

# Grandeurs et mesures

« L'enfer c'est de se lever tous les matins et te demander pourquoi t'es là! »

Marv, *Sin City*, 2005.

## Introduction

La mesure, ou, plus rigoureusement, le mesurage, est une opération qui associe une qualité donnée d'un phénomène à un nombre — la mesure — et à une unité conventionnelle appropriée à cette qualité, par une série d'opérations que définit la méthode expérimentale. Cette opération fait partie des fondements de la démarche scientifique.

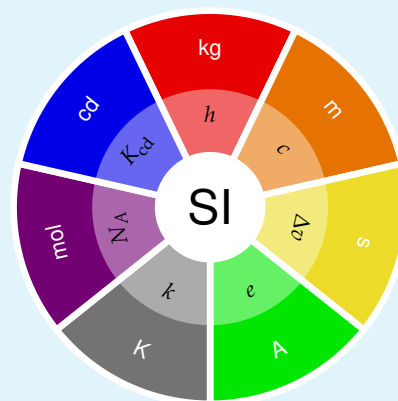
Par ailleurs, avec l'augmentation de l'activité scientifique, au XVII<sup>e</sup> siècle, semble apparaître la possibilité d'une « mesure universelle » (selon l'expression du Britannique John Wilkins) ou d'un « *metro cattolico* » (selon celle de l'Italien Tito Livio Burattini), d'où vient le mot actuel mètre, basés sur un phénomène naturel plutôt que sur un décret royal et utilisant le système décimal plutôt que l'une des autres bases de subdivisions, souvent duodécimales (système de numération qui utilise douze comme base), qui coexistent à l'époque.

Au sens physique, une mesure est la détermination d'une dimension en rapport avec un étalon. L'histoire de la mesure remonte aux premières civilisations dans lesquelles de tels étalons sont avérés. Elle se poursuit avec l'usage de nouvelles mesures pour des raisons aussi bien économiques, administratives, juridiques que techniques et scientifiques. Les unités de mesure traditionnelles sont pour la plupart définies localement ou régionalement. Le système métrique introduit au tournant des XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles deviendra le Système international d'unités (SI).



Mètre étalon (l'un des seize réalisés par Chalgrin entre 1796 et 1797) situé au 36, rue de Vaugirard à Paris

Le Système international d'unités (SI) est composé de sept unités de base adoptées au niveau international par la Conférence générale des poids et mesures (CGPM). Sept unités que l'on retrouve dans tous les aspects de notre quotidien et à plus forte raison dans l'industrie. Pouvoir s'appuyer sur des mesures toujours plus pointues est indispensable pour innover, déployer des processus industriels, établir des diagnostics médicaux, partir à la conquête de l'espace... Ainsi, depuis deux siècles, les métrologues contribuent à l'amélioration constante des unités de mesure.



Il n'est pas officiellement utilisé aux États-Unis, au Liberia et en Birmanie. Il s'agit d'un système décimal (on passe d'une unité à ses multiples ou sous-multiples à l'aide de puissances de 10) sauf pour la mesure du temps et des angles.

La présence d'une unité de mesure n'est pas nécessaire, au sens strict, pour exprimer une grandeur physique. Ainsi, si la masse et la longueur sont des grandeurs qui s'expriment respectivement en kilogrammes et en mètres (ou en multiples ou sous-multiples de ces unités de base), par contre l'indice de réfraction d'un milieu conducteur de la lumière s'exprime à l'aide d'un nombre sans unité, du fait qu'il est défini comme quotient de deux grandeurs exprimées avec la même unité ; il en est de même pour les lignes trigonométriques usuelles (sinus, cosinus, tangente) d'un angle aigu dans un triangle rectangle. On parle dans ces cas de grandeur sans dimension.



## Auto-évaluation diagnostique

coucou@coquillagesetpoincare.fr  
pour toute(s) question(s) / remarque(s).



1 La distance entre Paris et Lille se mesure en...

- a kilomètres                       b centimètres                       c mètres

2 L'aire d'un terrain de foot se mesure en...

- a mètres carrés                       b mètres                       c hectares

3 Le volume d'une piscine se mesure en...

- a mètres cubes                       b mètres                       c mètres carrés

4 L'épaisseur d'un carton se mesure en...

- a millimètres                       b centimètres                       c nanomètres

5 1 hectomètre est égal à

- a 10 mètres.                       b 100 mètres.                       c 1000 mètres.

6 1 décamètre carré est égal à

- a 10 mètres carrés.                       b 100 mètres carrés.                       c 1000 mètres carrés.

7 1 L =

- a  $1 \text{ m}^3$                        b  $1 \text{ cm}^3$                        c  $1 \text{ dm}^3$

8 1 mL =

- a  $1 \text{ cm}^3$                        b  $1 \text{ mm}^3$                        c  $1 \text{ dm}^3$

9 Quelle est la durée d'un film commençant à 13 h 53 min et terminant à 15 h 27 min ?

- a 2 h 24 min                       b 1 h 34 min                       c 1 h 24 min

10 Si  $d$  correspond à une distance parcourue durant un temps  $t$  de parcours, alors la vitesse moyenne du parcours  $v$  a pour formule

- a  $v = d \times t$                        b  $v = \frac{d}{t}$                        c  $v = \frac{t}{d}$

11  $132 \text{ km/h} \simeq$

- a  $36,67 \text{ m/s}$                        b  $1,32 \text{ m/s}$                        c  $65 \text{ m/s}$



Voir solutions p. ??



## 1. Quelques définitions

### ■ DÉFINITION : **Grandeur**

On appelle **grandeur physique** (ou simplement **grandeur**) toute propriété de la science de la nature qui peut être mesurée ou calculée, et dont les différentes valeurs possibles s'expriment à l'aide d'un nombre réel quelconque ou d'un nombre complexe, souvent accompagné d'une unité de mesure.

#### Exemple

Exemples de grandeurs :

- Longueur (L, mètre [m])
- Temps (T, seconde [s])
- Masse (m, kilogramme [kg])
- Température (kelvin [K])

**REMARQUE** : La **métrologie** est la science de la mesure. Elle définit les principes et les méthodes permettant de garantir et maintenir la confiance envers les mesures résultant des processus de mesure. Il s'agit d'une science transversale qui s'applique dans tous les domaines où des mesures quantitatives sont effectuées.

### ■ DÉFINITION : **Étalon**

Un **étalon** est une réalisation de la définition d'une grandeur donnée, avec une valeur déterminée et une incertitude de mesure associée, utilisée comme référence<sup>a</sup>.

a. Vocabulaire international de métrologie — Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)

#### Exemple

Depuis le 20 mai 2019, un kilogramme pèse toujours un kilogramme, mais celui-ci n'est plus défini par rapport à un prototype matériel pesant par définition exactement un kilogramme, mais par rapport à la valeur exacte désormais fixée de la constante de Planck (h).

### ■ DÉFINITION : **Unité de mesure**

En physique et en métrologie, une **unité de mesure** est un étalon nécessaire pour la mesure d'une grandeur physique.

#### Exemple

Exemples de grandeurs et leurs unités de mesure :

- Longueur (L, mètre [m])
- Temps (T, seconde [s])
- Masse (m, kilogramme [kg])
- Température (kelvin [K])

### ■ DÉFINITION : **Mesure**

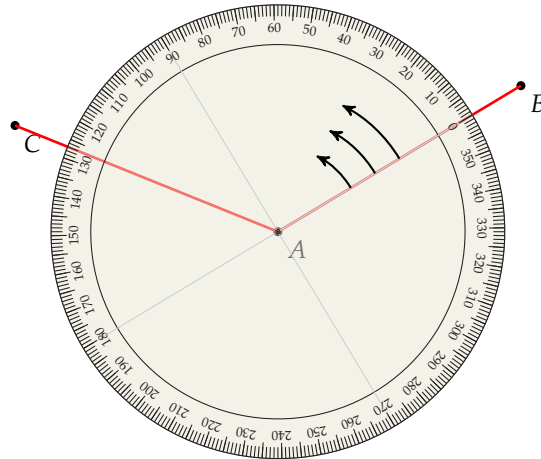
La **mesure physique** est l'action de déterminer la ou les valeurs d'une grandeur (longueur, capacité, etc.), par comparaison avec une grandeur constante de même espèce prise comme terme de référence (étalon ou unité).

