

# Éclairage scientifique

## Les états de la matière et les changements d'état

### Résumé

La matière se présente sous trois formes (ou états) distinctes : solide, liquide ou gazeuse. La matière est souvent susceptible de passer d'un état à l'autre : ce sont les changements d'état. Le présent chapitre est consacré à la matière qui nous entoure et à ses propriétés qui font qu'elle peut nous apparaître sous différentes formes.

**Essayons de nommer tout ce qui se trouve dans le monde.** La liste s'allonge très vite. Tant de choses nous entourent ! On peut imaginer de les classer de bien des façons : d'après leur forme, leur couleur, leur odeur, leur taille, leur usage, etc.

On distingue habituellement trois classes de corps : les solides, les liquides, les gaz.

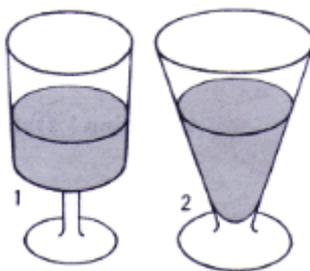
### Les solides

Les solides sont les plus faciles à reconnaître. Un caillou, une table, un verre, un bâton de pâte à modeler sont des solides. On peut les saisir facilement entre les doigts. Les solides ont une forme.

Pourtant, si on appuie sur la pâte à modeler, la forme a changé.

### Les liquides

On ne peut pas saisir un peu d'eau du bout des doigts. Regardons le verre n°1 ; l'eau qu'il contient a la forme de ce verre : un cylindre. Versons cette eau dans le verre n°2. Elle prend la forme de ce verre : un cône. Ce serait la même chose avec de l'huile, du lait, et tous les autres liquides.



Les liquides coulent. Leur forme change. Ils prennent la forme du récipient qui les contient.

Il existe une surface de séparation visible entre le liquide et l'air. Cette surface est plane et horizontale si le récipient est assez large.

#### UN CAS BIZARRE!

On peut saisir entre ses doigts un grain de sable. Il a une forme. C'est un solide.

Mais regardons un tas de sable. On peut remplir avec ce sable un seau, une brouette, une bouteille. L'ensemble des petits grains de sable prend la forme du récipient.

On pourrait citer bien d'autres exemples : la sciure de bois, la farine, le blé, le sucre en poudre, pour lesquels chaque petit grain se comporte comme un solide, alors que l'ensemble peut couler comme un liquide. Cependant, la surface de séparation avec l'air n'est pas naturellement plane et horizontale.

## Les gaz

L'air, l'oxygène, le gaz de ville, le gaz carbonique, l'azote, le krypton.... sont des gaz. On ne peut pas les saisir comme on saisit les solides.

Même si on ne le voit pas ou si on ne le sent pas, un gaz remplit entièrement le récipient où on l'a mis. Ce récipient n'est donc pas vide.

Les gaz, comme les solides et les liquides, sont un des aspects de la matière.

Pour faire le vide dans un récipient il faut retirer toute la matière qu'il contient.

## Le plasma, quatrième état de la matière ?

On a pris l'habitude de parler d'un «quatrième état de la matière» pour caractériser l'état où les atomes (et éventuellement les molécules) ont perdu un ou plusieurs de leurs électrons et ne sont plus, de ce fait, des objets électriquement neutres. Etant chargés positivement, ils se repoussent vivement, et cette «matière» ne peut plus être structurée comme un solide ou un liquide, où atomes et molécules sont bien sagement côte à côte, et s'attirent les uns les autres. Ce nouvel état de la matière porte le nom de «plasma». Outre les atomes chargés positivement, les électrons arrachés circulent aussi dans ce plasma, entraînant toutes sortes d'interactions fugaces. Le responsable de cet état est la plupart du temps la température : dès que la matière s'échauffe au delà de quelques milliers de degrés, l'agitation des atomes devient telle qu'ils se cognent violemment les uns les autres en perdant quelques plumes dans la collision. C'est ainsi que les électrons sont arrachés et prennent leur indépendance. Plus la matière est chaude et plus cet état d'«ionisation» (les atomes ayant perdu des électrons s'appellent des ions) est avancé. Dans le cœur du Soleil, où la température est de 16 millions de degrés, les atomes sont réduits à leur noyau et n'ont plus un seul électron, alors que le plasma qui règne dans un tube fluo ou dans une flamme est formé d'atomes ayant juste perdu un électron, qu'ils passent leur temps à rattraper, ce qui se fait avec émission de lumière.

