

La Thermodynamique

partie 4

Les notions de chaleur et de température sont les plus fondamentales de la thermodynamique. On peut définir la thermodynamique comme la science de tous les phénomènes qui dépendent de la température et de ses changements.

Source:
Physique - Science Expérimentale,
Edition L.E.P, ISBN 2-606-00793-X

Transferts de chaleur

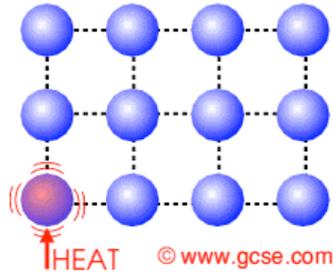
s.bolay, Automaticiens 3g, CFPs -EMVs, 2007

Définition

- Les transferts de chaleur ont lieu entre des corps ayant des températures **différentes**.
- En règle générale, on cherche à favoriser (**chauffage**) ou à contrarier (**isolation**) les transferts de chaleur.
- La chaleur peut se propager par **conduction**, **convection** ou **rayonnement**.

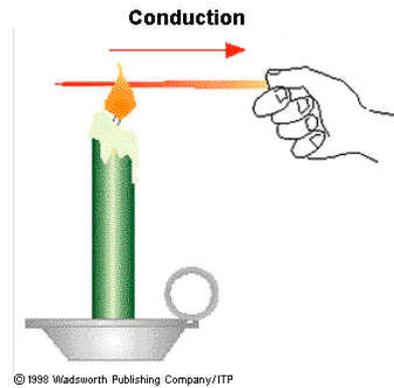
La conduction

La conduction est le transfert de chaleur à travers un corps dont la température n'est pas uniforme, **sans déplacement de matière**.



Explication: l'agitation moléculaire (responsable de la chaleur) se propage plus ou moins rapidement dans la matière.

- Bon conducteur: le cuivre
- Mauvais conducteur (isolant): le bois, le liège, l'air



La conduction

La chaleur Q transmise pendant une durée Δt et au travers d'une surface S dépend de plusieurs facteurs:

- de la différence de température " $\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2$ "
- de l'épaisseur de la paroi " e "
- de la conductivité thermique du matériau " λ " (lambda)

Elle se calcule de la manière suivante:

$$\frac{Q}{\Delta t} = S * \frac{\lambda}{e} * \Delta\theta$$

La quantité $Q/\Delta t$ s'appelle aussi **flux de chaleur** (exprimé en watts)

où

Q	=	chaleur transmise	[J]
Δt	=	durée	[s]
S	=	surface	[m ²]
λ	=	conductivité thermique	[W·m ⁻¹ ·°C ⁻¹]
e	=	épaisseur	[m]
$\Delta\theta$	=	différence de température	[°C]

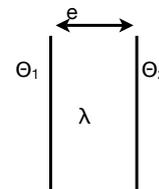


Tableau de conductivité thermique

Matière (solide et liquide)	λ en $\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$
argent	418
cuivre	389
aluminium	202
fer	63
ciment	1.82
brique rouge	0.83
verre	0.8
eau	0.578
bois de sapin	0.15
liège en graine	0.05
polystyrène	0.04
laine de verre	0.04
air	0.025
vide	0

λ est un nombre caractérisant chaque matériau. Si λ est **grand**, l'énergie transmise est grande. Le matériau est donc **bon conducteur de chaleur**.

S'il est **petit**, on parle d'**isolant thermique**.

La convection

Le transfert de chaleur a lieu grâce au **déplacement de la matière**, dans des matières fluides (liquides, gazeuses).

Les particules (atomes ou molécules), en bougeant, transportent avec elles la chaleur.

Ces mouvements sont appelés **courant de convection**.

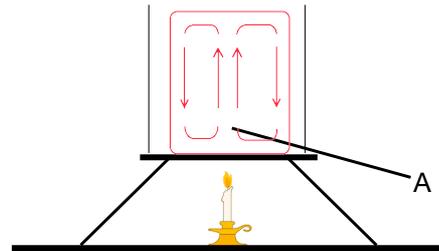
Convection dans l'eau

La partie du liquide proche de la flamme (zone A) **chauffe en premier**.

L'augmentation de température crée localement une **dilatation** du liquide et donc une diminution de sa masse volumique.

La poussée d'Archimède provoque alors un mouvement ascensionnel appelé **courant de convection**.

Ce phénomène se rencontre également au fond de nos océans. Le climat local est fortement influencé par le changement des courants de convection marin.



La convection

La chaleur transmise pendant une durée Δt d'une surface à un fluide, dépend de l'aire S de la surface, d'un coefficient de convection α et de la température entre la surface et le fluide.