Selon la définition canonique :

*« Mesurer une grandeur, c'est la comparer à une autre grandeur de même espèce prise comme unité. »*

**Exemple**

On mesure les angles à l'aide d'un rapporteur. Ici, la mesure de l'angle  $\widehat{BAC}$  est  $127^\circ$ .

**DÉFINITION : Analyse dimensionnelle**

L'**analyse dimensionnelle** est une méthode pratique permettant de vérifier l'homogénéité d'une formule physique à travers ses équations aux dimensions, c'est-à-dire la décomposition des grandeurs physiques qu'elle met en jeu en un produit de grandeurs de base : longueur, durée, masse, intensité électrique, etc., irréductibles les unes aux autres.

**Exemple**

On dit que « la dimension d'une vitesse est une longueur divisée par une durée » ou que « la vitesse est homogène à une longueur divisée par une durée ». L'équation aux dimensions le note de manière abrégée :

- Dimension de la vitesse
- $$\text{dim } V = \frac{L}{T}$$
- Dimension de la distance
  - Dimension du temps

**DÉFINITION : Grandeur sans dimension**

Une **grandeur sans dimension** (ou **grandeur adimensionnelle**) est une grandeur physique dont l'analyse dimensionnelle aboutit à un produit où tous les exposants des grandeurs de base sont nuls.

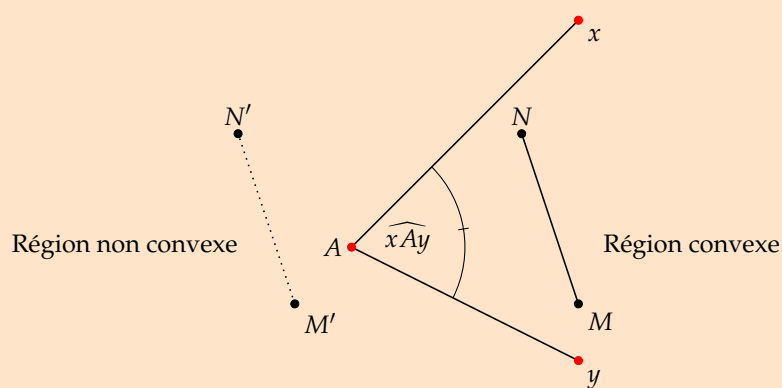


## 2. Grandeurs usuelles

### A. Secteur angulaire et angle

#### ■ DÉFINITION : Secteur angulaire et angle

- Dans le plan, deux demi-droites de même origine délimitent deux régions, appelées **secteurs angulaires**.
- Deux demi-droites de même sommet  $[Ax)$  et  $[Ay)$  définissent deux régions dans le plan. Une seule des deux est convexe (c'est-à-dire que si  $M$  et  $N$  sont deux points de cette région, le segment  $[MN]$  y est entièrement contenu). On l'appelle **angle** des demi-droites  $[Ax)$  et  $[Ay)$ , et on le note  $\widehat{xAy}$ .

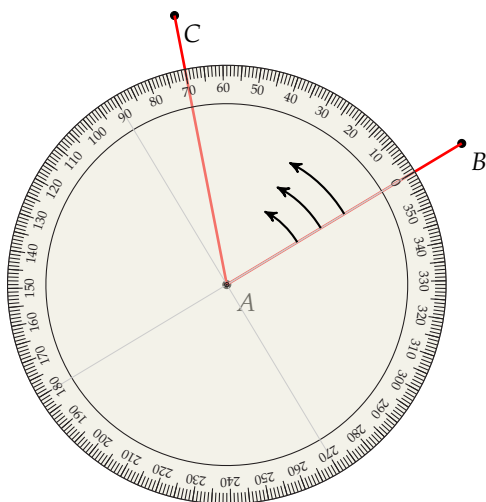


Pour mesurer les angles, l'unité de mesure est **le degré**.

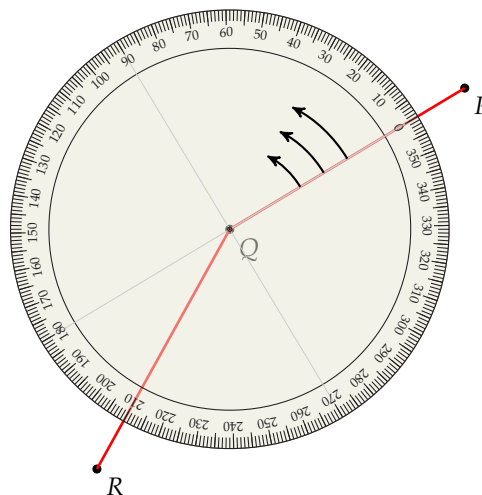
L'unité internationale de mesure des angles est cependant le radian, défini comme le rapport entre la longueur de l'arc intercepté et le rayon du cercle. Le tour complet correspond donc à  $2\pi$  radians.

#### Exemple

La mesure de l'angle  $\widehat{BAC}$  est  $70^\circ$ .

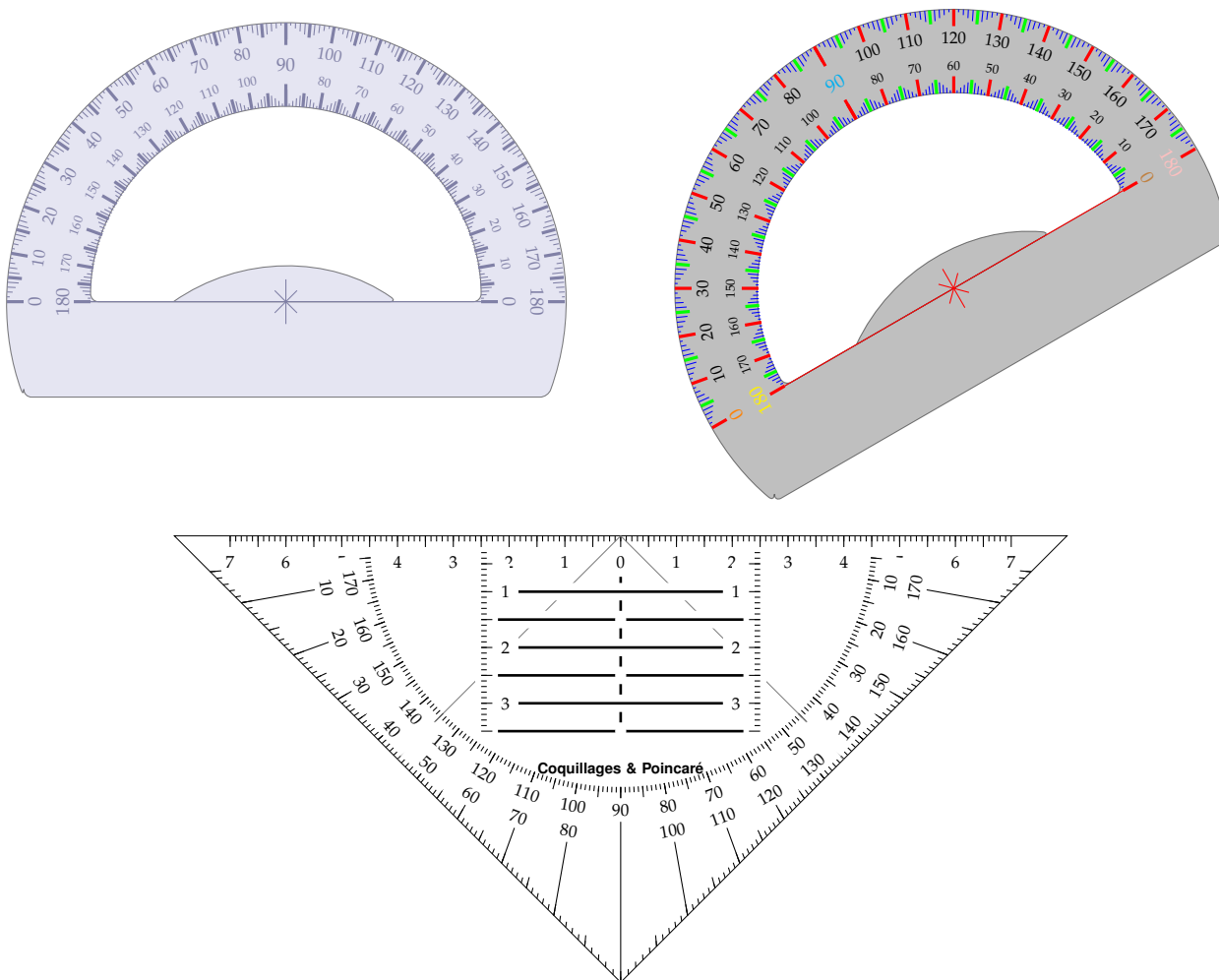


La mesure de l'angle  $\widehat{PQR}$  est  $210^\circ$ .

