

Les Changements d'Etat

I. — LA FUSION

Vue : Fusion brusque, fusion pâteuse



La fusion, c'est le passage de l'état solide à l'état liquide ; il est facile, avec un thermomètre, de vérifier les lois de la fusion et qui s'énoncent :

1° Un corps fond toujours à une température déterminée qu'on appelle point de fusion ;

2° La température du corps reste constante pendant toute la durée de la fusion.

Mais ces lois ne sont pas absolues, la fusion n'est pas toujours aussi franche que celle de l'étain, du bronze par exemple. Certains corps commencent par devenir mous et il est difficile de saisir exactement le point de fusion. Vous avez tous présent à l'esprit l'état de la barre de fer que le forgeron martèle pour lui donner une forme nouvelle.

En général, pendant la fusion, les corps augmentent de volume ; pour l'eau, c'est le contraire, la glace est plus légère que l'eau et en se formant elle détermine des effets mécaniques considérables. (Vue de la conférence n° 303, *Cohésion*.)

II. — INFLUENCE DE LA PRESSION

Vue : Le regel



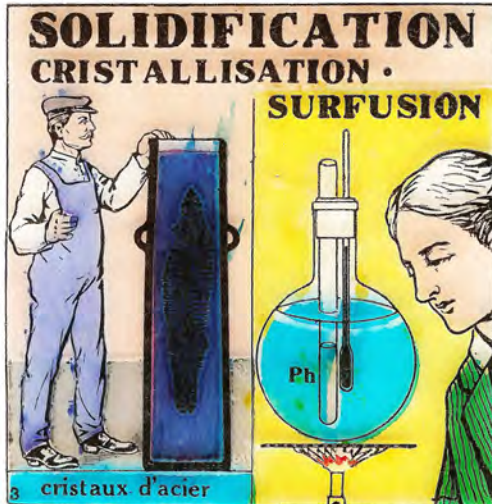
Certaines causes font varier le point de fusion ; la plus importante est la pression.

La glace fond à 0°, c'est entendu, mais à l'air libre Elle fond ! elle fond au contraire à une température plus basse si elle est comprimée. On met ce phénomène en évidence au moyen de l'expérience dite du regel. Un fil tendu par un poids traverse un morceau de glace sans le briser. Que s'est-il passé ? Sous la pression du poids la glace fond, le fil peut descendre, mais sitôt déplacé l'eau se regèle, la pression au-dessus du fil n'existant pas.

C'est ce phénomène qui permet d'expliquer la marche des glaciers, véritables fleuves solides qui s'écoulent lentement dans les vallées qui les contiennent. Les glaciers ne reposent pas, en effet, directement sur le sol, mais sur une mince couche d'eau qui s'écoule à la base du glacier. Dans leur mouvement, ces fleuves solides arrachent au sol les aspérités, souvent considérables, et les énormes blocs de pierre s'échouent à leurs confins en formant ce qu'on appelle la moraine. Lorsque les corps en fondant augmentent de volume, ce qui est le cas général, on observe évidemment le phénomène inverse du regel, pour ces corps la pression retarde le point de fusion.

III. — SOLIDIFICATION

Vue : Cristallisation et surfusion



La solidification d'un corps est le phénomène inverse de la fusion, elle amène très souvent une disposition régulière des molécules donnant des solides géométriques appelés cristaux.

On reproduit facilement dans les laboratoires la cristallisation du soufre par fusion. Il suffit de fondre du soufre dans un creuset et, au moment où par refroidissement la croûte solide apparaît, de percer cette croûte avec un clou et de renverser le creuset ; le soufre non solide s'écoule et le creuset reste tapissé de magnifiques cristaux en forme d'aiguillettes.

Lorsqu'on coule l'acier dans des gros lingots, le même phénomène se produit souvent, les cristaux atteignent des dimensions considérables, mais alors la masse n'est plus homogène et c'est la raison pour laquelle on est obligé de réchauffer au blanc ces blocs et de les comprimer avec des presses hydrauliques monstres.

