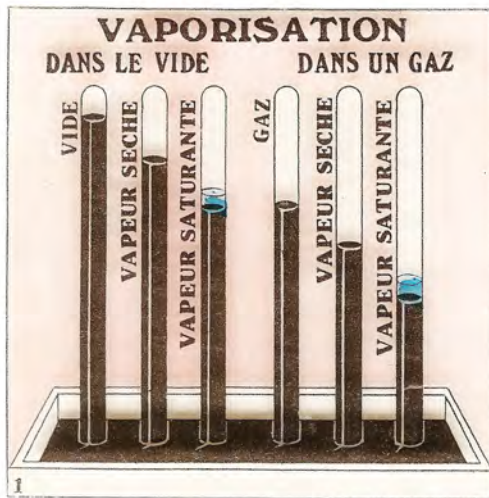


Les Vapeurs

I. — VAPORISATION DANS LE VIDE ET DANS UN GAZ

Vue: Tubes d'expérience



Avec quelques tubes et une cuve à mercure, il est facile de répéter les expériences suivantes indiquées par la vue.

Avec les six tubes nous répétons d'abord l'expérience de Toricelli. Le mercure monte dans chacun d'eux à la même hauteur, soit 760 millimètres.

1^{er} tube. — il nous servira de témoin.

2^e tube. — Nous y introduisons quelques gouttes d'éther ; elles se vaporisent dans le vide et le niveau du mercure baisse. La différence de ce niveau avec celui du 1^{er} tube est ce qu'on appelle la pression de la vapeur dans le vide. Une telle vapeur a toutes les propriétés des gaz.

3^e tube. — Si, répétant l'expérience précédente, nous introduisons trop d'éther, nous voyons qu'une partie de l'éther ne se vaporise plus. La différence des hauteurs du mercure dans le tube avec le 1^{er} tube reste constante quelque soit l'excès de liquide. On dit alors que la vapeur est saturante et que sa tension est la différence des deux niveaux. Comme nous le voyons, cette tension est fixe.

Dans les trois autres tubes, faisons rentrer un peu d'air, de manière que les hauteurs du mercure restent les mêmes dans les trois tubes. La pression de cet air est évidemment alors la différence de leur hauteur avec la hauteur du tube n° 1.

4^e tube. — Il nous sert de témoin pour les deux derniers.

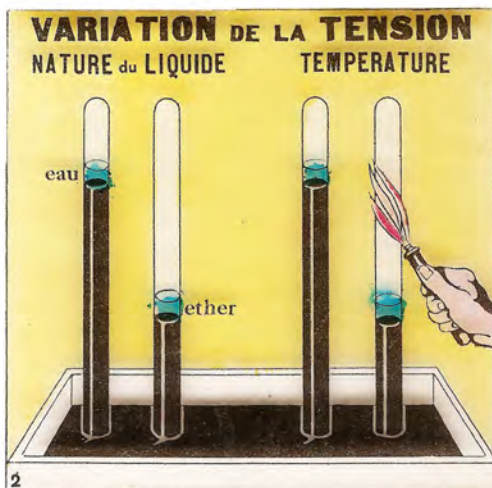
5^e tube. — Introduisons comme dans le tube n° 2 quelques gouttes d'éther en évitant l'excès. L'éther s'évapore, sa vapeur donne une tension qui se mesure par la différence des niveaux entre le 4^e et le 5^e tube.

C'est une vapeur sèche dans l'air, elle a toutes les propriétés des gaz comme la vapeur du tube n° 2.

6^e tube. — S'il y a excès d'éther, il y a alors une vapeur saturante et, constatation importante, sa pression mesurée par la différence des hauteurs de mercure dans les tubes 4 et 6 est la même que la pression de la vapeur saturante dans le tube n° 3 ce qu'on énonce en disant que la tension de la vapeur saturante d'un liquide est la même dans le vide que dans l'air ou un gaz.

