

Chapitre 1 : Description de l'Univers

1. La mesure des objets de l'Univers

1.1. L'unité de longueur

Définition :

Dans le système international d'unité, **une longueur** se note ℓ ou L et s'exprime en **mètre** (*symbole* : **m**).

Définitions du mètre



Le mètre étalon du 36, rue de Vaugirard à Paris

1791 : l'Académie des sciences définit le mètre comme étant la dix-millionième partie d'un quart de méridien terrestre, ou d'un quart de grand cercle passant par les pôles.

1799 : création, à partir de sa définition, d'un mètre-étalon (en platine) qui devient la référence.

1889 : le Bureau international des poids et mesures (BIPM) redéfinit le mètre comme étant la distance entre deux points sur une barre d'un alliage de platine et d'iridium.

1960 : la 11^e Conférence générale des poids et mesures (CGPM) redéfinit le mètre comme 1 650 763,73 longueurs d'onde d'une radiation orangée émise par l'isotope 86 du krypton.

1983 : le mètre correspond à la distance parcourue par la lumière dans le vide en $\frac{1}{299\,792\,458}$ seconde (**définition actuelle**).

Remarques :

- Pour évaluer une longueur, on utilise parfois les multiples et les sous-multiples du mètre, dont les plus courants sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

10^N	Nom préfixé	Symbole	Nombre en français	Nombre en mètres
10^{24}	yottamètre	Ym	Quadrillion	1 000 000 000 000 000 000 000 000
10^{21}	zettamètre	Zm	Trilliard	1 000 000 000 000 000 000 000
10^{18}	examètre	Em	Trillion	1 000 000 000 000 000 000
10^{15}	pétamètre	Pm	Billiard	1 000 000 000 000 000
10^{12}	téramètre	Tm	Billion	1 000 000 000 000
10^9	gigamètre	Gm	Milliard	1 000 000 000
10^6	mégamètre	Mm	Million	1 000 000
10^3	kilomètre	km	Mille	1 000
10^2	hectomètre	hm	Cent	100
10^1	décamètre	dam	Dix	10
10^0	mètre	m	Un	1
10^{-1}	décimètre	dm	Dixième	0,1
10^{-2}	centimètre	cm	Centième	0,01
10^{-3}	millimètre	mm	Millième	0,001
10^{-6}	micromètre	μm	Millionième	0,000 001
10^{-9}	nanomètre	nm	Milliardième	0,000 000 001
10^{-12}	picomètre	pm	Billionième	0,000 000 000 001
10^{-15}	femtomètre	fm	Billiardième	0,000 000 000 000 001
10^{-18}	attomètre	am	Trillionième	0,000 000 000 000 000 001
10^{-21}	zeptomètre	zm	Trilliardième	0,000 000 000 000 000 000 001
10^{-24}	yoctomètre	ym	Quadrillionième	0,000 000 000 000 000 000 000 001

- Une unité est souvent utilisée pour les mesures de très grandes distances dans l'Univers : **l'unité astronomique** (*symbole* : ua). Elle correspond à la distance moyenne entre la Terre et le Soleil.

$$1 \text{ ua} \approx 150\,000\,000 \text{ km} = 1,5 \times 10^{11} \text{ m}$$

$$(1 \text{ ua} = 149\,597\,870,691 \text{ km})$$

A RETENIR :

L'écriture du résultat d'une mesure est toujours composée d'une valeur numérique suivie de son unité.

1.2. Les chiffres significatifs

Le nombre de chiffres significatifs de la valeur numérique informe sur la précision de la mesure (et donc celle de l'instrument de mesure). Plus la précision est grande, plus le résultat comporte de chiffres significatifs et réciproquement.

Définition :

Un chiffre significatif correspond, dans un nombre, à un chiffre qui a une signification réelle.

Quelques règles simples pour déterminer le nombre de chiffres significatifs :

Règle n°1 : Tous les chiffres de 1 à 9 peuvent être significatifs.

Règle n°2 : les zéros commençant un nombre ne sont pas significatifs.

Règle n°3 : les zéros terminant un nombre sont significatifs.

Règle n°4 : lors d'une addition ou d'une soustraction, le résultat est écrit avec le même nombre de chiffres **après la virgule** que la donnée qui en a le moins.

Règle n°5 : lors d'une multiplication ou d'une division, le résultat est écrit avec le même nombre de chiffres significatifs que la donnée qui en a le moins.

