1
De l'atome aux galaxies

1. LES OBJETS DE L'UNIVERS

On peut **classer** les objets dans l'Univers en distinguant 3 niveaux :

- le niveau microscopique
- l'échelle humaine
- le niveau cosmique.

1.1. Les longueurs de l'Univers

On utilise le **METRE** (symbole : m), ses **multiples** et **sous-multiples** pour exprimer et classer les différents objets dans l'Univers.

Niveau	*Nom*	*Symbole*	*Signification*
Niveau microscopique	fentomètre	fm	10^{-15} m
	picomètre	pm	10^{-12} m
	nanomètre	nm	10^{-9} m
	micromètre	µm	10^{-6} m
Echelle humaine	millimètre	mm	10^{-3} m
	centimètre	cm	10^{-2} m
	décimètre	dm	10^{-1} m
	mètre	m	$10^{0} = 1$ m
	décamètre	dam	10^{1} m
	hectomètre	hm	10^{2} m
	kilomètre	km	10^{3} m
Niveau cosmique	mégamètre	Mm	10^{6} m
	gigamètre	Gm	10^{9} m
	téramètre	Tm	10^{12} m

1.2. L'écriture scientifique

Pour écrire des nombres très grands ou très petits, on s'aidera **des puissances de 10**. L'écriture utilisée est **la notation scientifique**, c'est-à-dire :

Nombre décimal compris entre 1 et 10 tel que $1 \leq a < 10$ ⟵ $\boxed{a \times 10^n \text{ ou } a.10^n}$ ⟶ Entier positif ou négatif

Exercice d'application 1

En utilisant la notation scientifique, exprimer les longueurs suivantes en mètre.

a) $0,89.10^{-4}$ cm = …
b) 6,89 µm = …
c) 788 km = …
d) $0,54.10^{8}$ milliardième de hm = …
e) $98,4.10^{-3}$ mm = …
f) 24,3 millions de km = …
g) 0,03 Gm = …
h) $62,4.10^{3}$ dm = …
i) 354 millionième de pm = …

Corrigé

Conseils

N'hésitez pas à détailler, sur un brouillon, les différentes étapes de calculs.

a) $0,89.10^{-4}$ cm = $\underbrace{8,9.10^{-1} \times 10^{-4}}_{\text{Notation scientifique}}$ cm = $\underbrace{8,9.10^{-5}}_{\text{Pour } 10^{-1} \times 10^{-4}} \times \underbrace{10^{-2}}_{\text{Conversion de cm en m}}$ m = $\mathbf{8,9.10^{-7}}$ **m**.

b) 6,89 µm = $\mathbf{6,89.10^{-6}}$ **m**.
c) 788 km = $7,88 \times 10^{2} \times 10^{3}$ m = $\mathbf{7,88.10^{5}}$ **m**.
d) $0,54.10^{8}$ milliardième de hm = $\underbrace{5,4.10^{-1}}_{\text{Notation scientifique}} \times 10^{8} \times \underbrace{10^{-9}}_{\text{Pour milliardième}} \times \underbrace{10^{2}}_{\text{Conversion de hm en m}} = 5,4.10^{0}$ m = **5,4 m**.

e) $98,4.10^{-3}$ mm = $\mathbf{9,84.10^{-5}}$ **m**.
f) 24,3 millions de km = $\mathbf{2,43.10^{10}}$ **m**.
g) 0,03 Gm = $\mathbf{3,0.10^{7}}$ **m**.

h) $62{,}4.10^3$ dm = **$6{,}24.10^3$ m**.
i) 354 millionième de pm = **$3{,}54.10^{-16}$ m**.

1.3. La structure lacunaire de l'Univers

Que ce soit au niveau de l'atome ou au niveau cosmique, l'espace est essentiellement occupé par du **vide** : on dit alors que la matière a une **structure lacunaire**.

2. COMPARAISON DES LONGUEURS

Pour comparer des longueurs :
- Il faut exprimer toutes les longueurs à l'aide des **MÊMES** multiples ou sous-multiples.
- On peut également utiliser **l'ordre de grandeur** d'une valeur. Pour cela :
    - Ecrire la valeur considérée en écriture scientifique : $a.10^n$
    - Chercher la puissance de 10 la plus proche de la valeur ainsi écrite :
        - Si $0 \leq a < 5$: l'ordre de grandeur est égal à la puissance de 10.
        - Si $5 \leq a < 10$: l'ordre de grandeur est égal à 10 multiplié par la puissance de 10.
- Deux objets sont du même ordre de grandeur si le rapport de la longueur du plus grand sur la longueur du plus petit est inférieur à 10.

