

# Cours de physique

M1 EEF

# 2 parties: 8 chapitres

- Le ciel et la Terre
  - Lumières et ombres
  - La révolution de la Terre et les saisons
  - Les étoiles et les planètes
  - Phases de la Lune et éclipses
- Matière
  - Matière et température
  - Pression: l'air et ses pollutions
  - Changements d'état, cycle de l'eau
  - Mélanges, solutions et qualité de l'eau

# Matière et température

## LA MATIERE: états de la matière – température.

### La matière à l'école primaire: programmes officiels 2008

**Cycle 2:** - percevoir les changements d'état de la matière.

- distinguer solide, liquide et gaz.
- L'eau: le maintien de sa qualité pour ses utilisations.
- **Mélanges et solutions.**

**Cycle 3:-** Le principal objectif est de consolider la connaissance de la matière et de sa conservation:

- états et changements d'états de l'eau
- l'air et les pollutions de l'air
- le trajet de l'eau dans la nature...

### Plan du cours:

- Intro: qu'est-ce que la **matière**.
- Les **constituants élémentaires** de la matière.
  
- La matière **solide**.
- L'état **liquide**.
- L'état **gazeux** (vapeur).
  
- La **température** et la **pression** d'un gaz.

La propriété caractéristique de la matière est d'avoir une **masse**.

La matière se conserve, c'est la loi de la **conservation de la matière** (Lavoisier, XVIIIe s.):  
« Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme. »

*...parfois la masse se transforme en énergie (relativité Einstein).*



(1743-1794)

**Exemple: l'air est *pesant*.**

Il est constitué de molécules de  $N_2$  (azote 4/5<sup>e</sup>),  $O_2$  (oxygène 1/5<sup>e</sup>), Ar,  $CO_2$  (gaz carbonique),  $H_2O$  (eau)...

Le poids de l'air est responsable de la **pression atmosphérique**.

L'action de la pression atmosphérique a été mise en évidence par Otto von Guericke (1654) avec l'expérience des *hémisphères de Magdebourg*.

faire le vide



Maintenant, on peut voir les **atomes** (118) et les **molécules**.

Film « Le relief de l'invisible » (2004)  
[www.ideale-audience.fr](http://www.ideale-audience.fr)

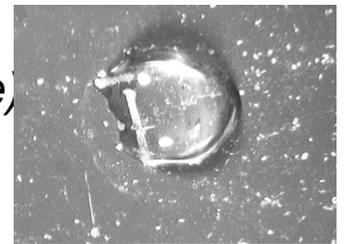
La matière est constituée d'**atomes** et de **molécules**,  
mais aussi d'autres constituants plus élémentaires.

Comment voir « à l'intérieur » de la matière ?

**Microscopie optique à haute résolution:**

1 m  $\longrightarrow$  0.5  $\mu\text{m}$

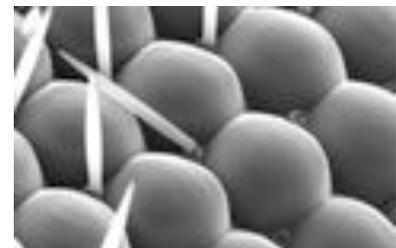
(limité par la longueur d'onde de la lumière visible)



Goutte d'eau

**Microscopie électronique à balayage:**

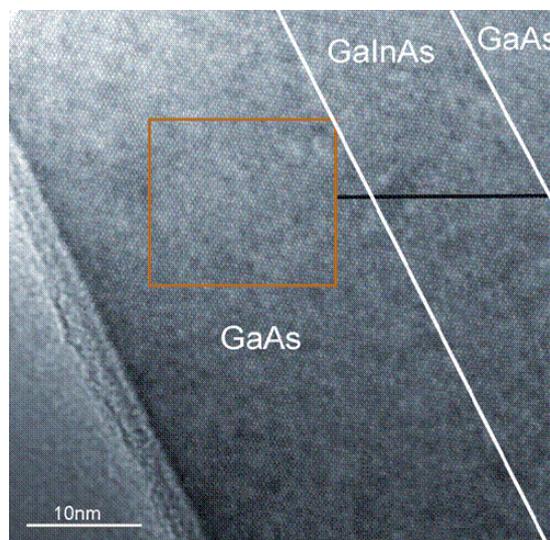
1 mm  $\longrightarrow$  20 nm = 200 Å  
= 0.02  $\mu\text{m}$



Œil de mouche

**Microscopie électronique à transmission:**

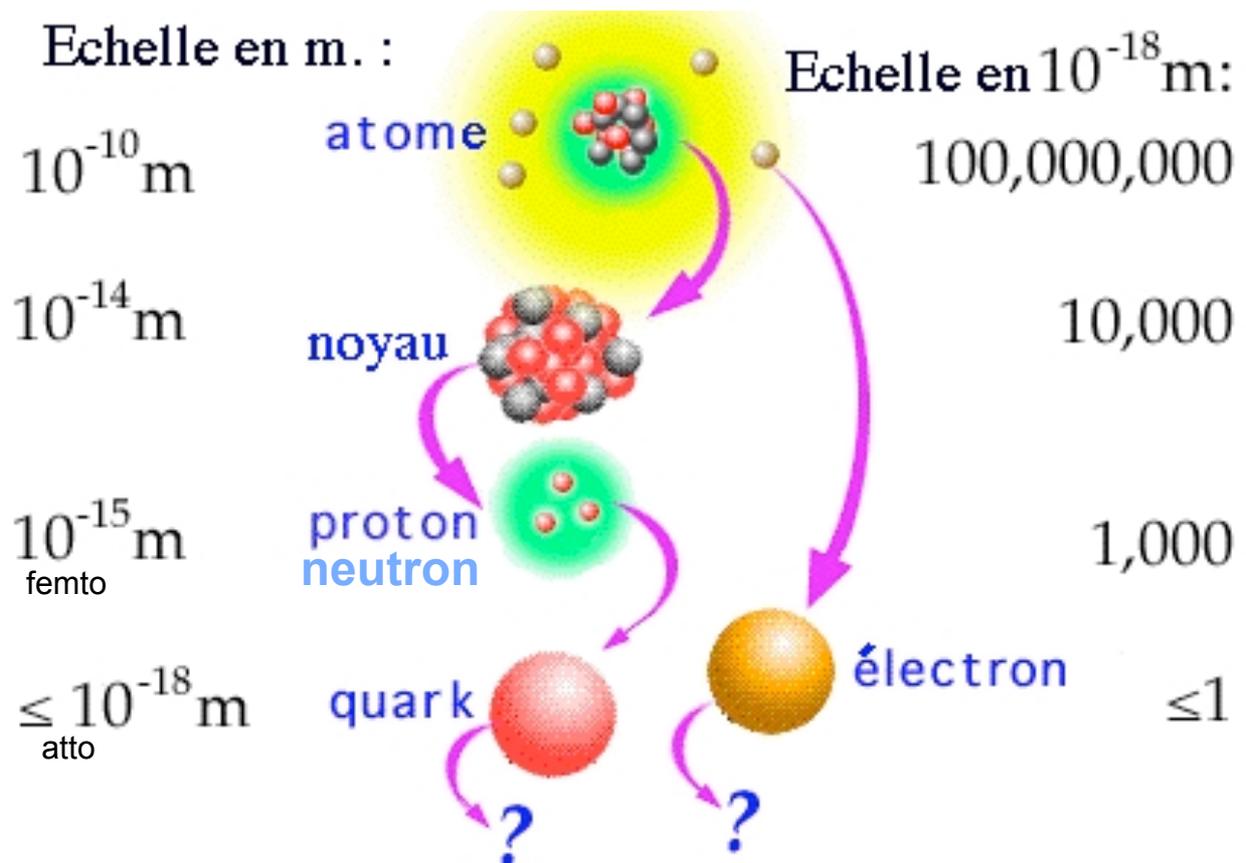
100 nm  $\longrightarrow$  1 Å



Pas de séparation Ga et As

Atomes dans GaAs

## Dimensions des constituants élémentaires de la matière:



La cohésion de la matière se fait grâce aux **forces d'interaction fondamentales**:

### **Gravitation:**

Newton  $F = M.g = M.M'. G / r^2$   
(masse)

### **Interaction électromagnétique:**

Coulomb  $F = q_1.q_2 / (4\pi\epsilon_0.r^2)$  puis Maxwell  
(charge électrique)

### **Interaction forte:**

Cohésion à l'intérieur du noyau  
(couleur des quarks)

### **Interaction faible:**

Responsable de la désintégration des éléments les plus lourds  
(radioactivité)

**Toute force d'interaction découle de ces forces fondamentales (y compris les forces de contact, les forces d'adhésion, de frottement, etc..)**



La matière se présente sous différents **états**, avec les mêmes constituants, mais sous différentes sollicitations (T,P...).

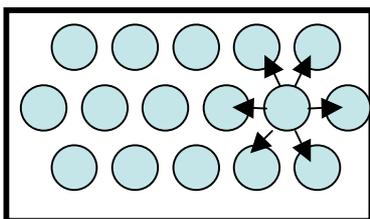
Les états *solides* et *liquides* sont des **états condensés** de la matière. Les *liquides* et les *gaz* sont des **fluides**.

- *La matière solide*: les atomes sont proches les uns des autres, et parfois ordonnés (cas des cristaux). Les solides conservent une certaine forme propre, et résistent à toute déformation.

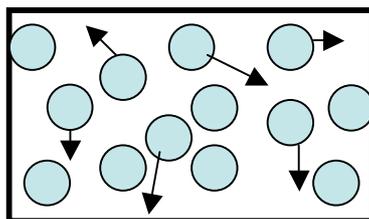
- *L'état liquide*: un liquide n'a pas de forme propre, mais adopte celle du récipient qui le contient. Sa surface est plate au repos (tension de surface). Il se déforme facilement en cisaillement, par exemple il coule sous l'action de son propre poids. Un liquide incompressible conserve cependant son volume.

- *L'état gazeux*: c'est l'état de la matière le moins dense. Exemple de l'air: masse volumique de 1,2 g/L en C.N.T.P. Comparaison avec l'eau liquide, 1kg/L en C.N.T.P. (0.6 g/L vapeur) L'air est expansible: il occupe tout l'espace qui lui est offert.

