu'au XVII^e siècle

Aristote (IV^e siècle av. J.C.)

Partisan de la théorie des 4 éléments d'Empédocle

« *Atomos* » inexistants car invisibles
Aucun vide dans la matière



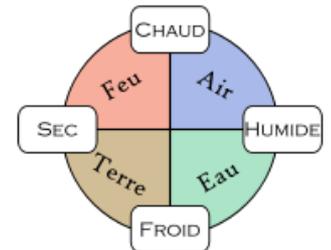
Théorie de la continuité de la matière



Théorie des 4 éléments renforcée :
Chaque substance matérielle est constituée d'un ou plusieurs des 4 éléments, dans des quantités plus ou moins grandes



Quatre qualités élémentaires de la matière :
le chaud, le froid, le sec et l'humide



II. CONCEPTIONS DE LA MATIERE A PARTIR DU XVII^{ème} SIÈCLE

XVII^{ème} siècle

Passage de la chimie pré-scientifique (*Alchimie*) à la chimie moderne et rationnelle



Mise en doute des concepts Aristotéliens du monde et de la matière



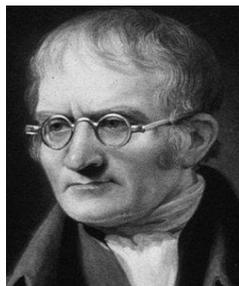
Théorie atomique moderne
(nature discontinue de la matière)

Précurseur de la théorie atomique moderne



Robert Boyle
Physicien et chimiste irlandais
(1627 – 1691)

(1661)
Matière composée de particules élémentaires
(atomes)



John Dalton
Physicien et chimiste britannique
(1766 – 1844)

(1808)
Matière composée d'**atomes** uniformes et indestructibles, qui se combinent pour former des structures plus complexes
(composés chimiques)

Nouvel âge pour la science



Joseph J. Thomson
Physicien anglais
(1856 – 1940)



Ernest Rutherford
Physicien anglais
(1871 – 1937)



Niels Bohr
Physicien danois
(1885 – 1962)

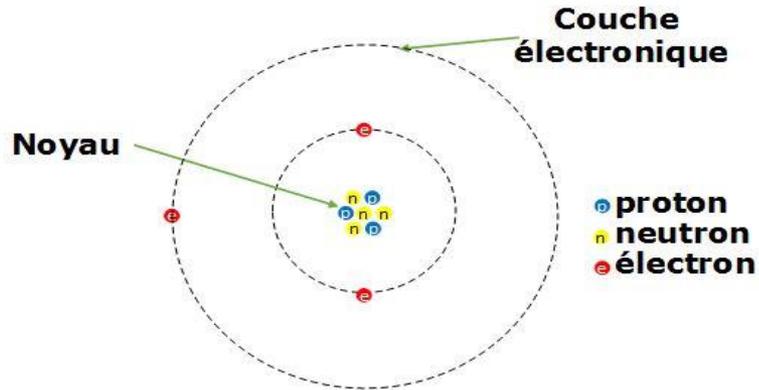
(1913)
Modèle atomique de Rutherford-Bohr

Affiner le modèle de l'atome
Identifier ses constituants
Préciser sa structure

Avènement de la mécanique quantique

III. CONCEPTION MODERNE DE LA MATIERE

Modèle atomique de Rutherford-Bohr



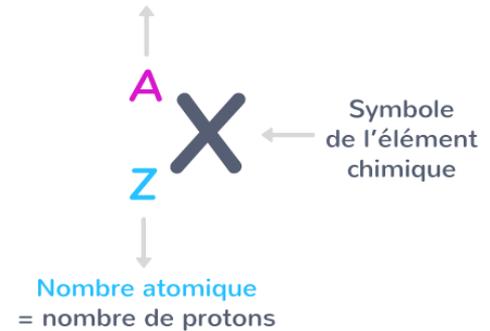
Atome constitué de vide

Au centre de l'atome se trouve un noyau petit, chargé positivement et contenant la majorité de la masse de l'atome

Atome neutre contenant autant de charges positives à l'intérieur du noyau que d'électrons négatifs qui gravitent autour de ce noyau, à l'intérieur de couches électroniques.