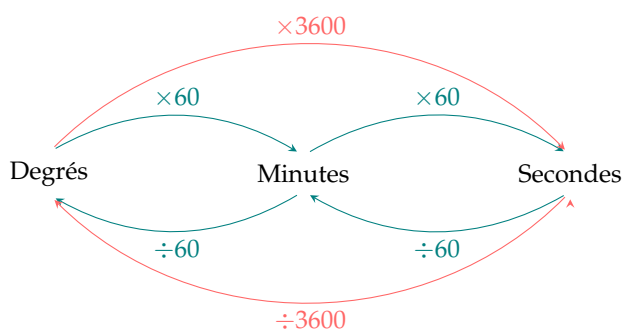


**REMARQUE :** Le mot angle dérive du latin *angulus*, mot qui signifie « le coin ».

**ATTENTION :** Les rapporteurs utilisés par les élèves sont la plupart du temps gradués en degrés, mais il existe plusieurs variantes : certains ont une double graduation (en degrés et en radians, ou en degrés et en grades), certains forment un disque complet alors que d'autres ne sont que des demi-disques.



On passe d'une unité à son prochain multiple ou sous-multiple respectivement à l'aide d'une multiplication par 60 ou d'une division par 60, comme le montre l'illustration ci-dessous :



**MÉTHODE 1 Convertir des degrés, minutes, secondes (DMS) en décimal**

Les degrés peuvent être exprimés en minutes et secondes ou sous forme décimale. Un degré équivaut à 60 minutes ou 3 600 secondes.

Pour convertir des degrés en forme décimale, recherchez la valeur décimale des degrés pour les minutes et les secondes, puis ajoutez-les aux degrés.

**1) Première étape : convertir des minutes en degrés décimaux**

Les minutes sont exprimées à l'aide du symbole prime ('). Les minutes peuvent être converties sous forme décimale en les divisant par 60, puisqu'il y a 60 minutes dans un degré.

$$\text{décimal} = \text{minutes} \div 60$$

**2) Deuxième étape : convertir des secondes en degrés décimaux**

Les secondes sont exprimées à l'aide du symbole double prime ("). Les secondes peuvent être converties sous forme décimale en les divisant par 3 600, puisqu'il y a 3 600 secondes dans un degré.

$$\text{décimal} = \text{secondes} \div 3\,600$$

**3) Troisième étape : ajouter des degrés, des minutes et des secondes**

Une fois que les minutes et les secondes ont été converties en degrés, la dernière étape pour convertir en décimal consiste à les ajouter aux degrés entiers. Ainsi, la valeur décimale est égale aux degrés entiers plus les minutes converties plus les secondes converties.

**4) En résumé, la formule pour convertir DMS en décimal est :**

$$\text{décimal} = \text{degrés} + (\text{minutes} \div 60) + (\text{secondes} \div 3\,600)$$

**Exemple**

Par exemple, convertissons  $60^\circ 35' 15''$  sous forme décimale.

1)  $\text{décimal} = 60 + (35' \div 60) + (15'' \div 3\,600)$

2)  $\text{décimal} = 60 + 0,583333 + 0,004167$

3)  $\text{décimal} = 60,5875^\circ$

Ainsi,  $60^\circ 35' 15''$  est égal à  $60,5875^\circ$ .



## MÉTHODE 2 Convertir des degrés décimaux en degrés, minutes, secondes (DMS)

### 1) Première étape : isoler les degrés

Étant donné que les minutes et les secondes sont utilisées pour exprimer la mesure d'un angle inférieur à un degré, commencez par isoler le nombre à gauche de la virgule. C'est une valeur entière en degré.

### 2) Deuxième étape : trouver les minutes

Le reste de l'angle inférieur à un degré peut être converti en minutes et en secondes. Multipliez cette valeur décimale par 60 pour trouver le nombre de minutes.

$$\text{minutes} = \text{décimale restante} \times 60$$

Ce nombre résultant est les minutes et les secondes. Le nombre entier à gauche de la virgule est le nombre de minutes. Le reste est le nombre de minutes partielles, qui doivent être converties en secondes.

### 3) Troisième étape : trouver des secondes

Multipliez à nouveau la valeur décimale restante par 60 pour trouver le nombre de secondes.

$$\text{secondes} = \text{nombre décimal restant} \times 60$$

### 4) Quatrième étape : réécrivez la décimale en degrés, minutes et secondes

Enfin, exprimez les degrés, minutes et secondes entiers avec leurs symboles respectifs  $D^\circ$   $M'$   $S''$

#### Exemple

Par exemple, convertissons  $47,31^\circ$  en degrés, minutes et secondes.

#### 1) Trouvons les « degrés entiers » :

$$47,31^\circ = 47^\circ + 0,31^\circ$$

$$\text{degrés} = 47^\circ$$

#### 2) Trouvons les minutes :

$$\text{minutes} = 0,31^\circ \times 60 = 18,6'$$

$$\text{minutes} = 18' + 0,6'$$

$$\text{minutes} = 18'$$

#### 3) Trouvons les secondes :

$$\text{secondes} = 0,6' \times 60$$

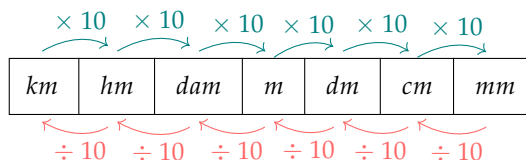
$$\text{secondes} = 36''$$

Ainsi,  $47,31^\circ$  est égal à  $47^\circ 18' 36''$ .

## B. Longueurs

Pour mesurer les longueurs, l'unité de mesure du Système International est **le mètre**.

On passe d'une unité à son prochain multiple ou sous-multiple respectivement à l'aide d'une multiplication par 10 ou d'une division par 10, comme le montre l'illustration ci-dessous :



**NOTATION :** Il est important d'avoir en tête les préfixes suivants et leurs correspondances avec les puissances de 10.

Préfixe	kilo-	hecto-	déca-	déci-	centi-	milli-
Exemple	km	hm	dam	dm	cm	mm
Puissance	$10^3$	$10^2$	$10^1$	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$

**REMARQUE :** Un moyen mnémotechnique pour retenir « la place de certains préfixes » :

- Pour les préfixes « plus petit que le mètre », on ferme la bouche (comme pour dire « petit ») et ils terminent tous par « i » (on ferme la bouche pour cette voyelle) : déci*i*, cent*i* et milli*i*.
- Pour ceux « plus grand que le mètre », on ouvre la bouche (pour dire « grand ») et ils terminent tous par « o » ou « a » (on ouvre la bouche pour ces voyelles) : kilo*o*, hecto*o* et déca*a*.

### Exemple

Dans le tableau ci-dessous, on peut lire 1,25 dam ou bien 125 dm ou encore 0,0125 km.

km	hm	dam	m	dm	cm	mm
		1,	2	5		
		1	2	5		
0,	0	1	2	5		

**ATTENTION :** On parle parfois de « déplacer la virgule à gauche ou à droite ». Il est tout de même conseillé de bien faire attention aux termes employés. Il y a bien une opération mathématique derrière ce déplacement de virgule. Déplacer une virgule n'est pas une opération mathématique !

