

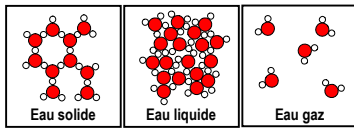
MATIERE

Une « espèce chimique » est constituée de particules toutes identiques.

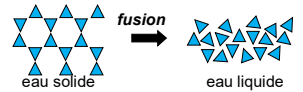
L'espèce chimique « fer » est constituée d'atomes de fer, l'espèce chimique « eau » est constituée de molécules d'eau.

Les états physiques de la matière

- Un **solide** ne change ni de forme ni de volume.
- Un **liquide** prend la forme du récipient qui le contient, mais il ne change pas de volume. Sa surface libre est toujours droite et horizontale.
- Un **gaz** peut changer de volume. Il occupe tout l'espace disponible.
- A l'état solide, les molécules sont serrées et immobiles.
- A l'état liquide, les molécules sont serrées et mobiles.
- A l'état gazeux, les molécules sont distantes et mobiles.



- Pour changer d'état, un corps doit échanger de l'énergie avec son milieu.
- Plus une molécule reçoit de l'énergie de son milieu, plus elle est mobile.
- Les quatre **changements d'état** ou **transformations physiques** sont :
 - la **vaporisation** : passage de l'état *liquide* à l'état *gazeux*
 - la **liquéfaction** : passage de l'état *gazeux* à l'état *liquide*
 - la **solidification** : passage de l'état *liquide* à l'état *solide*
 - la **fusion** : passage de l'état *solide* à l'état *liquide*
- La température d'un corps pur reste constante pendant son changement d'état.
- Pour l'eau pure, la solidification et la fusion se font à **0 °C**, la liquéfaction et la vaporisation se font à **100 °C**.
- Lors d'une transformation physique, la **masse ne change pas** car le nombre de particules ne change pas, mais le **volume varie** car les particules prennent des positions différentes.
- Lors de la transformation physique d'une espèce chimique, celle-ci ne disparaît pas.



Les mélanges

- Un **corps pur** est constitué d'une seule espèce chimique. Un **mélange** est constitué de plusieurs espèces chimiques. L'eau pure (100 % eau) est un corps pur, l'air (78 % diazote et 21 % dioxygène) un mélange. L'air est constitué d'environ 4 fois plus de diazote que de dioxygène.
- Dans un mélange **homogène** on ne voit qu'une seule espèce chimique. Dans un mélange **hétérogène** on distingue plusieurs espèces chimiques. L'eau minérale est un mélange homogène, le jus d'orange avec pulpe un mélange hétérogène.
- Lors d'un mélange, les espèces chimiques ne disparaissent pas et peuvent être à nouveau séparées.



Solubilité et miscibilité

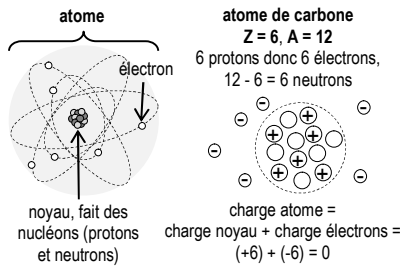
- Une **solution** est le mélange liquide homogène obtenu quand on dissout une espèce chimique appelée **soluté** dans un liquide appelé **solvant**. La solution *eau salée* est obtenue en dissolvant le soluté *sel* dans le solvant *eau*.
- Une espèce chimique est **soluble** dans un solvant si la solution obtenue est homogène. Sa **solubilité** est la masse maximale qu'on peut dissoudre dans 1 L.
- Deux liquides **miscibles** forment ensemble un mélange homogène. L'eau et l'alcool sont miscibles, l'eau et l'huile ne le sont pas.

Masse volumique

- La masse et le volume sont proportionnels : $m = \rho \times V$, soit $\rho = m / V$
 10 cm^3 d'huile a une masse de 9 g : $\rho_{\text{huile}} = m / V = 9 \text{ g} / 10 \text{ cm}^3 = 0,9 \text{ g/cm}^3$
- La masse volumique ρ permet de différencier des espèces chimiques. Elle dépend de la température.

