

THEME

ORGANISATION ET TRANSFORMATION DE LA MATIERE

CHAPITRE

De l'Univers aux atomes

Dossier élèves

Compétences

- *Lire et comprendre des documents scientifiques*
- *Identifier les différentes échelles de structuration de l'Univers*
- *Expliquer, par l'histoire des sciences et des techniques, comment les sciences évoluent et influencent la société.*
- *Travailler en groupe*
- *Ecrire des phrases claires, sans faute, en utilisant le vocabulaire adapté.*
- *Modéliser pour expliquer*

Qu'est-ce que le « Big Bang » ?

L'idée dominante au 19^{ème} siècle est que l'Univers est un ensemble de matière de taille infinie qui existe depuis l'éternité et qui continuera d'exister.

En 1922, le russe **Alexandre Friedmann** avance l'idée que l'Univers pourrait être en expansion.

En 1929, l'astronome américain **Edwin Powel Hubble** prouve que les galaxies s'éloignent les unes des autres. La conséquence de ces observations est que l'Univers n'est pas statique, mais bien en expansion. Et si l'Univers grandit, cela sous-entend qu'il a été au petit avant, ses dimensions se réduisant à celles d'un point au tout début de son existence.

Donc, au tout début, il y aurait eu comme une explosion libérant une énorme quantité d'énergie : l'Univers ressemble à une soupe brulante d'électrons, puis aussitôt se forment protons et neutrons. On en serait à la 1^{ère} seconde d'existence de l'Univers !

La température diminue. Les protons et les neutrons s'associent pour former les des noyaux. On en serait à la 3^{ème} minute !

Ce n'est seulement qu'après 300 000 ans que l'Univers fut assez froid de telle sorte que les électrons soient libres et puissent se regrouper avec les noyaux pour créer les tout premiers atomes : les atomes d'hydrogène, puis d'hélium.

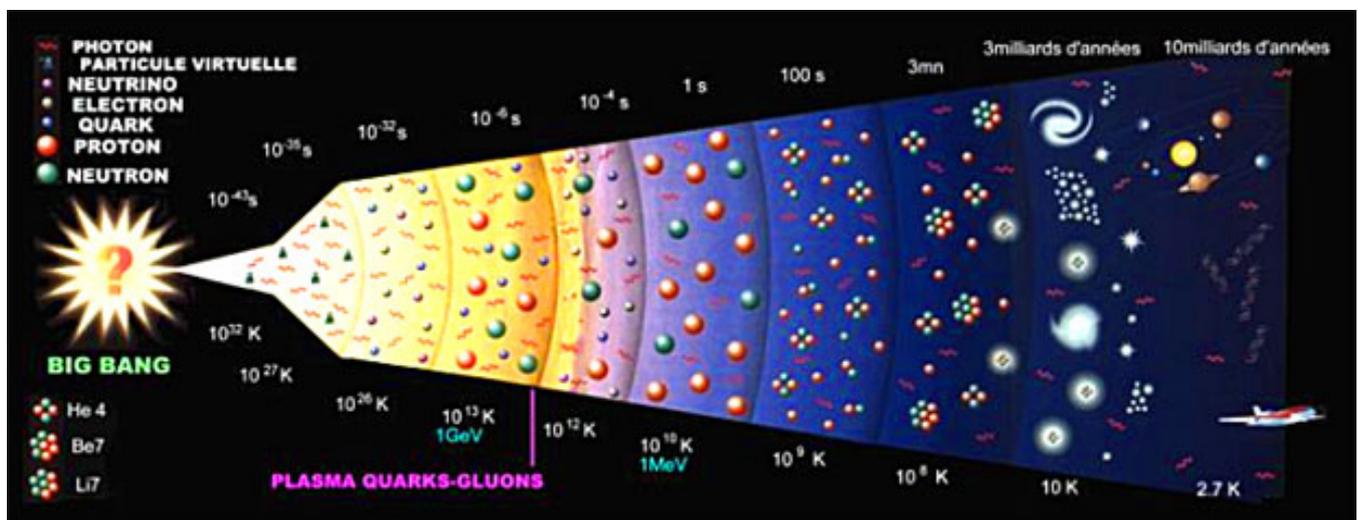
Enfin, la gravité a permis la concentration des nuages géants d'atomes d'hydrogène et d'hélium qui deviendront les futures galaxies, et au sein desquelles auront lieu premières réactions nucléaires dont naitront les premières étoiles. L'Univers a 1 milliard d'année.