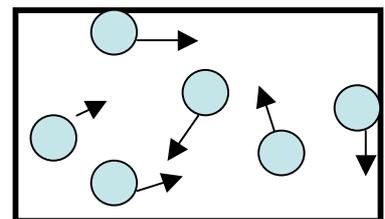
C.N.T.P. : « Conditions Normales de Température et de Pression »  
T = 20°C P = 1013,25 hPa = 1 atm



SOLIDE

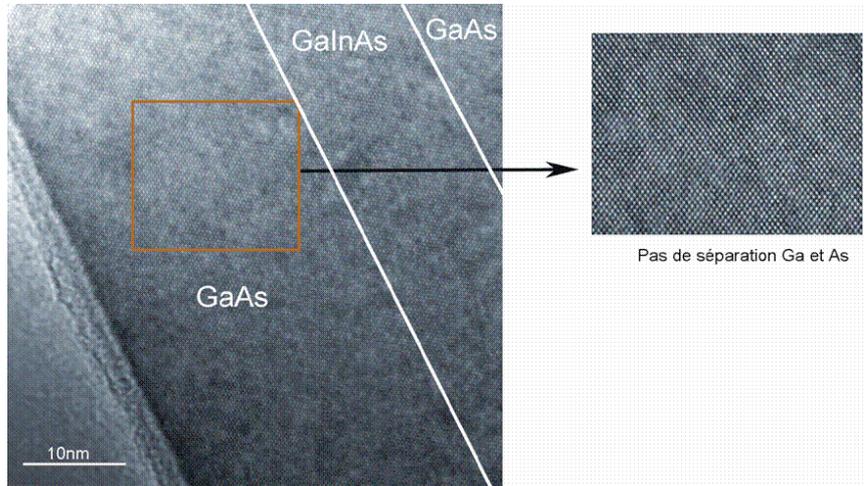
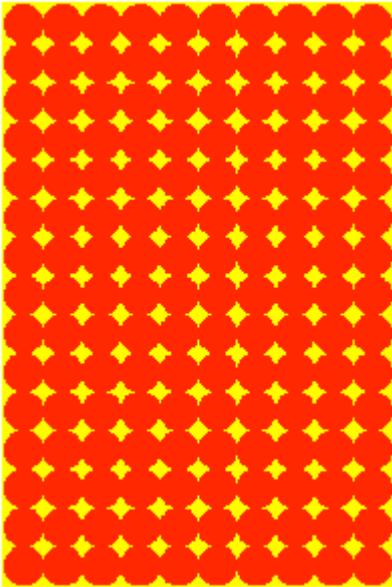


LIQUIDE



GAZ

## État solide (illustrations)

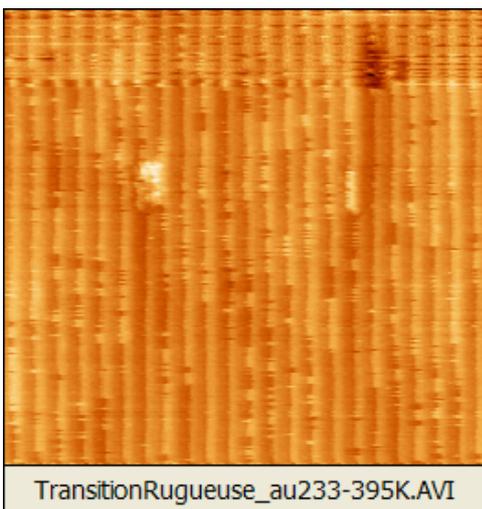


glaçon

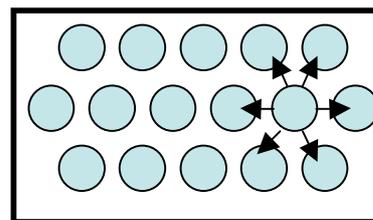


cristaux de glace (dendrites)

*La matière solide*: les atomes sont **proches** les uns des autres, et parfois ordonnés (cas des cristaux). Les solides conservent une certaine **forme propre**, et **résistent** à toute déformation.

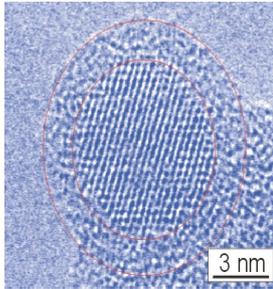


Agitation thermique sur une surface d'or.



Sous l'effet de la température, les atomes oscillent sur place.

**Attention: Solide ~~=>~~ Ordre positionnel**  
**Il existe aussi des solides désordonnés.**  
**Exemples:**



PCML - université Lyon I

Image par microscopie électronique à transmission de l'empilement atomique dans un **nanocrystal de silicium** et de sa **surface amorphe** (échelle: 3 milliardièmes de mètre).



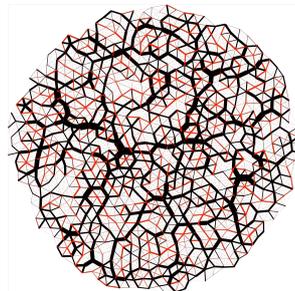
Les **verres de table** sont principalement constitués de **silice (SiO<sub>2</sub>) amorphe**.

**verre métallique (Vitreloy).**

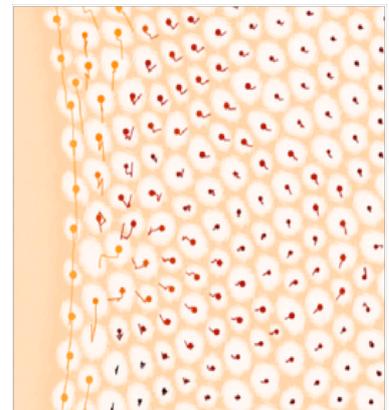


O. Poulliquen (1997)

**Empilement désordonné de billes** de taille millimétrique. Lorsqu'il est soumis à une agitation horizontale périodique d'amplitude supérieure au diamètre des grains, cet empilement granulaire finit par cristalliser.



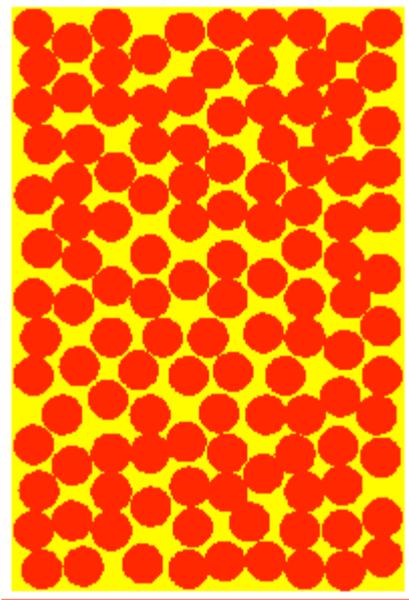
**Nano-disque amorphe** d'un matériau décrit par des forces d'interaction de type Lennard-Jones. En rouge: les forces attractives. En noir: les forces répulsives.



**Mousse amorphe bidisperse** bidimensionnelle faite de bulles de tailles différentes. Les traits indiquent les déplacements des bulles sous cisaillement.

O. Debrégeas et J.-M. di Meglio (2001)

## État liquide (illustrations)



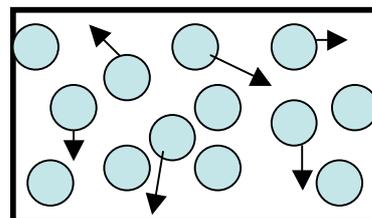
*L'état liquide*: un liquide n'a **pas de forme propre**, mais adopte celle du récipient qui le contient.



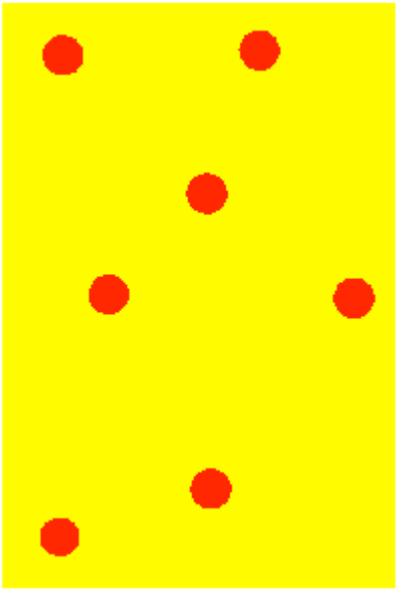
Sa surface est **plate** au repos (tension de surface).

Il se déforme facilement en **cisaillement**: par exemple il coule sous l'action de son propre poids.

Un liquide **incompressible** conserve cependant son volume.



## État gazeux (illustrations)

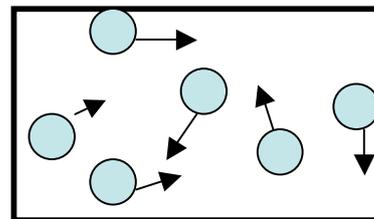
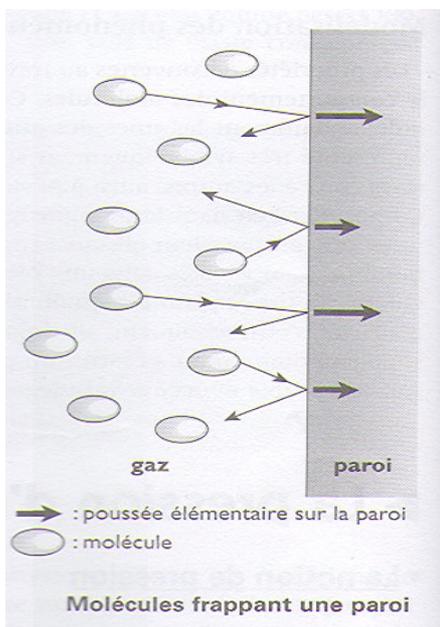


*L'état gazeux*: c'est l'état de la matière **le moins dense**.

Exemple de l'air: masse volumique de 1,2 g/L en C.N.T.P.

Comparaison avec l'eau liquide, 1kg/L en C.N.T.P. (0,6 g/L vapeur)

L'air est **expansible**: il occupe tout l'espace qui lui est offert.

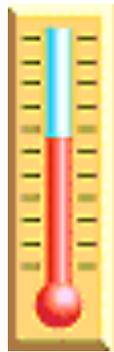


Le choc des molécules sur la parois est à l'origine de la **pression**.

## Chaleur et température:

- **Température, T**: la température est reliée aux **fluctuations de vitesse des molécules** constituant le corps, c.à.d. à leur énergie cinétique ( $k_B \cdot T \sim 1/2 \cdot m \cdot \langle v^2 \rangle$ ), leur agitation.

L'échelle thermodynamique de température ( $^{\circ}\text{K}$ ) donne  $0^{\circ}$ , lorsque les molécules sont immobiles (« zéro absolu »).



- **Echanges de chaleur,  $\delta Q$** : quantité de chaleur (Joules).

Le flux de chaleur dépend de la *conductivité thermique*.

La chaleur va du chaud vers le froid.

**Exemple**: la sensation de température fournie par un morceau de métal et un morceau de bois est différente.

Le métal est bon conducteur de la chaleur (grâce aux couplages entre les mouvements des atomes par le biais des électrons), tandis que le bois est un isolant thermique.

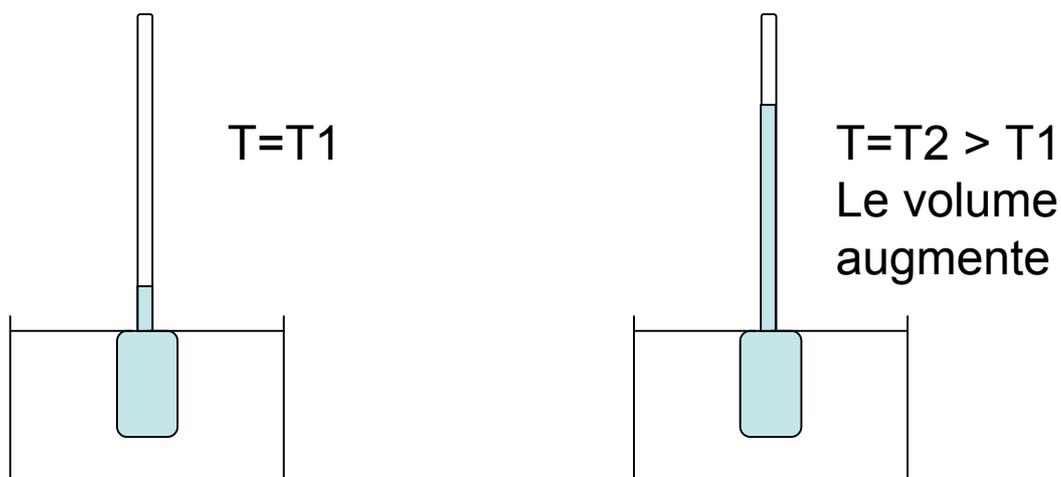


Bois: isolant thermique.  
La chaleur reste au point de contact.