### PÉDAGOGIE 1 C'est quoi exactement ?

Il peut être intéressant d'avoir une idée approximative des unités de mesure afin que les élèves puissent mieux se les représenter.

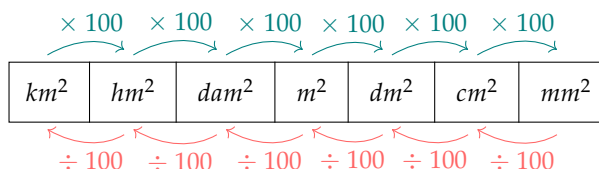
#### Heuristique

- 1 km équivaut à une petite randonnée.
- 1 hm équivaut à la longueur d'un terrain de football.
- 1 dam équivaut à un immeuble de 3 étages.
- 1 m équivaut à un grand pas.
- 1 dm équivaut à la longueur d'un crayon.
- 1 cm équivaut à la largeur d'un crayon.
- 1 mm équivaut à la largeur de la mine d'un crayon.

## C. Aires

Pour mesurer les surfaces, l'unité de mesure du Système International est **le mètre carré**.

On passe d'une unité à son prochain multiple ou sous-multiple respectivement à l'aide d'une multiplication par 100 ou d'une division par 100, comme le montre l'illustration ci-dessous :



**REMARQUE :** Il faut imaginer que dans chaque colonne représentant une unité, il y a en fait deux colonnes...

### Exemple

Dans le tableau ci-dessous, on peut lire 1,25 dam<sup>2</sup> ou bien 125 dm<sup>2</sup> ou encore 0,000125 km<sup>2</sup>.

km <sup>2</sup>		hm <sup>2</sup>		dam <sup>2</sup>		m <sup>2</sup>		dm <sup>2</sup>		cm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	
				1	2	5							
				1	2	5							
0,	0	0	0	1	2	5							

**REMARQUE :** Il existe parfois une autre unité de mesure d'une surface : **l'are**.

On trouve principalement l'are et **l'hectare**.

- 1 are = 100 m<sup>2</sup>.
- 1 hectare = 10 000 m<sup>2</sup>.

km <sup>2</sup>		hm <sup>2</sup>		dam <sup>2</sup>		m <sup>2</sup>		dm <sup>2</sup>		cm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	
			ha		a								
		1		0	0	0	0						
					1	0	0						

### PÉDAGOGIE 2 C'est quoi exactement ?

Par exemple, il faut déjà avoir en tête qu'un centimètre carré n'est rien d'autre qu'un carré qui mesure un centimètre de côté.

À partir de là, il est possible, à partir des correspondances sur les longueurs, d'avoir des correspondances intéressantes sur les surfaces.

Donnons quelques exemples.

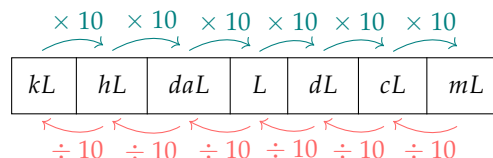
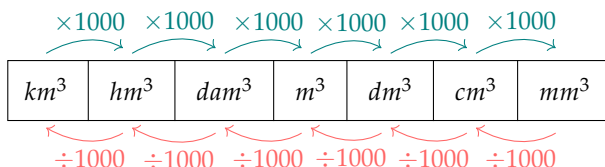
#### Heuristique

- 1 hm<sup>2</sup> équivaut à la surface d'un terrain de football.
- 1 m<sup>2</sup> équivaut à la surface d'une porte.
- 1 cm<sup>2</sup> équivaut à la surface d'un carreau d'une feuille de papier à grands carreaux.

## D. Volumes et capacités

**ATTENTION :** La capacité mesure des volumes. Seule l'unité utilisée la distingue du volume!

- Un volume est mesuré en mètre cube :  $m^3$ ,  $dm^3$ ,  $cm^3$ ,  $mm^3$ , ... Pour passer d'une unité à l'autre, le rapport est de 1000 (les mesures sont au cube).
- Une capacité est mesurée en litre : L, dL, cL, mL, ... Pour passer d'une unité à l'autre le rapport est de 10.



**REMARQUE :**

- Il n'y a aucune difficulté pour la capacité (donc mesurée en L), le passage d'une unité à l'autre s'effectue exactement comme pour les longueurs.
- Pour les volumes, il faut imaginer que dans chaque colonne représentant une unité, il y a en fait trois colonnes...

### Exemple

- Dans le tableau ci-dessous, on peut lire 1,25  $dam^3$  ou bien 1250  $m^3$  ou encore 1250000000  $cm^3$ .

$km^3$	$hm^3$	$dam^3$	$m^3$	$dm^3$	$cm^3$	$mm^3$
			1, 2 5			
			1 2 5 0			
			1 2 5 0	0 0 0	0 0 0	

- Dans le tableau ci-dessous, on peut lire 1,25 daL ou bien 125 dL ou encore 0,0125 kL.

hL	daL	L	dL	cL	mL
		1, 2 5			
		1 2 5			
0,	0	1 2 5			

**REMARQUE :** Il existe tout de même une correspondance entre ces deux unités.

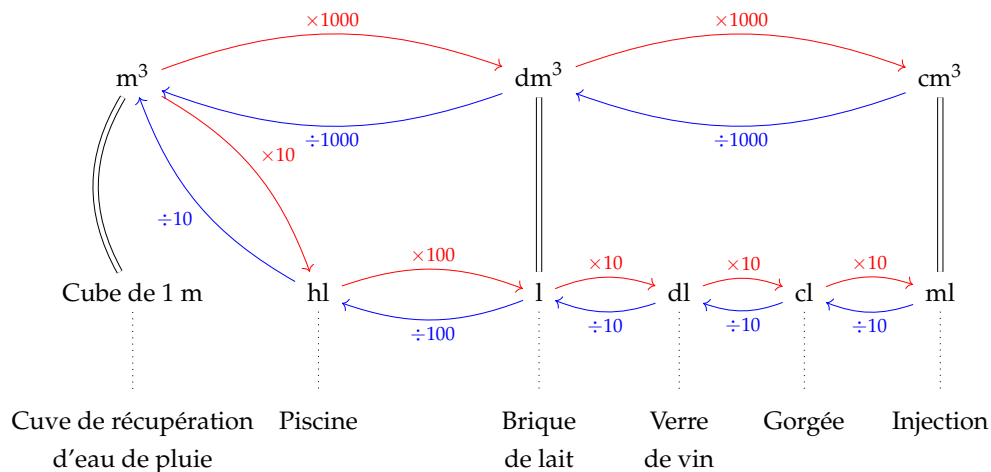
- 1 L = 1  $dm^3$ .
- 1 mL = 1  $cm^3$ .

$km^3$	$hm^3$	$dam^3$	$m^3$	$dm^3$			$cm^3$			$mm^3$
				hL	daL	L	dL	cL	mL	
						1				
									1	

## PÉDAGOGIE 3 Quelques correspondances intéressantes

Il arrive parfois que certaines unités de volume et de capacité ne soient pas très utilisées... Le diagramme ci-dessous donne les unités de volume et de capacité les plus utilisées, ainsi que leur lien et quelques correspondances avec des « objets concrets ».

### Heuristique

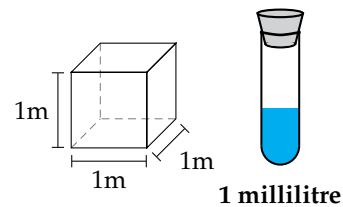


## PÉDAGOGIE 4 Quelques correspondances intéressantes II

On peut avoir un peu de mal à se rappeler les égalités  $1 L = 1 dm^3$  et  $1 mL = 1 cm^3$ ...

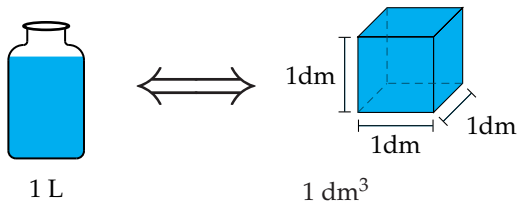
### Heuristique

Il faut déjà avoir en tête qu'un mètre cube n'est rien d'autre qu'un cube qui mesure un mètre de côté et qu'un millilitre correspond approximativement au fond d'un tube à essai.

