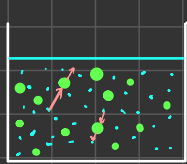


### Compréhension d'Einstein:



- molécule d'eau
- grain de pollen

Le mouvement des molécules d'eau fait bouger les grains de pollen par collision.

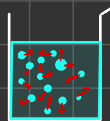
### I. Que se passe-t-il dans l'eau liquide?

1. D'après Einstein, l'eau liquide est constituée de petites particules appelées molécules.

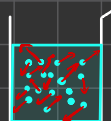
2. Les grains de pollen ont des dimensions de l'ordre du micromètre (0,000 001 m).

3. Les grains de pollen bougent incessamment car elles sont en permanente bouillonnante par les molécules d'eau qui elles-mêmes sont en mouvement.

4. Plus la température est élevée, plus l'agitation des molécules est importante.

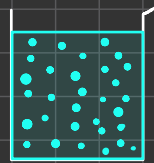


eau à 5°C  
© A. Bruin



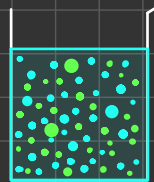
eau à 15°C

5. L'eau pure n'est constituée que de molécules d'eau.



- molécule d'eau

d'eau pétillante.



- molécules d'eau
- molécules de dioxyde de carbone:  $\text{CO}_2$

### II. Les particules et les états de la matière.

1. Au niveau microscopique, toute matière, qu'elle soit solide, liquide ou gazeuse, est systématiquement constituée de molécules, elles même constituées d'atomes.

2. A l'état solide, les molécules sont condensées et très fortement liées les unes aux autres.

A l'état liquide, les molécules sont toujours liées mais moins fortement et dans un état condensé. Elles sont libres de se déplacer.

A l'état gazeux, les molécules ne sont plus du tout liées entre elles. Leur mouvement relatif est indépendant sauf au moment des collisions.

### 3. Description des propriétés de la matière:

- Etat solide: forme propre (indéformable) car les molécules sont fortement liées.
- Etat liquide: prend la forme du récipient car les molécules sont libres de se déplacer.
- Etat gazeux: occupe tout l'espace car le mouvement des molécules est complètement libre.

# CHAPITRE 5 : LA MATIERE A L'ECHELLE MICROSCOPIQUE

## I. Que se passe-t-il dans l'eau liquide ?

En 1827, le naturaliste Robert Brown observe le mouvement des grains de pollen dans l'eau. Alors qu'il s'attendait à les voir immobiles, il remarque que ces derniers ont des mouvements incessants.

*Comment expliquer le mouvement brownien ?*

### 1. La première hypothèse de Brown.

Brown attribua d'abord les mouvements observés à une « force vitale » liée au rôle reproducteur du pollen. Il dut changer d'hypothèse quand il constata que des petits fragments de feuilles tombés accidentellement dans l'eau bougeaient également. Il testa alors toutes sortes de matériaux réduits en poudre et observa à chaque fois des mouvements d'autant plus rapides que la température était élevée.

### 2. Einstein et le mouvement brownien.

[...] Einstein avait su voir [...] ce qui se cachait derrière le mouvement brownien [...].

[...] Loin d'être de simples caprices, les déplacements (au hasard) reflètent un ordre (invisible), déterminés qu'ils sont par l'agitation de (particules) invisibles : les molécules d'eau. Innombrables et minuscules, ce sont elles qui heurtent [...] les grains en suspension de poussière ou de verre, les obligeant à changer sans cesse de direction.

D'après Etienne Klein, *Le pays qu'habitait Albert Einstein*, 2016, Actes Sud.

### 3. Situation analogue à celle d'une grosse particule dans un liquide.



*Exploitation des informations*

1. D'après Einstein, de quoi est constituée l'eau liquide ?
2. Pourquoi ces particules ne sont-elles pas visibles au microscope, alors <sup>que</sup> les grains de pollen le sont ?
3. Pourquoi les grains de pollen se déplacent-ils sans cesse ?
4. L'agitation microscopique des molécules est-elle liée à la température du liquide ? Si oui, comment ?
5. Explique la différence entre un corps pur et un mélange en utilisant la notion de molécule.