Argent: sensation de froid. La main perd une quantité importante d'énergie (contact de  $37$  à  $20^{\circ}\text{C}$ ) au profit des atomes de métal qui transmettent facilement la chaleur.

## Mesures de température: *les thermomètres.*

Ex. Thermocouples, résistance de platine, thermomètres à liquide.  
Les **thermomètres à liquide** utilisent la propriété de dilatation thermique.



### Attention:

- Bien attendre que l'équilibre thermique se fasse.
- Ne pas toucher le thermomètre pendant la mesure. Bien mettre le réservoir au contact avec le milieu.
- Effectuer la lecture bien en face du niveau du liquide pour éviter les erreurs de parallaxe.

# Pression: l'air et ses pollutions

## **PROGRAMME DES COURS – 10 séances.**

**Cours n°1:** Mesures et unités.

**Cours n°2:** La matière: les états de la matière – la température.

**Cours n°3:** La matière: les changements d'états – mélanges et solutions. 

**Cours n°4:** L'énergie: formes, transferts et conservation de l'énergie.

**Cours n°5:** La lumière: sources – propagation rectiligne de la lumière.

**Cours n°6:** Electricité: générateurs et récepteurs, circuits électriques, sécurité des personnes et des installations.

**Cours n°7:** Mécanique: équilibres (balances et leviers) – La transmission du mouvement.

**Cours n°8:** Géophysique: la Terre – volcans et séismes.

**Cours n°9:** Astronomie: la Terre et la Lune – le jour et la nuit, l'année et les saisons.

**Cours n°10:** Astronomie: le système solaire et l'univers.

## LA MATIERE 2: changements d'états - mélanges.

### Changements d'états et mélanges, à l'école primaire:

**Cycle 2:** - l'eau dans la vie quotidienne: glace, eau liquide, vapeur. Observation des processus de **solidification** et de **fusion**, mis en relation avec des mesures de température.

**Cycle 3:**- Le principal objectif est de consolider la connaissance de la matière et de sa conservation: états et changements d'états de l'eau, mélanges et solutions...

### Éducation à l'environnement:

- Trajet et transformation de l'eau dans la nature.
- La qualité de l'eau.

### Plan du cours:

-rappels: **température** et **pression**.

- Les **changements d'état**: fusion/solidification, ébullition/liquéfaction, sublimation/condensation.

- **Diagrammes de changement d'état**.

- Cas de l'eau: **le cycle de l'eau dans la nature**.  
"évaporation" et "condensation".

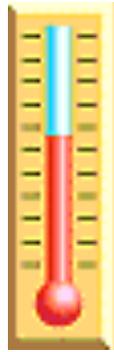
- Les différents types de **mélanges**. **Solubilité** d'un solide ou d'un gaz dans un liquide. **Séparation** des constituants d'un mélange.

- Cas de l'eau: contrôle de **la qualité de l'eau**.

## Chaleur et température:

- **Température, T**: la température est reliée aux **fluctuations de vitesse des molécules** constituant le corps, c.à.d. à leur énergie cinétique ( $k_B \cdot T \sim 1/2 \cdot m \cdot \langle v^2 \rangle$ ), leur agitation.

L'échelle thermodynamique de température ( $^{\circ}\text{K}$ ) donne  $0^{\circ}$ , lorsque les molécules sont immobiles (« zéro absolu »).



- **Echanges de chaleur,  $\delta Q$** : quantité de chaleur (Joules).  
Le flux de chaleur dépend de la *conductivité thermique*.  
La chaleur va du chaud vers le froid.

**Exemple**: la sensation de température fournie par un morceau de métal et un morceau de bois est différente.

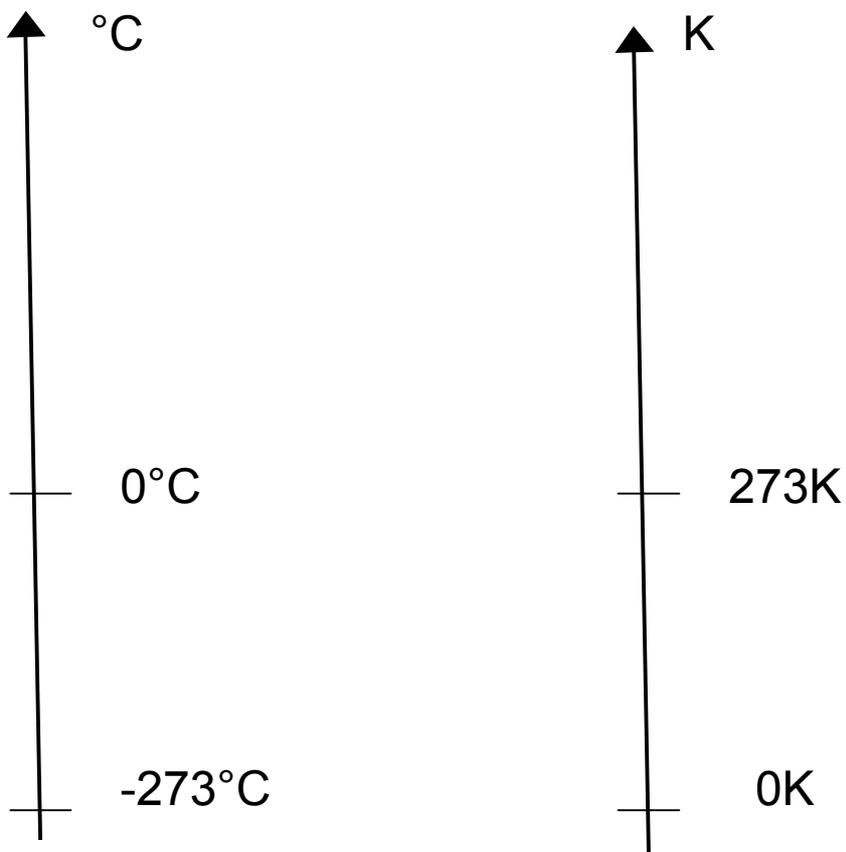


Bois: isolant thermique.  
La chaleur reste au point de contact.

Argent: sensation de froid. La main perd une quantité importante d'énergie (contact de  $37$  à  $20^{\circ}\text{C}$ ) au profit des atomes de métal qui transmettent facilement la chaleur.

## Échelles de température

- La mesure de température est exprimée en Celsius, réfère au changement d'état de l'eau (ébullition à  $100^{\circ}\text{C}$  et solidification à  $0^{\circ}\text{C}$  pour une pression atmosphérique normale, définition historique créée en 1742). Cependant, ces valeurs varient pour une pression différente. Aussi, les physiciens réfèrent à une autre échelle de température le kelvin( K). Le 0K correspond à la température où il n'y a plus d'agitation thermique. L'échelle en kelvin est décalée de 273 par rapport à l'échelle en degré celsius.

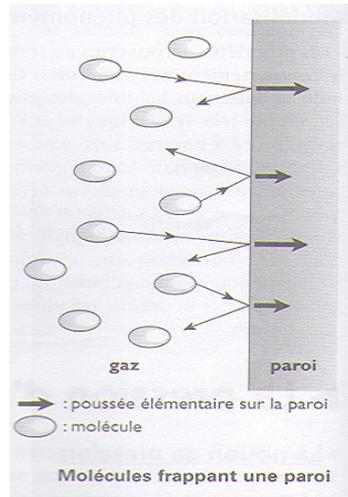


Correspondance entre la mesure de température en kelvin et en celsius

## Pression d'un gaz:

La pression est une « force par unité de surface » provenant des **chocs** exercés par les molécules de gaz qui rebondissent sur les surfaces (une variation de quantité de mouvement  $m.v$  correspond à une force).

$$F = m.\Delta v$$



La **pression atmosphérique**, au niveau de la mer, à 20°C, est de  $P = 1 \text{ atm} \approx 10^5 \text{ Pascal} \approx 1\,000 \text{ hPa}$ .

Cela correspond à un poids de 10 000 kg sur une surface de  $1\text{m}^2$  ou à un poids de 1 kg sur une surface de  $1\text{cm}^2$ .

( $P = F / S$ ).

Volume ↘ donc  $P$  ↗ , les chocs sont plus fréquents.

$T$  ↗ donc  $P$  ↗ , à volume constant ( $P.V=cste.N.T$ ).

Mais si  $T$  ↗ **et** Volume ↘ , alors  $P$  ...?...

L'air est invisible, mais il est **pesant**.

Son poids est de 1,2g/L en C.N.T.P. donc une pièce de  $100\text{m}^3$  contient 120 kg d'air. Mais la pression de la pièce dépend aussi du poids de tout l'air présent *au-dessus* de la pièce.

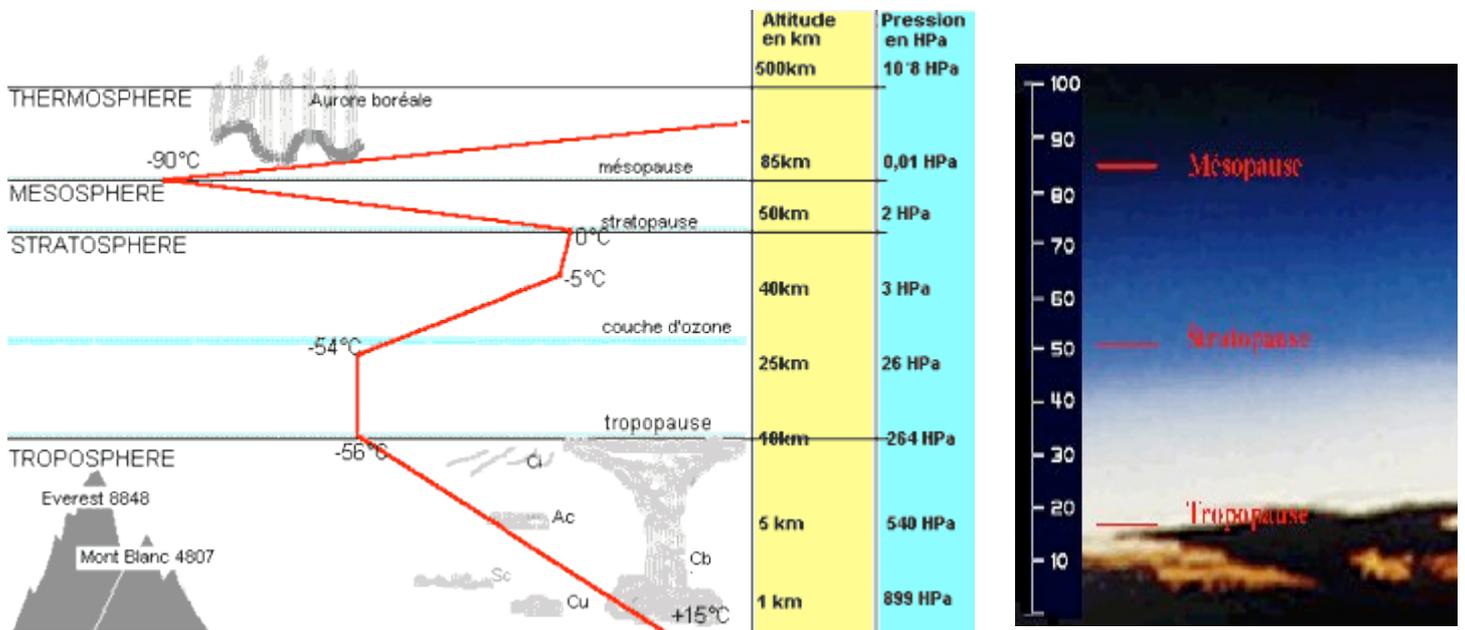
En montant en altitude, on se soustrait au poids de l'air resté en-dessous. C'est pourquoi la pression devient plus faible.