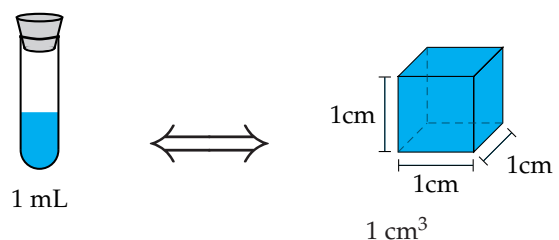


### 1 mètre cube

À partir de là, on ne peut plus se tromper! En effet, comme  $1 dm^3$  est un cube qui mesure un décimètre de côté (ou plus intuitivement 10 centimètre de côté), à votre avis, quelle quantité d'eau peut-on faire rentrer dans un cube de 10 centimètre de côté? Et oui, 1 L pile poil!



Puis, comme le fond d'un tube à essai correspond approximativement à 1 millilitre, à votre avis, dans quel cube peut-il parfaitement rentrer? Et oui, un cube de 1 centimètre de côté.



**PÉDAGOGIE 5 Représentation sous forme de cubes**

Une représentation intéressante du passage d'une unité à son prochain multiple ou sous-multiple est la représentation avec des cubes.

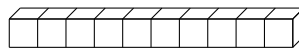
**Heuristique**

Imaginons que vous possédiez plusieurs cubes de 1 cm de côté.



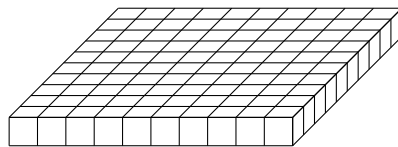
Vous avez donc plusieurs fois  $1 \text{ cm}^3$ .

Vous décidez de faire une ligne de 10 cubes comme suit



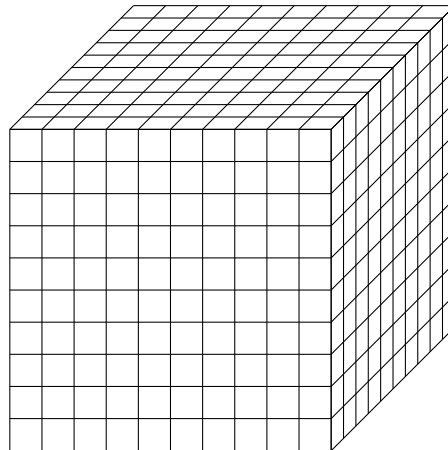
Vous avez donc une ligne qui correspond à  $10 \times 1 \text{ cm}^3$ , donc  $10 \text{ cm}^3$ .

Puis vous décidez d'aligner 10 lignes de 10 cubes comme suit



Vous avez donc une plaque qui correspond à  $10 \times 10 \times 1 \text{ cm}^3$ , donc  $100 \text{ cm}^3$ .

Puis vous décidez d'empiler 10 plaques de 100 cubes comme suit



Vous avez donc un cube qui correspond à  $10 \times 100 \times 1 \text{ cm}^3$ , donc  $1000 \text{ cm}^3$ .

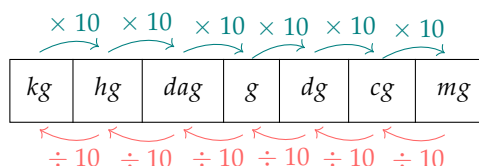
Bravo! Vous venez d'obtenir  $1 \text{ dm}^3$ .

C'est une manière ludique, basée sur la manipulation, qui permet de rendre compte de la différence d'échelle entre les unités séparant les volumes.

## E. Masses

Pour mesurer les masses, l'unité de mesure du Système International est **le kilogramme**.

On passe d'une unité à son prochain multiple ou sous-multiple respectivement à l'aide d'une multiplication par 10 ou d'une division par 10, comme le montre l'illustration ci-dessous :



**REMARQUE :** Il n'y a aucune difficulté pour les masses, le passage d'une unité à l'autre s'effectue exactement comme pour les longueurs.

**REMARQUE :** Il existe également une unité de mesure de masse : **la tonne**.  $1 \text{ t} = 1\,000 \text{ kg}$ .

**ATTENTION :** À tort, on a tendance à croire que plus un objet est volumineux, plus sa masse est grande, mais ce n'est pas toujours le cas. Pour comparer la masse de différentes substances ayant le même volume, il faut savoir de quelles substances il s'agit.

**PRENONS DE LA HAUTEUR :** Il y a une différence entre « poids » et « masse » d'un objet.

La masse d'un objet correspond à sa quantité de matière. Celle-ci est fixe peu importe sur quel astre l'objet se situe. Concernant le poids, il faut tenir compte de l'intensité du champ gravitationnel de l'astre sur lequel l'objet se situe.

Si la masse et le poids sont deux grandeurs différentes, elles sont reliées par une expression simple :  $\text{poids} = \text{masse} \times g$ , où  $g$  représente l'intensité de la pesanteur dont la valeur dépend de l'endroit où l'on se trouve.

### Exemple

Dans le tableau ci-dessous, on peut lire 1,25 dg ou bien 125 mg ou encore 0,0125 dag.

kg	hg	dag	g	dg	cg	mg
				1,	2	5
				1	2	5
		0,	0	1	2	5

### PÉDAGOGIE 6 C'est quoi exactement ?

Il peut être intéressant d'avoir une idée approximative des unités de mesure de masse afin que les élèves puissent mieux se les représenter.

#### Heuristique

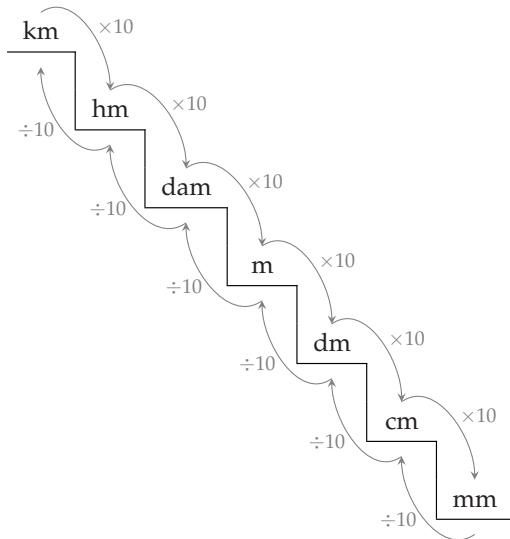
- 1 kg équivaut à la masse d'une brique de lait.
- 1 dag équivaut à la masse d'un biscuit.
- 1 tonne équivaut à la masse d'une voiture de type citadine.



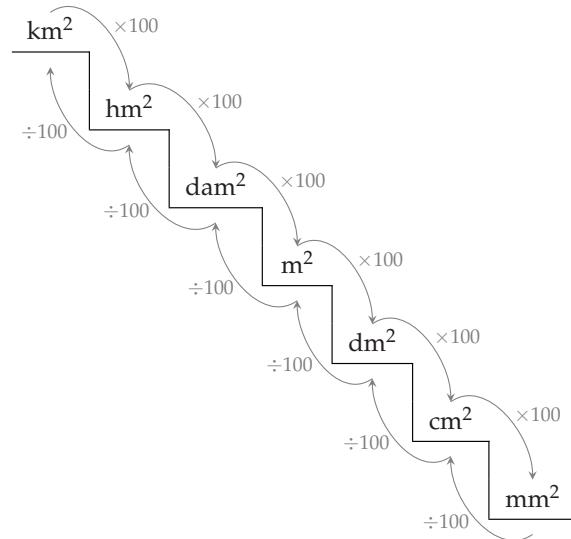
## PÉDAGOGIE 7 Représentation sous la forme d'un escalier

Il existe une autre représentation du système de conversion des unités.