II. — VARIATION DE LA TENSION

Vue: Nature du liquide. — Température



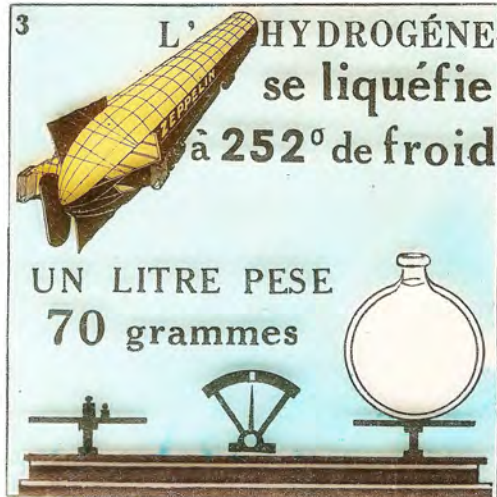
En prenant de l'eau ou de l'alcool on observe les mêmes phénomènes, les tensions seules seraient différentes.

En chauffant les tubes renfermant du liquide en excès, c'est-à-dire des vapeurs saturantes, on constate que la tension varie, augmente avec la température. A un moment donné la vapeur cesse d'être saturante si l'excès de liquide est insuffisant.

La tension des vapeurs saturantes des divers liquides à des températures diverses a été déterminée avec soin par le savant Regnault. Celles de l'eau sont surtout utiles pour connaître le degré d'humidité de l'air.

III. — LIQUÉFACTION

Vue : Résultat pour l'hydrogène



L'abaissement de température détermine, nous venons de le voir, la liquéfaction d'un gaz. Aujourd'hui, grâce à la machine à froid de M. Claude, que nous avons décrit dans la conférence du froid, on est parvenu à liquéfier tous les gaz.

L'air liquide se liquéfie à 190° au-dessous de 0°, c'est-à-dire à 83 degrés absolus, le zéro absolu étant, nous l'avons vu, moins 273 degrés centigrades.

Répétant avec l'air liquide lui-même l'expérience de Franklin, on obtient une température de 60 degrés absolus, l'air liquide devient solide. L'hydrogène s'est liquéfié à 21 degrés absolus et le litre d'hydrogène liquide ne pèse que 70 grammes.

IV. — VERS LE POLE DU FROID

Vue : Résultats



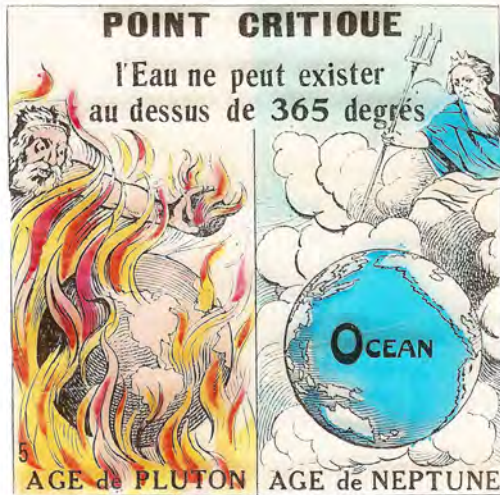
Poursuivant les travaux sur les froids intenses, les savants sont arrivés à des températures extrêmes avec d'autant plus de mérite que chaque étape franchie exige un effort d'autant plus grand que l'on se rapproche du pôle du froid. La difficulté est aussi grande pour franchir les 190° qui séparent le 0° centigrade de la liquéfaction de l'air que pour franchir la température entre — 190° et — 252°, c'est-à-dire 62 degrés, et ainsi de suite.

C'est le savant hollandais Kammerling Onnes qui détient aujourd'hui le record dans la course vers le pôle du froid.

Il réussit d'abord à liquéfier l'hélium, s'approchant ainsi de 4° du zéro absolu, puis répétant l'expérience de Franklin, il réduisit progressivement jusqu'à 1° l'espace qui l'en sépare, obtenant ainsi un froid 80 fois plus froid que l'air liquide. Les froids extrêmes auront certainement plus tard des applications en électricité, car, ainsi que nous le verrons, à ces températures les conducteurs n'offrent plus aucune résistance ! Les fils gros comme des fils à coudre pourraient à ces températures transporter au loin la puissance des chutes du Niagara.

V. — POINT CRITIQUE

Vue : Age de Pluton, âge de Neptune



On croyait autrefois qu'il suffirait de comprimer suffisamment un gaz pour qu'il devint liquide, et l'oxygène, l'azote, l'hydrogène résistaient à l'action de pressions énormes.

Les professeurs de physique disaient alors sentencieusement à leurs élèves que ces gaz étaient des gaz permanents !!! Les progrès dans l'industrie du froid ont amené la liquéfaction de ces gaz sans surpression !! et l'on a été amené à constater que pour qu'un gaz puisse se liquéfier il fallait d'abord que sa température soit en dessous d'un maximum que l'on appelle *point critique* du gaz.