## Evolution de la pression de l'air, avec l'altitude:



Atmosphère terrestre:

$N_2$  (azote 4/5<sup>e</sup>),  $O_2$  (oxygène 1/5<sup>e</sup>),  
Ar,  $CO_2$  (gaz carbonique),  
 $H_2O$  (eau)...



( 50% de l'air sont dans les premiers 5 km  
99% dans les 30 km)

Altitude (km)	0	3	5	10	15	50	85
Pression (hPa)	1 013	700	540	260	100	11	0.01

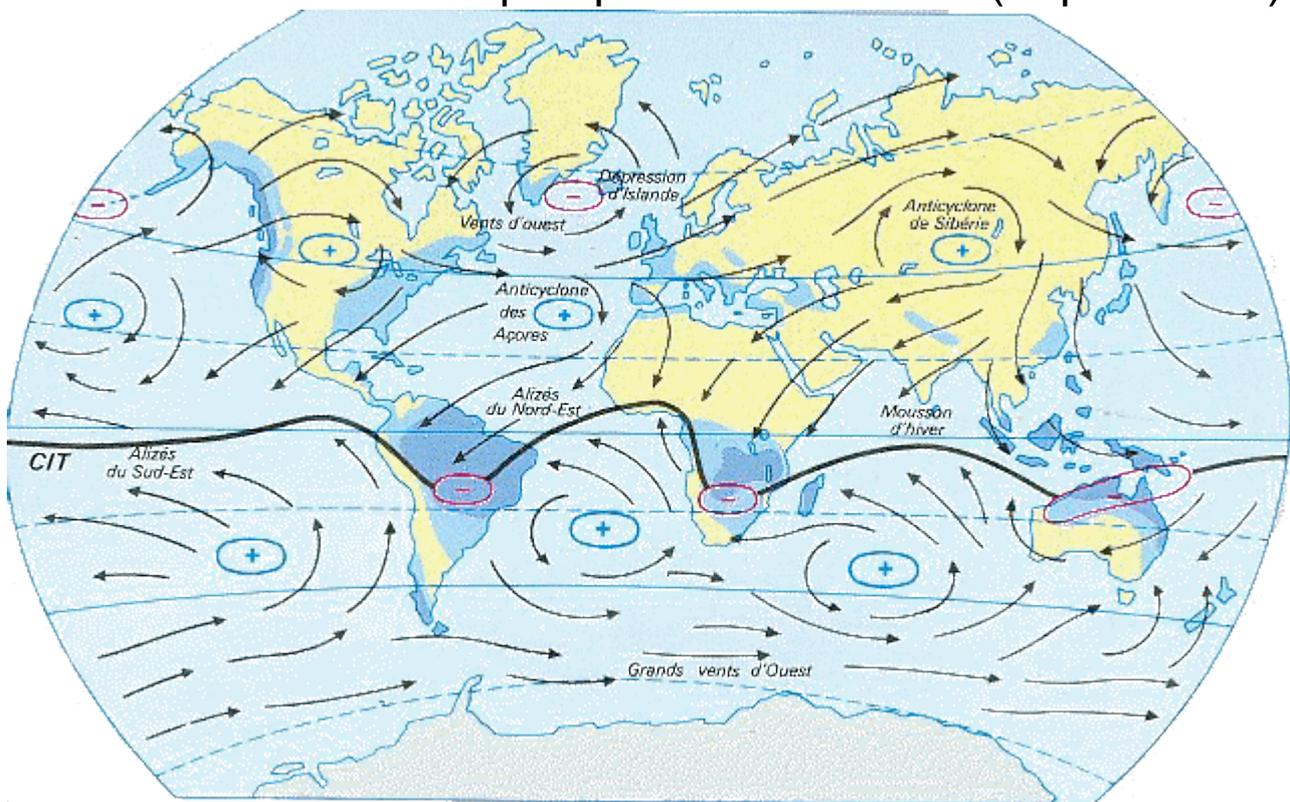
La répartition des molécules de l'air est due à l'attraction gravitationnelle qu'exerce la Terre.

## Pression de l'air (dans la troposphère) et météo:

**Anticyclones:** zones de pression  $>$  à la pression moyenne.

**Dépressions:** zones de pression  $<$  à la pression moyenne (1atm).

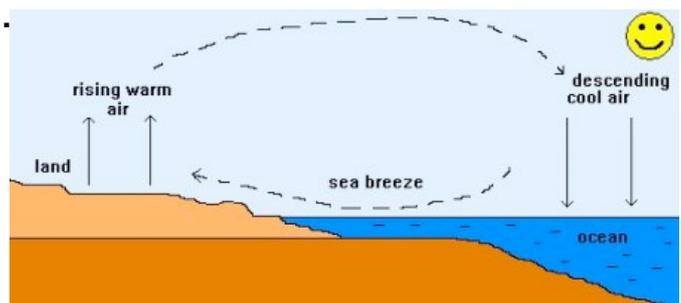
L'air chauffé est moins dense (Vol. non cst), d'où dépressions.  
À *grande échelle*, il y a un déplacement d'air des anticyclones (+ denses) vers les dépressions pour compenser les  $\neq$  pressions. Mais le mouvement est contrarié par le mouvement de la terre (hémisphère Nord /hém. Sud). Les vents suivent donc à peu près les **isobares** (= pressions)



**Localement, l'air chaud s'élève.**

**brise de mer:** le jour, la terre chauffe + vite que la mer.  
Vent de la mer vers la terre.

**brise de terre:** la nuit, de la terre vers la mer.

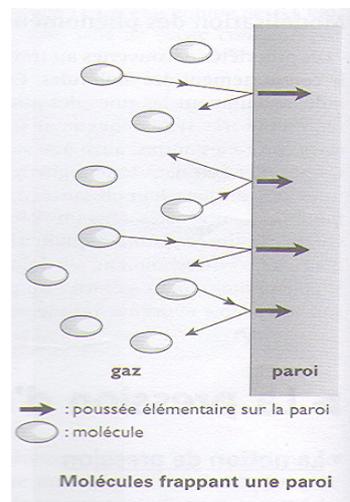


# Expérience de Torricelli

## Pression d'un gaz:

La pression est une « force par unité de surface » provenant des **chocs** exercés par les molécules de gaz qui rebondissent sur les surfaces (une variation de quantité de mouvement  $m \cdot v$  correspond à une force).

$$F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$$



La **pression atmosphérique**, au niveau de la mer, à 20°C, est de  $P = 1 \text{ atm} \approx 10^5 \text{ Pascal} \approx 1\,000 \text{ hPa}$ .

Cela correspond à un poids de 10 000 kg sur une surface de 1m<sup>2</sup> ou à un poids de 1 kg sur une surface de 1cm<sup>2</sup>.

( $P = F / S$ )., L'air est invisible, mais il est **pesant** (1,2g/L).

Volume ↘ donc P ↗ , les chocs sont plus fréquents.

T ↗ donc P ↗ , à volume constant.

Mais si T ↗ **et** Volume ↗ , alors P ...?...

## Vidéos associées

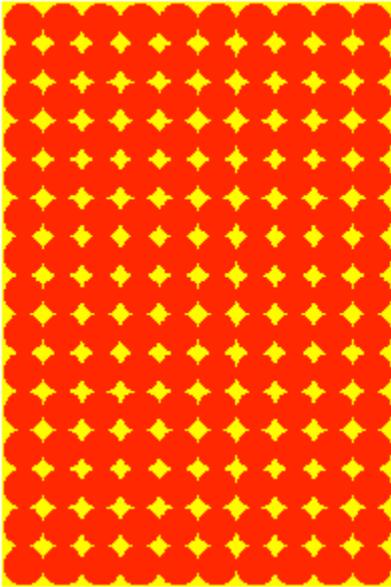
- Pression atmosphérique

<http://www.youtube.com/watch?v=MGglWVJ66eQ&feature=related>

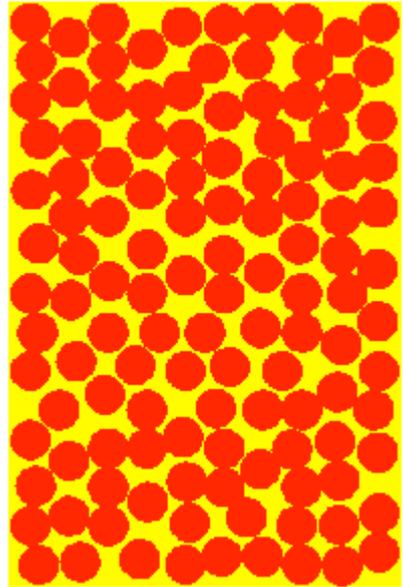
- Loi des gaz parfait, pression dans une seringue