Les lois de la solidification sont évidemment les lois de la fusion.

Le phosphore fond à 44° . Si on le refroidit doucement on voit qu'il reste liquide jusqu'à 35° . Ce phénomène s'appelle surfusion. On peut l'interrompre en laissant tomber sur le phosphore liquide une particule de phosphore solide. Un thermomètre plongé préalablement dans le phosphore ferait voir qu'en se solidifiant la température du phosphore se relève à son point de fusion.

Un phénomène de surfusion bien connu est le verglas. Quand une pluie froide, plus froide que 0° tombe sur le sol, elle se glace instantanément au grand dommage des piétons et surtout des chevaux.

IV. — LA NEIGE

Vue : Chute de neige



En se solidifiant, les fines gouttelettes d'eau qui forment les nuages se transforment en magnifiques petits cristaux. Vous avez certainement tous admiré ces magnifiques petites étoiles qui, suspendues aux arbres, font jouer la lumière.

V. — CRISTALLISATION

Vue : Les formes des cristaux



Les cristaux, malgré leurs formes infinies, peuvent se ramener à six types principaux qu'on appelle systèmes cristallographiques. Ils ont été découverts par l'abbé Haüy, savant du XVIII^e siècle.

Ces formes sont le cube, le prisme droit, le prisme droit hexagonal, le prisme droit à base losange, c'est-à-dire le rhombe droit (le mot rhombe étant le vieux mot de losange). Le rhombe incliné, et enfin le parallépipède, dont toutes les faces inclinées sont des losanges.

Ces types peuvent prendre une variété infinie de formes d'après les règles suivantes :

Si un angle trièdre d'un cube est coupé, l'autre angle symétrique sera coupé de la même manière, c'est la loi des troncatures.

Si l'arête d'un cristal est coupée, toute arête symétrique se trouve coupée de la même manière, c'est la loi de dérivation.

Enfin, lorsque plusieurs cristaux sont soudés ensemble, ils forment des macles.

VI. — DISSOLUTION DES SOLIDES

Vue : Influence de la chaleur et cristallisation par voie humide



La dissolution d'un solide dans un liquide est une véritable fusion à basse température; pour fondre un corps, il faut lui fournir de la chaleur, de même un corps en se dissolvant absorbe de la chaleur au liquide dans lequel il se dissout. C'est là un moyen utilisé pour produire du froid. (*Voir conférence sur le froid.*)

Lorsqu'un liquide cesse de se dissoudre dans un dissolvant on dit que la solution est saturée.

La température influe sur le pouvoir dissolvant de certains solides, ainsi 100 grammes d'eau à 20° dissolvent 30 grammes de salpêtre, à 40° ils en dissolvent 70 grammes, à 60°, 100 grammes.

La quantité de sel que peut dissoudre 100 grammes d'un dissolvant s'appelle son coefficient de solubilité. Le coefficient de solubilité du sel marin est constant, la soupe n'est pas plus salée chaude que froide.

Par évaporation du liquide, le solide dissous reparaît, il affecte alors des formes cristallines. La cristallisation par voie humide est un moyen très employé pour purifier les corps dans l'industrie.

VII. — LA VAPORISATION

Vue : Vaporisation lente, vaporisation brusque



La vaporisation c'est le passage de l'état liquide à l'état gazeux ; ce passage peut s'effectuer lentement comme dans le séchage du linge, dans l'extraction du sel marin ; on l'appelle alors plus spécialement « évaporation ». Si, au contraire, le phénomène est brusque comme dans le cas de l'eau bouillante, on l'appelle ébullition.