Description de la matière

- Un **atome** est la plus petite particule dans laquelle un élément peut être divisé (sans perdre ses propriétés chimiques).
- L'atome est constitué d'un noyau (fait de **nucléons** : **protons** et **neutrons**) et d'**électrons**, en rotation autour du **noyau**.
- La charge électrique négative totale des électrons compense la charge positive du noyau : l'atome a une charge électrique globale nulle (il est électriquement neutre).
- Une **molécule** est un assemblage d'atomes. Elle est donc électriquement neutre.



Composition atomique de quelques molécules

▶ dioxyde de carbone (formule chimique CO_2) : 1 atome de carbone et 2 atomes d'oxygène	
▶ dioxygène (formule chimique O_2) : 2 atomes d'oxygène	
▶ eau (formule chimique H_2O) : 1 atome d'oxygène et 2 atomes d'hydrogène	
▶ diazote (formule chimique N_2) : 2 atomes d'azote	
▶ dihydrogène (formule chimique H_2) : 2 atomes d'hydrogène	
▶ protoxyde d'azote (formule chimique N_2O) : 2 atomes d'azote et 1 atome d'oxygène	

$\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$ (molécule de caféine) : 8 atomes de carbone, 10 atomes d'hydrogène, 4 atomes d'azote, 2 atomes d'oxygène.

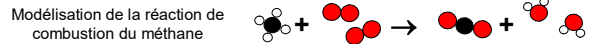
- Un ion est une particule électriquement chargée.
 - ▶ Un ion positif vient d'un atome qui a perdu des électrons.
 Fe^{2+} vient d'un atome de fer (Fe), qui a perdu 2 électrons (2 charges négatives).
 - ▶ Un ion négatif vient d'un atome qui a gagné des électrons.
 Cl^- vient d'un atome de chlore (Cl), qui a gagné 1 électron (1 charge négative).

- Les ions peuvent être mis en évidence grâce à des tests caractéristiques (l'ajout d'une solution fait apparaître un précipité de couleur caractéristique de l'ion).

Transformation chimique

- Lors d'une **transformation chimique**, les **réactifs** (espèces chimiques qui réagissent entre elles) disparaissent et des **produits** (espèces produites par la réaction) apparaissent, car les atomes qui constituent les réactifs s'arrangent de façon différente pour former de nouvelles molécules.
- Lors d'une transformation chimique, la masse totale se conserve (masse des réactifs = masse des produits) car les éléments (atomes, ions) restent les mêmes.
- La combustion est une transformation chimique.

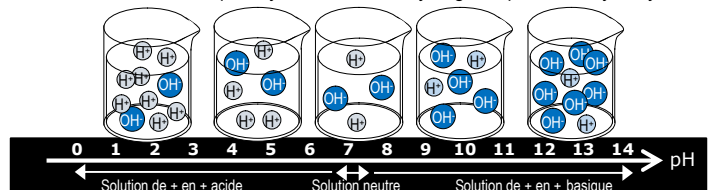
- ▶ Combustion du carbone : $1 \text{ C} + 1 \text{ O}_2 \rightarrow 1 \text{ CO}_2$: « 1 atome de carbone réagit avec 1 molécule de dioxygène pour produire 1 molécule de dioxyde de carbone »
- ▶ Combustion du méthane : $1 \text{ CH}_4 + 2 \text{ O}_2 \rightarrow 1 \text{ CO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$: « 1 molécule de méthane réagit avec 2 molécules de dioxygène pour produire 1 molécule de dioxyde de carbone et 2 molécules d'eau »



- Lors d'une combustion, des gaz à effet de serre tels que l'eau (H_2O), le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4) ou le protoxyde d'azote (N_2O) sont produits.
- Lors d'une combustion, une partie de l'énergie chimique contenue dans les réactifs se transforme en énergie lumineuse et en énergie thermique.
 - ▶ Réaction fer/acier : $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2$: « Les atomes de fer réagissent avec les ions hydrogène pour produire des ions fer II et du dihydrogène »
 - $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$: L'atome de fer (charge = 0) s'est transformé en ion fer II (charge = +2) en perdant 2 électrons (charge = $2 \times -1 = -2$).
- Quelques tests de reconnaissance :
 - ▶ eau : le sulfate de cuivre blanc devient bleu au contact de l'eau.
 - ▶ dioxygène : il ravive un charbon incandescent.
 - ▶ dihydrogène : il détone à l'approche d'une flamme.
 - ▶ dioxyde de carbone : un précipité blanc apparaît avec l'eau de chaux

