

## CHAPITRE V

### ÉVAPORATION

Quelle que soit la forme sous laquelle l'eau est précipitée sur la terre, pluie ou rosée, neige ou grêle, il faut qu'elle ait, pendant un temps, existé à l'état de vapeur invisible répandue dans l'atmosphère et impossible à distinguer de l'air lui-même. Quelque sec que l'air puisse paraître, il contient toujours plus ou moins de cette humidité. Quoique les sens soient impuissants à la constater, sa présence est promptement dénoncée par les modifications de certaines substances avides de cette humidité et qu'on appelle, pour cette raison, *hygroscopiques*<sup>1</sup>. L'huile de vitriol ou acide sulfurique, par exemple, est une de ces substances hygroscopiques. Si on laisse débouchée une bouteille de ce liquide corrosif, on constate, après que le liquide a été exposé à l'air quelques heures, une augmentation sensible dans son volume et son poids; 1 kilogramme d'acide sulfurique peut, de la sorte, peser 2 kilogrammes au bout de quelques jours. Cet accroissement de poids est dû à l'absorption de l'humidité fournie par l'air environnant, et on découvre par suite qu'après avoir été ainsi exposé, l'acide est devenu plus faible. Quand l'air est humide, l'accroissement de poids

1. Hygroscopique, de ὑγρός, humide.

est rapide; quand il est sec, cet accroissement est lent. Mais le liquide ne peut jamais être exposé, même à l'air le plus sec, sans qu'il absorbe une certaine quantité d'humidité, si faible qu'on la suppose. Il est donc clair que l'atmosphère doit toujours contenir de la vapeur d'eau et il n'est pas besoin d'aller chercher bien loin la source de cette vapeur.

La serviette humide à laquelle vous venez d'essuyer vos mains détrempees n'est pas longtemps sur le séchoir sans perdre son humidité; l'eau oubliée dans le vase à fleurs il y a une semaine a disparu. Dans ces différents cas, l'eau passe imperceptiblement à l'état de vapeur dans l'air environnant, par une opération nommée *évaporation*. C'est une opération silencieuse bien différente de la production bruyante de vapeur durant l'*ébullition* et cependant identique quant au résultat final. La transformation d'un liquide en vapeur par un moyen quelconque est ce qu'on appelle la *vaporisation*, et l'on peut distinguer deux formes de cette opération générale, l'*évaporation* et l'*ébullition*. Tandis que l'*ébullition* n'a lieu qu'au moment où le liquide soumis à la vaporisation atteint une température déterminée, nommée le *point d'ébullition*, l'*évaporation* est une opération permanente s'exécutant à tout moment et en tout endroit. Toute pièce d'eau découverte, depuis le plus mince ruisseau jusqu'à la mer la plus vaste, émet constamment de la vapeur en quantité plus ou moins grande. La quantité sera plus grande par une chaude que par une froide journée, mais, même dans le jour le plus froid, l'*évaporation* est simplement ralentie, non pas arrêtée. Un morceau de glace lui-même exposé à l'air au point de congélation diminue graduellement de volume, ce qui prouve que la surface congelée émet de la vapeur. Une couche de neige peut s'évaporer, exactement comme est séchée et buée une averse de pluie, mais l'opération est incomparablement

plus lente. Il n'est donc pas difficile de rendre compte de la présence de vapeur d'eau dans l'atmosphère. Mais il faut se rappeler qu'outre l'humidité qui se répand dans l'air par l'évaporation directe des rivières, des lacs et des océans, il y a une quantité considérable d'eau versée dans l'atmosphère sous la forme de vapeur par l'intermédiaire des êtres vivants : c'est celle qui s'exhale des feuilles des plantes, des poumons et de la peau des animaux. La décomposition et d'autres phénomènes chimiques apportent aussi leur contingent à l'humidité de l'atmosphère. Mais l'évaporation reste néanmoins la source principale de la vapeur d'eau présente dans l'air.

