

## Constituants de l'atome

La suite d'activités proposée reprend des propositions qui ont existé dans des activités déclinées lors des programmes précédents. Elle est enrichie par l'usage des ressources de la B.R.N.E. et l'activité principale est une tâche complexe qui permet aux élèves d'investir directement les données découvertes.

### Attendus de fin de cycle :

- Décrire la constitution et les états de la matière
- Décrire et expliquer des transformations chimiques
- Décrire l'organisation de la matière dans l'Univers.

Constituants de l'atome, structure interne d'un noyau atomique (nucléons : protons, neutrons), électrons.

### Repères de progressivité

Le tableau périodique est considéré à partir de la classe de 4<sup>e</sup> comme un outil de classement et de repérage des atomes constitutifs de la matière, sans qu'il faille insister sur la notion d'élément chimique. La description de la constitution de l'atome et de la structure interne du noyau peut être réservé à la classe de 3<sup>e</sup>, et permet un travail sur les puissances de dix en lien avec les mathématiques.

## DÉROULEMENT

### [HORS CLASSE] : ACTIVITÉ PRÉPARATOIRE (environ 45 minutes)

Les élèves disposent du document permettant de construire la frise chronologique :

- ils découpent les étiquettes, les classent par ordre chronologique puis associent les modèles d'atomes correspondant.
- ils vérifient leur classement à l'aide du module MASKOTT SCIENCES [Physique-Chimie CYCLE 4- SAVOIR : L'évolution du modèle de l'atome](#), et finalisent la mise au propre de la frise (mise en forme et collage).
- Le module MASKOTT SCIENCES sert également d'introduction à l'activité documentaire et leur permet d'appréhender plus facilement les documents (doc. 1 – extrait du texte de G. Charpak & doc. 2) à partir desquels ils répondent aux questions.

Les élèves répondent aux questions qui accompagnent les deux textes.

### [EN CLASSE] : RÉOLUTION DU DÉFI (1h30)

Par groupe de 4 élèves (de niveaux hétérogènes), les élèves prennent connaissance du texte du **défi**. Dans un premier temps, ils mettent en commun leurs réponses à l'activité documentaire préparée en amont (texte de G. Charpak, etc.), comparent leurs réponses puis se corrigent à l'aide de la correction imprimée qu'ils demandent au professeur. **Ils s'engagent alors dans la résolution du défi pour laquelle ils disposent également du tableau périodique des éléments.**

Le travail collaboratif de résolution du défi est favorisé par une organisation différentes de la classe : les élèves travaillent debout face à des tableaux ou de grandes feuilles fixées au mur.

### [HORS CLASSE] : INSTITUTIONNALISATION

Après cette séance, les connaissances sur la structure de l'atome peuvent être structurée dans une trace écrite en classe, ou hors la classe via l'usage d'autres ressources MASKOTT SCIENCES :

- [Physique-Chimie CYCLE 4 – FILM DOCUMENTAIRE : La structure atomique des éléments.](#)
- [Physique-Chimie CYCLE 4 – Numéro atomique \(Film documentaire\)](#)

Un travail de consolidation (par des exercices) et documentaire sur l'origine historique du tableau périodique peut alors être engagé. Exemple :

- [Physique-Chimie CYCLE 4 – S'ENTRAÎNER : l'atome](#)

## COMMENTAIRES et RETOUR D'EXPERIENCE

Les élèves s'approprient facilement les informations des documents.

Le rôle du professeur est le plus souvent limité à faire réaliser que les atomes ne sont pas composés que d'un seul proton, un seul électron, un seul neutron. Quand cette erreur se présente, une incitation à la relecture du doc. A permet aux élèves de s'approprier l'usage du tableau périodique comme ressource essentielle sur la structure de l'atome.