L'état de plasma n'existe pas beaucoup à la surface de la terre, principalement dans les fluos, les lasers et la haute atmosphère, et bien sûr, lorsqu'on fait sauter une bombe atomique. En revanche, c'est l'état le plus répandu pour la matière visible dans l'Univers, puisque toutes les étoiles en sont formées. Je ne pense pas que ces notions soient très faciles à faire passer chez les élèves du primaire, faute de connaissances suffisantes sur la structure de la matière et la nature de la chaleur.

Cependant, c'est certainement à l'état gazeux que les plasmas «terrestres» ressemblent le plus. En fait, la terminologie «quatrième état de la matière» n'est pas très satisfaisante, dans la mesure où ce qui différencie entre eux les trois états «classiques», c'est essentiellement l'ordre et de mouvement, indépendamment de la nature des constituants, alors que le plasma se caractérise par la nature électriquement chargée de ses particules, sans souci de la structure et de l'ordre. Il existe des plasmas froids très ténus et des plasmas chauds très denses, mais ce sont toujours des milieux désordonnés à caractère gazeux.

## Les changements d'état

### Qu'est-ce qu'un changement d'état?

Une substance peut passer de l'état gazeux à l'état liquide ou solide, de l'état liquide à l'état gazeux ou solide, de l'état

solide à l'état gazeux ou liquide; c'est un changement d'état. Cela signifie que, suivant les circonstances, un même corps peut se présenter sous forme solide, liquide ou gazeuse. Par exemple, l'eau peut exister sous ces différentes formes qui correspondent à des organisations moléculaires différentes (modèle de la matière). Les changements d'état sont plus ou moins faciles; parfois même impossibles sans détérioration de la substance.

## L'eau

Revenons au cas de l'eau afin d'étudier différents changements d'état que nous pouvons observer dans la vie quotidienne.

La vaporisation est le passage de l'état liquide à l'état gazeux. L'un des modes de vaporisation est l'ébullition. Lorsqu'on chauffe de l'eau dans une casserole, on voit des bulles grossir et s'élever dans l'eau, puis éclater à la surface. Les bulles qui éclatent libèrent la vapeur d'eau qu'elles contenaient, cette vapeur se disperse dans l'espace environnant, on ne la voit plus, elle est mélangée à l'air. Ainsi, en chauffant de l'eau liquide, il se forme de la vapeur d'eau (état gazeux) et la quantité d'eau liquide diminue. Toute l'eau peut passer progressivement de l'état liquide à l'état gazeux.

L'autre mode de vaporisation est l'évaporation. Lorsqu'on laisse à l'air libre un récipient contenant de l'eau, au bout d'un certain temps, on constate que la quantité d'eau a diminué: on dit que l'eau s'est évaporée. C'est le même phénomène qui se produit lorsque le linge sèche. L'eau qui imprègne le linge s'évapore toute seule (même par mauvais temps). Ce phénomène illustre aussi le passage de l'état liquide à l'état gazeux.

La transformation inverse est appelée condensation (c'est le passage de l'état gazeux à l'état liquide). On retrouve par exemple ce phénomène lors de la naissance du brouillard.

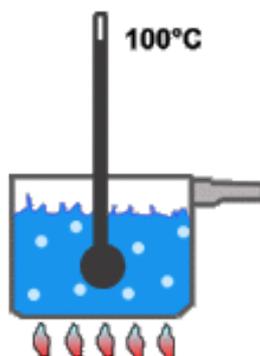
D'autres transformations comme le passage de l'état liquide à l'état solide sont facilement observables. Reprenons l'exemple de l'eau liquide, si on la refroidit suffisamment, elle se transforme en glace. On dit que l'eau s'est congelée ou solidifiée: c'est de l'eau à l'état solide. Évidemment plein d'autres liquides peuvent se solidifier si leur température de solidification est atteinte. Le processus inverse est la fusion. On a tous observé que lorsqu'on sort de la glace du congélateur et qu'on la laisse pendant un certain temps à la température ambiante, elle devient liquide; on dit que la glace a fondu. Pour que cette transformation puisse se faire, de la chaleur a été fournie à la glace.

Dans certaines conditions de température et de pression, il peut arriver que la neige disparaisse au soleil sans fondre. La neige s'est transformée directement en vapeur d'eau; ce passage de l'état solide à l'état gazeux est la sublimation (la transformation inverse est la condensation en solide).