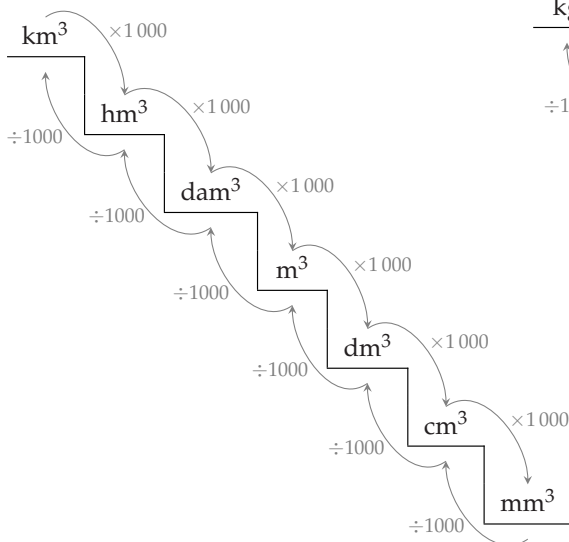
### Heuristique



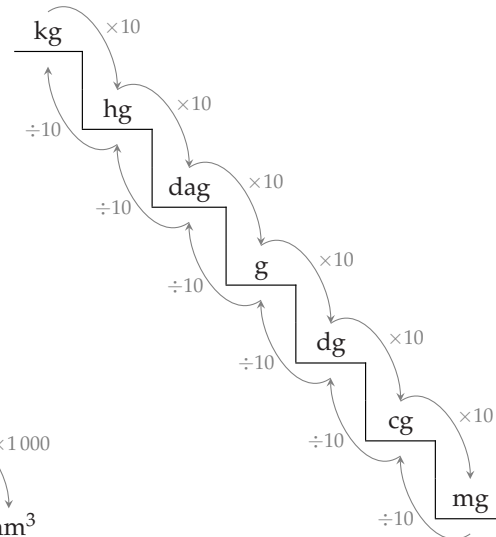
Escalier des longueurs



Escalier des surfaces



Escalier des volumes



Escalier des masses



## F. Durées

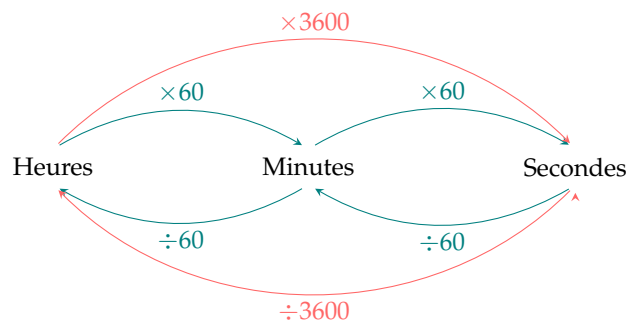
### ■ DÉFINITION

La **durée** est le temps écoulé entre deux événements.

**REMARQUE :** Le temps (du latin *tempus*) est une notion fondamentale de la nature dans son sens de *temps qui passe*.

Pour mesurer les durées, l'unité de mesure du Système International est **la seconde**.

On passe d'une unité à son prochain multiple ou sous-multiple respectivement à l'aide d'une multiplication par 60 ou d'une division par 60, comme le montre l'illustration ci-dessous :



**REMARQUE :** Pour convertir des « heures décimales » en Heures, Minutes, Secondes (HMS), ou inversement, on procède exactement comme pour les angles.

Voir *Convertir des degrés, minutes, secondes (DMS) en décimal*1, page 8, et *Convertir des degrés décimaux en degrés, minutes, secondes (DMS)*2, page 9.

### Exemple

- Par exemple, convertissons 15 h 35 min 15 s sous forme décimale.

- décimal =  $15 + (35 \text{ min} \div 60) + (15 \text{ s} \div 3\,600)$
- décimal =  $15 + 0,583333 + 0,004167$
- décimal = 15,5875 h

Ainsi, 15 h 35 min 15 s est égal à 15,5875 heures.

- Par exemple, convertissons 7,31 h en heures, minutes et secondes.

- Trouvons les « heures entières » :  
 $7,31 \text{ heures} = 7 \text{ heures} + 0,31 \text{ heures}$   
heures = 7 h
- Trouvons les minutes :  
minutes =  $0,31 \text{ h} \times 60 = 18,6 \text{ min}$   
minutes = 18 min + 0,6 min  
minutes = 18 min
- Trouvons les secondes :  
secondes =  $0,6 \text{ min} \times 60$   
secondes = 36 s

Ainsi, 7,31 h est égal à 7 h 18 min 36 s.

## G. Vitesses

### ■ DÉFINITION

La **vitesse** est une grandeur qui mesure le rapport d'une évolution au temps.

#### Exemple

- vitesse de sédimentation
  - vitesse d'une réaction chimique
  - etc.
- De manière élémentaire, la vitesse s'obtient par la division d'une mesure d'une variation (de longueur, poids, volume, etc.) durant un certain temps par la mesure de ce temps écoulé.

L'une des vitesses que l'on étudie assez souvent, est la vitesse dite *cinématique*. La vitesse cinématique est une grandeur qui mesure pour un mouvement, le rapport de la distance parcourue au temps écoulé.

$$\text{vitesse moyenne du parcours} = \frac{\text{distance parcourue}}{\text{temps de parcours}}$$

L'unité internationale de la vitesse cinématique est le mètre par seconde ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  ou  $\text{m/s}$ ). Pour les véhicules automobiles, on utilise aussi fréquemment le kilomètre par heure ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  ou  $\text{km/h}$ ).

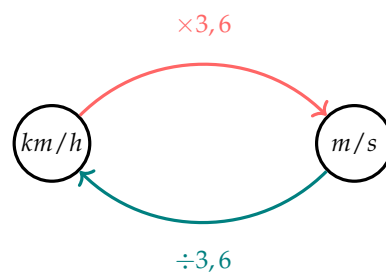
#### REMARQUE :

- Le système anglo-saxon utilise le mille par heure (mile per hour, mph).
- Dans la marine, on utilise le nœud, qui vaut un mille marin par heure, soit  $0,5144 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .
- En aviation, on utilise aussi le nœud, mais on utilise parfois le nombre de Mach, Mach 1 étant la vitesse du son (qui varie en fonction de la température).

#### NOTATION :

- Vitesse (général. en  $\text{m/s}$  ou  $\text{km/h}$ )
  - Distance (général. en  $\text{m}$  ou  $\text{km}$ )
  - Temps (général. en  $\text{s}$  ou  $\text{h}$ )
- 

### MÉTHODE 3 Conversion $\text{m/s} \leftrightarrow \text{km/h}$







## À la fin de ce chapitre, je dois être capable de :

- ▶ Connaître le vocabulaire de la mesure de grandeurs.
- ▶ Calculer avec des grandeurs composées.
- ▶ Comprendre l'effet des transformations sur les grandeurs.
- ▶ Exprimer les résultats dans les unités adaptées.
- ▶ Faire le lien entre les unités de grandeurs et l'écriture du nombre décimal.
- ▶ Avoir une estimation visuelle des grandeurs.
- ▶ Connaître les ordres de grandeurs.



## QCM d'auto-évaluation

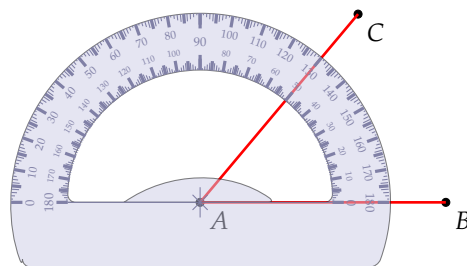
[coucou@coquillagesetpoincare.fr](mailto:coucou@coquillagesetpoincare.fr)

pour toute(s) question(s) /  
remarque(s).



Voici un QCM d'auto-évaluation pour vous tester. Vous avez quelques questions reprenant l'ensemble des notions abordées dans ce cours.