## Vocabulaire

- Une particule : très petite partie de quelque chose.
- Une molécule : type de particule qui compose certains corps purs (ex : l'eau).

## II. Les particules et les états de la matière.

L'eau présente sur Terre a une origine encore discutée mais qui semble très précoce. Les températures sur notre planète permettent la coexistence des trois états de l'eau, qui forment alors un cycle naturel.

### 1. Un concentré de connaissances scientifiques, par Richard Feynman.

Toutes les choses sont faites de petites particules qui se déplacent en mouvement perpétuel, s'attirant mutuellement à petite distance les unes des autres et se repoussant lorsqu'on veut les faire se pénétrer.

D'après Richard P. Feynman, *Leçons sur la physique*, 2000, Odile Jacob.

### 2. Description des états solide, liquide et gazeux dans le cadre du modèle particulaire.



*Exploitation des informations*

1. Au niveau microscopique, de quoi est constitué toute matière ?
2. Décris l'organisation des particules d'une substance dans les états solide, liquide et gazeux présentée dans le document.
3. Rappelle les propriétés des états de la matière, puis explique-les dans le cadre du modèle particulaire.
4. En utilisant la notion de molécule, propose une description des processus de fusion d'évaporation.
5. La Terre existe depuis environ 4 milliards d'années : pourquoi le jeune garçon dit que l'eau qu'on lui a servi a le même âge ?

**Vocabulaire :**

- Le modèle particulaire : représentation de la matière comme un ensemble de particules de très petites tailles.

**III. La compressibilité d'un gaz**

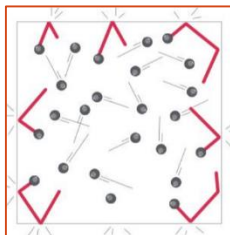


Pour pouvoir nager avec les dauphins, un plongeur emporte sur son dos une bouteille contenant une

importante quantité d'air, comprimée dans un petit volume. Les parois métalliques de la bouteille résistent à la pression élevée de son contenu.

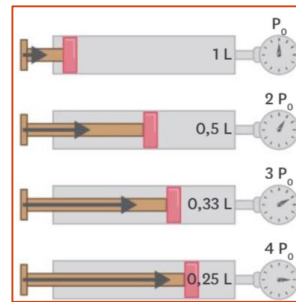
*Le modèle particulaire explique-t-il que les gaz soient compressibles ?*

**1. La pression modélisée.**



L'état gazeux est modélisé par le mouvement rapide et la dispersion des particules dans le vide. Dans ce modèle, la pression du gaz est le résultat de l'ensemble des collisions des particules sur la paroi. Tout comme les parois, un objet qui se trouve à l'intérieur subit la même pression.

**2. Evolution de la pression  $P$  de l'air quand on le comprime.**



*Exploration et analyse des informations.*

1. Comment le modèle décrit-il l'état gazeux ?
2. A quoi est due la pression d'un gaz sur les parois du récipient qui le contient ?
3. Comment varie la pression en fonction du volume de gaz ?
4. Schématise une seringue contenant 10 molécules dans la première position du piston.
5. Reprends ce schéma avec un piston placé dans la deuxième position.
6. Explique l'augmentation de la pression d'un gaz dont on diminue le volume, en utilisant le modèle particulaire et l'évolution du nombre de collisions au cours de cette opération.

**IV. Les recettes, un drôle de mélange !**



En mélangeant son thé chaud, Louise se dit que son sucre disparaît parce qu'il fond dans sa boisson. Juliette se dit que ce n'est pas possible : comment le sucre pourrait-il simplement disparaître ?

*Tâche complexe : utilise tes connaissances et les documents pour savoir qui a raison. Ton explication devra comporter un schéma qui s'appuiera sur le modèle particulaire.*

**1. L'eau, un très bon solvant.**

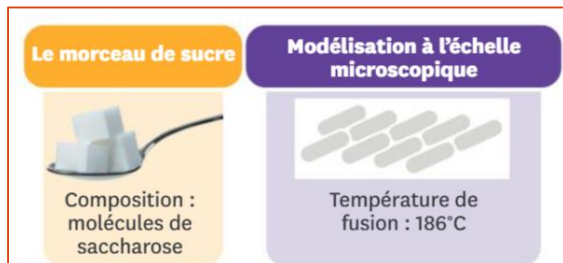
Ajoutez du sel à de l'eau et agitez. Très rapidement, l'eau redevient claire et le sel n'est plus visible. Avec du sucre, le résultat obtenu est le même.