## Température des changements d'état

On peut mesurer la température de solidification de l'eau tant qu'il y a en présence du solide (glace) et de l'eau liquide. Par exemple, on constate que la solidification de l'eau se produit à la température de 0 °C sous la pression atmosphérique «normale» (celle au niveau de la mer). Durant ce phénomène, la température reste constante. Ainsi toute la chaleur fournie a permis de transformer l'eau liquide en glace sans pour autant modifier la température. On a tendance à croire que la température de la glace est toujours égale à 0°C, mais si on la refroidit, sa température sera forcément inférieure (à 0°C).

On a vu que le phénomène d'ébullition est le passage de l'état liquide à l'état vapeur (lorsque les deux phases sont en équilibre). L'ébullition de l'eau se produit à température constante (100°C sous la pression atmosphérique «normale») en absorbant de la chaleur.



*Ébullition de l'eau (sous pression atmosphérique «normale»).*

Attention!

La pression atmosphérique diminue quand on s'élève en altitude; les températures de changement d'état ne sont plus les mêmes.

Par exemple, au sommet du Mont-Blanc, la pression atmosphérique est plus faible qu'au niveau de la mer, et l'eau bout à 85°C (il n'y a plus d'eau à l'état liquide à plus de 85°C).

Le tableau ci-dessous donne quelques valeurs de température de changement d'état sous la pression atmosphérique «normale».

Corps pur	Température de fusion (°C)	Température de vaporisation (°C)
<b>Azote</b>	<b>-209.9</b>	<b>-196</b>
Alcool	-114	78
<b>Mercure</b>	<b>-39</b>	<b>357</b>
Eau	0	100
<b>Plomb</b>	<b>327</b>	<b>1620</b>
Or	1063	2660

## Les changements d'état des corps purs

Les corps purs peuvent exister sous différents états (solide, liquide et gazeux) selon les conditions de température et de pression. Lorsque la matière passe d'un état à un autre état, on dit qu'il y a changement d'état.

### Passage solide-liquide: fusion

Si le solide est un corps pur (exemple la glace), lorsqu'il passe à l'état liquide, on parle de fusion franche ou plus simplement de fusion.

La caractéristique de la fusion d'un corps pur est qu'elle se produit à une température donnée qui reste constante durant toute la durée du changement d'état. Ainsi si on met des glaçons dans un verre qui se trouve lui-même dans une pièce à température ambiante, on constate que le glaçon fond et que la température du verre contenant le glaçon et l'eau reste autour de 0° tant qu'il existe un petit bout de glaçon.

Remarque:

Beaucoup de produits, comme le beurre et le chocolat, ne sont pas des corps purs et deviennent pâteux avant de devenir liquides. En revanche, un glaçon (corps pur sous forme solide) ne ramollit jamais et passe de l'état solide à l'état liquide sans état intermédiaire.

Note: un glaçon fabriqué à partir d'eau du robinet peut-il être considéré comme un corps pur? La réponse est en général oui car bien souvent l'eau du robinet comprend 350mg/litre d'impuretés, ce qui peut être considéré comme négligeable.

### Passage liquide-solide: solidification

C'est ce qui se passe lorsque l'on met de l'eau dans le freezer du réfrigérateur ou dans un congélateur. Mais là encore lorsque l'eau commence à se solidifier, la température du mélange eau-glace reste constante (très proche de 0°) tant qu'il reste de l'eau liquide. Le glaçon atteindra -18 si le congélateur est à -18°C.

La température de changement d'état (ici 0°) signifie qu'au-dessus de cette température, l'eau est sous forme liquide et qu'en dessous de cette température, elle est sous forme solide

## Passage liquide-gaz: vaporisation

Le terme de vaporisation englobe deux phénomènes différents :

- L'ébullition est un phénomène qui concerne la totalité du liquide et qui se produit, pour un corps pur, à une température qui reste constante pendant toute la durée du changement d'état. Ce palier dépend fortement de la pression et donc de l'altitude. Ainsi la température d'ébullition de l'eau est de 100° au niveau de la mer, de 85° en haut du Mont Blanc et de 72° en haut de l'Everest. Au-dessus de cette température d'ébullition, l'eau liquide est sous forme de gaz.