<http://sciences-physiques.ac-dijon.fr/documents/Flash/pression/pression.swf>

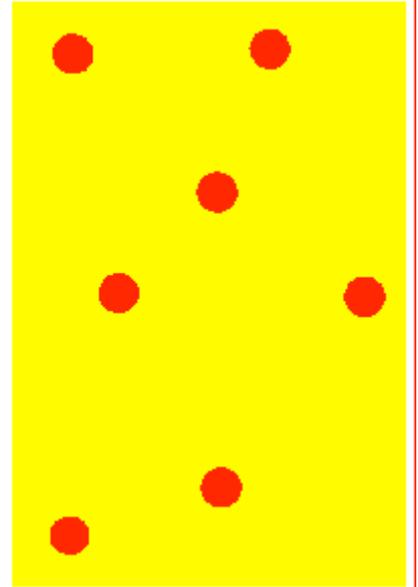
**Changement d'état**



SOLIDE



LIQUIDE



GAZ

## Les différents états de la matière

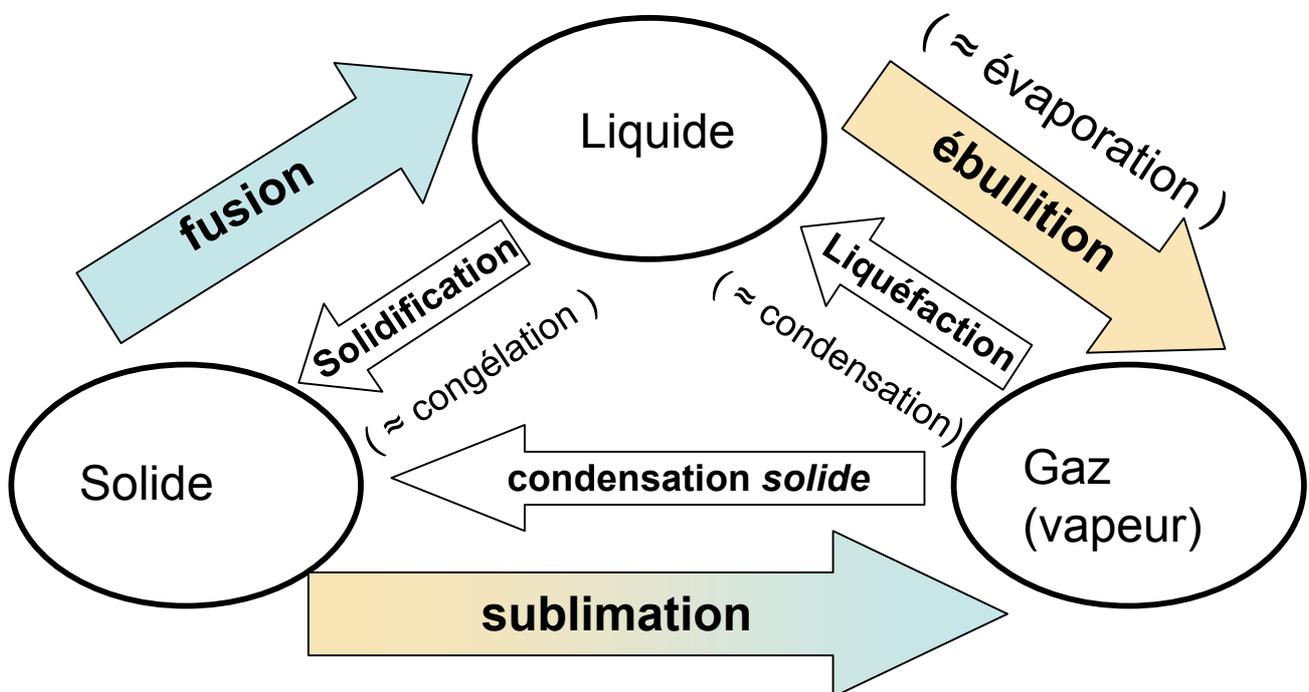
## Les différents types de changement d'état:

La matière se présente sous différents **états**, avec les mêmes constituants, mais sous différentes sollicitations (T,P...).

Les états *solides* et *liquides* sont des **états condensés** de la matière. Les *liquides* et les *gaz* sont des **fluides**.

Selon la valeur de la température (**T**) et de la pression (**P**) la matière se présente sous différents états.  
Le volume (**V**) s'ajuste en conséquence.

Les différents types de **changement d'état** sont les suivantes:



Remarque: Ces processus ne sont **pas instantannés**. Il faut que l'**équilibre thermodynamique** ait le temps de s'établir.

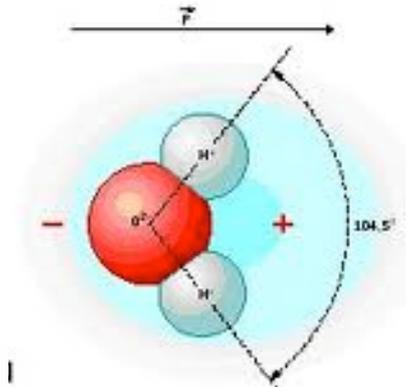
## **Propriétés des changements d'état**

- Mécanisme microscopique fondé sur les échanges de chaleur
- Pour un corps pur, le changement d'état a lieu à température constante à pression constante
- Le volume lors d'un changement d'état peut varier mais la masse est conservée (c'est-à-dire la quantité de matière).

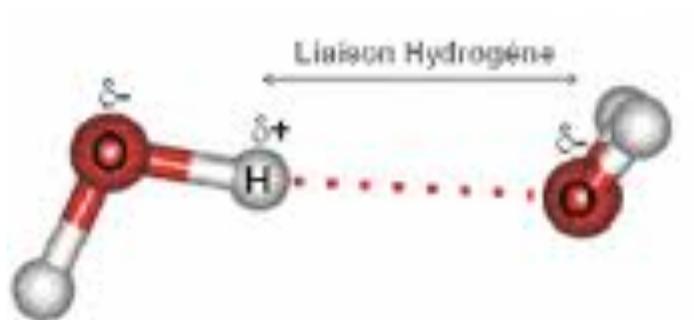
# Changements d'état d'un corps pur:l'eau

## La molécule d'eau

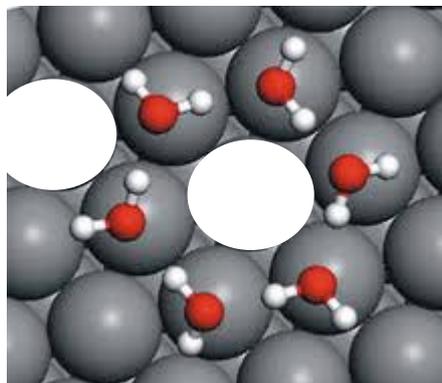
H<sub>2</sub>O est polarisée



- la liaison hydrogène



- La liaison hydrogène est à l'origine de la configuration géométrique de la glace (de type hexagonal)



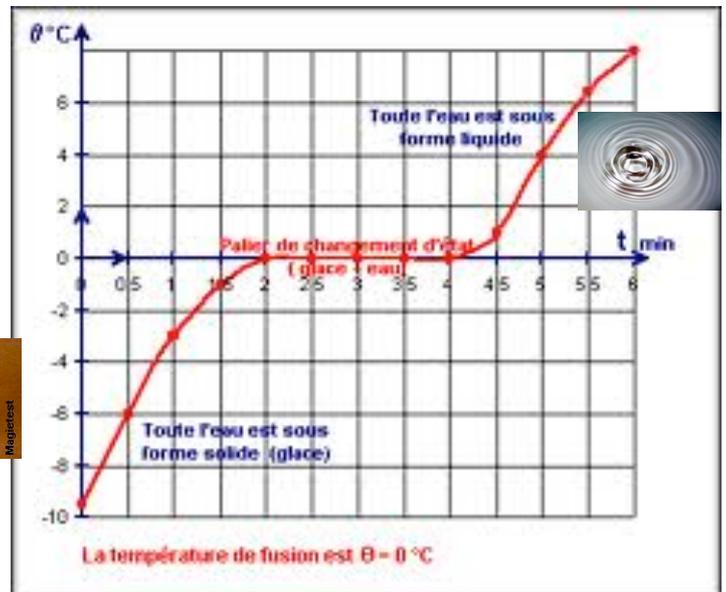
- La masse volumique de la glace est plus faible (0,9kg/L) que la masse volumique de l'eau liquide (1kg/L) → le glaçon flotte dans l'eau (cf iceberg)

## Changements d'état d'un corps pur:l'eau

- **Changement d'état solide/liquide**

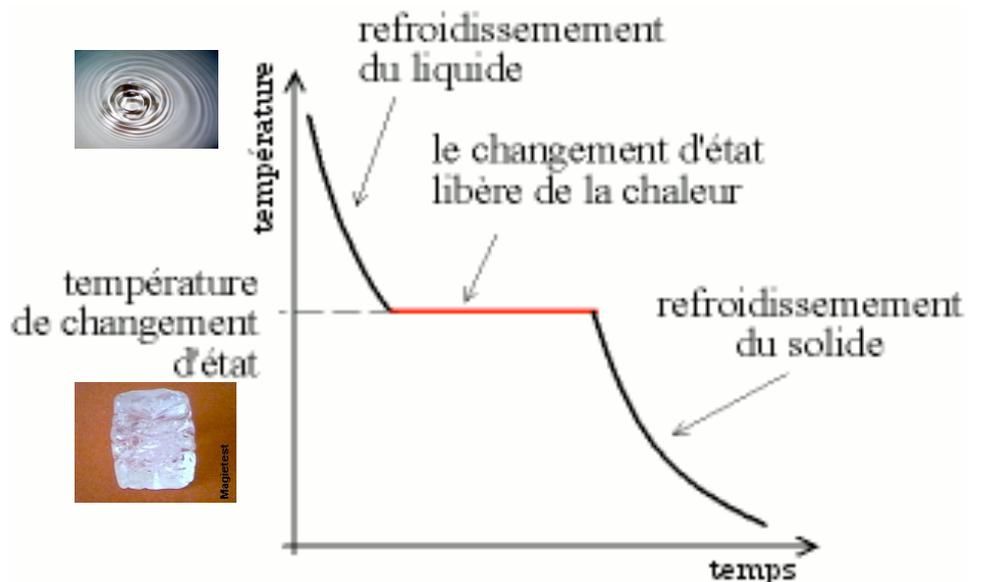
- **Fusion de la glace**

- Nécessite un apport d'énergie (quantité de chaleur) de 333J pour faire fondre 1g d'eau (à température constante 0°C) soit autant d'énergie que pour élever la température de 1g d'eau liquide de 0°C à 80°C.



- **Solidification de l'eau liquide (congélation)**

**T=cste**



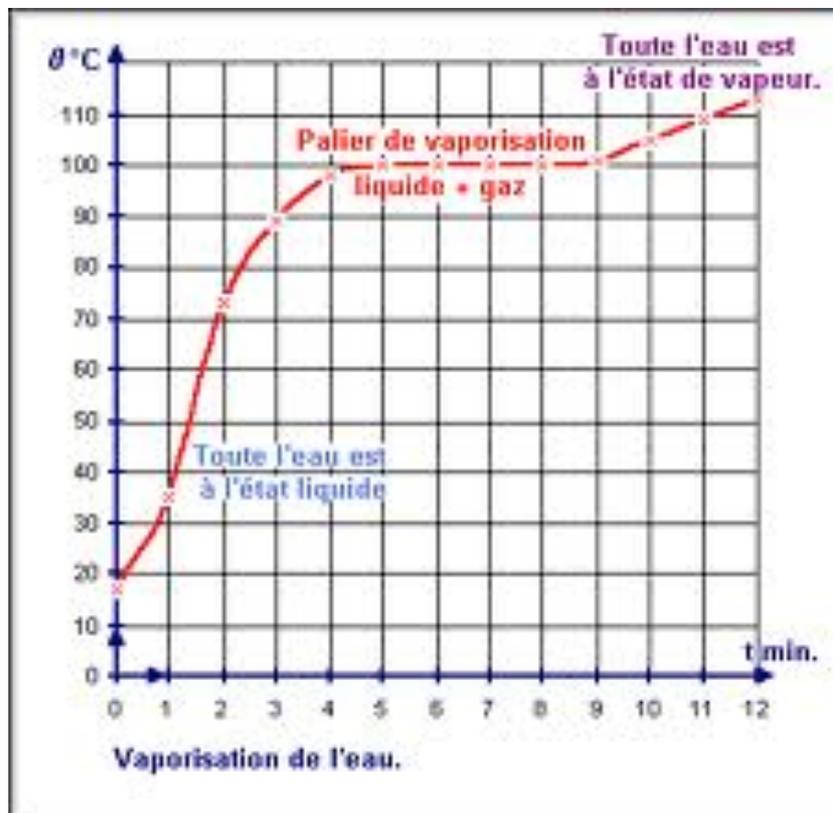
**Surfusion** l'eau peut rester liquide un moment à moins de 0°C (problème de « nucléation » d'un morceau de glace).