Exemples : voir feuille d'exercices sur les chiffres significatifs

1.3. L'écriture scientifique

Définition :

L'écriture scientifique est l'écriture d'un nombre sous la forme du produit d'un nombre compris entre 1 et 9 et d'une puissance de 10 :

$$a \times 10^n \quad \left| \begin{array}{l} 1 < a < 10 \\ n \in \mathbb{Z}^* \text{ (entier positif ou négatif)} \end{array} \right.$$

→ L'écriture scientifique permet d'avoir un format simple et unique pour écrire un nombre.

Remarques :

- Pour une écriture parfaite d'un nombre, la notation scientifique doit tenir compte des chiffres significatifs.
- On peut traduire les puissances de 10 par des multiples et sous-multiples des unités du Système internationale.

Nombre	1 000 000 000	1 000 000	1 000	100	10	0,1	0,01	0,001	0,000 001	0,000 000 001
Puissance de 10	10^9	10^6	10^3	10^2	10	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}
Préfixe de l'unité	giga	méga	kilo	hecto	déca	déci	centi	milli	micro	nano
Symbole	G	M	k	h	da	d	c	m	μ	n

Multiples et sous-multiples des unités de mesure

1.4. L'ordre de grandeur

Définition :

L'ordre de grandeur d'une longueur est égal à la **puissance de 10** qui s'approche le plus de sa valeur.

Méthode pour déterminer l'ordre de grandeur d'une longueur :

❶ Exprimer le nombre en notation scientifique (cf. §1.3) :

$$a \times 10^n$$

❷ Arrondir a :

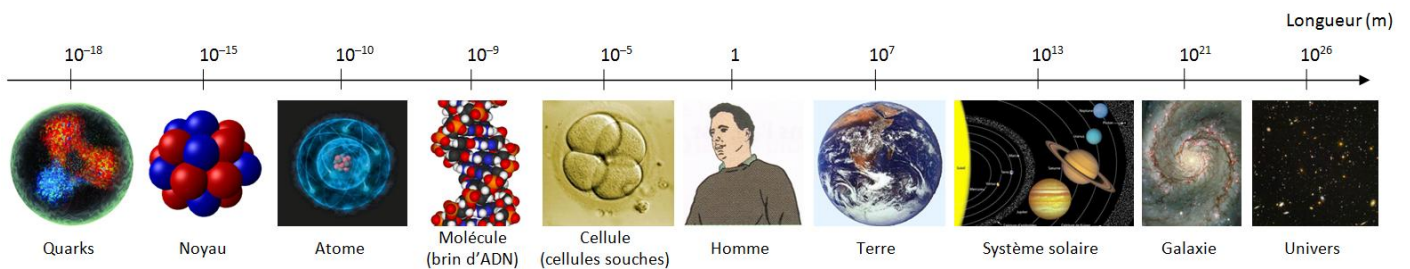
- Si $a < 5$ alors on l'arrondit à 1 : l'ordre de grandeur est 10^n ;
- Si $a \geq 5$ alors on l'arrondit à 10 : l'ordre de grandeur est 10^{n+1} .

Exemples :

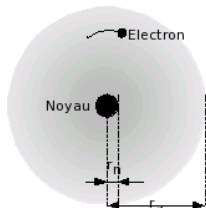
	Écriture scientifique	Ordre de grandeur (en m)
0,6 nm	$6,0 \times 10^{-10}$ m	10^{-9} (= 10^{-10+1})
150×10^6 km	$1,50 \times 10^{11}$ m	10^{11}

Remarque : l'ordre de grandeur donne une valeur approchée d'un résultat et permet de savoir si le résultat est correct.

2. La description de l'Univers [→ Activité n°1]



2.1. L'infiniment petit



Atome d'hydrogène

$$\frac{r_{\text{atome}}}{r_{\text{noyau}}} = \frac{r_a}{r_n} = \frac{10^{-10}}{10^{-15}} = 10^5 = 100\ 000$$