Représentation symbolique de l'atome

Nombre de masse = nombre de nucléons, protons et neutrons



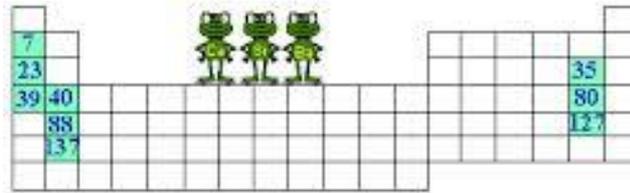
IV. CHRONOLOGIE DES DIFFERENTS CLASSEMENTS DES ELEMENTS CHIMIQUES

Passage de 12 éléments avant 1700
à 63 éléments en 1869



Nécessité de classer les éléments

La loi des triades de *Döbereiner* (1817)



Johann W. Döbereiner
Chimiste allemand
(1780 – 1849)

Première tentative de regroupement
des éléments chimiques

Classement des éléments selon
leurs masses atomiques croissantes

Similitudes entre certains éléments
groupés par trois : « **Triades** »

Réactivités chimiques des trois
éléments de la triade semblables

Masse atomique du second élément de la triade
intermédiaire entre celles des deux autres

| Triade | | Triade | | Triade | | Triade | |
|-----------------------|------|-----------------------|------|-----------------------|-------|-----------------------|------|
| Ca | 40 | Cl | 35.5 | S | 32 | Li | 6.9 |
| Ba | 137 | I | 127 | Te | 127.5 | K | 39.1 |
| Moyenne = 88.5 | | Moyenne = 81.2 | | Moyenne = 79.7 | | Moyenne = 23.1 | |
| Sr | 87.6 | Br | 79.9 | Se | 79.2 | Na | 23 |

Exemple : Triade (Li, Na, K)

$$\left. \begin{array}{l} \text{Li (masse atomique 6,9)} \\ \text{K (masse atomique 39,0)} \end{array} \right\} \text{Masse atomique moyenne de Na : } 39,1 + 6,9 / 2 = 23,1$$

IV. CHRONOLOGIE DES DIFFERENTS CLASSEMENTS DES ELEMENTS CHIMIQUES

● La loi des octaves de Newlands (1853)

Publication du premier tableau périodique :
Regroupement des éléments connus par ordre croissant des masses atomiques

Périodicité de huit dans leurs propriétés chimiques : « loi des octaves »

Le comportement chimique du huitième élément ressemble à celui du premier

Classification insuffisante car non applicable aux éléments au delà du calcium



John Newlands
Chimiste anglais
(1837 – 1898)

| | | | | | | | | |
|-------------------------|---------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|---------|
| 1 ^{er} octave | 1 Li | 2 Be | 3 B | 4 C | 5 N | 6 O | 7 F | 8 Na |
| 2 ^{ème} octave | 8 Na | 9 Mg | 10 Al | 11 Si | 12 P | 13 S | 14 Cl | 15 K |
| 3 ^{ème} octave | 15 K | 16 Ca | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| | triade | triade | | | | | | |

IV. CHRONOLOGIE DES DIFFERENTS CLASSEMENTS DES ELEMENTS CHIMIQUES

● La périodicité du volume atomique de Meyer (1869)

Périodicité dans le volume atomique illustrée à l'aide d'une courbe
(*volume atomique en fonction de la masse atomique des éléments*)

Les éléments occupant des positions semblables sur la courbe possèdent les mêmes propriétés physiques et chimiques ainsi que des volumes atomiques semblables



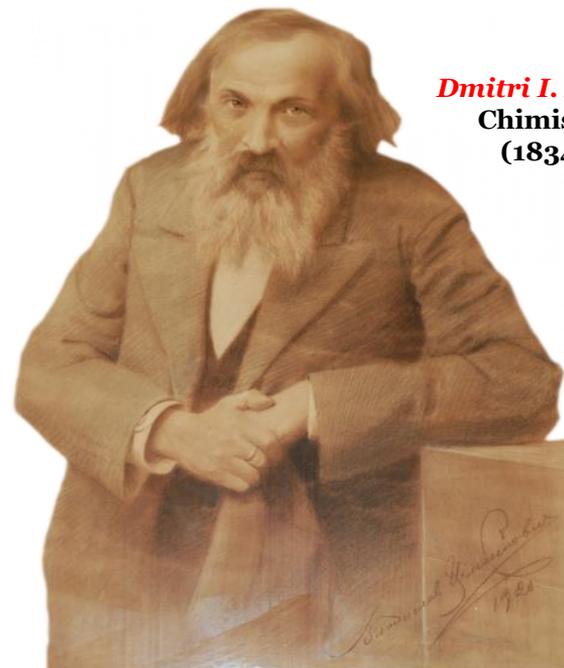
Julius Lothar Meyer
Chimiste allemand
(1830 – 1895)

V. TABLEAU DE MENDELEÏEV

Qui était *Dmitri Ivanovitch Mendeleïev* ?