- **Mélange eau/sel** solidifie à -20°C. T coexistence glace + sel. Utilisé comme mélange réfrigérant (3/4 glace + 1/4 sel).

## Changements d'état d'un corps pur:l'eau

### Ébullition, vapeur d'eau

- **Ébullition** Formation de bulles de vapeur au sein du liquide, à  $100^{\circ}\text{C}$  à la pression atmosphérique de  $1013\text{hPa}$ .
- Nécessite un apport d'énergie de  $2249\text{ J}$  pour  $1\text{g}$  d'eau. .La vaporisation d' $1\text{g}$  d'alcool nécessite seulement  $700\text{ J}$  environ.

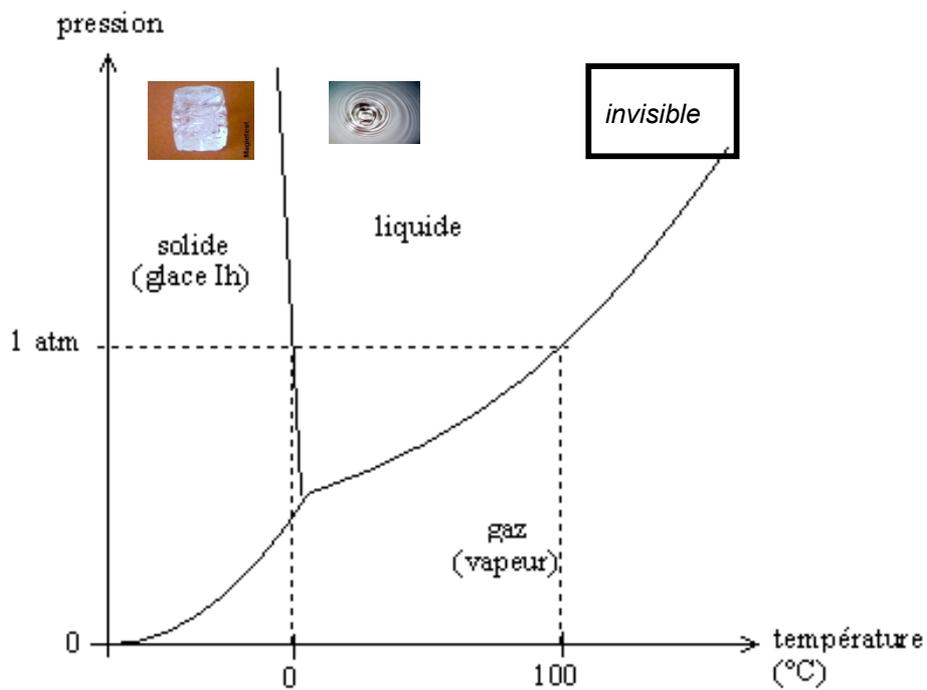
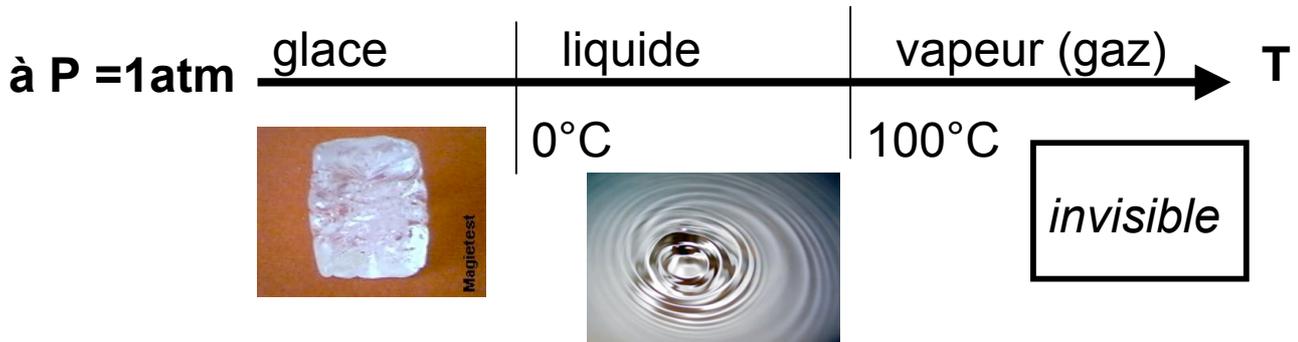


- **Influence de la pression**

cocotte-minute  $P=1,5\text{ bar}$ ,  $T_{\text{eb}}=110^{\circ}\text{C}$

Mont-Blanc,  $T_{\text{eb}}=84^{\circ}\text{C}$

# Diagrammes de changements d'état: (pour un corps pur) L'exemple de l'eau



# L'eau dans la nature

## Evaporation

à l'interface eau/liquide, quelque soit la température ( $>0^{\circ}\text{C}$ )

Favorisée par:

- l'aire de la surface de contact eau liquide/air
- La température
- la ventilation
- l'humidité de l'air (plus l'air est sec, plus l'évaporation est rapide)

L'évaporation nécessite de la chaleur: sensation de froid sur la peau

## La condensation

L'air contient en permanence de la vapeur d'eau en plus ou moins grande quantité. La vapeur d'eau se condense parfois en gouttelettes d'eau liquide (ou en cristaux de glace) donnant naissance au brouillard ou aux nuages et aussi à la rosée ou au givre (sur des objets froids). **Le taux d'humidité** de l'air est la concentration maximale de vapeur d'eau que l'air peut contenir à une température et une pression données. La condensation a lieu quand la concentration de la vapeur d'eau est supérieure au taux d'humidité de l'air.

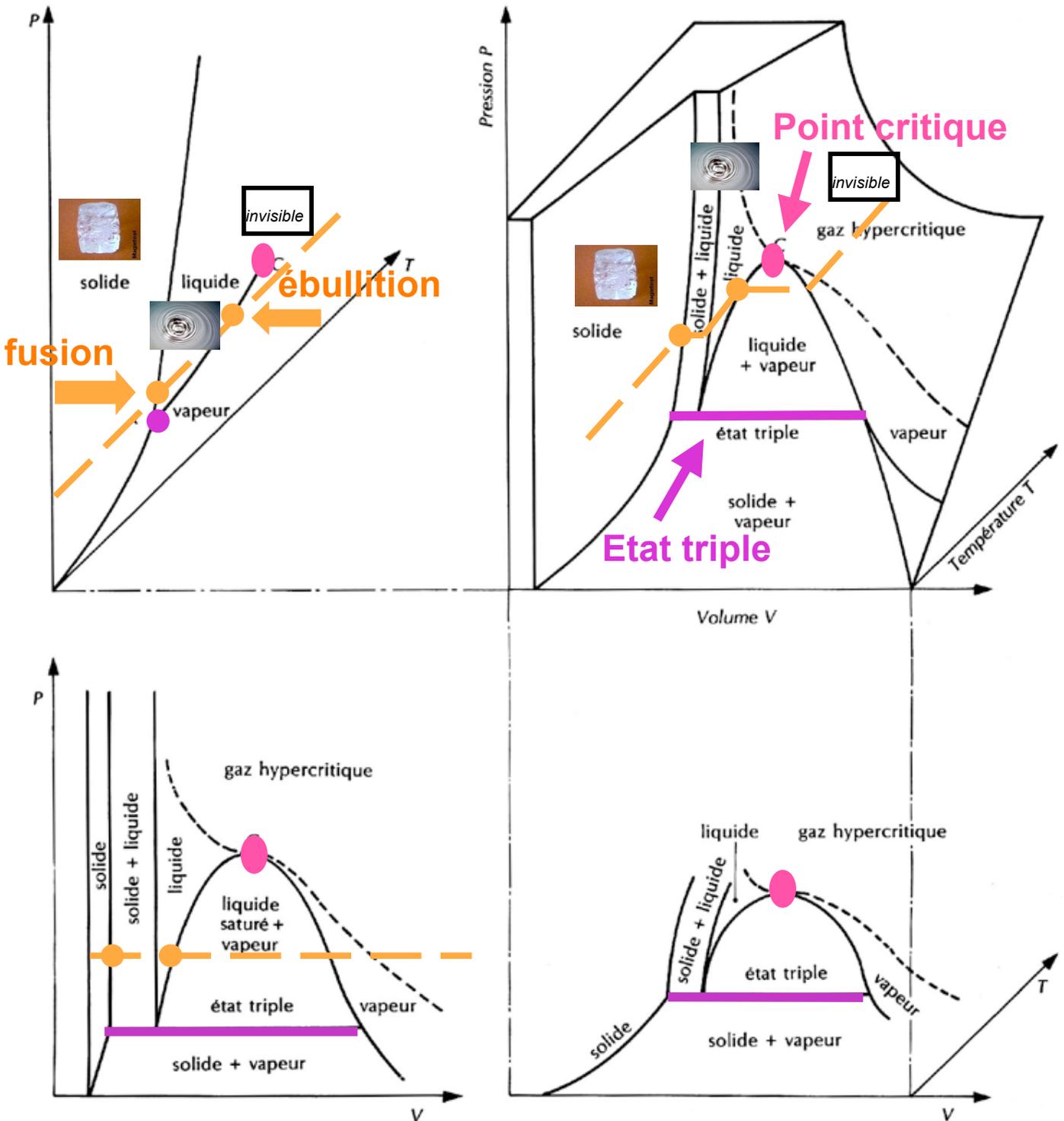
Le taux d'humidité varie avec la température, plus la température est grande plus il est grand

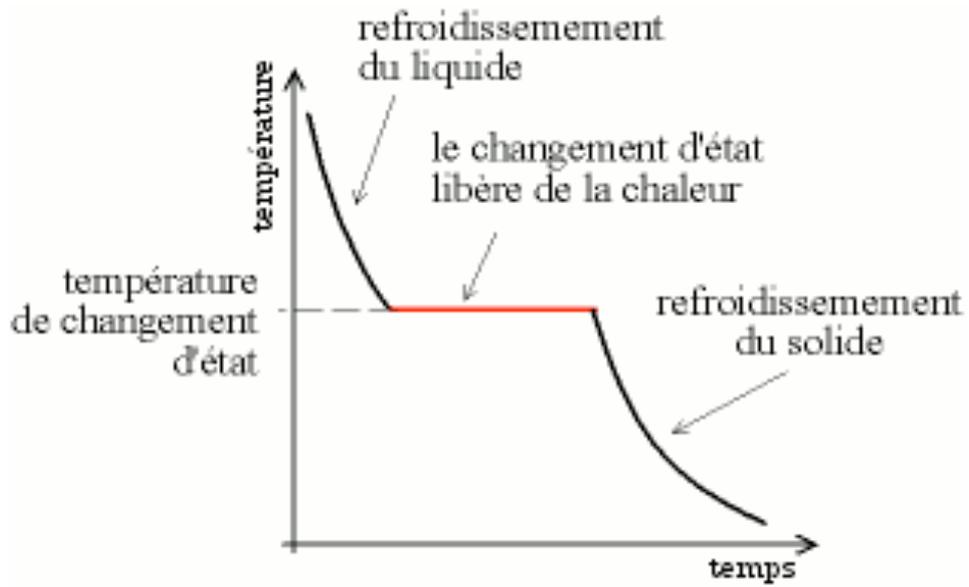
A 60% de taux d'humidité, la concentration de vapeur d'eau dans l'air est à 60% de son maximum.