Dans ces étoiles, de nouveaux atomes un peu plus lourds sont créés.

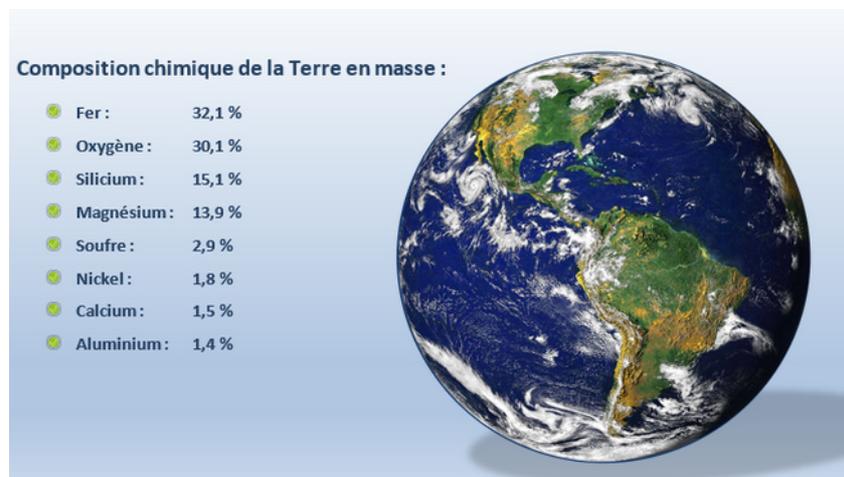
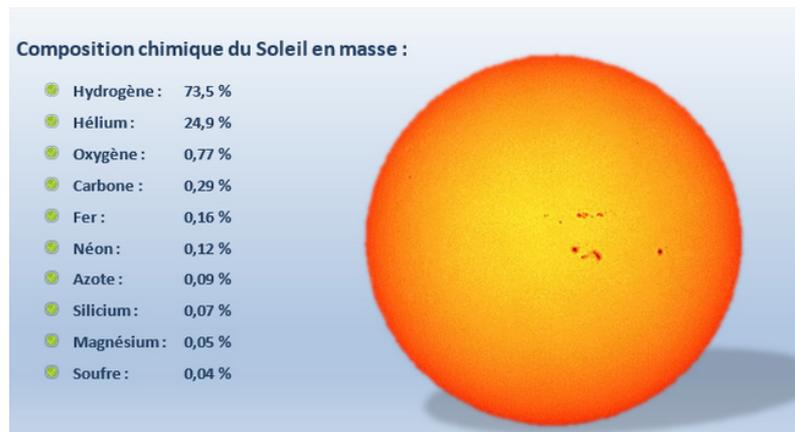
Toujours grâce à la gravité, les galaxies se regroupent. Les premières étoiles meurent rejetant dans l'espace des éléments plus lourds qui formeront de nouvelles étoiles et des planètes. Les éléments lourds, comme le fer, présents en grande quantité sur notre planète, se sont formés à partir des éléments les plus légers, mais cette transformation a nécessité des milliards d'années.

Aujourd'hui, on estime que l'Univers a 13,7 milliards d'années !!

La théorie décrivant l'évolution de l'Univers est appelée « Big Bang » dans les années 1950. Cette appellation est utilisée parce que, dans cette théorie, les premiers instants de l'Univers font penser à une grande explosion.



Composition du Soleil et de la Terre ... et de l'Univers

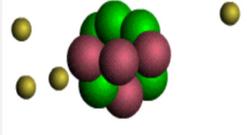
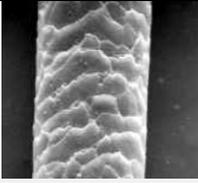
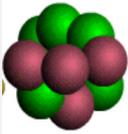
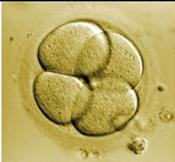


L'Univers est constitué à plus de 91 % d'hydrogène et plus de 8 % d'hélium ...