Il est à peine nécessaire de dire que la rapidité de l'évaporation peut être modifiée matériellement d'une foule de manières. Si vous voulez sécher promptement un objet mouillé, placez-le devant le feu; plus la température est élevée, plus l'opération s'exécute vite, les autres conditions demeurant les mêmes. La rapidité de l'évaporation dépend grandement aussi de l'état hygrométrique de l'air, en d'autres termes, de la proportion d'humidité déjà présente dans l'atmosphère. Si l'air est parfaitement sec, l'évaporation sera extrêmement rapide et la vapeur promptement absorbée. Si, au contraire, l'air est entièrement saturé d'humidité, l'évaporation sera rendue impossible. En fait nous ne faisons que rarement, si même nous la faisons jamais, l'expérience de l'une ou l'autre de ces conditions extrêmes; mais entre les extrêmes, il y a place pour un nombre infini d'états intermédiaires. Toutes les blanchisseuses savent qu'il y a de « bons jours pour sécher », et aussi de mauvais. Quand il n'y a que peu d'humidité dans l'air, le linge sèche rapidement; quand il y en a beaucoup, il sèche lentement. Il ne faut pas supposer néanmoins que la proportion de l'humidité dans l'air soit aisément estimée par nos sensations. Nous disons, il est

vrai, qu'une journée est sèche, une autre humide, mais en somme, ce n'est pas tant la quantité absolue de vapeur d'eau dans l'air que son humidité relative qui détermine nos sensations, c'est-à-dire le rapport de la vapeur actuellement présente à la quantité qui saturerait l'air à la température donnée. Plus l'air est chaud, plus est grande sa capacité d'humidité; l'air peut donc sembler sec, alors que, d'une manière absolue, il contient une grande quantité de vapeur. Si, d'autre part, la température est basse, il suffit d'une petite quantité de vapeur pour rendre l'air humide, parce qu'il est plus près du point de saturation. De là ce paradoxe apparent que, sec comme on croit le sentir en été, l'air contient d'ordinaire plus d'humidité qu'en hiver, alors qu'on le dit communément plus humide.

Une autre condition influant sur l'évaporation, c'est la rapidité avec laquelle l'air se renouvelle dans le voisinage de l'eau soumise à l'évaporation. Dans un jour de grand vent, le pavé détrempe est bientôt desséché, les courants d'air favorisant l'évaporation. L'air qui se trouve immédiatement au-dessus de l'objet humide absorbe la vapeur et reçoit bientôt le complément de sa capacité, de manière à prévenir une plus longue évaporation; mais quand l'air est troublé, les parties chargées de vapeur sont entraînées et de nouvelles leur succèdent, qui à leur tour, après avoir reçu leur contingent de vapeur, sont emportées pour faire place à d'autres. Il est à peine nécessaire de dire aussi que la rapidité de l'évaporation dépend de l'étendue de la surface liquide exposée. L'encre sèche bientôt dans un encrier à large orifice, mais la même quantité peut se conserver plus longtemps dans un flacon au goulot étroit. En effet la vapeur n'est produite que par la *surface* exposée du liquide et c'est là que réside une des principales différences entre l'évaporation et l'ébullition : dans l'opération plus ra-

pide de l'ébullition, les bulles de vapeur se développent dans la masse tout entière du liquide, tandis que dans l'opération plus lente de l'évaporation, la vapeur est émise de la surface seule.