✍ Exercice d'application 2

1. Donner l'ordre de grandeur des nombres suivants :

a) 98
b) $6{,}9.10^4$
c) 0,032
d) $28{,}3.10^6$.

2. Classer par ordre croissant ces différentes longueurs et dire si les longueurs a) et b) sont du même ordre de grandeur.

a) 6900 m
b) 3,24 km
c) 42 000 mm
d) $24{,}4.10^8$ nm.

Corrigé

1.
a) $98 = 9{,}8.10^1$. Comme $9{,}8 > 5$; alors l'ordre de grandeur sera égal à :
$10 \times 10^1 = \mathbf{10^2}$.
b) $6{,}9.10^4$. Ordre de grandeur : $10 \times 10^4 = \mathbf{10^5}$.
c) $0{,}032 = 3{,}2.10^{-2}$. Ordre de grandeur : $\mathbf{10^{-2}}$
d) $28{,}3.10^6 = 2{,}83.10^7$. Ordre de grandeur : $\mathbf{10^7}$.

2. Afin de classer ces longueurs, on choisit d'exprimer toutes ces longueurs en mètre et de les écrire sous la forme de la notation scientifique.
a) 6900 m = $6{,}9.10^3$ m
b) 3,24 km = $3{,}24.10^3$ m
c) 42 000 mm = $4{,}2.10^1$ m
d) $24{,}4.10^8$ nm = $2{,}44.10^0$ m.
Par ordre croissant : d < c < b < a
Pour savoir si les longueurs a) et b) sont du même ordre de grandeur, il suffit de faire le rapport de la longueur a) sur la longueur b) :
$\dfrac{6{,}9.10^3}{3{,}24.10^3} = 2{,}1$; ce qui est inférieur à 10 donc ces 2 longueurs sont du même ordre de grandeur.

✍ Exercice d'application 3

Classer des longueurs cosmiques.

En utilisant les puissances de 10 et en utilisant la notation scientifique, exprimer en mètre les longueurs suivantes :
a) Rayon de la Terre : 65×10^2 km
b) Distance Terre-Soleil : 150 millions de km
c) Rayon de Jupiter : $0{,}7 \times 10^5$ km
d) Rayon du Soleil : 1,7 milliards de mm
e) Distance Terre-Lune : 380 mille km.

Corrigé

a) Rayon de la Terre : $6{,}5.10^6$ m
b) Distance Terre-Soleil : $1{,}50.10^{11}$ m
c) Rayon de Jupiter : $7{,}0.10^7$ m
d) Rayon du Soleil : $1{,}7.10^6$ m
e) Distance Terre-Lune : $3{,}80.10^8$ m.

✍ Exercice d'application 4

Calculer l'ordre de grandeur du rapport entre la masse de la Terre M_T et la masse de Lune M_L.
$M_T = 6{,}0.10^{27}$ g ; $M_L = 7{,}4.10^{19}$ t.

Corrigé

Avant de calculer le rapport demandé, il faut que ces deux données soient exprimées dans la même unité. On choisit l'unité légale le kg.

$M_T = 6{,}0.10^{24}$ kg (1 kg = 10^3 g).
$M_L = 7{,}4.10^{22}$ kg (1 t = 10^3 kg).

$$\frac{M_T}{M_L} = \frac{6{,}0.10^{24}}{7{,}4.10^{22}} = 8{,}1.10^1$$

On en déduit donc son ordre de grandeur : **10^2**.

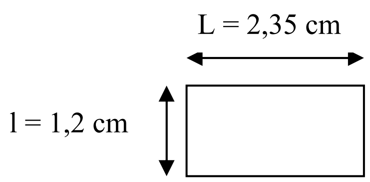
2
Mesurer et évaluer des longueurs

1. LES CHIFFRES SIGNIFICATIFS

En physique ou en chimie, on porte une attention toute particulière sur **l'écriture** des **données numériques** ou des **résultats**.

L'écriture du résultat d'un calcul ne doit pas comporter plus de chiffres significatifs que les données numériques qu'il utilise. Plus la précision de la mesure est grande, plus le résultat comporte de chiffres significatifs.