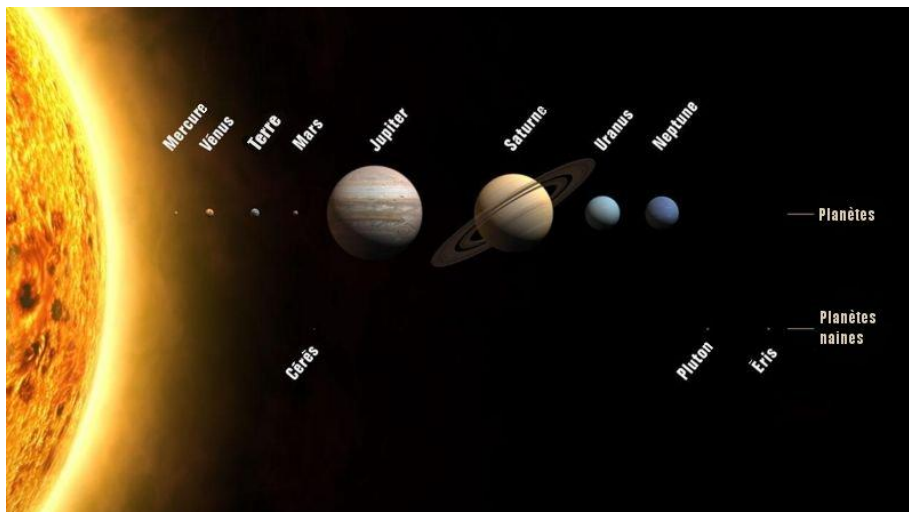
Le diamètre de l'atome est 100 000 fois plus grand que celui du noyau.

A RETENIR :

L'atome a une **structure lacunaire** : les électrons se déplacent dans un espace constitué de **vide**.

2.2. L'infiniment grand

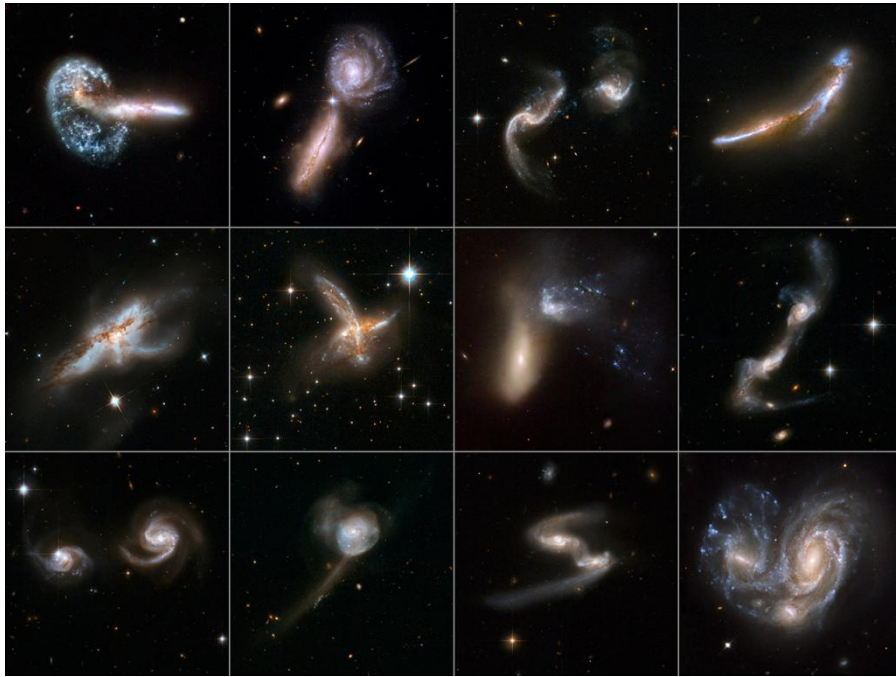
✚ **Le système solaire** : il est constitué d'une étoile (le Soleil, boule de gaz très chauds) autour de laquelle tournent **8 planètes** et d'autres corps plus petits :



Remarques :

- Au cours de son mouvement de révolution autour du Soleil, le centre de chaque planète décrit une trajectoire appelée **orbite** : il s'agit d'une ellipse assez proche d'une cercle, dont l'un des centres est le Soleil.
- L'orbite de la Terre est contenue dans un plan, passant par le centre du Soleil, nommé **plan de l'écliptique**.
- Les orbites des autres planètes sont situées dans des plans très voisins du plan de l'écliptique.

✚ **Les galaxies** : les étoiles ne sont pas dispersées dans l'Univers mais rassemblées en des amas de formes variées qu'on appelle galaxie.



Remarques :

- Notre étoile (le Soleil) appartient à une galaxie que l'on appelle « **Voie lactée** » ou **Galaxie** (avec un « G » majuscule).