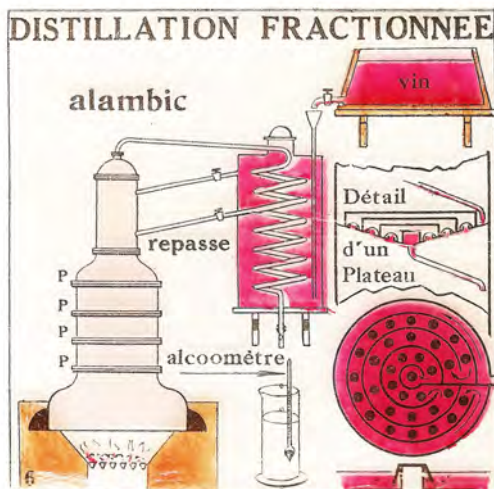
Ainsi le point critique de l'acide carbonique c'est 31°. Au-dessus de 31° on ne peut obtenir de l'acide carbonique liquide.

Le point critique de l'eau est 365°, cela veut dire que tant que la température de la terre n'a pas atteint 365° il n'y avait pas d'eau à la surface : c'était l'âge de Pluton. Neptune depuis s'est rattrapé, les trois quarts de notre planète sont recouverts par les eaux.

La température critique de l'oxygène est — 119°, celle de l'azote — 146°.

VI. — DISTILLATION FRACTIONNÉE

Vue : Alambic à plateaux



Distiller un liquide c'est utiliser son évaporation pour le séparer d'un corps qu'il contient en dissolution ou d'un liquide auquel il est mélangé.

Dans la distillation, la vapeur est ramenée à l'état liquide presque au moment de sa production.

Le vin est un mélange d'eau et d'alcool et de matières en dissolution ; le point d'ébullition de l'alcool étant de 70° environ, il suffira de chauffer le vin au-dessous de 100° pour que l'alcool s'échappe en vapeur que l'on condensera par refroidissement dans un serpentin.

Mais le départ des vapeurs d'alcool ne s'effectue jamais sans entraîner mécaniquement des fines gouttelettes d'eau, et le produit de la condensation n'est encore qu'un mélange d'alcool et d'eau riche en alcool.

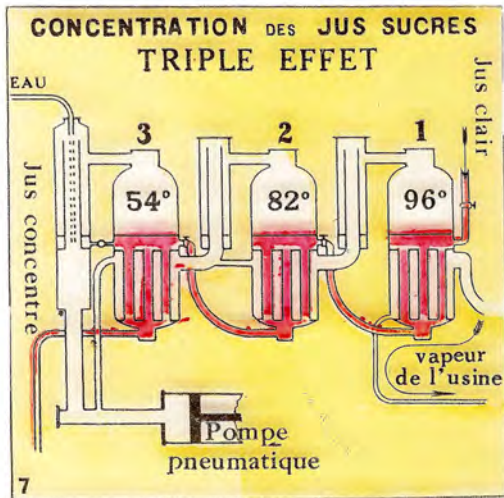
On recommence l'opération pour obtenir un mélange plus riche, cela s'appelle en termes de distillation : la repasse ; en termes de chimiste : la rectification.

Pour effectuer la repasse directement, diminuer les quantités de charbon nécessaires à la distillation de grandes masses de liquides, l'industrie a inventé des alambics perfectionnés dont la vue vous montre une coupe.

Le vin à distiller sert lui-même de liquide réfrigérant, et les produits distillés avant d'arriver au serpentin rencontrent le vin d'alimentation en sens inverse de leur mouvement. Les surfaces que les vapeurs doivent lécher sont développées au moyen de plateaux. Enfin, on ne laisse pas s'écouler le liquide hors du serpentin tant que le degré voulu n'est pas atteint, le liquide distillé rentre dans la chaudière par le tube de repasse.