L'évaporation est un phénomène de surface. Entre la température de fusion et celle d'ébullition, le corps pur est en équilibre avec sa vapeur (le même corps à l'état gazeux), la quantité de vapeur par rapport à la quantité d'eau liquide dépendant fortement de la température.

Profitons en pour préciser le vocabulaire utilisé

L'eau sous forme de gaz s'appelle vapeur d'eau : c'est un gaz invisible à ne pas confondre avec la « vapeur que l'on voit » sortir d'un fer à vapeur, par exemple. Dans ce cas, il y a bien de la vapeur invisible qui sort du fer mais qui, compte tenu de la température extérieure, se transforme en de fines gouttelettes d'eau. Ce sont ces gouttelettes que l'on voit.

Le brouillard est constitué de fines gouttelettes d'eau. La buée est constituée de gouttes d'eau qui apparaissent suite à la condensation de la vapeur d'eau sur des parois froides.

En d'autres termes, s'il y a apparition de gouttes d'eau sur une paroi froide cela signifie que l'eau était présente dans l'air sous forme de vapeur d'eau (c'est à dire de gaz invisible).

Il est possible d'étudier les facteurs dont dépendent et ne dépendent pas l'évaporation. Ainsi en gardant la même quantité d'eau et la même température mais en faisant varier le diamètre du récipient, on constate que plus le récipient a un grand diamètre (plus la surface d'eau liquide en contact avec l'air est grande), plus l'évaporation est rapide.

Il en est de même lorsque l'on fait varier la température (en gardant et la même quantité d'eau et les mêmes récipients, c'est à dire la même surface d'eau liquide en contact avec l'air). En revanche, si on met des quantités d'eau différentes dans des récipients identiques (de telle sorte que les surfaces d'eau en contact avec l'air soient les mêmes pour les deux récipients) et que le tout soit à la même température, on constate que l'évaporation se produit de la même façon dans les deux récipients.

Un résultat intéressant est à noter : pour que de l'eau liquide devienne vapeur d'eau, il faut lui fournir de l'énergie (par exemple en chauffant). Donc, pour évaporer, pour faire bouillir, pour passer de l'état liquide à l'état de gaz, il faut fournir de l'énergie. A l'inverse lorsque l'eau passe de l'état de gaz à l'état liquide, de l'énergie est libérée.

C'est ce qui se passe dans un percolateur : quand on chauffe du lait ou du café avec de la vapeur d'eau, que se passe-t-il ? On envoie de la vapeur d'eau dans le lait ou le café. Ce gaz se transforme en liquide et fournit au lait (ou au café) de l'énergie, ce qui augmente sa température.

Problème du vent : il existe, au-dessus de la surface de l'eau liquide, une certaine quantité de vapeur d'eau provenant de l'évaporation, cette quantité dépendant de la température et de la pression. Si par un moyen quelconque on chasse cette vapeur d'eau, il n'y en a plus « assez » au-dessus du liquide. Donc, une certaine quantité de liquide s'évapore pour rétablir une situation dite d'équilibre.

Quand on souffle sur un récipient contenant de l'eau liquide, on éloigne la vapeur d'eau qui se trouve au dessus du liquide. Comme il doit exister à la température considérée un équilibre liquide vapeur, de l'eau liquide va s'évaporer. Il y a donc de l'eau liquide qui se transforme en gaz. Or, l'énergie nécessaire ne peut provenir que de l'eau liquide elle-même qui conduit à une diminution de sa température.

On souffle sur sa soupe pour la refroidir

Du linge mouillé sèche sans soleil, si il y a grand vent

Une personne mouillée qui sort de l'eau a froid s'il y a du vent... alors qu'il y a beaucoup de soleil .

Nous transpirons : quand on a de la fièvre, on transpire, il apparaît de la sueur qui s'évapore et notre température baisse ; la sueur a un rôle apaisant car maintient constante la température de notre corps.

## Un peu d'histoire :

Citons un extrait du livre de physique de Drion et Fernet (1875) qui appellent vapeur ce que l'on appelle aujourd'hui gaz. « On donne généralement le nom de vapeurs aux fluides aériformes dans lesquels peuvent se transformer les corps liquides ou solides. L'état de vapeur ne diffère pas, en réalité de l'état gazeux...

Le passage d'un corps de l'état liquide à l'état gazeux de quelque manière qu'il opère est désigné par le terme général de vaporisation.