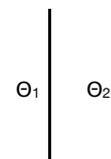
$$\frac{Q}{\Delta t} = S * \alpha * \Delta\theta$$

où

Q	=	chaleur transmise	[J]
Δt	=	durée	[s]
S	=	surface	[m ²]
α	=	coefficient de convection	[W*m ⁻² *°C ⁻¹]
$\Delta\theta$	=	différence de température	[°C]

Valeurs typiques du coefficient de convection:

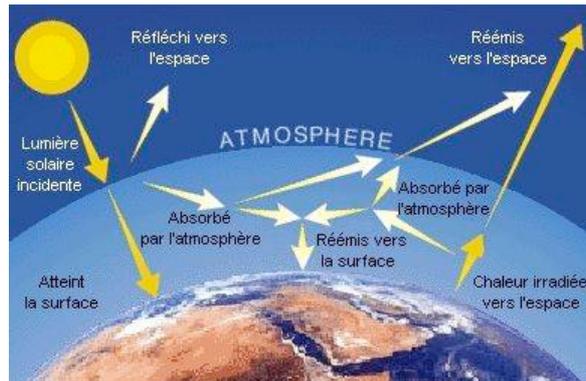
- pour un gaz: α = de 5 à 250 W*m⁻²*°C⁻¹
- pour un liquide: α = de 200 à 5000 W*m⁻²*°C⁻¹



Le rayonnement thermique

Tous Les corps émettent un rayonnement (ondes électromagnétiques). L'énergie rayonnée par la source dépend de sa température.

La chaleur du soleil nous parvient par rayonnement à travers le vide.



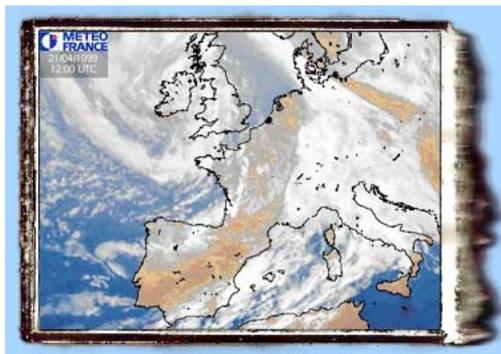
<http://ma-meteo.over-blog.com/article-418630.html>

Éléments de météorologie

A température ambiante, l'air contient de la vapeur d'eau, en quantité variable.

A température élevée, une grande quantité de vapeur peut être présente, sans condensation (l'air n'est pas saturé).

Si la température vient à diminuer, l'air atteint le seuil de saturation et une partie de la vapeur se condense ou se solidifie en donnant de l'eau ou de la glace.

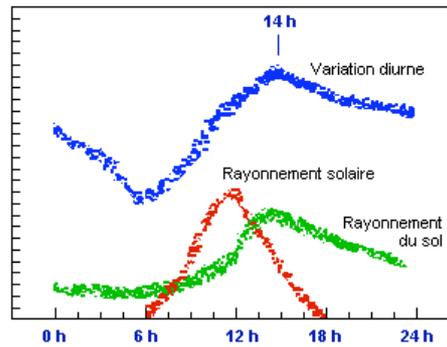


Causes de refroidissements

De nuit, par exemple, la terre n'est plus réchauffée par le rayonnement solaire et la température diminue. Par un ciel dégagé, la chute de température est très sensible car, sans nuages protecteurs isolants, la chaleur de la terre s'échappe rapidement dans l'espace par rayonnement. On le remarque surtout en montagne ou dans le désert où les nuits claires sont particulièrement froides.

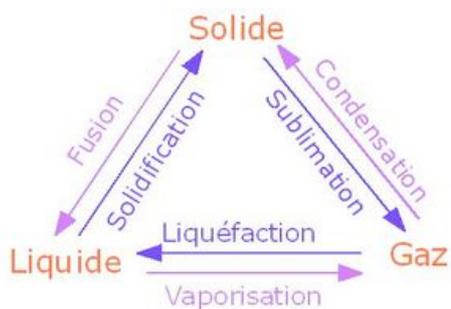
Des vents venus de lieux plus froids refroidissent l'air ambiant.

Le seul mouvement des masses d'air vers le haut peut provoquer leur refroidissement. L'air chaud, par sa plus faible masse volumique, a tendance à s'élever. Il se refroidit en altitude.