## Compétences mises en œuvre :

### Domaine 1 – pratiquer des langages

- lire et comprendre des documents scientifiques
- passer d'une forme de langage scientifique à une autre

### Domaine 2 – s'approprier des outils et des méthodes

- garder des traces des étapes suivies et des résultats obtenus

### Domaine 4 – pratiquer des démarches scientifiques

- identifier des questions de nature scientifique

### Domaine 5 – se situer dans l'espace et dans le temps

- expliquer, par l'histoire des sciences et des techniques, comment les sciences évoluent et influencent la société
- identifier les différentes échelles de structuration de l'Univers.

## Documents ressources

A garder par les élèves :

- Étiquettes à classer/coller pour réaliser une frise chronologique
- Texte de G. Charpak + doc. complémentaire + questions

A distribuer temporairement en classe :

- Correction de l'activité documentaire préalable
- Sujet du défi + CORRECTION



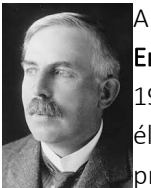
Au XIXe siècle, **John DALTON** (1776-1844) reprend l'hypothèse de l'existence des atomes afin d'expliquer certains résultats expérimentaux en particulier ceux de LAVOISIER (1743-1794).



**Niels BOHR** (1885-1962) propose en 1913 une organisation des électrons en « couches » successives, permettant d'expliquer que les électrons sont organisés selon des « niveaux d'énergie ».



Dès l'Antiquité grecque, **Leucippe** et **Démocrite** (au Ve siècle avant notre ère) imaginent que la matière est constituée de grains infiniment petits désignés sous le nom de ἄτομος [átomos] (« insécable »)



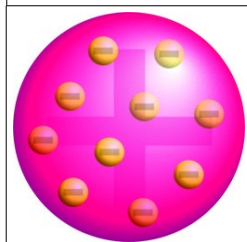
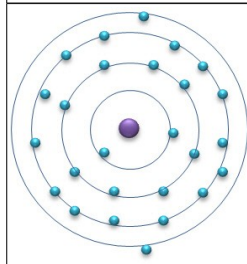
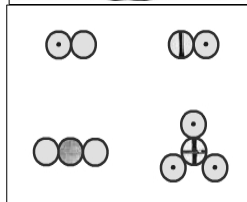
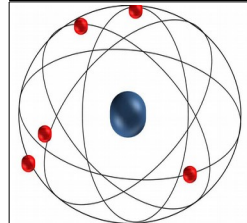
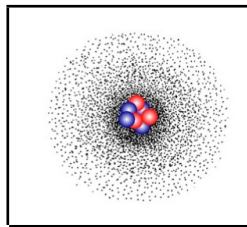
A la suite des travaux du français Jean PERRIN, **Ernest RUTHERFORD** met en évidence en 1911 l'existence du vide entre le noyau et les électrons ; la masse de l'atome est principalement concentrée dans le noyau.



Par la suite, **Joseph J. THOMSON** (1856-1940) explique les décharges électriques (tel que les éclairs) par le déplacement de particules électriques négatives contenues dans les atomes. Elles seront appelées électrons. THOMSON propose un modèle où les électrons sont incrustés dans une sphère de substance positive.



Depuis les années 1930, on considère les électrons comme étant en mouvement autour du noyau, avec une certaine probabilité de présence à un endroit donné. En parallèle, c'est en 1932 que **James CHADWICK** (1891-1974) identifie l'autre particule du noyau des atomes : le neutron.



Document à distribuer



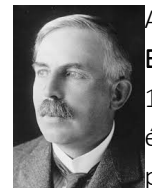
Au XIXe siècle, **John DALTON** (1776-1844) reprend l'hypothèse de l'existence des atomes afin d'expliquer certains résultats expérimentaux en particulier ceux de LAVOISIER (1743-1794).



**Niels BOHR** (1885-1962) propose en 1913 une organisation des électrons en « couches » successives, permettant d'expliquer que les électrons sont organisés selon des « niveaux d'énergie ».