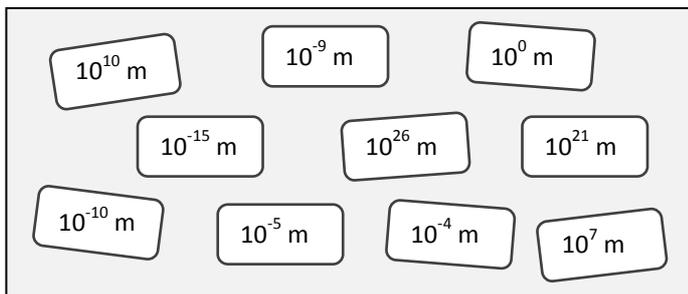
Composition d'atomes

atomes	protons	neutrons	électrons
Carbone	6	6	6
Azote	7	7	7
Fer	26	30	26
Hydrogène	1	0	1
Cuivre	29	34	29
Hélium	2	2	2
Oxygène	8	8	8

Voyage entre les deux infinis ...

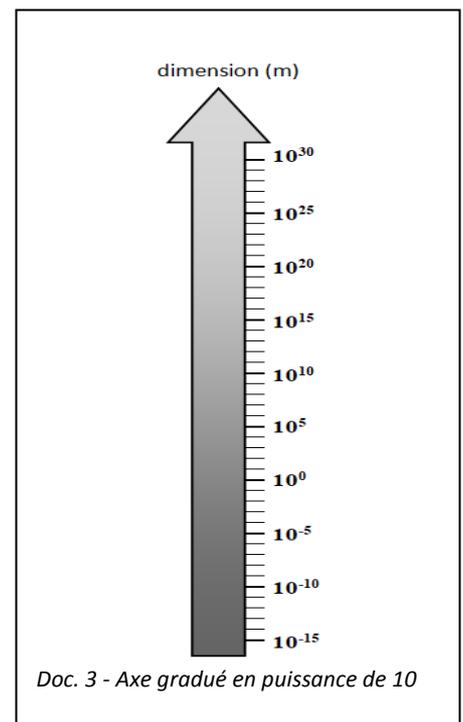
				
Terre	Atome	Humain	Diamètre cheveu	Noyau d'un atome
				