Exemples :
a) **21,0 cm** : 3 chiffres significatifs (le « zéro » après la virgule signifie que ce nombre est accessible à la mesure).
b) **0,38 cm** : 2 chiffres significatifs (le « zéro » avant la virgule n'est pas considéré comme chiffre significatif comme tous les zéros placés à gauche du premier chiffre non nul).
c) **$1{,}742.10^{-4}$ µm** : 4 chiffres significatifs.
d) Calcul de l'aire d'un rectangle



$\mathcal{A} = L \times l = 2{,}35 \times 1{,}2 = 2{,}8\ \text{cm}^2$
(Le résultat est donné avec 2 chiffres significatifs).

2. LA METHODE D'ECHANTILLONNAGE

C'est une méthode utilisée pour **mesurer l'épaisseur d'objets très minces**. Pour cela, on mesure l'épaisseur d'un grand nombre d'objets identiques.

✍ Exercice d'application 1

Pierre mesure l'épaisseur des 192 feuilles de son livre de physique et trouve 1,6 cm.

1. Quelle est l'expression littérale permettant à Pierre de déterminer l'épaisseur « e » d'une feuille de son livre ?
2. Préciser le nombre de chiffres significatifs que comporte chacune des données numériques.
3. En déduire le nombre de chiffres significatifs que devra comporter le résultat du calcul.
4. Calculer l'épaisseur d'une feuille du livre. Donner le résultat en µm.
5. Quel est le nom de la méthode utilisée ?

Corrigé

1. Expression littérale de l'épaisseur d'une feuille.
On note : e : épaisseur d'une feuille
E : épaisseur des 192 feuilles du livre
N : nombre de feuilles du livre.
On a donc :

$$\boxed{e = \frac{E}{N}}$$

2. Chiffres significatifs
Données : N = 192 feuilles ; 3 chiffres significatifs
E = 1,6 cm ; 2 chiffres significatifs.

3. Donc « e » sera exprimé avec **2 chiffres significatifs** (le résultat ne doit pas comporter plus de chiffres significatifs que les données numériques qu'il utilise).

4. Application numérique : $e = \frac{1,6}{192}$

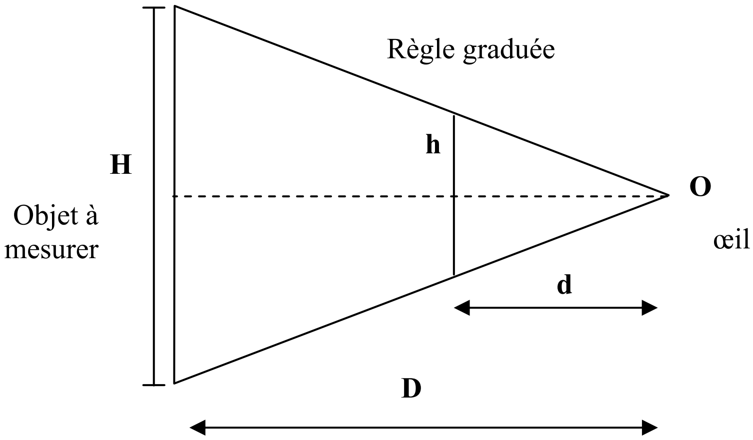
$$\mathbf{e = 8,3.10^{-3}\ cm = 83\ \mu m}$$

5. La méthode utilisée porte le nom de **méthode d'échantillonnage**.

3. MESURER DES GRANDES LONGUEURS

On utilise **la méthode de visée** : méthode où il faut aligner plusieurs objets avec son œil.

Schématisation géométrique de la méthode de visée



On applique le **théorème de THALES** afin de déterminer la hauteur H de l'objet.

On a alors : $\frac{H}{h} = \frac{D}{d}$. Soit :