## Diagrammes de changements d'état:

Ils représentent le lieu des différents états d'équilibre possibles d'un corps pur, en fonction des 3 paramètres thermodynamiques: pression (**P**), volume (**V**), température (**T**).

Allure typique en fonction de **P**, **V** et **T**:

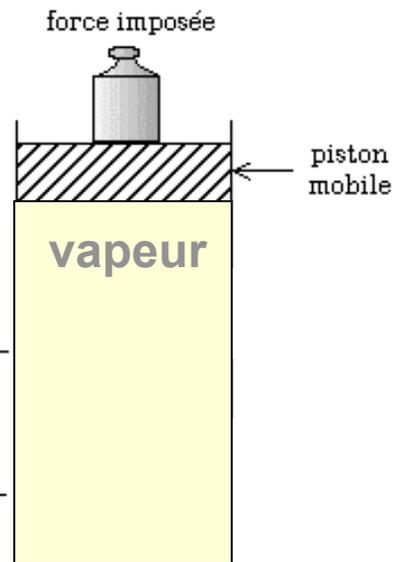
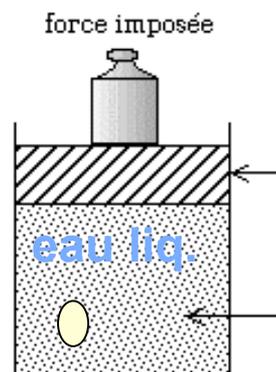
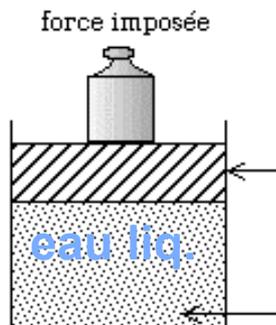
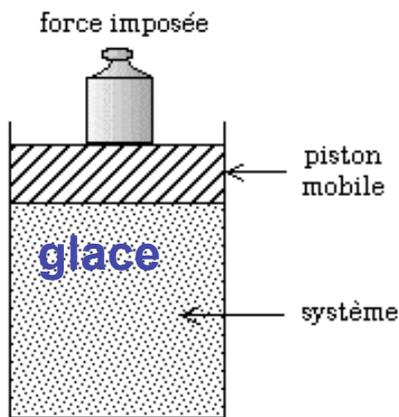




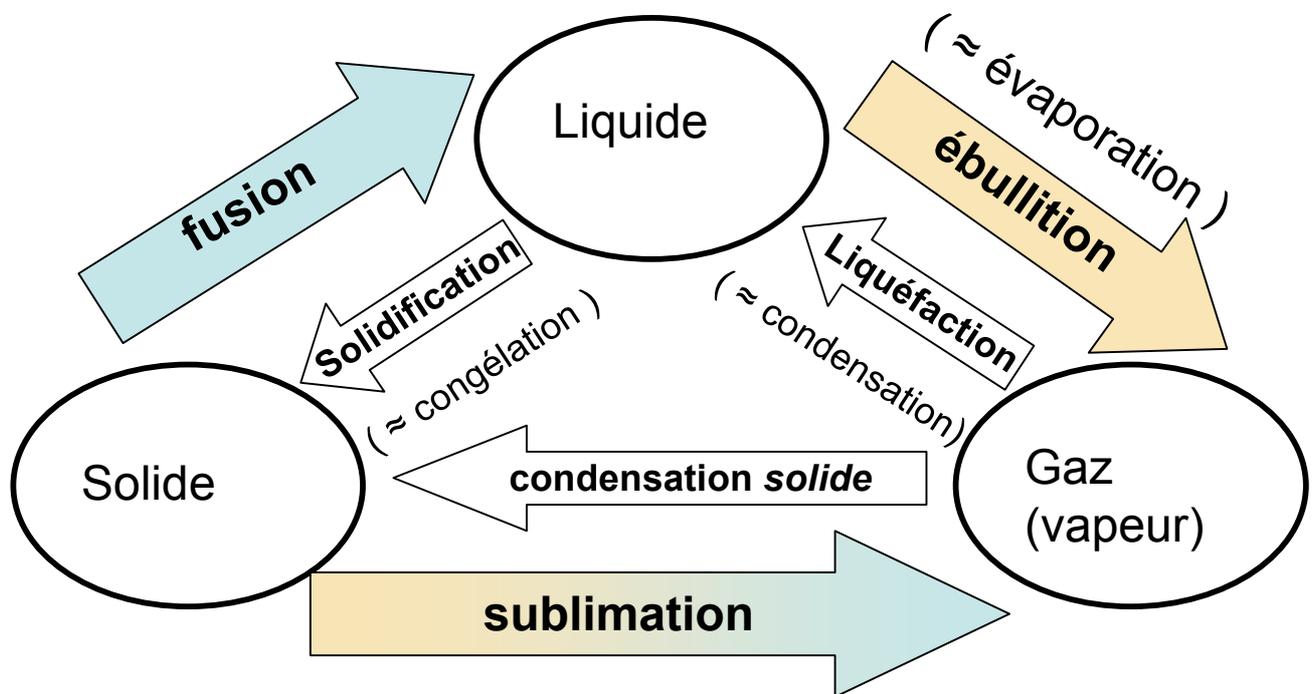
T ↗

**fusion**

**ébullition**



## Les différents types de changement d'état:



Exemples:

### - **Fusion de la glace:**

Nécessite un apport d'énergie (quantité de chaleur) de 333J pour faire fondre 1g d'eau ( à température constante = 0°C) soit autant d'énergie que pour élever la température de 1g d'eau liquide de 0°C à 80°C.

- **Surfusion:** l'eau peut rester liquide un moment à moins de 0°C (problème de « nucléation » d'un morceau de glace).

### - **Ébullition et vapeur d'eau:**

Formation de bulles de vapeur au sein du liquide, à 100°C à la pression atmosphérique de 1013hPa.

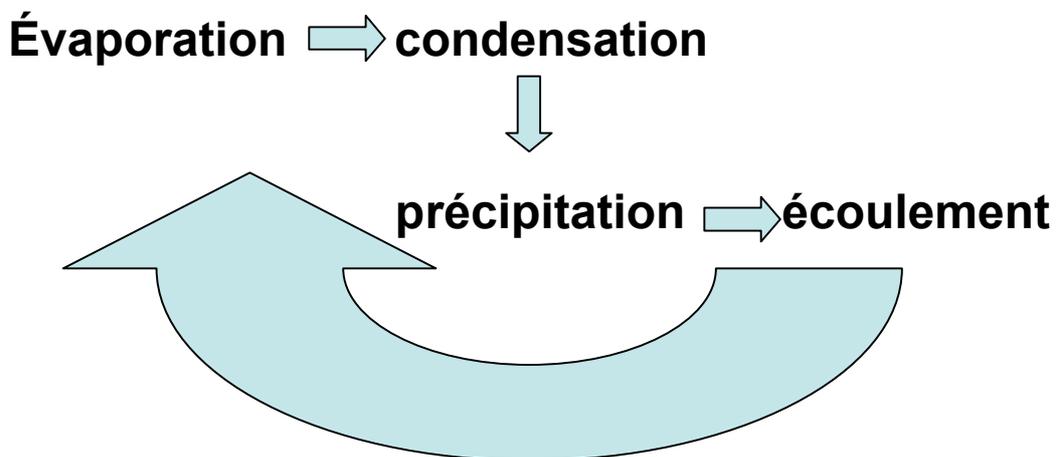
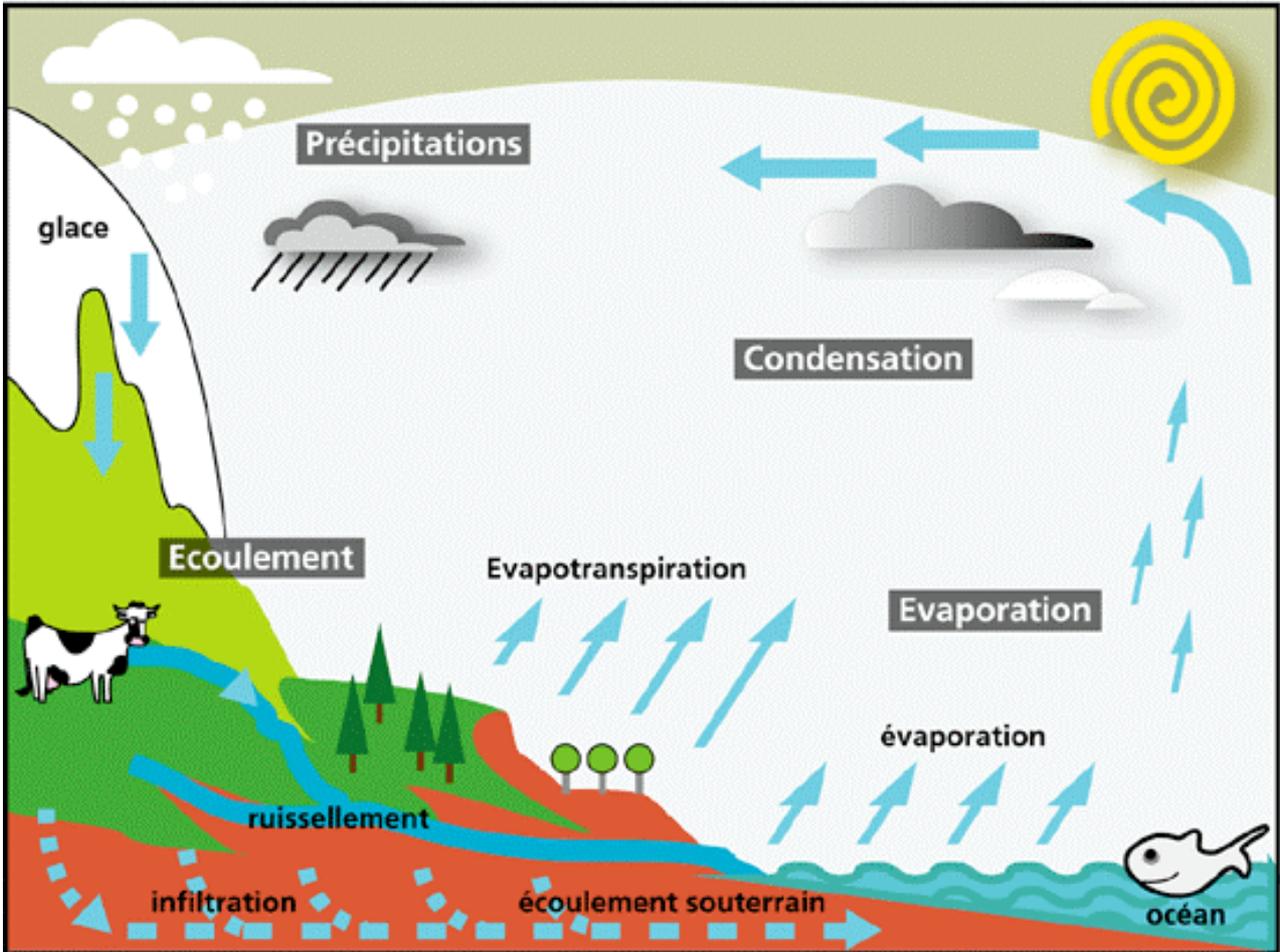
Nécessite un apport d'énergie de 2249 J pour 1g d'eau.