Propriétés acido-basiques d'une solution

- Le **pH** d'une solution aqueuse mesure son acidité. C'est un nombre sans unité, compris entre 0 et 14, mesuré avec du papier pH ou un pH-mètre.
- Une solution est **acide** si son pH est compris entre 0 et 7, **neutre** si son pH est égal à 7, **basique** si son pH est compris entre 7 et 14.
- Une solution acide est caractérisée par l'**ion hydrogène** H^+ , une solution basique par l'**ion hydroxyde** OH^- .
- Dans une solution neutre, il y a autant d'ions hydrogène que d'ions hydroxyde. Dans une solution acide, il y a plus d'ions hydrogène que d'ions hydroxyde. Dans une solution basique, il y a moins d'ions hydrogène que d'ions hydroxyde.



- $0 < \text{pH} < 7$: solution **acide** $\text{pH} = 7$: solution **neutre** $7 < \text{pH} < 14$: solution **basique**
- Lorsqu'une solution acide réagit avec une solution basique, il se forme de l'eau :
 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

- L'action d'un acide sur certains métaux forme des ions métalliques et du gaz.

L'Univers

- Le **système solaire** est constitué d'une **étoile**, le Soleil, autour de laquelle tournent huit **planètes** : Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune.
- Une **galaxie** est un regroupement de plusieurs centaines de milliards d'étoiles. La nôtre se nomme Voie Lactée. Il en existe des milliards dans l'Univers.
- L'Univers est né d'une gigantesque explosion, le **Big Bang**, qui s'est produite il y a **13,7 milliards d'années**. Il est en constante expansion depuis.
- Le système solaire et la Terre se sont formés il y a **4,6 milliards d'années**, à partir d'une nébuleuse (nuage de gaz et de poussières).
- Les étoiles sont composées d'éléments légers (hydrogène et hélium), tandis que les planètes sont faites d'éléments lourds (oxygène, carbone, fer, terres rares...).
- Une année-lumière (symbole : al) est la distance parcourue par la lumière dans le vide en pendant une année (exemple : la lumière d'une étoile située à 4 années-lumière de nous mettra 4 ans à nous parvenir).
- L'exoplanète Gliese 581c se trouve à une distance d égale à 200 000 milliards de kilomètres de la Terre. En années-lumière, cette distance vaut :

$$1 \text{ al} = 10^{13} \text{ km}$$

$$d \text{ en al} = \frac{200\,000\,000\,000\,000 \text{ km}}{10^{13} \text{ km}} = 2 \cdot 10^{14} \text{ km} \cdot 10^{-13} = 2 \cdot 10^{14-13} = 2 \cdot 10^1 = 20 \text{ al}$$

- Dimensions dans l'Univers (\varnothing = diamètre) :

planète	étoile	système planétaire	galaxie	distance entre galaxies
10 000 km	1 000 000 km	10 000 000 000 km	100 000 al	1 000 000 al

ENERGIE

Lois de l'électricité

- Pour que ses éléments fonctionnent, un circuit électrique doit former un **boucle fermée** entre un **générateur**, la source d'énergie, et des **récepteurs** (lampe, moteur, résistance...).
- Un générateur **transfère** de l'énergie électrique aux récepteurs, qui la **convertissent** en d'autres formes d'énergie.
- Par convention, le **courant électrique** se déplace de la borne positive vers la borne négative à l'extérieur du générateur. On la représente sur un schéma électrique par des flèches.
- Dans un circuit, il y a un **court-circuit** du générateur quand ses deux bornes sont reliées directement par un fil de connexion. Le générateur et les fils surchauffent et il y a risque d'incendie.
- Les dipôles sont en **série** lorsqu'ils sont branchés les uns à la suite des autres : ils forment une seule boucle de courant. Si parmi des dipôles en série l'un ne fonctionne plus, les autres cessent aussi de fonctionner.

• Les dipôles sont en **dérivation** lorsqu'ils sont branchés les uns sur les autres : ils forment plusieurs boucles de courant. Si parmi des dipôles en dérivation l'un ne fonctionne plus, les autres continuent de fonctionner.

• L'**intensité du courant électrique**, notée I et exprimée en ampère (symbole : A), se mesure en un point du circuit, à l'aide d'un ampèremètre branché en série.