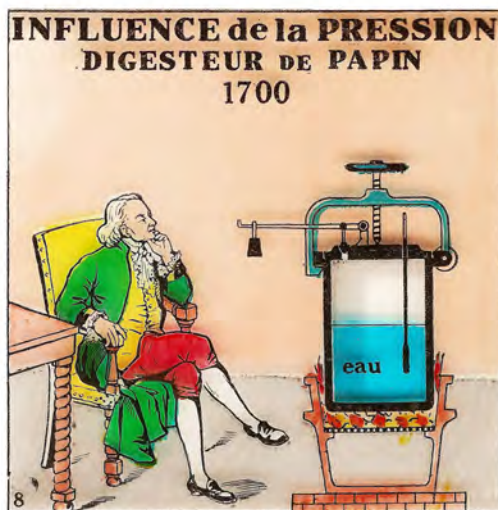
Evidemment, l'évaporation d'un liquide est d'autant plus rapide que la surface d'évaporation est plus grande (on étend le linge), l'air plus sec. Le vent active l'évaporation.

Le phénomène de l'ébullition paraît plus fixe : il ne se produit à l'air libre qu'à une température bien déterminée, ce que l'on peut vérifier avec le thermomètre.

Si nous observons de l'eau qui va bouillir, nous remarquons que des petites bulles d'air commencent par tapisser les parois du vase, puis se détachent ; de grosses bulles de vapeur se forment ensuite, mais n'arrivent pas à la surface. L'eau chante enfin et lorsque ces grosses bulles crèvent à la surface, c'est l'ébullition.

VIII. — INFLUENCE DE LA PRESSION

Vue : Marmite de Papin



Le point d'ébullition varie avec la pression. On le met en évidence pour des pressions plus grandes que l'atmosphère au moyen de la célèbre marmite de Papin, que Papin n'a pas inventé dans ce but, mais pour fabriquer du « bon consommé ». Papin avait donné à sa marmite le nom de « digesteur ». (La décrire).

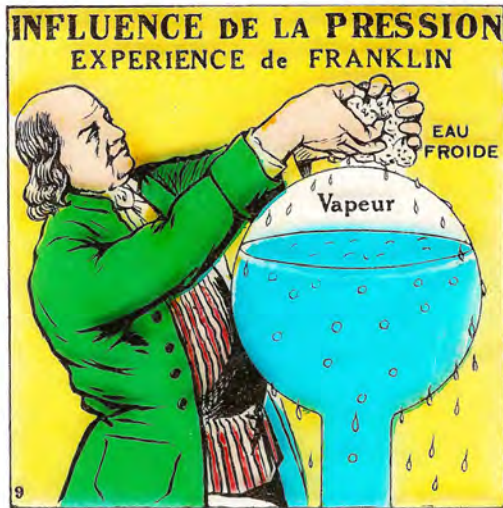
Quand l'eau se met à bouillir, la soupape se soulève, ce qui nous montre que le phénomène se produit lorsque la force de la vapeur est égale à la pression de la soupape.

A 100° la pression de la vapeur est donc un atmosphère, puisque c'est le cas où la soupape n'exerce pas de pression supplémentaire.

On utilise beaucoup aujourd'hui des sortes de marmites de Papin qu'on appelle autoclaves, c'est-à-dire à fermeture automatique. C'est dans ces marmites que l'on porte à la température de 120° les boîtes de conserve pour tuer complètement les microbes et conserver les légumes, les fruits, les viandes ; à la sortie de l'autoclave, une goutte d'étain fondu bouche le petit trou de la boîte laissé dans le couvercle pour laisser passer la vapeur. Une bonne boîte doit avoir les deux fonds rentrés parce que le refroidissement diminue la pression intérieure ; une autre forme indique une mauvaise stérilisation.

L'industrie chimique, celle des savons, des corps gras, se sert aussi beaucoup des autoclaves dont il existe un grand nombre de modèles.

IX. — INFLUENCE DE LA PRESSION
 Vue : Expérience de Franklin



Franklin a imaginé une expérience curieuse pour montrer que l'eau peut bouillir à moins de 100°. Il chauffe de l'eau dans un ballon, la laisse bouillir jusqu'à ce que la vapeur ait chassé tout l'air du ballon, bouche le ballon hermétiquement et le renverse.

L'ébullition s'est arrêtée. En versant alors quelques gouttes d'eau froide sur le ballon, l'ébullition recommence très vivement au grand étonnement de ceux qui voient l'expérience la première fois.