La vaporisation peut se produire sous deux formes différentes :

1) l'ébullition, c'est à dire la production de vapeurs dans toute la masse du liquide, sous forme de bulles qui viennent crever la surface ;

2) l'évaporation ou la production insensible de vapeurs à la surface libre. »

## Passage solide-gaz: sublimation

Certains corps passent, sans passer par l'état solide, de l'état solide à l'état gazeux. C'est le cas du naphthalène et du camphre, qui s'évaporent lentement à la température « ordinaire » et passent directement de l'état solide à l'état de gaz. Autre exemple, il peut arriver qu'au bout de quelques jours de froid vif et sec, des sols verglacés deviennent dégagés, cela signifie que de la glace s'est transformée en gaz.

## Passage gaz-solide: condensation

Ici, il y a un problème de vocabulaire : un mot pour deux changements d'états.

En physique, le terme de condensation est utilisé lorsque du gaz se transforme en solide. Pour l'eau, il y a un problème de vocabulaire, car souvent le même terme est utilisé pour deux changements d'états.

La vapeur d'eau se transforme en solide - on voit cela de temps en temps en hiver lorsque de la vapeur d'eau forme du givre sur des objets froids, il s'agit bien de condensation. Mais on parle aussi de condensation lorsque de l'eau sous forme de gaz se transforme en eau liquide.

On dit couramment -y compris les physiciens- que de la vapeur d'eau se condense sur les vitres fraîches, et forme de la buée, c'est à dire des gouttelettes de liquide. En fait, il semblerait que l'on parle couramment de condensation lorsque de la vapeur d'eau se transforme soit en eau liquide, soit en eau solide.

## Passage gaz-liquide: liquéfaction

L'eau passe facilement de l'état gazeux à l'état liquide, on en a vu des exemples au paragraphe évaporation.

De façon générale, on peut liquéfier un gaz en augmentant la pression, mais il existe une température -dite critique – au-dessus de laquelle il est impossible de le liquéfier. Pour liquéfier un gaz, il faut l'amener à une température inférieure à cette température critique et augmenter la pression. Par exemple, pour l'azote, la température critique est de  $-147^{\circ}$  C, ce qui signifie que l'on ne pourra avoir de l'azote liquide qu'à des températures inférieures à  $-147^{\circ}$ . En dermatologie, on utilise de l'air liquide pour « retirer » une verrue.

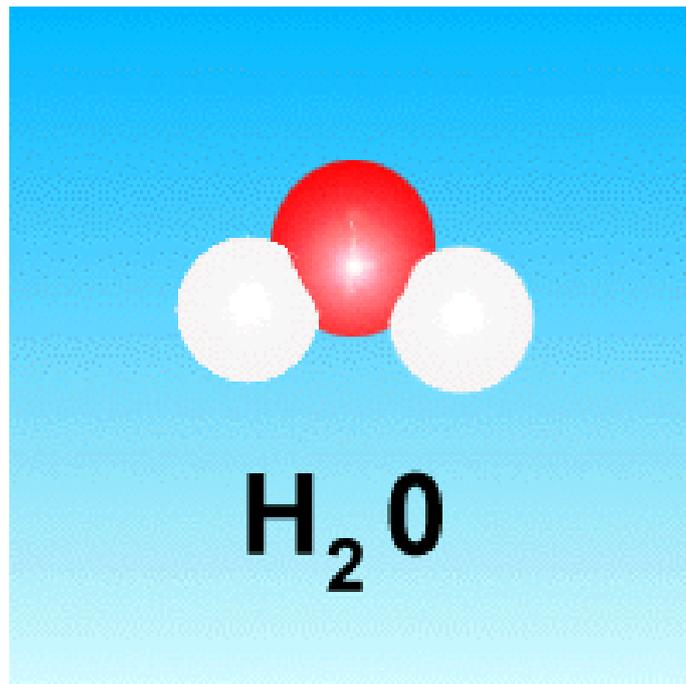
Note : Lorsqu'un corps pur change d'état, il subit une variation de volume. Le passage de solide à liquide s'accompagne en général d'une diminution de volume SAUF pour l'eau dont le volume augmente: une bouteille d'eau en plastique pleine d'eau et déposée dans un congélateur éclate, de même que les conduites d'eau mal protégées en extérieur... La masse volumique de l'eau diminue quand elle passe de l'état liquide à l'état solide, c'est pour cela que les icebergs flottent.