Les météorologistes mesurent parfois la rapidité de l'évaporation à l'aide d'instruments appelés *atomètres*<sup>1</sup>. Mais il est plus utile de déterminer la proportion de l'humidité dans l'atmosphère, et cette détermination s'exécute au moyen d'instruments appelés

*hygromètres*. La construction des plus simples, mais aussi des moins exacts de ces instruments repose sur ce fait que les substances organiques absorbent rapidement l'humidité et modifient alors leurs dimensions; un cheveu, par exemple, est plus long quand il est humide que quand il est sec. Mettant ce fait à profit, de Saussure construisit le petit instrument fort simple représenté dans la figure 18. Il consiste en un cheveu humain bien dégraissé, tendu par un petit poids et pourvu d'une aiguille indicatrice se mouvant au-dessus d'un arc gradué. Selon que l'humidité affecte le cheveu, l'aiguille se meut sur l'échelle, mais ses indications

ne sont pas suffisamment précises pour avoir une grande valeur scientifique. Cet instrument, quoique employé encore dans certaines parties de l'Europe, accuse simplement la présence de l'humidité sans en mesurer correctement la quantité; c'est, à vrai dire, un *hygroscope* plutôt qu'un *hygromètre*<sup>2</sup>. Plus grossiers en-

1. *Atomètre*, de ἀτμός, vapeur, d'où aussi *atmosphère*, la sphère de vapeur ou l'air.

2. Les instruments dont les noms se terminent en *mètre* (μέτρον, mesure)

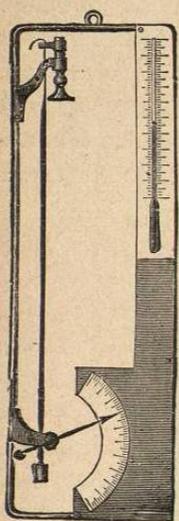


FIG. 18. — Hygromètre à cheveu.

core que l'hygromètre à cheveu sont ces instruments qui représentent un moine dont un capuchon recouvre la tête lorsque le temps est à la pluie, ou bien une maison à deux portes qui s'ouvrent pour laisser voir, l'une la figure d'un homme, l'autre celle d'une femme: quand l'air est humide et qu'on peut s'attendre à la pluie, l'homme sort; quand l'air est sec et le temps vraisemblablement au beau, c'est la femme qui fait son apparition. Les mouvements des figures sont produits par l'action de l'humidité sur des morceaux de cordes à boyau.

De véritables hygromètres, des instruments mesurant l'humidité avec une précision considérable, ont été construits par Daniell, Regnault et Mason et sont employés journellement par les météorologistes. Quelques-uns de ces instruments remplissent le but proposé en indiquant directement le point de rosée, tandis que les indications des autres sont basées sur la rapidité de l'évaporation. L'hygromètre de Daniell, instrument bien connu de la première de ces catégories, est représenté dans la fig. 13 et décrit à la page 55. Un des hygromètres le plus en usage aujourd'hui est connu sous le nom de *thermomètres à boules humide et sèche*, dénomination qui en décrit assez bien la construction. Cet hygromètre consiste en effet en deux thermomètres placés l'un à côté de l'autre tels que les représente la figure 19;

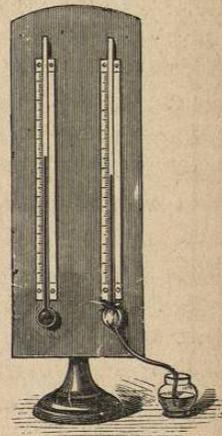


FIG. 19. — Thermomètres à boules humide et sèche.

donnent généralement des indications plus exactes que ceux qui se terminent en *scope* (σκοπέω, voir). Ainsi un *microscope* nous permet de voir des objets très petits tandis qu'un *micromètre* nous permet de les mesurer.