$$\boxed{H = \frac{D \times h}{d}}$$

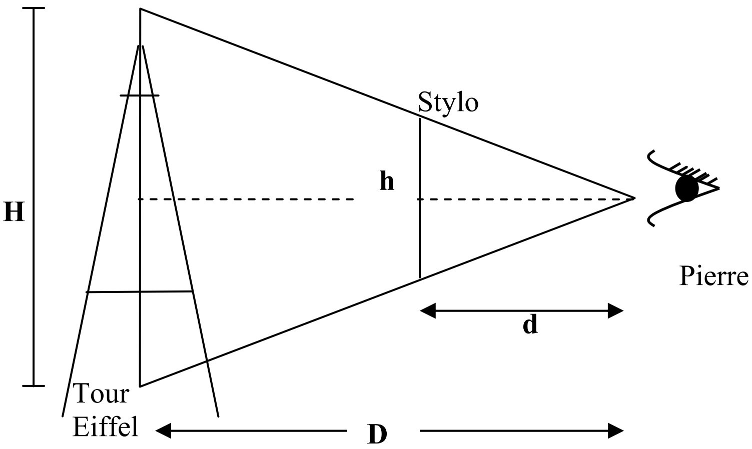
✍ Exercice d'application 2

Au cours d'une sortie en bateau sur la Seine, Pierre et Alexandre observent, au loin, la tour Eiffel. Ils décident de déterminer la distance qui les sépare de la tour. Pierre sort de sa poche un stylo, le mesure. Il trouve 15,2 cm. Il le place à la distance d = 38 cm de son œil de telle manière à masquer la tour.

a) Faire un schéma simplifié illustrant cette situation en représentant les rayons lumineux qui passent par les extrémités du stylo et arrivant à l'œil de Pierre.
b) Donner l'expression littérale de la distance D à laquelle Pierre se trouve de la tour Eiffel.
c) Calculer la distance D, sachant que la hauteur de la tour Eiffel est de 325 m. Faites attention aux chiffres significatifs.

Corrigé

a) Schéma de la situation
Conseils : Le schéma se fait au crayon de papier et n'oubliez pas de l'annoter.



b) Expression littérale de la distance séparant Pierre et la tour Eiffel.

On applique le théorème de Thalès et on obtient : $\frac{H}{h} = \frac{D}{d}$

Soit :

$$\boxed{H = \frac{D \times h}{d}}$$

c) Calcul de D

Données :	H = 325 m	(3 chiffres significatifs)
	D = 38 cm	(2 chiffres significatifs)
	h = 15,5 cm	(3 chiffres significatifs)
	D = ?	(D sera exprimé avec 2 chiffres significatifs).

Application numérique : $D = \frac{325 \times 38}{15,5}$

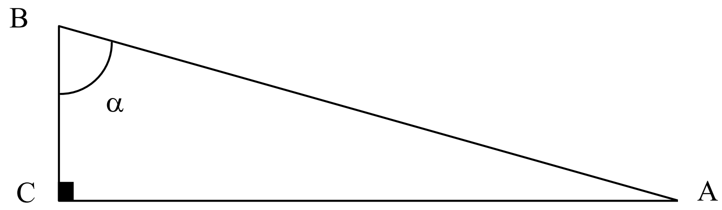
$$\mathbf{D = 8,0.10^2\ m}$$

4. MESURE D'UNE DISTANCE PAR TRIANGULATION

4.1. Définition

Cette méthode permet de déterminer **par trigonométrie** la distance d'un objet inaccessible. On mesure la direction de cet objet à partir de deux lieux d'observations différents.
Pour faciliter les calculs et pouvoir utiliser les calculs trigonométriques, il faut choisir très astucieusement les deux points de visée.

4.2. Schéma et calcul de distance



Connaissant l'angle α et la distance AB, on peut alors déterminer la distance AC en utilisant la trigonométrie.
On a donc : $\sin\alpha = \frac{AC}{AB}$
Soit :

$$\mathbf{AC = AB \times \sin \alpha}$$

4.3. Méthode de la parallaxe

La méthode de la parallaxe est une méthode de triangulation utilisée par les astronomes pour mesurer la distance entre la Terre et des étoiles proches.

✍ Exercice d'application 3

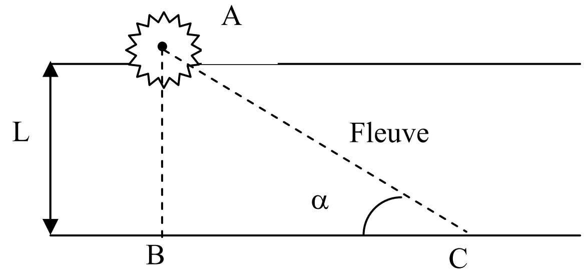
Un arbre se trouve de l'autre côté d'un fleuve. Pierre veut mesurer la largeur du fleuve. Il se place dans un premier temps, au bord du fleuve, juste en face de

l'arbre (noté A). Lorsque Pierre vise l'arbre, sa ligne de visée est donc perpendiculaire au bord du fleuve. On appellera l'emplacement où se trouve Pierre B.
Pierre se déplace ensuite de 35 pas le long du fleuve et s'arrête en C. Il mesure la longueur d'un de ses pas et trouve 80 cm. Lorsque Pierre regarde l'arbre du point B, sa ligne de visée fait un angle de 25° avec le bord.