► Dipôles branchés **en série (A)** : l'intensité du courant est la même en tout point.

$$I_1 = I_2$$

► Dipôles branchés **en dérivation (B)** : l'intensité du courant dans la branche principale est égale à la somme des intensités dans les branches dérivées.

$$I = I_1 + I_2$$

• La **tension électrique**, notée U et exprimée en volt (symbole : V), se mesure aux bornes d'un dipôle, à l'aide d'un voltmètre branché en dérivation.

► La tension aux bornes d'un ensemble de dipôles branchés **en série** est égale à la somme des tensions aux bornes de chaque dipôle.

$$U_G = U_M + U_L$$

• La **résistance électrique** se mesure aux bornes d'un dipôle, à l'aide d'un ohmmètre. On la note R et on l'exprime en ohm (symbole : Ω).

• La tension U aux bornes d'un dipôle ohmique de résistance électrique R est proportionnelle à l'intensité du courant I dans ce dipôle :

$$U = R \times I$$

Si un courant d'intensité $0,03 \text{ A}$ traverse un dipôle ohmique aux bornes duquel on mesure une tension de 6 V , sa résistance vaut : $R = U / I = 6 \text{ V} / 0,03 \text{ A} = 200 \Omega$

• Dans un circuit, un dipôle ohmique limite l'intensité du courant, et transforme l'énergie électrique en énergie thermique par **effet Joule**.

Puissance

• La puissance d'un objet est la quantité de travail qu'il effectue par seconde. Elle se mesure en Watt (symbole : W).

• La puissance d'un appareil électrique est la quantité d'énergie électrique qu'il transforme chaque seconde. Elle s'exprime en **watt** (symbole : W) et vaut :

$$P = U \times I$$

Une lampe branchée sur 230 V et traversée par un courant de 300 mA ($0,3 \text{ A}$) reçoit une puissance qui vaut : $P = U \times I = 230 \text{ V} \times 0,3 \text{ A} = 69 \text{ W}$

• En cas de surintensité, les fils électriques surchauffent par **effet Joule** : il y a un risque d'incendie. On s'en protège avec un coupe-circuit (fusible, disjoncteur) qui ouvre le circuit quand l'intensité dépasse la valeur maximale supportée par l'installation.

Energie

• Une énergie, qui s'exprime en **joule** (symbole : J), peut être **cinétique** (liée au mouvement), **potentielle** (à la position par rapport à la Terre), **mécanique** (cinétique + potentielle), **lumineuse** (à la lumière), **thermique** (à la chaleur), **électrique** (à l'électricité), **chimique** (aux réactions chimiques/aux molécules), **nucléaire** (aux réactions nucléaires/aux atomes)...

• La **source** d'énergie est l'objet (exemple : générateur) ou le phénomène (exemple : vent) qui fournit de l'énergie. Elle est **renouvelable** si on peut la considérer **inépuisable** (exemples : Soleil, vent, eau...).

• L'**énergie cinétique** dépend de la masse et de la vitesse : $E_c = \frac{1}{2} m \times v^2$ avec m en kilogrammes et v en mètres par seconde.

L'énergie cinétique d'une voiture de $1\,000 \text{ kg}$ roulant à 10 m/s vaut :

$$E_c = \frac{1}{2} m \times v^2 = \frac{1}{2} \times 1\,000 \text{ kg} \times (10 \text{ m/s})^2 = 50\,000 \text{ J}$$

L'énergie cinétique d'une voiture de $1\,000 \text{ kg}$ roulant à 50 km/h vaut :

$$E_c = \frac{1}{2} m \times v^2 = \frac{1}{2} \times 1\,000 \text{ kg} \times (50\,000 \text{ m} / 3\,600 \text{ s})^2 = 96\,451 \text{ J}$$

(car $1 \text{ km} = 1\,000 \text{ m}$ et $1 \text{ h} = 3\,600 \text{ s}$)

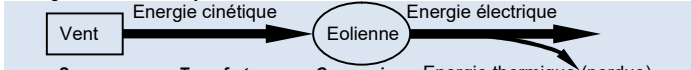
• L'**énergie potentielle** dépend de l'altitude. Elle vaut 0 J si l'objet est au sol.

• L'énergie ne se crée pas et ne disparaît pas, elle se conserve : elle se transfère d'un objet à un autre, ou se convertit d'une forme en une autre.