12 La mesure de l'angle  $\widehat{BAC}$  est



- a)  $50^\circ$                        b)  $70^\circ$                        c)  $130^\circ$
- 13  $1 \text{ dm} =$   
 a)  $1\,000 \text{ m}$                        b)  $10 \text{ cm}$                        c)  $10 \text{ m}$
- 14  $1 \text{ L} =$   
 a)  $1 \text{ m}^3$                        b)  $1 \text{ cm}^3$                        c)  $1 \text{ dm}^3$
- 15  $1 \text{ mL} =$   
 a)  $1 \text{ cm}^3$                        b)  $1 \text{ mm}^3$                        c)  $1 \text{ dm}^3$
- 16 Si  $d$  correspond à une distance parcourue durant un temps  $t$  de parcours, alors la vitesse moyenne du parcours  $v$  a pour formule  
 a)  $v = d \times t$                        b)  $v = \frac{d}{t}$                        c)  $v = \frac{t}{d}$
- 17  $90 \text{ km/h} \simeq$   
 a)  $9 \text{ m/s}$                        b)  $25 \text{ m/s}$                        c)  $30 \text{ m/s}$

## Longueurs et aires

### 18 Convertir des longueurs

**CORRIGÉ**

Compléter :

- 1) 4,8 dm = ..... dam
- 2) 15 m = ..... dam
- 3) 0,6 hm = ..... dam
- 4) 2,98 mm = ..... dm
- 5) 0,08 mm = ..... m
- 6) 3,81 km = ..... hm
- 7) 1,9 mm = ..... cm
- 8) 0,4 dam = ..... cm

### 19 Convertir des aires

**CORRIGÉ**

Compléter :

- 1) 36,7 m<sup>2</sup> = ..... dm<sup>2</sup>
- 2) 0,6 cm<sup>2</sup> = ..... mm<sup>2</sup>
- 3) 33,5 cm<sup>2</sup> = ..... mm<sup>2</sup>
- 4) 90,37 m<sup>2</sup> = ..... cm<sup>2</sup>
- 5) 71,1 cm<sup>2</sup> = ..... m<sup>2</sup>
- 6) 40,23 mm<sup>2</sup> = ..... cm<sup>2</sup>
- 7) 0,07 dm<sup>2</sup> = ..... dam<sup>2</sup>
- 8) 0,3 cm<sup>2</sup> = ..... dm<sup>2</sup>
- 9) 0,08 m<sup>2</sup> = ..... dm<sup>2</sup>
- 10) 25,9 dam<sup>2</sup> = ..... m<sup>2</sup>

### 20 Avec des ares et hectares

**CORRIGÉ**

Compléter :

- 1) 60,57 ha = ..... m<sup>2</sup>
- 2) 0,3 ha = ..... m<sup>2</sup>
- 3) 0,8 a = ..... m<sup>2</sup>
- 4) 30,74 a = ..... m<sup>2</sup>
- 5) 69,4 ha = ..... m<sup>2</sup>
- 6) 70,47 ha = ..... m<sup>2</sup>
- 7) 51,2 ha = ..... m<sup>2</sup>
- 8) 0,08 a = ..... m<sup>2</sup>
- 9) 30,76 ha = ..... m<sup>2</sup>

## Durées

### 21 Convertir des durées I

**CORRIGÉ**

Convertir

- 1) 159 minutes en heures(h) et minutes(min).
- 2) 135 secondes en minutes(min) et secondes(s).
- 3) 169 secondes en minutes(min) et secondes(s).
- 4) 175 minutes en heures(h) et minutes(min).
- 5) 266 minutes en heures(h) et minutes(min).
- 6) 195 secondes en minutes(min) et secondes(s).

### 22 Convertir des durées II

**CORRIGÉ**

Convertir

- 1) 1 494 s en heures, minutes et secondes.
- 2) 6 h en minutes.
- 3) 497 h en semaines jours et heures.
- 4) 66 h en jours et heures.
- 5) 9 296 s en heures, minutes et secondes.

### 23 Utiliser les heures décimales

**CORRIGÉ**

Compléter les égalités suivantes.

- 1) 11,7 h =
- 2) 8,2 h =
- 3) 8,3 h =
- 4) 10,2 h =
- 5) 4,3 h =

### 24 Additionner des durées

**CORRIGÉ**

Compléter les égalités suivantes.

- 1) 4 h 32 min 47 s + 6 h 39 min 23 s =
- 2) 7 h 48 min 55 s + 7 h 40 min 3 s =
- 3) 12 h 40 min + 4 h 44 min =
- 4) 27 min 31 s + 44 min 5 s =
- 5) 32 min 26 s + 47 min 57 s =

### 25 Calculer des durées ou déterminer un horaire

**CORRIGÉ**

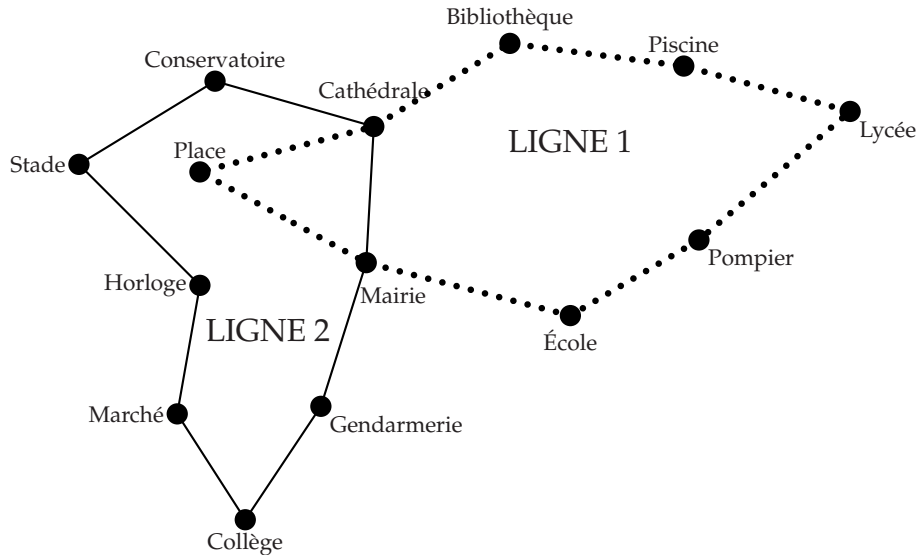
- 1) À 11 h 49, Yazid termine de regarder une émission de 2 h 08. À quelle heure l'émission a-t-elle commencé ?
- 2) La diffusion d'un film commence à 20 h 44 et se termine à 22 h 17. Combien de temps a duré ce film ?
- 3) Manon monte dans le train à 21 h 58 pour un trajet qui doit durer 1 h 04. À quelle heure arrivera-t-elle ?



## 26 Lignes de bus

**CORRIGÉ**

Voici le plan de deux lignes de bus :



C'est à 6 h 30 que les deux bus des lignes 1 et 2 partent de l'arrêt « Mairie » dans le sens des aiguilles d'une montre. Le bus de la ligne 1 met 3 minutes entre chaque arrêt (temps de stationnement compris), tandis que le bus de la ligne 2 met 4 minutes. Tous les deux vont effectuer le circuit complet un grand nombre de fois. Ils s'arrêteront juste après 20 h.

Est-ce que les deux bus vont se retrouver à un moment de la journée à l'arrêt « Mairie » en même temps ? Si oui, donner tous les horaires précis de ces rencontres.

## Volumes et capacités

### 27 Convertir des volumes

**CORRIGÉ**

Compléter :

- 1)  $7 \text{ mm}^3 = \dots\dots\dots \text{ dm}^3$
- 2)  $50 \text{ m}^3 = \dots\dots\dots \text{ dm}^3$
- 3)  $100 \text{ m}^3 = \dots\dots\dots \text{ cm}^3$
- 4)  $20 \text{ m}^3 = \dots\dots\dots \text{ dm}^3$
- 5)  $3 \text{ m}^3 = \dots\dots\dots \text{ cm}^3$
- 6)  $6 \text{ cm}^3 = \dots\dots\dots \text{ mm}^3$
- 7)  $1 \text{ dam}^3 = \dots\dots\dots \text{ m}^3$
- 8)  $8 \text{ mm}^3 = \dots\dots\dots \text{ cm}^3$

### 28 Convertir des volumes/capacités

**CORRIGÉ**

Compléter :

- 1)  $63 \text{ L} = \dots\dots\dots \text{ m}^3$
- 2)  $7 \text{ dam}^3 = \dots\dots\dots \text{ L}$
- 3)  $300 \text{ mm}^3 = \dots\dots\dots \text{ L}$
- 4)  $90 \text{ L} = \dots\dots\dots \text{ cm}^3$

- 5)  $8\,000 \text{ dm}^3 = \dots\dots\dots \text{ L}$
- 6)  $4\,100 \text{ L} = \dots\dots\dots \text{ dm}^3$
- 7)  $6 \text{ cm}^3 = \dots\dots\dots \text{ L}$
- 8)  $18 \text{ m}^3 = \dots\dots\dots \text{ L}$

### 29 Jardinerie

**CORRIGÉ**

Le jardinier d'un club de football décide de semer à nouveau du gazon sur l'aire de jeu. Pour que celui-ci pousse correctement, il installe un système d'arrosage automatique qui se déclenche le matin et le soir, à chaque fois, pendant 15 minutes.