# Modèle atomique (application aux états de l'eau)

On peut se représenter une substance pure, telle que l'eau, comme un ensemble de particules élémentaires trop petites pour être visibles à l'œil nu ou même avec les microscopes optiques les plus puissants. On leur donne le nom de molécules. Une molécule est constituée d'un regroupement d'atomes. Pour l'eau, il s'agit du regroupement de deux atomes d'hydrogène (H) et d'un atome d'oxygène (O).

La dimension d'une molécule d'eau est de l'ordre du milliardième de millimètre. Par commodité, une molécule est représentée sous forme schématique par des ronds ou des boules (atomes).

Pour la molécule d'eau représentée ci-dessous, les deux boules blanches schématisent les deux atomes d'hydrogène et la boule rouge l'atome d'oxygène.



*Représentation de la molécule d'eau.*

Une substance pure, selon ce modèle, sera constituée de molécules identiques.

Ce modèle permet d'avoir une meilleure idée de ce que sont les différents états physiques d'une même substance pure. Reprenons l'exemple de l'eau pure, en rappelant que pure signifie ici qu'il s'agit, non pas d'une eau parfaitement consommable (eau potable)

mais d'un liquide qui ne contient que des molécules d'eau. A ce titre la plus pure des eaux de source n'est pas pure du point de vue chimique puisqu'elle contient, ne serait-ce que des gaz en solution (air).

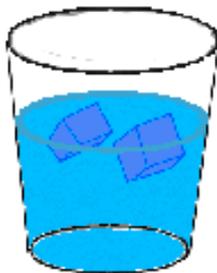
## État liquide

A l'état liquide, les molécules d'eau sont à des distances très faibles les unes des autres. Elles peuvent bouger les unes par rapport aux autres et sont animées de mouvements désordonnés.

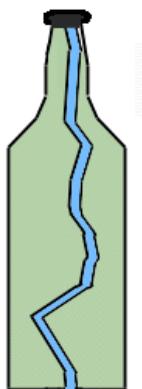
## État solide

Les déplacements des molécules se réduisent au fur et à mesure que la température de l'eau s'abaisse. Lorsque l'eau est devenue glace, les molécules ne se déplacent plus les unes par rapport aux autres. Elles vibrent sur place et sont disposées très régulièrement. Elles forment un réseau cristallin (exemple de la neige constituée de cristaux). Dans le cas particulier de l'eau, les molécules d'eau dans l'eau liquide sont plus proches les unes des autres que dans la glace. La densité de la glace est inférieure à la densité de l'eau c'est ce qui explique qu'un glaçon flotte dans l'eau.

Selon les mêmes propriétés, si on laisse geler une bouteille remplie d'eau et bien fermée, on observe que celle-ci éclate et que la glace occupe un volume plus grand que l'eau liquide.



## État gazeux



Les déplacements des molécules augmentent au fur et à mesure que la température de l'eau augmente. Progressivement les distances entre molécules augmentent du fait de l'amplitude de leur agitation, c'est ce qui explique la dilatation. Lorsque l'eau est à l'état gazeux, les distances entre molécules sont très grandes. Et entre les molécules il n'y a rien c'est-à-dire le vide.

# Les états physiques de la matière à l'école

« Matière » s'oppose à « immatériel » et a comme caractéristique principale d'avoir une masse (même si cette matière est invisible comme l'air) et donc d'être soumis à la pesanteur (même si ça s'élève dans l'air). Tout ce qui est matériel a une masse quelle que soit la forme, le lieu...

## Différents états de la matière

On distingue principalement 3 états de la matière: solide liquide et gazeux, mais il en existe d'autres...

Ces états sont distingués parce qu'ils correspondent à des propriétés différentes de la matière.

### Solide

La matière solide a une forme propre, c'est à dire une forme indépendante du récipient (il « se tient » disent les élèves); dans l'état « solide » la matière peut cependant être fragile c'est à dire se casser facilement; il y a là un piège de vocabulaire.

### Liquide

La matière liquide n'a pas de forme propre, elle coule en épousant la forme du récipient avec une surface de séparation air-liquide plane et horizontale (sauf sur les bords d'un tube fin). C'est ce qui définit l'horizontale. La matière liquide a un volume propre, c'est-à-dire qu'elle occupe le même espace, même si c'est sous des formes différentes, compte tenu du récipient dans lequel elle se trouve.

### Gaz

La matière gazeuse n'a ni forme propre ni volume propre, elle prend tout l'espace qu'on lui offre en se répartissant de façon homogène.