Dès l'Antiquité grecque, **Leucippe** et **Démocrite** (au Ve siècle avant notre ère) imaginent que la matière est constituée de grains infiniment petits désignés sous le nom de ἄτομος [átomos] (« insécable »)



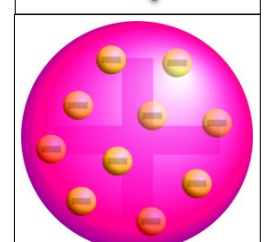
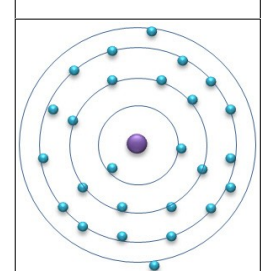
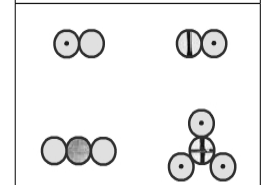
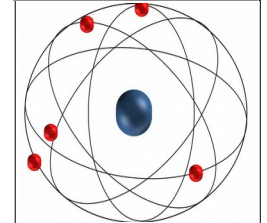
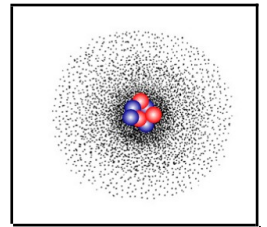
A la suite des travaux du français Jean PERRIN, **Ernest RUTHERFORD** met en évidence en 1911 l'existence du vide entre le noyau et les électrons ; la masse de l'atome est principalement concentrée dans le noyau.



Par la suite, **Joseph J. THOMSON** (1856-1940) explique les décharges électriques (tel que les éclairs) par le déplacement de particules électriques négatives contenues dans les atomes. Elles seront appelées électrons. THOMSON propose un modèle où les électrons sont incrustés dans une sphère de substance positive.



Depuis les années 1930, on considère les électrons comme étant en mouvement autour du noyau, avec une certaine probabilité de présence à un endroit donné. En parallèle, c'est en 1932 que **James CHADWICK** (1891-1974) identifie l'autre particule du noyau des atomes : le neutron.





ORGANISATION ET TRANSFORMATION  
DE LA MATIÈRE

PARTIE 1 – DÉCRIRE L'ORGANISATION  
DE LA MATIÈRE DANS L'UNIVERS

LE DÉFI

A chaque inspiration, il entre environ 2 L d'air dans nos poumons.  
**Combien d'atomes entrent dans nos poumons à chaque inspiration ?**

cortège électronique  
(3 électrons)

noyau de l'atome  
(3 protons + 4 neutrons\*)

atome de lithium Li

numéro atomique Z

symbole de l'élément chimique

case du tableau périodique des éléments

légende

- électron (chargé négativement)
- proton (chargé positivement)
- neutron (électriquement neutre)

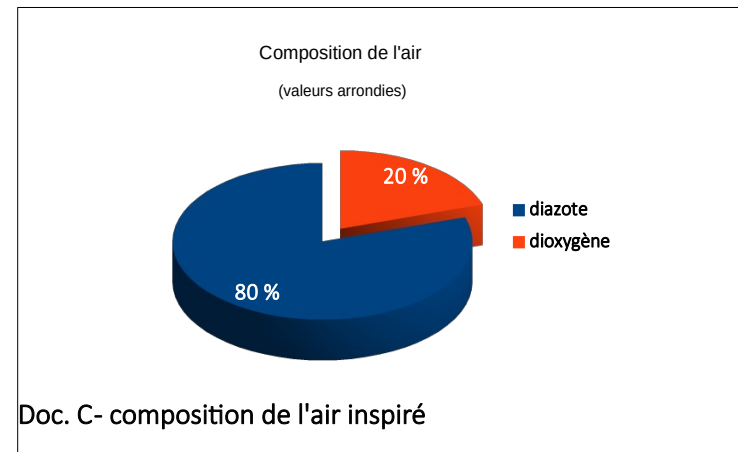
\*le nombre de neutrons est plus particulièrement étudié après le collège

= par définition

Doc. A – exemple de l'atome de lithium.  
Par définition, le numéro atomique (Z) est le nombre de protons dans le noyau de l'élément chimique.