L'eau est en effet un très bon solvant. Elle dissout un grand nombre de corps, comme les sels dont les constituants sont des particules appelées ions, ainsi

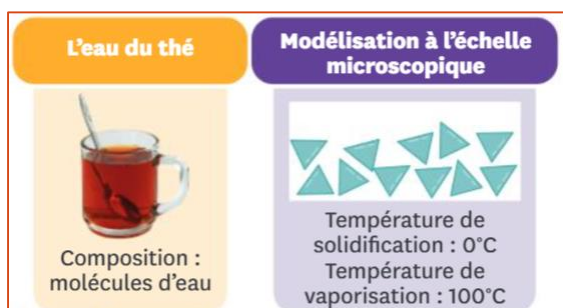
que certaines substances formées de molécules. Les ions ou les molécules se séparent et se dispersent dans l'eau où ils circulent librement.

« L'eau », sagascience, cnrs.fr.

## 2. Le sucre.



## 3. L'eau du thé.



### Vocabulaire :

- Un ion : espèce chimique constituants les sels, se formant entre autres à partir de certaines molécules.
- La dissolution : opération de dissoudre un solide (soluté) dans un liquide (solvant).

## V. Bilan.

### 1. L'explication du mouvement brownien.

Les scientifiques se représentent la réalité de manière simplifiée afin de mieux la comprendre : c'est la modélisation.

Un des modèles utilisés pour représenter la matière est le modèle particulaire.

Les particules et leur déplacement expliquent des phénomènes observables par l'homme, comme le mouvement brownien.

La température d'un échantillon de matière correspond au niveau d'agitation des particules qui le composent.

### 2. Les particules et les états de la matière.

Le modèle particulaire permet de comprendre les caractéristiques des états.

A l'état solide, chaque particule vibre en restant liée aux mêmes particules voisines : les solides ont une forme propre.

A l'état liquide, les particules sont groupées mais se déplacent librement : les liquides n'ont pas de forme propre.

A l'état gazeux, les particules se déplacent dans le vide à grande vitesse, de manière désordonnée : les gaz n'ont pas de forme propre.

## 3. La compressibilité des gaz.

Des grandeurs, comme la pression d'un gaz ou la température d'une substance, se comprennent grâce au modèle particulaire.

Le mouvement rapide des particules et l'espace vide dans lequel elles sont dispersées rendent le gaz compressible et expansible.

## L'interprétation particulaire des mélanges.

La dissolution d'un solide est une transformation physique au cours de laquelle les particules restent inchangées.

Une solution est un mélange constitué des particules du solvant et celles du soluté.

## VI. Exercices

### Exercice n° 1

Emmanuel veut se servir un verre de menthe à l'eau.

1. Représente la situation obtenue au niveau des particules lors du mélange. En considérant que l'eau et le sirop sont des corps purs, on représentera chaque particule de sirop par un  $\triangle$  et chaque particule d'eau par un  $\circ$ .

### Exercice n° 2

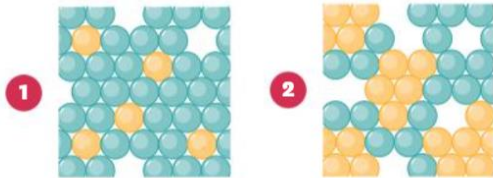
Leïla doit faire un exposé de Physique-Chimie sur l'organisation microscopique de la matière à l'état solide. Elle a l'idée d'utiliser une image de jeu vidéo pour illustrer son travail.



1. Que représente chacun des cubes sur l'image ?
2. Le solide représenté est-il un mélange ou un corps pur ?
3. Pourquoi un solide a-t-il une forme propre ?

### Exercice n° 3

On représente au niveau microscopique des mélanges de deux liquides.