E(électrique reçue par une lampe) = E(lumineuse utilisée) + E(thermique inutile)

• Les dispositifs qui convertissent l'énergie chimique des combustibles fossiles par combustion, émettent du dioxyde de carbone, un gaz à effet de serre (exemples : centrale thermique à flamme, moteur à combustion).

• Un **schéma de conversion d'énergie** ou **chaîne d'énergie** décrit le parcours de l'énergie à travers un système.



► Il y a un **transfert** d'énergie quand une énergie passe d'un objet à un autre sans changer de forme. Il y a un **conversion** d'énergie quand un objet convertit une forme d'énergie en une autre.

• La Terre chauffée par le Soleil transfère de l'énergie vers l'espace par rayonnement. Une partie du rayonnement émis par la Terre est absorbée par certains gaz de l'atmosphère appelés gaz à effet de serre : la Terre se réchauffe.

• L'énergie électrique E transférée à un appareil électrique dépend de sa puissance et de sa durée de fonctionnement : $E = P \times t$

– si P est en watt (W) et t en secondes (s), E sera en **joules** (J).

– si P est en kilowatt (kW) et t en heures (h), E sera en **kilowattheures** (kWh).

L'énergie dépensée par un joueur qui court pendant 10 s en développant une puissance de 700 W vaut : $E = P \times t = 700 \text{ W} \times 10 \text{ s} = 7\,000 \text{ J}$.

Un téléviseur à LED de puissance 30 W qui reste allumé 4 heures consomme une énergie : $E = P \times t = 0,03 \text{ kW} \times 4 \text{ h} = 0,12 \text{ kWh}$.

Si 1 kWh coûte $0,16 \text{ €}$, regarder pendant ces 4 heures la télé aura coûté :

$$\text{coût} = \text{coût d'1 kWh} \times \text{énergie consommée} = 0,16 \text{ €} \times 0,12 \text{ kWh} = 0,02 \text{ €}$$

INTERACTIONS

L'interaction et force

• On agit sur un objet si on le met en mouvement, si on modifie sa vitesse ou sa trajectoire, ou si on le déforme.

• Deux objets sont en **interaction** s'ils exercent une action l'un sur l'autre.

• Une interaction peut être **de contact** s'il y a contact entre l'acteur et le receveur, ou **à distance** s'il n'y a pas contact entre l'acteur et le receveur.

• Une action est modélisée par une **force**, qu'on représente par un vecteur :

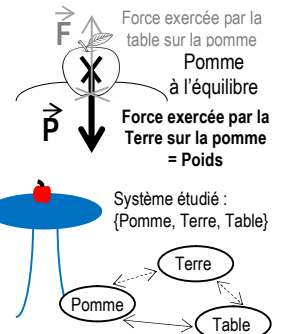
- sa **direction** est celle de la force,

- son **sens** est celui de la force,

- sa **valeur** est l'intensité de la force, qu'on mesure en Newton (symbole : N) avec un dynamomètre.

• Un objet est en équilibre si les forces qui agissent sur lui se compensent (même direction, même intensité/valeur, sens opposés).

• Un Diagramme Objet-Interaction (DOI) fait le bilan des interactions qui lient plusieurs objets, en modélisant celles de contact par une double-flèche pleine, et celles à distance par une double-flèche discontinue.



Poids et gravitation

• Une **masse** m se mesure en **kilogramme** (kg) à l'aide d'une balance. Elle est liée à la quantité de matière, et elle est donc invariable.

• Le **poids** P d'un objet est l'**action attractive**, due à la **gravitation**, qu'il subit de la part d'un astre. C'est une **force**, qui dépend du lieu où on se trouve. Sa **direction** est verticale, son **sens** est vers le bas, sa valeur vaut : $P = m \times g$ avec m en kilogramme, et l'**intensité de la pesanteur** $g = 9,81 \text{ N/kg}$ sur Terre.

• Poids et masse sont deux grandeurs différentes, mais proportionnelles.