	Nombre de neutrons
Atome d'azote	7
Atome d'oxygène	8

Doc. B - nombre de neutrons dans le noyau de certains atomes.



	Masse d'un litre d'air
A 0°C	1,3 g
A 20 °C	1,2 g

Doc. D- masse d'un litre d'air



## Structure de la l'atome- CORRECTION

### Document 1 – extrait de « A fil tendu » de George CHARPAK

« Lorsque j'entrai au laboratoire dirigé par Joliot au Collège de France, la connaissance que j'avais de la structure de la matière ne devait guère dépasser celle acquise par un lycéen de 1993 abonné à de bonnes revues de vulgarisation. Je les résume rapidement : la matière est composée d'atomes, eux-mêmes constitués de noyaux entourés d'un **cortège d'électrons**. Les noyaux portent une charge électrique positive qui est de même valeur et de signe opposé à la charge des électrons qui gravitent autour du noyau. La masse d'un atome est concentrée dans le noyau, l'**électron ne pesant que  $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg**.

(...) [Les composants du noyau] s'entourent d'un cortège d'électrons dont la charge compense exactement celle [du noyau]. En effet, la matière est neutre sinon elle (...) [serait instable] en raison de la répulsion qu'exerce l'une sur l'autre des charges de même signe, positif ou négatif. (...) **Le diamètre d'un atome est voisin d'un centième de milliardième de centimètre**. Celui d'un noyau d'atome est cent mille fois plus petit. On voit donc que presque toute la masse d'un atome est concentrée en un **noyau central** et que, loin sur la périphérie, se trouve un cortège qui est fait de **particules de charge électrique négative, les électrons**. C'est ce cortège seul qui gouverne le contact des atomes entre eux et donc tous les phénomènes perceptibles de notre vie quotidienne, tandis que les noyaux, tapis au cœur des atomes, en constituent la masse. »

### Document 2

Citation extraite du texte de George CHARPAK « [Une] répulsion [s]'exerce l'une sur l'autre [entre] des charges de même signe, positif ou négatif. » De fait, les particules de **charge électrique positive dans le noyau de l'atome sont appelées protons**, mais elles ne pourraient pas tenir ensemble dans le noyau sans la présence des **neutrons, particules électriquement neutres**, qui ont sensiblement la même masse qu'un proton ( $1,67 \cdot 10^{-27}$  kg).

## 1. La matière est constituée d'atomes, elle-même constituées de particules.

Désignation	Noyau de l'atome		électrons
	neutrons	protons	
Place dans l'atome	au centre de l'atome		autour du noyau
Charge (positive, négative, neutre?)	neutre	positive	négative
Masse	$1,67 \cdot 10^{-27}$ kg	$1,67 \cdot 10^{-27}$ kg	$9,1 \cdot 10^{-31}$ kg
Taille	$10^{-10} / 10^5 = 10^{-15}$ m		

$$10^{-2} \times 10^{-6} \times 10^{-2} \text{ m} = 10^{-10} \text{ m}$$

## 2. Charge de l'atome :

a) Soulignez en vert dans le texte les phrases qui montrent que l'atome est électriquement neutre.

b) Pourquoi la matière doit-elle être neutre ?

*La matière est neutre sinon elle (...) [serait instable] en raison de la répulsion qu'exerce l'une sur l'autre des charges de même signe, positif ou négatif.*

c) Comment peut-elle être neutre tout en comportant des particules chargées électriquement ?

*Les atomes qui composent la matière contiennent autant de charges positives dans leur noyau (protons) que de charges négatives (électrons)*

## 3. Taille de l'atome :

a) exprimez la taille de l'atome en puissance de 10.

*voir tableau*

b) exprimez la taille du noyau en puissance de 10.