La voie lactée

- Notre galaxie comporte plusieurs centaines de milliards d'étoiles et a la forme d'une spirale, assez plate avec un bulbe au centre. Elle possède probablement en son centre un trou noir. Son diamètre est d'environ 10^5 a.l.



La structure aplatie de la Voie lactée se traduit dans le ciel nocturne par une bande irrégulière blanchâtre : nous l'observons de l'intérieur.

- L'Univers compte **plusieurs centaines de milliards de galaxies**, de tailles et de formes très diverses, elles-mêmes regroupées en amas.

✚ **Les exoplanètes (ou planètes extrasolaires)** : l'Univers contient des centaines de milliards d'étoiles et autour de certaines gravitent des planètes. Ces planètes qui gravitent autour d'une étoile autre que le Soleil sont appelées des exoplanètes (du grec *exo* qui signifie « hors de »). Lorsqu'une étoile possède plusieurs exoplanètes, l'ensemble constitue un **système planétaire extrasolaire**.

A RETENIR :

Au niveau de l'atome et jusqu'à l'échelle cosmique, le remplissage de l'espace par la matière est discontinu et lacunaire : **l'espace est essentiellement occupé par du vide**.

3. L'année de lumière

Les distances en astronomie sont très grands, c'est pourquoi il est parfois commode d'utiliser des unités adaptées : l'année de lumière est très souvent utilisée comme unité de mesure des distances astronomiques.

Définition :

L'année de lumière (ou année-lumière) est une unité de longueur correspondant à la distance parcourue par la lumière, dans le vide, en une année (sidérale). Elle se note **a.l.** et s'exprime en m (*symbole : m*).

$$1 \text{ a.l.} = 9,44 \times 10^{15} \text{ m} \approx 10^{16} \text{ m}$$

(valeur exacte : 9 435 053 029 704 605 m)

Rappel : la vitesse de propagation de la lumière (aussi appelée « célérité ») dans le vide (et dans l'air) est de l'ordre de $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

Exercice : l'étoile polaire se situe à $d = 4,2 \times 10^6$ milliards de kilomètres de la Terre. Exprimez sa distance en années de lumière.

Réponse :

$$1 \text{ milliard de km} \Leftrightarrow 10^{12} \text{ m}$$

$$4,2 \times 10^6 \text{ milliards de km} \Leftrightarrow 4,2 \times 10^6 \times 10^{12} = 4,2 \times 10^{18} \text{ m}$$

$$1 \text{ al} = 9,44 \times 10^{15} \text{ m}$$

$$X = 4,2 \times 10^{18} \text{ m}$$

$$\Rightarrow d = 444,91 \text{ al} = 4,4 \times 10^2 \text{ a.l.}$$

« Voir loin, c'est voir dans le passé »

La vitesse de propagation de la lumière n'étant pas infinie, celle qui nous parvient d'objets éloignés de l'Univers nous parvient avec un retard du à la durée nécessaire pour qu'elle parcoure la distance qui nous sépare de ces objets : la lumière provenant d'un objet lointain nous apporte des informations (couleur, forme,...) tel qu'il était au moment de l'émission de la lumière par cet objet (ce que nous voyons s'est déjà déroulé).

A RETENIR :

Plus un objet est éloigné de nous, plus la durée du trajet parcouru par la lumière est longue, et plus nous l'observons dans le passé.

Chapitre 1 : Description de l'Univers

Les objectifs de connaissance :

- Décrire les objets de l'Univers ;
- Savoir que l'espace est essentiellement occupé par du vide ;
- Connaître la définition de l'année de lumière ;
- La lumière, source d'information sur l'Univers.

Les objectifs de savoir-faire :

- Savoir utiliser les puissances de 10 pour évaluer les ordres de grandeur des objets de l'Univers ;
- Savoir expliquer que « voir loin, c'est voir dans le passé ».

Je suis capable de

Oui

Non

- Définir les mots : **longueur, chiffre significatif, écriture scientifique, ordre de grandeur, année de lumière, système solaire, galaxie, exoplanète.**

- Écrire le résultat d'une mesure. (cf. §1.1)

- Déterminer le nombre de chiffres significatifs d'une valeur numérique. (cf. §1.2)

- Convertir une valeur numérique en écriture scientifique. (cf. §1.3)

- Déterminer l'ordre de grandeur d'une valeur numérique. (cf. §1.4)

- Calculer une distance en année de lumière. (cf. §3)

- Expliquer l'expression : « voir loin, c'est voir dans le passé ». (cf. §3)