La vaporisation d'1g d'alcool nécessite seult 700 J environ.

-**Mélange eau+NaCl:** solidifie à -20°C. T coexistence glace + sel. Utilisé comme mélange réfrigérant (3/4 glace + 1/4 sel).

# Le cycle de l'eau dans la nature:

<http://galileo.cyberscol.qc.ca>



## Le cycle de l'eau dans la nature:

<http://galileo.cyberscol.qc.ca>

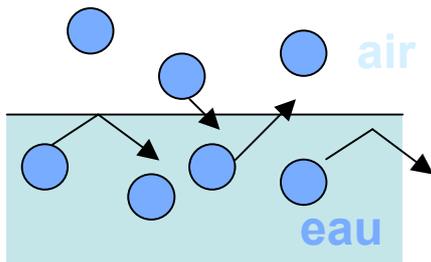
- « **Évaporation de l'eau** »: transformation lente de l'eau liquide en vapeur d'eau au contact de l'air. A l'interface eau / air, certaines molécules d'eau quittent le liquide pour devenir des molécules libres mélangées à l'air. Dans le même temps, une quantité (moindre) de molécules d'eau de l'air reviennent dans le liquide.

Nécessite un apport d'énergie. Perte d'énergie au niveau du liquide restant (sensation de froid).

Augmente avec température, ventilation, aire de contact.

Diminue avec humidité de l'air (air sec: 0,1% de H<sub>2</sub>O

air humide: 5% de H<sub>2</sub>O).



- « **Condensation de l'eau** »: à la pression de vapeur saturante, condensation de la vapeur d'eau en gouttelettes d'eau liquide.

Formation de brouillard, nuages, rosée, ou givre.

Psat dépend de la température. Si T ↗ Psat ↗ (plus difficile).

Hygrométrie: mesure du « **taux d'humidité** » = rapport entre la concentration en vapeur d'eau et la concentration maximale à saturation (ex. 60% de taux d'humidité).

# Les mélanges

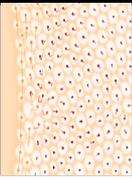
## Les mélanges:

Un mélange est constitué de plusieurs corps interagissant selon des forces de faible intensité.

### Différents types de mélanges:

- Mélanges **homogènes**: on ne peut distinguer qu'une seule phase.

- Mélanges **hétérogènes**: plusieurs phases

Corps ajouté dans..	solide	liquide	gaz
un liquide	suspension 	émulsion 	mousse 
un gaz	fumée 	brouillard 	...

**Les mélanges homogènes**: stabilité sur une longue période.

Dans la plupart des cas, résulte de la dissolution d'un corps dans un autre souvent un liquide. Le liquide principal est appelé solvant et le corps dissous soluté et le mélange s'appelle solution

### Les mélanges hétérogènes:

- Suspension (solide dans un liquide)
- Émulsion (gouttelettes de liquide dans un autre)
- Fumée (solide dans un gaz)
- Mousse (bulles de gaz dans un liquide)
- Brouillard (gouttelettes de liquide dans un gaz)

## Les mélanges de liquides:

Liquides **miscibles** avec l'**eau**: alcool, sirop, vinaigre, lait, lessive..

Liquides **non-miscibles** avec l'**eau**: huile, essence, kérosène, paraffine (corps gras, hydrocarbures).



Densité: rapport de la masse volumique du liquide sur la masse volumique de l'eau (1kg/L)

## **Soluble ou non soluble?**

### **Gaz dissous dans l'eau**

Diazote et dioxygène sont dissous dans l'eau de mer et les rivières, de l'ordre de quelques dizaines de cm<sup>3</sup> par litre d'eau à pression atmosphérique

Dioxyde de carbone avec une solubilité de 1L de gaz par L d'eau

Quand la température augmente la solubilité des gaz diminue (à cause des chocs entre molécules)

La solubilité d'un gaz dans l'eau augmente quand la pression augmente.

### **Solubilité des solides dans les liquides**

L'eau dissout de nombreux éléments: sucre, lessive, sel, ... (NaCl, nitrates, ...) mais ne dissout pas les corps gras (beurre, paraffine, plastiques, caoutchouc, ...)

Ces corps peuvent être solubles dans d'autres liquides: le beurre et la paraffine sont solubles dans l'essence.

## **Séparation des constituants d'un mélange hétérogène**

Pour séparer les constituants d'un mélange hétérogène, on peut utiliser la décantation ou la filtration

# Dissolution de solides dans l'eau

**Notion de dissolution** (exemple: sel, sucre, ...)

(attention à l'abus de langage: fondre pour le sucre, il n'y a pas de changement d'état)

## Saturation et limite de solubilité

Ex. limite de solubilité du sel est de 36g pour 100g d'eau (360g/L).

limite de solubilité du sucre est de 200g pour 100g d'eau.

## Les facteurs favorisant la dissolution:

- le brassage du liquide
- l'augmentation de la température
- la surface de contact solide, liquide

**Séparation:** (les marais salants)

## La précipitation

L'eau de mer contient environ 35g par litre d'eau en France. Quand par évaporation la concentration atteint 360g (soit la valeur de saturation de 360g/L) le sel commence à cristalliser.

## Exemples de mélanges:

### **Dissolution d'un gaz dans l'eau:**

ex. qqes cm<sup>3</sup> d'O<sub>2</sub> par litre d'eau.

~ 1 litre de CO<sub>2</sub> par litre d'eau (à la pression atmosphérique).

Solubilité d'un gaz ↘ si T ↗ .

**Solubilité d'un solide:** grâce aux forces de solvation de l'eau, sur les solides de structure ionique (sel...).

Ex. limite de solubilité du sel est de 36g pour 100g d'eau (360g/L).

limite de solubilité du sucre est de 200g pour 100g d'eau.

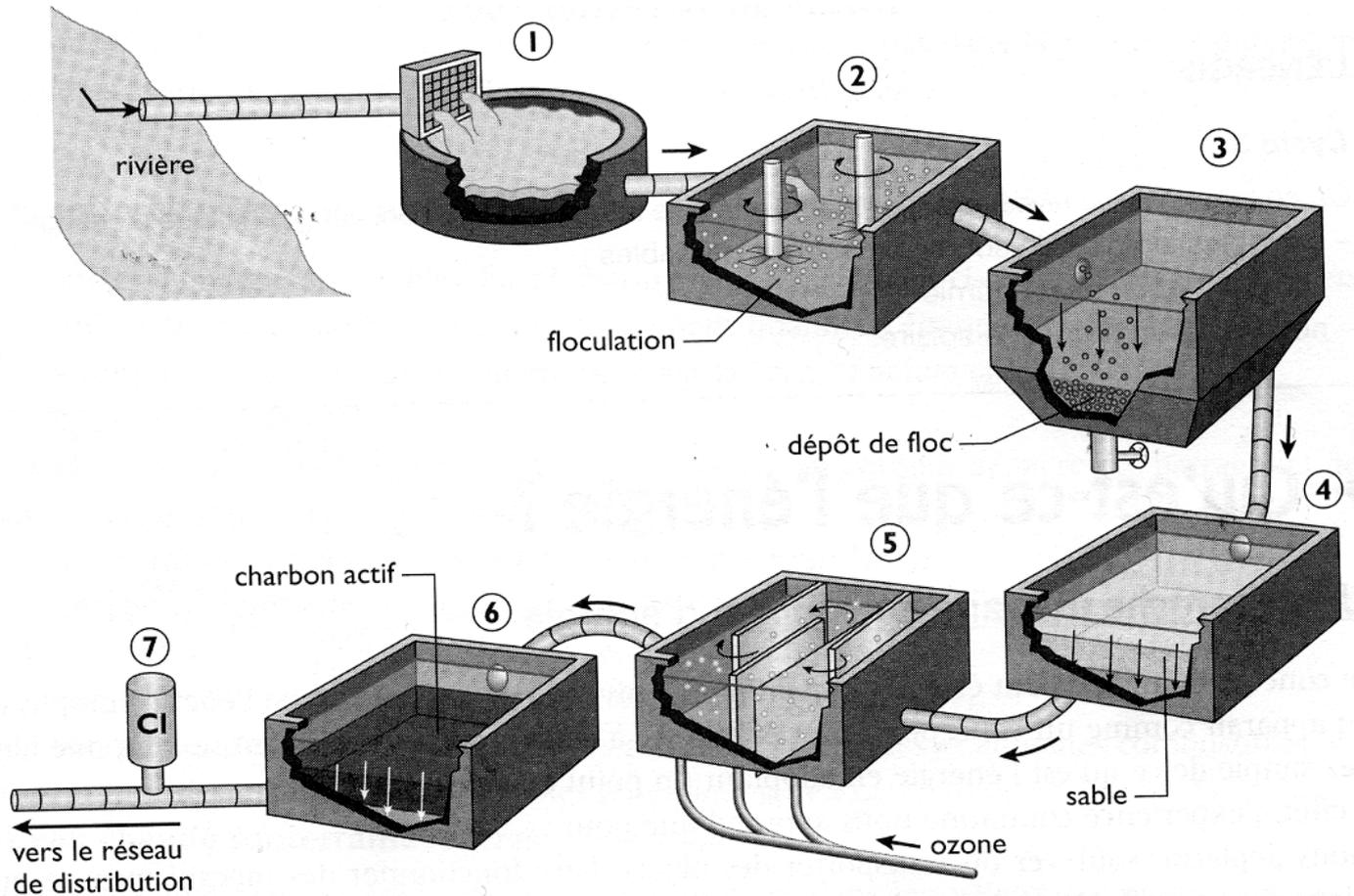
Solubilité d'un solide ↗ si T ↗ .

Attention: *dissoudre* ≠ *fondre* (corps pur).

**Séparation des constituants** d'un mélange: par sédimentation, décantation, floculation, filtration, distillation, centrifugation, chromatographie, électrophorèse, précipitation...

## Application: contrôle de la qualité de l'eau:

<http://www.senat.fr/rap/l02-215-1.fr/l02-215-1.html>



1. Pompage, dégrillage
2. Floculation
3. Décantation
4. Filtration sur sable
5. Ozonation
6. Filtration sur charbon actif
7. Chloration

Visite du site de Veolia Eau (<http://www.veoliaeau.com>)

## Exemples d'activités ayant trait à la matière:

Histoire de l'atome.

Histoire des matériaux (âge de pierre, âge de bronze,...)

La matière est pesante:

- Poids de l'air dans un ballon  
(éviter les ballons de baudruche...)
- Poids d'un mélange eau + sel
- Poids de la glace qui fond  
(essuyer la buée qui se forme par condensation)

Les états de la matière:

- Changements d'états de l'eau (autour d'Isengrin)
- Recettes de cuisine: la mayonnaise.

Mesurer les propriétés de la matière:

- Mesures de température: comment refroidir de l'eau?
- Contrôler de la qualité de l'eau
- Concevoir l'isolation thermique d'une maison
- adhésion, colles, mouillage...

...