Que s'est-il passé ?

L'eau froide versée sur le ballon a condensé la vapeur, d'où diminution de pression au-dessus du liquide ; le liquide s'est alors mis à bouillir de nouveau. Enfin, le point d'ébullition de l'eau variant avec la pression, un thermomètre peut servir de baromètre. Ainsi au Mont-Blanc l'eau ne bout plus qu'à 85 degrés : les petits instruments imaginés pour appliquer cette remarque s'appellent des hypsomètres.

X. — RÉSULTATS
 Vue Tableau des pressions de la vapeur à divers degrés

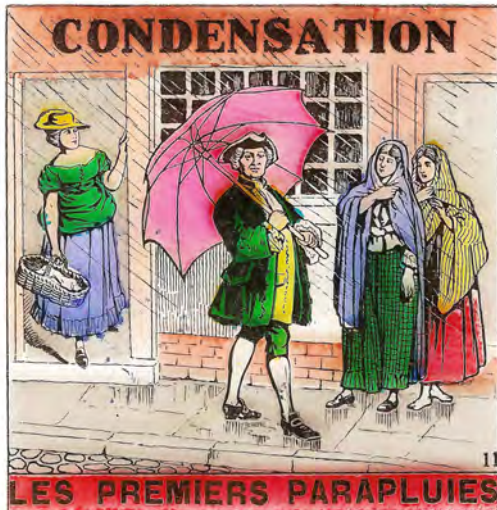
| RESULTATS | |
|------------------|--------|
| VAPEUR D'EAU | |
| 100° | 1 ATM |
| 120° | 2 id |
| 150° | 5 id |
| 200° | 15 id |
| 225° | 25 id |
| 365° | 200 id |
| EN PRATIQUE 200° | |

Des physiciens célèbres, et parmi eux surtout le savant Regnault ont déterminé minutieusement les pressions de la vapeur d'eau à divers degrés et les résultats de leurs travaux sont indiqués sur le tableau que montre la vue.

Ces études ont été surtout entreprises en vue du perfectionnement des machines à vapeur et sont un des titres de gloire de la science française.

XI. — CONDENSATION

Vue: Les premiers parapluies



Le passage de l'état gazeux à l'état liquide s'appelle liquéfaction ; on réserve plus particulièrement le nom de condensation au retour d'une vapeur à l'état liquide.

La pluie est la condensation de la vapeur d'eau dans les régions supérieures de l'atmosphère. Les premières gouttes condensées sont extrêmement petites, elles tombent, mais la résistance de l'air arrête leur chute et les ramènent à l'état de vapeur. Cet état de la vapeur des nuages en perpétuelle transformation s'appelle état vésiculaire. Si l'air est assez refroidi, alors les gouttes augmentent de volume et de poids et finissent par tomber d'un mouvement uniforme dû à la pesanteur et à la résistance de l'air. On attribue à un Anglais du XVII^e siècle l'invention des parapluies, c'est inexact. Les Chinois utilisent le parapluie depuis un temps immémorial ; dans le pays des Célestes, les casseurs de pierres eux-mêmes tiennent d'une main le parapluie de papier laqué tandis qu'ils manient de l'autre le marteau caractéristique de leur métier.

XII. — SUBLIMATION

Vue: Une vanne de gaz



Enfin, il est des corps qui passent directement de l'état solide à l'état gazeux et réciproquement : l'iode par exemple. Les belles vapeurs violettes lourdes d'iode se condensent immédiatement en paillettes sur le col du ballon.

La naphthaline présente le même phénomène ; les cristaux de naphthaline sont une gêne dans les grosses conduites de gaz d'éclairage qu'ils obstruent. On a cru longtemps que la naphthaline détruisait les mites et on en plaçait dans toutes les armoires à vêtements. Cette précieuse propriété n'est pas confirmée par la science, mais la croyance populaire lui maintiendra longtemps cette vertu pour le plus grand profit des industriels du gaz d'éclairage.