1. Quelle représentation correspond à un mélange homogène ? Explique ton raisonnement.
2. Quelle représentation correspond à un mélange hétérogène ? Explique ton raisonnement.

### Exercice n° 4

Enzo dissout complètement 30 g de fructose (un corps pur) dans 200 mL d'eau pure.

1. Combien d'espèces chimiques sont présentes dans ce mélange ?
2. Est-ce un mélange homogène ou hétérogène ?
3. Dessine une représentation à l'échelle microscopique de ce mélange et légende ton schéma.

### Exercice n° 5

On mélange de l'eau et de l'huile : on obtient un mélange hétérogène.

1. Combien de sortes de molécules sont présentes dans le mélange ?
2. Dessine une représentation de ce mélange à l'échelle microscopique et légende ton schéma.



### Exercice n° 6

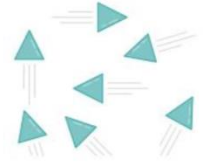
On fait chauffer de l'eau liquide jusqu'à la porter à ébullition.

1. Décris à l'échelle des particules ce qui se passe au début du chauffage et lors de l'ébullition.

### Exercice n° 7

Voici une représentation de l'eau à l'échelle microscopique :

1. Indique s'il s'agit d'eau à l'état liquide, solide ou gazeux. Justifie ta réponse.



### Exercice n° 8

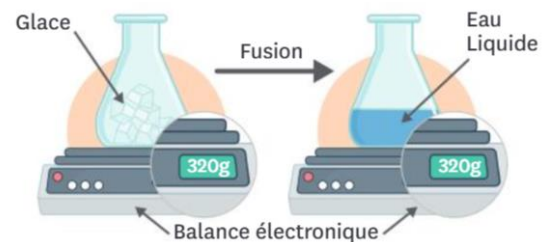
Les êtres vivants sont constitués de cellules. En moyenne, une cellule contient 200 000 milliards de particules (deux suivi de quatorze zéros). On trouve :

- 98,73 % de molécules d'eau ;
- 0,47 % de molécules de divers lipides ;
- 0,01 % de molécules de diverses protéines.

1. Calcule le nombre de molécules d'eau qu'on trouve dans une cellule.

### Exercice n° 9

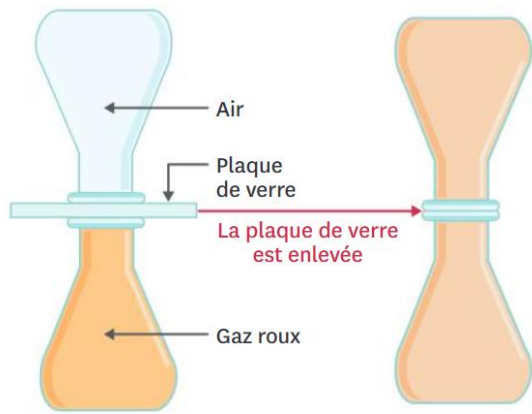
Léa réalise l'expérience suivante :



1. Quel est l'état physique initial de l'eau ? Quel est son état final ?
2. Quel changement d'état a eu lieu ?
3. Comment évolue la masse de l'eau au cours de ce changement d'état ?
4. Propose une interprétation microscopique de cette observation expérimentale.

### Exercice n° 10

Le dioxyde d'azote est un gaz de couleur rousse. On réalise l'expérience suivante. Attention, ce gaz est toxique et son usage réclame des précautions particulières d'utilisation.



1. Qu'observes-tu lors de cette expérience ?
2. Schématise les molécules présentes dans chacun des récipients au début et à la fin de l'expérience (tu considèreras que l'air est constitué d'un seul type de particules tout comme le dioxyde d'azote).
3. Explique pourquoi un gaz n'a ni forme ni volume propre.

### Exercice n° 11

On dépose un glaçon dans un bécher. On place le bécher sur une plaque chauffante que l'on allume. On éteint la plaque chauffante lorsqu'il ne reste presque plus d'eau dans le bécher.

1. Qu'est-il arrivé à l'eau qui constituait le glaçon ?
2. Dessine l'allure de la courbe représentant la température de l'eau en fonction de la durée du chauffage.
3. Pour chaque partie de la courbe, décris le changement qui s'opère pour les particules d'eau.