- Né le 8 février 1834 à Tobolsk, capitale de la Sibérie (Russie)
- 12^{ème} enfant d'une famille très pauvre
- Mort du père et début des études secondaires au lycée de Tobolsk à l'âge de 15 ans
- 1850 : Installation de sa famille à St Petersburg et début des études universitaires (difficultés financières)
- 1855 : Diplôme universitaire et départ en Crimée pour des raisons de santé (tuberculose)
- 1857 : Retours à St-Petersburg et reprise des travaux de recherche sur « *la capillarité des liquides et la densité des gaz* »
- 1864 : Soutenance de thèse de doctorat
- 1867 : Poste de Professeur de chimie minérale à l'université de Saint-Pétersbourg
- 1869 : Rédaction des « *Principes de chimie* » dans lequel parut la première version du tableau périodique
- Travailla sur de nombreuses autres domaines (*physique, économie, explosifs, géologie, météorologie, hydrodynamique, ...*)
- 1890 : Démission de l'université de St-Petersburg pour ses activités politiques et de ses idées progressistes

- 1893 : Obtient le poste de directeur du bureau des poids et mesures de St-Petersburg ; poste occupé jusqu'à sa mort
- 1907 : Mort et enterré à St Petersburg le 2 février 1907, à l'âge de 73 ans

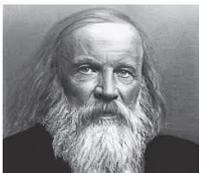


Dmitri I. Mendeleïev
Chimiste russe
(1834 – 1907)

D. Mendeleïev

V. TABLEAU DE MENDELEÏEV

*Trois nuits blanches
et un rêve !*



*Après trois jours et trois nuits
blanches d'intenses réflexions,
le tableau apparaît en
rêve à Dmitri Mendeleïev*

1^{er} tableau périodique publié en 1869

**63 éléments classés verticalement
selon leurs masses atomiques.**

**(Le tableau de Mendeleïev se
lisait verticalement)**

**Éléments ayant des propriétés
semblables placés dans les mêmes
rangées verticales.**

| | | | | | |
|--|--|--|----------|----------|----------|
| | | | 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=59 | Co=59 | Pd=106,6 |
| | | | Cu=63,4 | Ag=108 | Hg=200. |
| | | | Zn=65,2 | Cd=112 | |
| | | | ?=68 | Ur=116 | Au=197? |
| | | | ?=70 | Sn=118 | |
| | | | As=75 | Sb=122 | Bi=210? |
| | | | Se=79,4 | Te=128? | |
| | | | Br=80 | J=127 | |
| | | | Rb=85,4 | Cs=133 | Tl=204. |
| | | | Sr=87,6 | Ba=137 | Pb=207. |
| | | | ?=45 | Ce=92 | |
| | | | ?Er=56 | La=94 | |
| | | | ?Yt=60 | Di=95 | |
| | | | ?In=75,6 | Th=118? | |

Д. Менделеев.

**L'arrangement des éléments
correspond à peu près à
leurs valences**

**Cases vides marquées de points
d'interrogations pour les
éléments inconnus (Ga, Sc, Ge,...).**

**Prédiction des propriétés qu'ils
devraient avoir sur la base des
valeurs de leurs masses atomiques**

VI. CLASSIFICATION PÉRIODIQUE ACTUELLE

118 éléments placés de gauche à droite et de haut en bas, selon l'ordre croissant des **numéros atomiques et en fonction de leurs configurations électroniques**, qui sous-tendent leurs propriétés chimiques

Éléments disposés en 7 lignes (périodes) et 18 colonnes verticales (groupes)

L'organisation en périodes et en groupes reflète la périodicité des propriétés physico-chimiques des éléments, lorsque le numéro atomique augmente

Les éléments d'une même période ont le même nombre quantique n (même couche électronique)

Les éléments d'un même groupe ont la même structure électronique externe (mêmes propriétés physiques et chimiques)

Parmi les 18 colonnes :

- Familles chimiques (colonnes 1, 2, 13 à 18) : **bloc S et P**
- Éléments de transition (colonnes intermédiaires) : **bloc D**
- Lanthanides et actinides (bas du tableau) : **bloc F**