VII. — CONCENTRATION DES JUS SUCRÉS

Vue : Appareil à triple effet



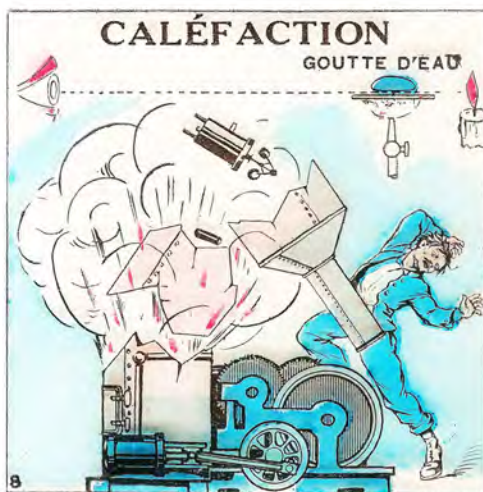
L'ébullition des liquides à basse température rend de grands services à l'industrie et en particulier à l'industrie du sucre.

Pour concentrer le sucre de canne, il fallait jadis faire attention de ne pas trop chauffer le jus, car alors on fabriquait du caramel. Les nègres qui étaient chargés de surveiller les bassines de concentration étaient battus à plate couture quand ils laissaient brûler le jus.

En plaçant les jus sucrés dans des chaudières chauffées par de la vapeur à température fixe on obtient leur ébullition en raréfiant l'air au-dessus de leur masse au moyen d'une pompe aspirante. Le risque des coups de rotins a disparu pour les nègres et le système a donné une grande économie de combustible. Les appareils sont installés de manière que les vapeurs d'une chaudière aillent chauffer la suivante. On les groupe par trois, d'où leur nom de *triple effet*.

VIII. — CALÉFACTION

Vue : Explosion d'une chaudière



Vous avez tous remarqué qu'une goutte d'eau en tombant sur la plaque d'un fourneau fortement chauffé ne se vaporise pas instantanément. Si on observe une telle goutte en disposant l'expérience convenablement, on constate que la goutte ne touche pas réellement la plaque. Elle en est séparée par une couche de vapeur qui se maintient tant que la plaque reste assez chaude.

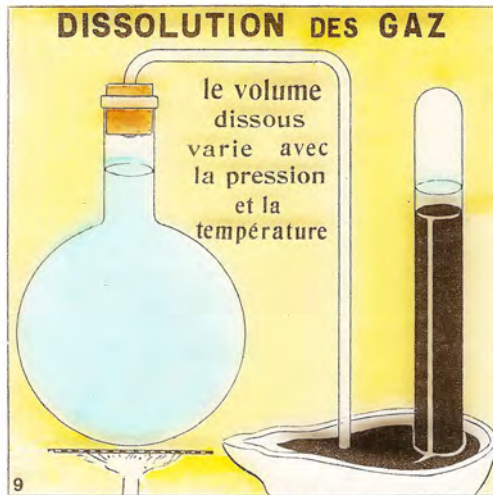
Si cette couche de vapeur disparaît, alors la vaporisation est brusque.

Ce phénomène auquel on a donné le nom de caléfaction explique ce qui se passe lors des explosions de chaudières. Certaines parois de la chaudière sont portées au rouge lorsque les incrustations qui les recouvrent intérieurement tombent et alors la caléfaction se produit, la température de la paroi s'abaisse puis il y a production brusque de vapeur qui détermine l'explosion.

Aussi est-il utile, nécessaire même, dans l'industrie, après quelques mois d'usage des chaudières, de les désincruster.

IX. — DISSOLUTION DES GAZ

Vue : Gaz de l'eau



Les gaz comme les solides se dissolvent dans les liquides. Il est facile de mettre le phénomène en évidence au moyen de l'expérience classique du ballon bien rempli d'eau et débouchant par un tube recourbé sous une éprouvette contenant du mercure.

A la température ordinaire l'eau dissout environ 25 centimètres cubes d'air ; sans cet air l'eau n'est pas agréable à boire et est indigeste.

L'eau dissout aussi de l'acide carbonique, et comme l'acide carbonique excite la digestion, on augmente la quantité d'acide carbonique dissous en le comprimant au-dessus de l'eau. L'usage des siphons d'eau de seltz est très répandu. Ce qui se passe dans un siphon d'eau de seltz quand on le vide nous fait bien comprendre les lois de la dissolution.

Quand on vide le siphon, le gaz dissous reforme une pression au-dessus du liquide dans le siphon, donc pour que le gaz reste dessous il faut qu'il soit comprimé au-dessus du liquide.