De l'adjectif au nom: On désigne par « solides » les matériaux qui sont dans l'état solide et ont donc les propriétés afférentes. Les exemples de solides sont nombreux: règle métallique, bout de bois, morceau de verre, morceau de sucre, etc. De même on désigne par « les liquides » les matériaux qui sont à l'état liquide et par « les gaz » les matériaux qui sont à l'état gazeux.

Cas particulier: le sable ou le sucre sont des substances un peu difficiles à classer selon ces critères. Chaque grain est dans l'état solide (il a une forme propre) mais l'ensemble des grains coule comme un liquide sans toute fois épouser la forme du récipient ni donner une surface horizontale. On voit là l'intérêt de prendre tous les éléments qui caractérisent une catégorie et aussi les limites d'une catégorisation: les catégories ne sont que des outils de pensée.

## Evolution des catégories et de leur description

Aujourd'hui, les physiciens distinguent pour les solides l'état cristallin (cristal moléculaire, ionique, atomique, etc.) et l'état amorphe, vitreux (exemple le verre) qui n'étaient pas étudiés jusqu'au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle.

Par ailleurs, on connaît maintenant des « cristaux liquides »: ce sont des liquides complexes qui ont des propriétés des liquides et des propriétés des solides cristallins. Il existe également d'autres substances comme les colloïdes (systèmes dans lesquels des particules très petites sont en suspension dans un fluide), les gels (mélange d'une matière colloïdale et d'un liquide), etc.

## Différents états pour une même substance

Un matériau (solide, liquide ou gazeux) peut être: soit un « corps pur », soit constitué de différents corps. Différents types d'assemblage de corps purs existent: mélanges, solutions..., tant à l'état solide que liquide ou gaz.

Les corps purs peuvent en général exister sous les différents états à certaines conditions de température et de pression. Le fer, qu'on a l'habitude de voir à l'état solide, peut être liquide ou même gazeux à température supérieure à 3000° C (sous la pression atmosphérique). Le dioxygène que l'on a l'habitude de voir gazeux peut aussi être liquide et

même solide (à température inférieure à  $-220^{\circ}\text{C}$  environ). De même des mélanges tels que l'air peuvent être gazeux, liquides ou solides. Mais d'autres corps purs se décomposent plutôt que de changer d'état.

Si théoriquement toute matière peut exister sous les trois formes liquide, solide ou gazeuse, peu d'entre elles coexistent effectivement sous ces trois formes sur Terre, étant données les conditions de température et de pression de changement d'états correspondants propres à chaque matière.

La glace, l'eau liquide, la vapeur d'eau sont différentes formes d'une même substance, l'eau. Fait remarquable, celle-ci est communément présente sur Terre sous ces trois états, observables parfois simultanément.

## Pour information

Comment les trois états (solide, liquide, gaz) étaient-ils définis au XVIII<sup>e</sup> siècle? Voici quelques extraits du Dictionnaire raisonné de la physique de Monsieur Brisson (1791)

### Solide

Nom que l'on donne à un corps dont les parties ont entre elles une adhérence telles qu'elles ne peuvent se mouvoir indépendamment les unes des autres; au contraire des fluides dont les parties ont une mobilité respective.

### Liquide

Ce mot signifie la même chose que liqueur. Il convient aussi, comme épithète, à toutes les substances dont toutes les parties se meuvent indépendamment les unes des autres assez librement, pour que toutes celles de la surface supérieure se placent dans un plan horizontal.

### Gaz

Nom que l'on donne à des fluides aériformes, compressibles, élastiques, transparents, sans couleur, invisibles, incondensables en liqueur par le froid, miscibles à l'air en toutes proportions et ayant toutes les apparences de l'air, sans en pouvoir...

---

## Auteurs

Équipe *La main à la pâte*

## Date de publication

Février 2006

## Licence

Ce document a été publié par la Fondation *La main à la pâte* sous la licence Creative Commons suivante : Attribution + Pas d'Utilisation Commerciale + Partage dans les mêmes conditions.



*Le titulaire des droits autorise l'exploitation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, ainsi que la création d'œuvres dérivées, à condition qu'elles soient distribuées sous une licence identique à celle qui régit l'œuvre originale.*

## Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes

75 006 Paris

01 85 08 71 79

contact@fondation-lamap.org

Site : [www.fondation-lamap.org](http://www.fondation-lamap.org)