- Le système d'arrosage est constitué de 12 circuits indépendants.
- Chaque circuit est composé de 4 arroseurs.
- Chaque arroseur a un débit de  $0,4 \text{ m}^3$  d'eau par heure.

Combien de litres d'eau auront été consommés si on arrose le gazon pendant tout le mois de juillet ?

On rappelle que  $1 \text{ m}^3 = 1000$  litres et que le mois de juillet compte 31 jours.

## Vitesse

### 30 Course à pied

**CORRIGÉ**

L'épreuve du marathon consiste à parcourir le plus rapidement possible la distance de 42,195 km en course à pied. Cette distance se réfère historiquement à l'exploit effectué par le Grec Phillipidès, en 490 av. J-C, pour annoncer la victoire des Grecs contre les Perses. Il s'agit de la distance entre Marathon et Athènes.

1) En 2014, le kényan Dennis Kimetto a battu l'ancien record du monde en parcourant cette distance en 2 h

2 min 57 s. Quel est alors l'ordre de grandeur de sa vitesse moyenne : 5 km/h, 10 km/h ou 20 km/h?

2) Lors de cette même course, le britannique Scott Overall a mis 2 h 15 min pour réaliser son marathon. Calculer sa vitesse moyenne en km/h. Arrondir la valeur obtenue au centième de km/h.

3) Dans cette question, on considérera que Scott Overall court à une vitesse constante. Au moment où Dennis Kimetto franchit la ligne d'arrivée, déterminer :

- le temps qu'il reste à courir à Scott Overall;
- la distance qu'il lui reste à parcourir. Arrondir le résultat au mètre près.

### 31 Budget d'une étudiante

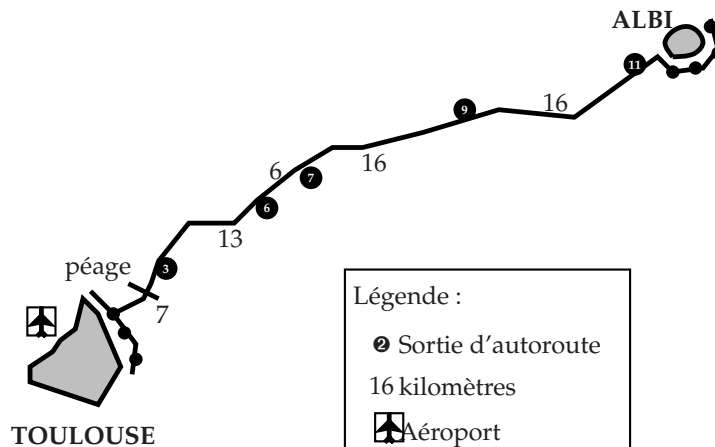
**CORRIGÉ**

Mélanie est une étudiante toulousaine qui vit en colocation dans un appartement. Ses parents habitent à Albi et elle retourne chez eux les week-ends.

Elle rentre à Toulouse le dimanche soir.

Sur sa route, elle passe prendre ses 2 colocataires à la sortie n° 3, dernière sortie avant le péage.

Elle suit la route indiquée par l'application GPS de son téléphone portable, dont l'affichage est reproduit ci-après.



Elle est partie à 16 h 20 et entre sur l'autoroute au niveau de la sortie n° 11 à 16 h 33.

Le rendez-vous est à 17 h.

Sachant qu'il lui faut 3 minutes pour aller de la sortie n° 3 au lieu de rendez-vous, à quelle vitesse moyenne doit-elle rouler sur l'autoroute pour arriver à l'heure exacte? Vous donnerez votre réponse en km/h.



## Vu au CRPE

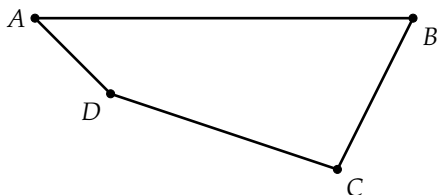
### 32 Groupement 2 - CRPE 2022

CRPE

Dans le cadre d'une liaison écoles-collège, une professeure d'EPS et une professeure des écoles organisent une course à vélo dont le parcours est composé de quatre tronçons en ligne droite.

La figure ci-dessous représente le parcours et n'est pas à l'échelle. Les élèves partent du point A et tournent dans le sens des aiguilles d'une montre. Les dimensions sont les suivantes :

$AB = 960$  m,  $BC = 1,05$  km,  $CD = 780$  m et  $AD = 660$  m.



- 1) Montrer que le parcours a pour longueur 3450 m.
- 2) Durant l'épreuve, Léo a réalisé, en 48 minutes, 2 tours complets et un tiers de tour du parcours.
  - a) Déterminer la distance parcourue par Léo.
  - b) Donner la vitesse moyenne de Léo en km/h.
  - c) En gardant la même vitesse moyenne, Léo aura-t-il parcouru 15 km en moins d'une heure et demie? Justifier.
- 3) Une épreuve en relais est ensuite proposée. Tara parcourt les distances AB et BC à une vitesse moyenne de 10 km/h et Kevin parcourt les distances CD et DA à une vitesse moyenne de 6 km/h. Quelle est la vitesse moyenne de ce binôme sur l'ensemble du parcours? Justifier.
- 4) a) La diagonale [BD] mesure 1,05 km. Représenter le parcours à l'échelle  $\frac{1}{20000}$   
 b) Amina a roulé à vélo pendant 25 minutes à une vitesse moyenne de 11,5 km/h. Placer sur la figure tracée à la question 4.a. le point

S à l'endroit où se trouve Amina au bout de sa course. Justifier.

### 33 Groupement 2 - CRPE 2019

CRPE CORRIGÉ

On dispose de plusieurs cubes pleins (non creux) de 5 cm d'arête. Certains sont en fer, les autres sont en nickel. La masse volumique du fer est de  $7860 \text{ kg/m}^3$ , celle du nickel est de  $8900 \text{ kg/m}^3$ .

On choisit un cube, on le pèse et on trouve que sa masse est 1110 g.

Ce cube est-il en fer ou en nickel?

### 34 Groupement 3 - CRPE 2016

CRPE CORRIGÉ

(D'après Dimathème 2de, édition 2000, Didier)

On admet que la vitesse de la lumière dans le vide est égale à  $3 \times 10^8$  m/s (mètres par seconde).

- 1) Une unité astronomique (1 UA) est égale à la distance moyenne Terre - Soleil; elle vaut 150 millions de kilomètres.  
Calculer le temps, exprimé en minute et seconde, nécessaire à un signal lumineux émis par le Soleil pour parvenir à la Terre, en supposant qu'il parcourt 1 UA dans le vide.
- 2) Une année-lumière (1 AL) est la distance parcourue dans le vide par la lumière en une année julienne (c'est-à-dire 365,25 jours).  
Calculer une valeur approchée, en kilomètre, d'une année-lumière.
- 3) Dans le système solaire, la planète la plus éloignée du Soleil est Neptune, et sa distance moyenne par rapport au Soleil est de 4,5 milliards de kilomètres.
  - a) Exprimer cette distance en UA.
  - b) Si on réalisait une maquette du système solaire dans laquelle Neptune est placée à 1 m du Soleil, à quelle distance du Soleil faudrait-il placer la Terre? On donnera le résultat arrondi au millimètre.