La quantité de gaz dissous est fonction de la pression qu'il exerce au-dessus du liquide, et une étude plus approfondie de la dissolution nous apprendrait qu'en présence d'un mélange de gaz, un liquide dissout chacun des gaz du mélange comme s'il était seul avec la pression qu'il a dans le mélange.

X. — LES NUAGES

Vue : Diverses formes de nuages



La condensation des vapeurs de l'air donne naissance aux nuages. Le froid des régions supérieures de l'atmosphère amène en effet la tension des vapeurs à la tension de saturation et de fines gouttelettes d'eau qui portent le nom de vésicules se forment et restent en suspension dans l'air.

Les formes des nuages peuvent se ramener à quatre types :

1° Les *cumulus*, gros nuages arrondis comme des flocons de laine et qui menacent l'orage ;

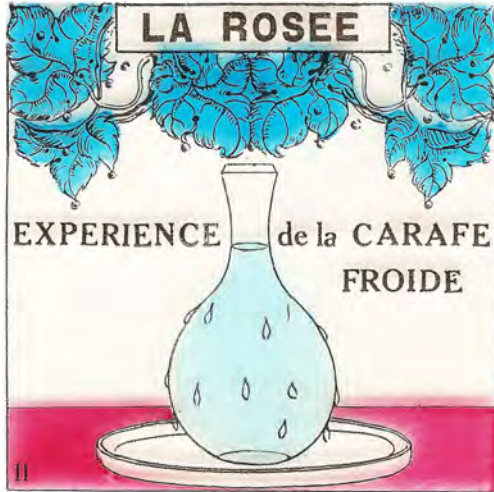
2° Les *nimbus*, gris de plomb, se résolvent finalement en pluie ;

3° Les *stratus*, en bandes horizontales peu éloignées du sol. On les observe souvent au coucher du soleil ;

4° Enfin, les *cirrus*, très élevés dans l'atmosphère.

XI. — LA ROSÉE

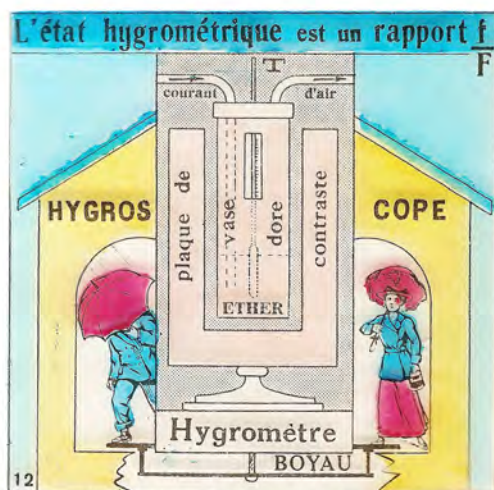
Vue : Expérience de la carafe froide



L'expérience de la carafe froide nous explique facilement la rosée. La couche d'air qui entoure la glace se refroidit et avec elle la vapeur qu'elle contient: la tension de cette vapeur atteint finalement son point de saturation et la vapeur se condense. Dans les nuits fraîches de printemps et d'automne, le sol refroidit plus vite que l'atmosphère, d'où la précipitation de la rosée.

XII. — ÉTAT HYGROMÉTRIQUE

Vue: Hygroscope — Hygromètre



Pour connaître l'état de l'humidité de l'air on a inventé des petits appareils nommés hygrosopes. Ils sont basés sur la torsion d'un boyau, torsion plus grande par un temps sec que par un temps humide. Mais les hygrosopes sont peu précis.

L'état hygrométrique de l'air se détermine par les hygromètres basés sur le principe de la rosée.

En refroidissant à distance, pour ne pas l'influencer une plaque dorée, on peut déterminer exactement l'instant de la rosée et la température de la plaque à cet instant. A ce moment donc l'air entourant la plaque est saturé. La température de la plaque connue, une table donne la tension F de la vapeur saturante à cette température. La même table donne la tension f de la vapeur saturante à la température de l'air ambiant dont on veut l'état hygrométrique, et cet état a pour expression f/F , autrement dit *l'état hygrométrique de l'air* est le rapport entre la pression de la vapeur qui existe dans l'air à la pression qui existerait si l'air était saturé.

Cette définition est très importante, elle permet de suivre la marche de nombreuses industries textiles et de donner des renseignements précieux sur le climat d'un pays et l'état de ses récoltes.