### Exercice n° 12

On verse de l'eau dans une casserole que l'on dépose sur le rebord de la fenêtre. Au bout d'une journée, le niveau de l'eau aura baissé et cela s'accroîtra les jours suivants. En effet, l'eau va s'évaporer progressivement, passant à l'état gazeux au niveau de la surface de contact entre l'eau et l'air ambiant. Plus la surface de la casserole est grande, plus l'évaporation sera rapide.

Si on souhaite obtenir le même résultat plus rapidement encore, il suffit de faire chauffer la casserole. Au bout d'un moment, des bulles de gaz vont se former de façon régulière au sein du liquide et son niveau va baisser rapidement. Il s'agit d'une ébullition car des bulles de vapeur d'eau se forment dans l'ensemble du volume du liquide.

1. Quel est le nom utilisé pour désigner le changement d'état dont il est question ici ?
2. À l'aide du texte ci-dessus, explique pourquoi on dit que l'évaporation est un phénomène surfacique et l'ébullition un phénomène volumique.
3. Quelle conséquence cela a-t-il pour les vitesses de ces deux phénomènes ?
4. Cite en t'aidant du texte ci-dessus, trois paramètres qui influencent la vitesse de l'évaporation.
5. Fais un schéma qui représente le phénomène d'évaporation au niveau microscopique.

### Exercice n° 13

On peut se représenter le mouvement des molécules en effectuant une chorégraphie dans la classe, chaque élève se comportant comme une molécule. Créez une chorégraphie qui met en scène :

1. la fusion d'un solide ;
2. la dissolution d'un solide dans un liquide ;
3. le mélange de deux liquides non miscibles.

### Exercice n° 14

En ouvrant un flacon de parfum, il flotte vite dans l'air une odeur agréable.



1. Schématise un flacon de parfum incliné et représente la surface libre du parfum.
2. Représente les particules de parfum au niveau microscopique (bien que ce ne soit pas un corps pur, tu pourras représenter des particules toutes identiques).
3. Représente sur le schéma le phénomène impliqué par la diffusion de l'odeur.

### Exercice n° 15

Caroline a appris en classe qu'au cours d'une dissolution, la masse de la solution est égale à la somme des masses du solvant et du soluté.

Elle aimerait modéliser cette propriété à l'aide d'un modèle particulier dans le cas de la dissolution de sel dans l'eau.

1. Représente le sel à l'échelle microscopique. Tu pourras choisir n'importe quelle forme de particule.
2. Représente l'eau à l'échelle microscopique.
3. Représente le mélange du sel et de l'eau.
4. À quel détail dois-tu faire attention pour bien montrer que la masse se conserve ?

### Exercice n° 16

Au quotidien, on mesure les températures en degrés Celsius. 0 °C correspond à la température de fusion de l'eau solide dans des conditions standards. En 1848, Lord Kelvin a montré qu'il existe une température en-dessous de laquelle il est impossible de descendre : le zéro absolu. Cela correspond à - 273,15 °C ou 0 K dans l'échelle de Kelvin.

1. Quelle est la température la plus faible dans l'univers (en degrés Celsius) ?
2. Quelle est la température de fusion de l'eau solide en Kelvin ?
3. Quelle est la température de vaporisation de l'eau liquide en degrés Celsius et en Kelvin ?
4. Au niveau microscopique, comment évolue le mouvement des particules d'eau si la température diminue ?
5. Propose une hypothèse sur le mouvement des particules d'eau à la température du zéro absolu.

### Exercice n° 17

La membrane Gore-Tex est un tissu imperméable et respirant. C'est une couche fine qui contient des milliards de trous microscopiques d'un diamètre d'environ 0,2 micromètre appelés « pores ». Chaque pore est 20 000 fois plus petit qu'une goutte d'eau et 700 fois plus grand qu'une molécule d'eau.

1. Pourquoi la pluie ne peut-elle pas traverser la membrane ?
2. Pourquoi la vapeur d'eau due à la transpiration peut-elle traverser la membrane ?
3. Calcule la taille approximative d'une molécule d'eau.
4. Pourquoi peut-on dire que ce tissu est imperméable et respirant ?