1. Faire un schéma de la situation.
2. Calculer la distance BC.
3. Calculer la distance L correspondant à la largeur du fleuve.

Corrigé

1. Schéma de la situation



2. Calcul de la distance BC.
Sachant que Pierre a parcouru la distance BC en faisant 35 pas et que chacun de ses pas mesure 80 cm, on en déduit donc :
BC = 35 × 80
BC = $2{,}8.10^3$ cm

$$\mathbf{BC = 2{,}8.10^1\ m}$$

3. Calcul de la largeur L du fleuve.
On utilise la méthode de la triangulation. Le triangle ABC est rectangle en B.
Données : α = 25°
BC = $2{,}8.10^1$ m
AB = ?

On a donc : $\tan\alpha = \dfrac{AB}{BC}$

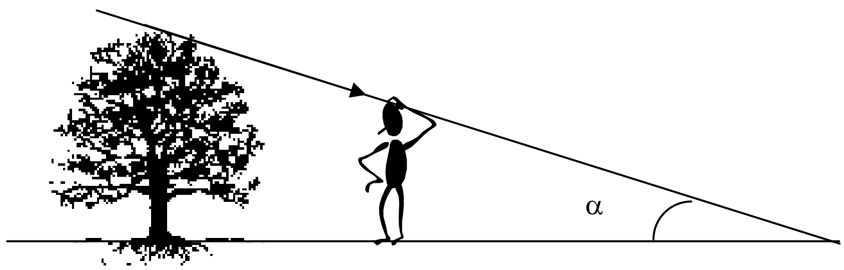
Soit : $AB = \tan\alpha \times BC$

Application numérique : AB = tan(25°) × $2{,}8.10^1$

$$\mathbf{AB = 13\ m}$$

✍ Exercice d'application 4

On considère la situation suivante, un jour d'été :

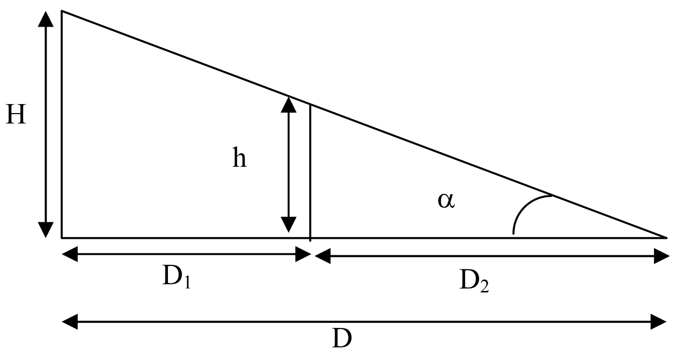


Isabelle, qui mesure 1,58 m s'est placée devant un superbe arbre de manière à ce que l'extrémité de son ombre atteigne juste l'extrémité de l'ombre de l'arbre. Isabelle se trouve alors à 3,55 m de la base de l'arbre et son ombre mesure 1,30 m.

1. Faire un schéma annoté et simplifié de la situation.
2. Calculer la hauteur H de l'arbre.
3. Déterminer l'angle α.

Corrigé

1. Schéma de la situation.



2. Calcul de la hauteur H de l'arbre

Données : H = ?
$D = D_1 + D_2 = 3,55 + 1,30 = 4,85$ m
$h = 1,58$ m
$D_2 = 1,30$ m.

On applique le théorème de Thalès et on obtient : $\frac{H}{h} = \frac{D}{D_2}$. Soit :

$$H = \frac{D \times h}{D_2}$$

Application numérique : $H = \frac{4,85 \times 1,58}{1,30}$

$$\mathbf{H = 5,89\ m}$$

3. Calcul de l'angle α
On utilise la trigonométrie.
Données : $\alpha = ?$
$D = 4,85$ m
$H = 5,89$ m

On a ici : $\tan\alpha = \frac{H}{D}$

Application numérique : $\tan\alpha = \frac{5,89}{4,85} = 1,21$

$$\alpha = \tan^{-1}(1,21) = \mathbf{50,5°}$$