| | Bloc S | | Bloc D | | | | | | | | | | Bloc P | | | | | | |
|---|------------------|------------------|-------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| | ns^1 | ns^2 | $n'd^1$ ns^2 | $n'd^2$ ns^2 | $n'd^3$ ns^2 | $n'd^5$ ns^1 | $n'd^5$ ns^2 | $n'd^6$ ns^2 | $n'd^7$ ns^2 | $n'd^8$ ns^2 | $n'd^{10}$ ns^1 | $n'd^{10}$ ns^2 | ns^2 np^1 | ns^2 np^2 | ns^2 np^3 | ns^2 np^4 | ns^2 np^5 | ns^2 np^6 | |
| 1 | $_1\text{H}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | $_2\text{He}$ | |
| 2 | $_3\text{Li}$ | $_4\text{Be}$ | | | | | | | | | | | | $_5\text{B}$ | $_6\text{C}$ | $_7\text{N}$ | $_8\text{O}$ | $_9\text{F}$ | $_{10}\text{Ne}$ |
| 3 | $_{11}\text{Na}$ | $_{12}\text{Mg}$ | | | | | | | | | | | | $_{13}\text{Al}$ | $_{14}\text{Si}$ | $_{15}\text{P}$ | $_{16}\text{S}$ | $_{17}\text{Cl}$ | $_{18}\text{Ar}$ |
| 4 | $_{19}\text{K}$ | $_{20}\text{Ca}$ | $_{21}\text{Sc}$ | $_{22}\text{Ti}$ | $_{23}\text{V}$ | $_{24}\text{Cr}$ | $_{25}\text{Mn}$ | $_{26}\text{Fe}$ | $_{27}\text{Co}$ | $_{28}\text{Ni}$ | $_{29}\text{Cu}$ | $_{30}\text{Zn}$ | $_{31}\text{Ga}$ | $_{32}\text{Ge}$ | $_{33}\text{As}$ | $_{34}\text{Se}$ | $_{35}\text{Br}$ | $_{36}\text{Kr}$ | |
| 5 | $_{37}\text{Rb}$ | $_{38}\text{Sr}$ | $_{39}\text{Y}$ | $_{40}\text{Zr}$ | $_{41}\text{Nb}$ | $_{42}\text{Mo}$ | $_{43}\text{Tc}$ | $_{44}\text{Ru}$ | $_{45}\text{Rh}$ | $_{46}\text{Pd}$ | $_{47}\text{Ag}$ | $_{48}\text{Cd}$ | $_{49}\text{In}$ | $_{50}\text{Sn}$ | $_{51}\text{Sb}$ | $_{52}\text{Te}$ | $_{53}\text{I}$ | $_{54}\text{Xe}$ | |
| 6 | $_{55}\text{Cs}$ | $_{56}\text{Ba}$ | $_{57}\text{La}$ | $_{72}\text{Hf}$ | $_{73}\text{Ta}$ | $_{74}\text{W}$ | $_{75}\text{Re}$ | $_{76}\text{Os}$ | $_{77}\text{Ir}$ | $_{78}\text{Pt}$ | $_{79}\text{Au}$ | $_{80}\text{Hg}$ | $_{81}\text{Tl}$ | $_{82}\text{Pb}$ | $_{83}\text{Bi}$ | $_{84}\text{Po}$ | $_{85}\text{At}$ | $_{86}\text{Rn}$ | |
| 7 | $_{87}\text{Fr}$ | $_{88}\text{Ra}$ | $_{89}\text{Ac}$ | Quelques éléments en plus connus aujourd'hui... | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | $_{58}\text{Ce}$ | $_{59}\text{Pr}$ | $_{60}\text{Nd}$ | $_{61}\text{Pm}$ | $_{62}\text{Sm}$ | $_{63}\text{Eu}$ | $_{64}\text{Gd}$ | $_{65}\text{Tb}$ | $_{66}\text{Dy}$ | $_{67}\text{Ho}$ | $_{68}\text{Er}$ | $_{69}\text{Tm}$ | $_{70}\text{Yb}$ | $_{71}\text{Lu}$ | | |
| | | | | $_{90}\text{Th}$ | $_{91}\text{Pa}$ | $_{92}\text{U}$ | $_{93}\text{Np}$ | $_{94}\text{Pu}$ | $_{95}\text{Am}$ | $_{96}\text{Cm}$ | $_{97}\text{Bk}$ | $_{98}\text{Cf}$ | $_{99}\text{Es}$ | $_{100}\text{Fm}$ | $_{101}\text{Md}$ | $_{102}\text{No}$ | $_{103}\text{Lr}$ | | |

Diagramme illustrant la classification périodique des éléments, colorée par blocs (S, D, P, F). Les périodes sont indiquées de 1 à 7. Les configurations électroniques sont indiquées au-dessus de chaque colonne. Les valeurs de n sont indiquées pour les blocs S et P. Les éléments de transition (bloc D) sont regroupés dans un ovale. Les lanthanides et actinides (bloc F) sont regroupés dans un rectangle. Une note indique que certains éléments sont plus connus aujourd'hui.

Le rayon atomique augmente de haut en bas d'une colonne, l'énergie d'ionisation et l'électronégativité diminuent

**MERCI DE
VOTRE
ATTENTION**