Univers	Molécule	Système solaire	Cellule	Galaxie

Doc. 1 - Quelques objets de l'Univers



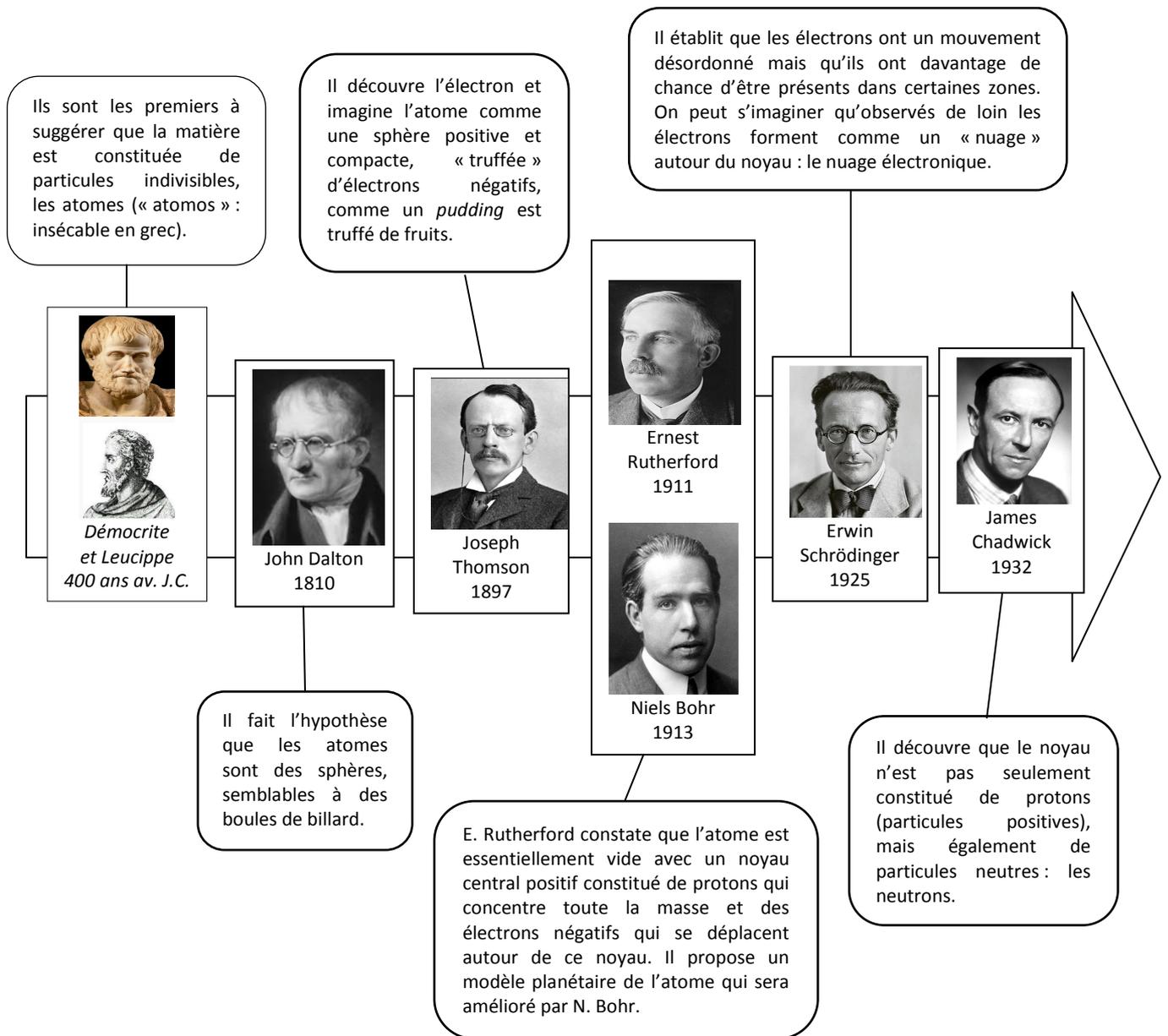
Doc. 2 - Quelques ordres de grandeur des objets de l'Univers du document 1

Coup de pouce : un ordre de grandeur d'un nombre est la puissance de 10 la plus proche de ce nombre.