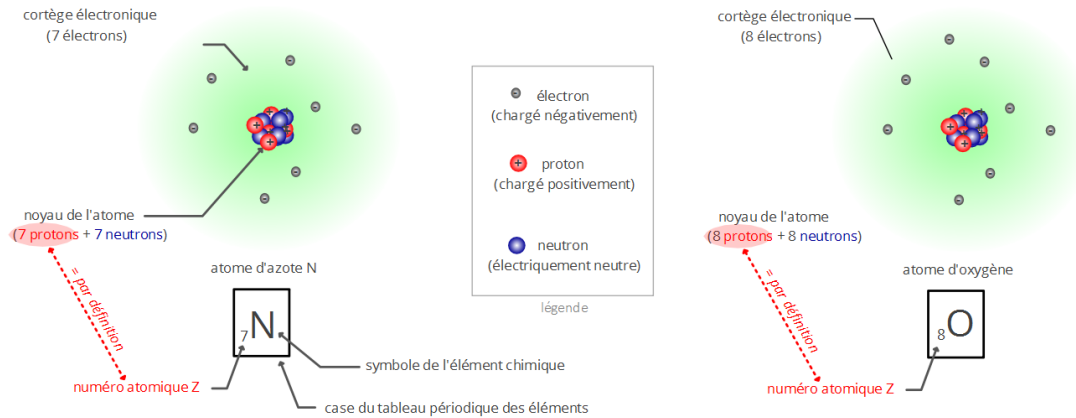
*voir tableau*

# CORRECTION DU DEFI

Il faut connaître la masse d'un atome d'oxygène et la masse d'un atome d'azote, et pour cela identifier leur constitution.

Dans la classification périodique, l'azote a le numéro atomique  $Z = 7$  et l'oxygène a le numéro atomique  $Z = 8$ .

$Z$  désigne le nombre de protons, auquel est égal le nombre d'électrons puisque l'atome est neutre. Le nombre de neutrons est donné par le document B.



masse de chaque atome

$$m_{\text{azote}} = 7 \times m_{\text{proton}} + 7 \times m_{\text{neutron}} + 7 \times m_{\text{électrons}}$$

$$= 7 \times 1,67 \cdot 10^{-27} + 7 \times 1,67 \cdot 10^{-27} + 7 \times 9,1 \cdot 10^{-31}$$

$$= 2,34 \cdot 10^{-26} \text{ kg} = 2,34 \cdot 10^{-23} \text{ g}$$

(on peut noter que la masse des électrons est négligeable)

$$m_{\text{oxygène}} = 8 \times m_{\text{proton}} + 8 \times m_{\text{neutron}} + 8 \times m_{\text{électrons}}$$

$$= 8 \times 1,67 \cdot 10^{-27} + 8 \times 1,67 \cdot 10^{-27} + 8 \times 9,1 \cdot 10^{-31}$$

$$= 2,67 \cdot 10^{-26} \text{ kg} = 2,67 \cdot 10^{-23} \text{ g}$$

Dans 1,92 g de diazote, on trouve :

$$1,92 / 2,34 \cdot 10^{-23} = 8,21 \cdot 10^{22} \text{ atomes d'azote.}$$

Dans 0,48 g de dioxygène, on trouve :

$$0,48 / 2,67 \cdot 10^{-23} = 1,80 \cdot 10^{22} \text{ atomes d'oxygène.}$$

Le nombre total d'atomes est donc :

$$8,21 \cdot 10^{22} + 1,80 \cdot 10^{22} = 1,00 \cdot 10^{23} \text{ atomes.}$$

On peut noter que chaque molécule  $O_2$  et  $N_2$  étant composée de 2 atomes, le nombre total de molécules est :  $1,00 \cdot 10^{23} / 2 = 5,00 \cdot 10^{22}$  molécules.

2 L d'air inspirés à 20 °C ont une masse de 2,4 g dont :

- 80 % soit 1,92 g de diazote ( $N_2$ )

- 20 % soit 0,48 g de dioxygène ( $O_2$ )

Masse d'un litre d'air	
A 0 °C	1,3 g
A 20 °C	1,2 g

Doc. D- masse d'un litre d'air