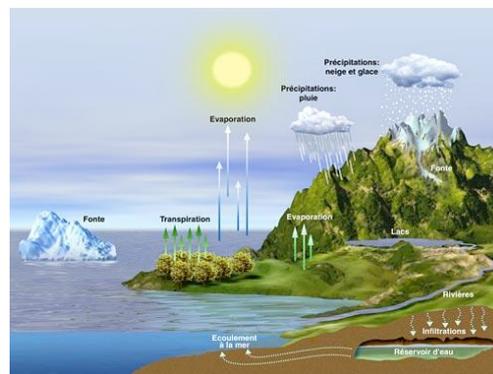


<http://ma-meteo.over-blog.com/article-418630.html>

Changements d'état



egalmeblog.over-blog.com



egalmeblog.over-blog.com

Changements d'état

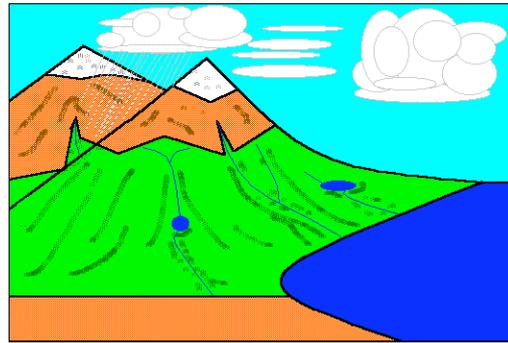
- **Condensation**

Un air saturé en vapeur d'eau contient de fines gouttelettes en suspension: **le brouillard**. Dans la journée, la chaleur du soleil vaporise ces gouttelettes et dissipe le brouillard.

En altitude, les gouttelettes s'accumulent en nuages et finissent par tomber en **pluie**.

En été, l'air est chaud et peut contenir beaucoup de vapeur d'eau. Il se refroidit la nuit et le matin, nous observons la **rosée**.

La présence de grains de poussière favorise la condensation ou la solidification de la vapeur d'eau en gouttes ou en glace.



<http://www2010.atmos.uiuc.edu>

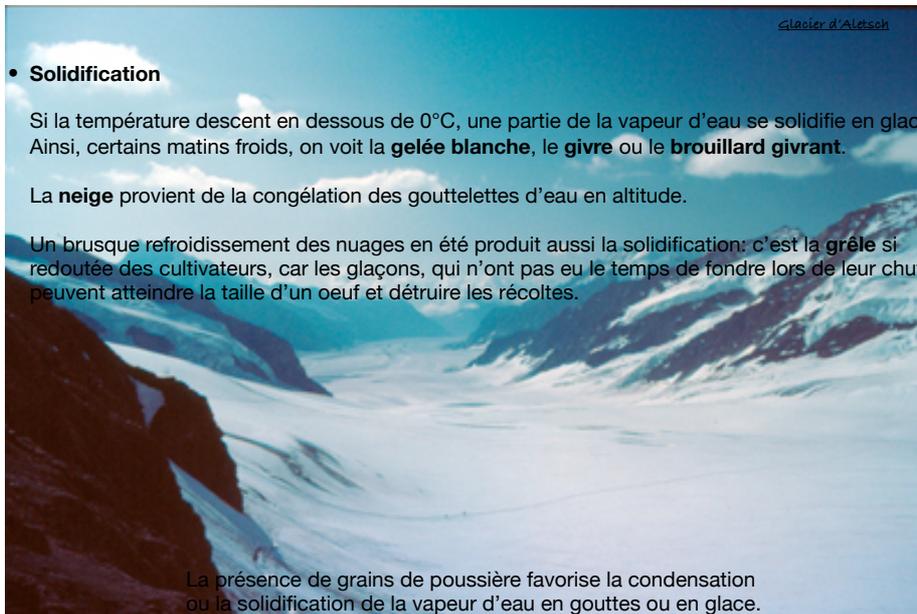
Changements d'état

- **Solidification**

Si la température descend en dessous de 0°C, une partie de la vapeur d'eau se solidifie en glace. Ainsi, certains matins froids, on voit la **gelée blanche**, le **givre** ou le **brouillard givrant**.

La **neige** provient de la congélation des gouttelettes d'eau en altitude.

Un brusque refroidissement des nuages en été produit aussi la solidification: c'est la **grêle** si redoutée des cultivateurs, car les glaçons, qui n'ont pas eu le temps de fondre lors de leur chute, peuvent atteindre la taille d'un oeuf et détruire les récoltes.



La présence de grains de poussière favorise la condensation ou la solidification de la vapeur d'eau en gouttes ou en glace.

www.physics.uiowa.edu

Changements d'état

- **Sublimation**

A une température inférieure à 0°C, la **neige**, soumise à un fort rayonnement solaire, se sublime en **vapeur d'eau**.



Gelée blanche

www.dordogne.equipement.gouv.fr