Poids d'un homme de 80 kg sur Terre : $P = m \times g_{\text{Terre}} = 80 \text{ kg} \times 9,8 \text{ N/kg} = 784 \text{ N}$

Masse d'une voiture de $14\,700 \text{ N}$: $m = P / g_{\text{Terre}} = 14\,700 \text{ N} / 9,8 \text{ N/kg} = 1\,500 \text{ kg}$

• Loi de gravitation universelle : **deux objets massiques A et B, séparés par une distance d, exercent l'un sur l'autre des forces attractives de même intensité :**

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \times m_A \times m_B / d^2 \text{ (à ne pas apprendre mais à savoir utiliser)}$$

La valeur de la force de gravitation augmente quand la masse des objets augmente, et diminue quand la distance entre les deux objets augmente.

MOUVEMENTS

Caractérisation d'un mouvement et vitesse

• Le mouvement d'un objet dépend de l'observateur.

Le passager d'un train est en mouvement **par rapport** aux vaches qui le regardent passer, mais immobile **par rapport** à son voisin assis à côté de lui.

• La **trajectoire** d'un point

est l'ensemble des positions successives occupées par ce point au cours du déplacement.



• Le mouvement est **rectiligne** si la trajectoire est une **droite**. Il est **circulaire** si la trajectoire est un **cercle**.

• Un mouvement est **uniforme** s'il s'effectue avec une vitesse **constante**, il est **accélééré** si elle **augmente**, il est **ralenti** (ou **décélééré**) si elle **diminue**.

• On modélise la vitesse grâce à un **vecteur**. L'orientation du segment donne sa **direction**, la pointe de la flèche donne son **sens**, la longueur du segment est proportionnel à sa **valeur**.



• Lors d'un mouvement circulaire uniforme, la vitesse du mobile change de direction, mais pas de valeur.

• Une vitesse se mesure grâce à la relation :

$$\text{vitesse} = \text{distance} / \text{temps}$$

Elle s'exprime en mètre par seconde (symbole : m/s), avec d en mètre et t en seconde.

Si un sprinteur parcourt 100 m en 10 s , il a couru à la vitesse : $v = d / t = 100 \text{ m} / 10 \text{ s} = 10 \text{ m/s}$.

• Une distance peut se calculer à partir d'une vitesse : $d = v \times t$

Si une balle, lancée à la vitesse de 45 m/s , met 3 s à atteindre sa cible, la distance de la cible est : $d = v \times t = 45 \text{ m/s} \times 3 \text{ s} = 135 \text{ m}$.

SIGNAUX

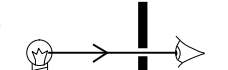
Propagation de la lumière

• Une **source primaire** produit sa propre lumière. Un **objet diffusant** renvoie dans toutes les directions une partie de la lumière qu'il reçoit.

Le Soleil est une source primaire, la Lune est un objet diffusant.

• La lumière se propage dans le vide et dans certains milieux transparents (l'air, l'eau, le verre...).

• La lumière se propage en **ligne droite**. On la modélise par un **rayon lumineux** : un trait indique le trajet de la lumière, une flèche indique son sens de propagation.



Propagation du son

• Le son est une vibration qui se propage de proche en proche.

• Le son ne peut se propager que dans un milieu matériel (fait de particules). Donc pas dans le vide de l'espace.

• Un son peut-être dangereux si le niveau sonore est trop important, ou si la durée d'exposition est trop grande.



Vitesse de propagation d'un signal

• La vitesse de propagation d'un signal dépend du milieu dans lequel il se propage : $300\,000 \text{ km/s}$ pour la lumière dans le vide, 340 m/s pour le son dans l'air.

• La distance d parcourue par un signal lumineux ou sonore pendant un temps t vaut : $d = v(\text{lumière ou son}) \times t$

La vitesse du son dans l'air vaut 340 m/s . Si on entend le tonnerre $2,95$ secondes après que l'éclair soit tombé, celui-ci est apparu à une distance : $d = v \times t = 340 \text{ m/s} \times 2,95 \text{ s} = 1\,003 \text{ m}$, soit environ 1 km .

Fréquence

• La **fréquence** d'un phénomène périodique (qui se répète) est le nombre de répétitions (de « motifs ») par seconde. Elle se mesure en **Hertz** (Hz).

$f_{\text{cardiaque}} = 1 \text{ battement par seconde} = 1 \text{ Hz}$

• Infrasons : $f < 20 \text{ Hz}$; ultrasons : $f > 20\,000 \text{ Hz}$.

• Plus la fréquence d'un son est grande, plus le son est aigu. Plus elle est petite, plus il est grave.