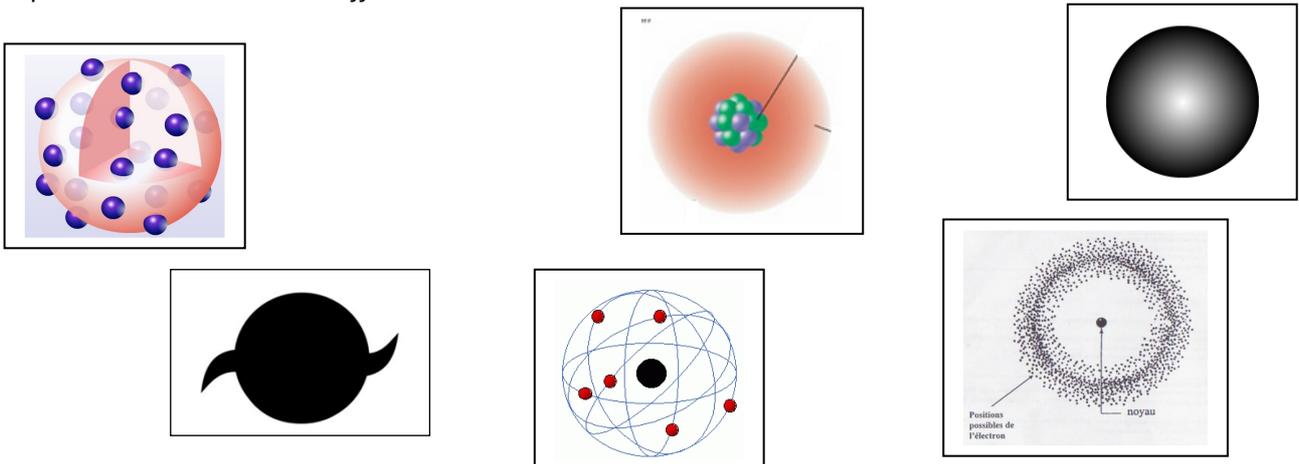


L'Histoire de l'atome

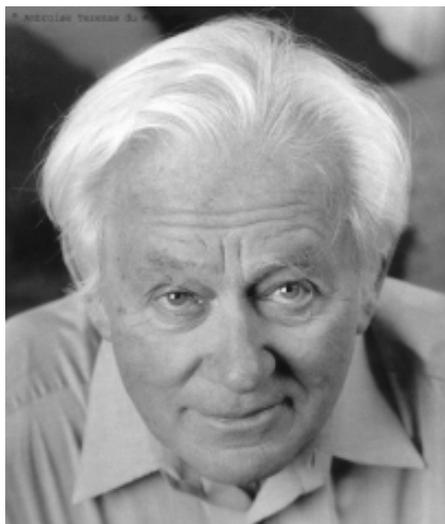
Le modèle de l'atome proposé dès l'Antiquité s'est progressivement complexifié. Voici les scientifiques les plus célèbres qui y ont apporté leur contribution.



Représentation en vrac des différents atomes :



Description d'un atome par Georges Charpak



Georges CHARPAK (1924-2010)

« 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 abonné à de bonnes revues de vulgarisation. Je le 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 la 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. (...)

Le proton porte une charge électrique positive. Celui-ci a un compagnon, le neutron, qui est neutre électriquement et a sensiblement la même masse. Tous deux s'associent de façon très compacte pour constituer les noyaux qui sont au cœur des atomes peuplant notre univers. Ils s'entourent d'un cortège d'électrons dont la charge compense exactement celle des protons. En effet, la matière est neutre, sinon elle exploserait en raison de la répulsion qu'exercent l'une sur l'autre des charges de même signe positif ou négatif.

Il faut avoir en tête l'échelle des dimensions. Le diamètre d'un atome est voisin d'un centième de millionième de centimètre. Celui d'un noyau 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. »

Travail à faire

Sur copie double : traiter les questions suivantes dans l'ordre à l'aide des documents fournis.

Un seul compte-rendu par groupe sera récupéré par le professeur

... bon courage !

A – De l'infiniment grand à l'infiniment petit

Réaliser une échelle sur laquelle apparaîtront des objets de l'infiniment petit à l'infiniment grand. On n'utilisera pas les dimensions réelles (ou supposées comme telle) mais leur ordre de grandeur. Cette échelle sera suffisamment grande pour être suffisamment lisible, elle devra tenir verticalement sur une feuille.

B – Nous sommes des poussières d'étoiles

1. Rédiger un texte répondant à ces 3 questions : Comment l'idée du 19^{ème} siècle d'un Univers stable et infini a-t-elle été contredite au 20^{ème} siècle ? Qu'est-ce que le « Big Bang » ? Pourquoi pouvons-nous dire que nous sommes des « poussières d'étoiles » ?
2. Quels ont les 2 éléments majoritaires (en masse) dans la composition du Soleil, ainsi que dans la composition de la Terre ?
3. Faire une frise chronologique des différents constituants de l'Univers (électrons, protons, neutrons, atomes d'hydrogène et d'hélium, étoiles, atomes lourds et planètes)

C – Histoire et constitution des atomes

1. Vous disposez d'une feuille des différents modèles de représentation des atomes. Découper les modèles et les coller dans l'ordre chronologique en y associant le(s) nom(s) des scientifiques. Rédiger en quelques lignes en quoi le modèle de l'atome s'est progressivement enrichi.
2. Décrire la constitution des atomes à l'aide du vocabulaire scientifique. Préciser le nom des découvreurs de ces constituants et l'année de découverte pour chacun.
3. Que peut-on dire de la composition des atomes d'hydrogène et d'hélium (les 1^{ers} atomes formés dans l'Univers) par rapport aux atomes de fer par exemple ?
4. Parmi les trois particules constituant les atomes, lesquelles sont en nombre égal au sein des atomes ?
5. Représenter un atome de carbone. Le schéma devra être légendé.
6. Que forment les atomes s'ils s'assemblent ?