la boule d'un des instruments est à découvert, tandis que l'autre est enveloppée de mousseline et reliée par un cordon de coton à un petit réservoir d'eau : le fil ne cesse d'aspirer le liquide, exactement comme la mèche d'une chandelle pompe la cire fondue ou le suif, et la boule se maintient de la sorte constamment humide. Quand un corps passe de l'état liquide à celui de vapeur, il absorbe de la chaleur : c'est ce qui fait qu'un peu d'eau versée sur la main donne en s'évaporant naissance à une sensation de froid. Une aspersion faite avec de l'eau de Cologne ou tout autre liquide contenant de l'alcool produit un plus grand froid parce que ce liquide est plus volatil que l'eau et sèche beaucoup plus vite ; un peu d'éther, liquide encore plus volatil, abaisse encore davantage la température. L'eau, en s'évaporant de la boule humide, en abaisse donc la température, et plus rapide est l'évaporation, plus est grande la différence de température entre la boule humide et la boule sèche. Si l'air était saturé d'humidité, il ne pourrait y avoir d'évaporation et par conséquent les deux thermomètres resteraient stationnaires exactement au même point. Quand au contraire l'air est très sec, l'évaporation devient extrêmement rapide et en conséquence la température de la boule humide s'abaisse considérablement. De la comparaison des températures indiquées par les deux thermomètres, on peut déduire, par un simple calcul, le point de rosée, l'humidité relative de l'atmosphère et la quantité de vapeur contenue dans un volume donné d'air. On appelle souvent *psychromètre*<sup>1</sup> l'instrument que nous venons de décrire.

Il est évident, d'après ce que nous avons dit dans ce chapitre, qu'on trouve toujours dans l'atmosphère plus

1. *Psychromètre*, de ψυχρός, froid.

ou moins de vapeur d'eau ; la présence en est constante, mais la proportion variable. On peut dire peut-être que l'air en Angleterre contient en moyenne près de un et demi pour cent de vapeur d'eau. Cette vapeur est associée d'une manière intime avec les autres éléments constitutifs de l'atmosphère, qui sont tous des corps gazeux existant à l'état de mélange mécanique. Mais la composition de l'atmosphère est un sujet si important qu'il faut nous réserver de le traiter pleinement au chapitre suivant.

Quand la température de l'air est suffisamment abaissée dans un endroit quelconque, la vapeur d'eau qu'il contient se condense en liquide, tandis que les autres éléments conservent leur état gazeux. Les gouttes liquides d'eau ainsi condensée en pluie sont dites *distillées*. En effet le procédé que suit la nature est exactement semblable en principe à notre procédé artificiel de distillation. Quand on veut distiller un liquide, on le fait évaporer dans une chaudière et la vapeur est entraînée vers le condenseur où elle se refroidit suffisamment pour se déposer en gouttes. La nature agit, non en faisant bouillir l'eau sur un foyer, mais par la chaleur du soleil qui pompe silencieusement la vapeur de toutes les pièces d'eau exposées à l'air, et la vapeur ainsi introduite dans l'atmosphère se condense finalement en gouttes de pluie.

Dans la distillation artificielle, toute matière solide dissoute dans le liquide primitif demeure dans la chaudière ; le liquide est ainsi distillé dans un état de pureté parfaite, autant du moins qu'il n'est pas souillé par la présence de matières volatiles. C'est une purification de l'eau identique qu'accomplit la nature par son procédé de distillation. La mer qui couvre une si vaste proportion de la surface du globe expose une immense surface d'eau salée à la chaleur

du soleil, mais le sel reste où il est et il n'y a d'évaporé que de l'eau pure. C'est ainsi que des eaux douces ne cessent d'être distillées du sein du saumâtre océan.

Ainsi, en allant à la recherche des sources de la Seine, nous sommes conduits des fontaines de la terre à la pluie des cieus, de la pluie à la vapeur d'eau qui est un des éléments de l'atmosphère, et de cette vapeur à l'Océan, chaudière immense où la chaleur du soleil distille cette vapeur. Le grand courant d'eau douce qui traverse Paris est alimenté dans une large mesure par la vapeur qui un jour, bien loin de nous, s'éleva de l'Atlantique. Les vents de l'ouest et du sud-ouest glissant sur cet océan se chargent de vapeur d'eau, et ces vents humides et chauds, venant frapper les hauteurs du Morvan, déposent leur chargement d'humidité en averses dont une partie considérable arrive jusqu'au bassin de la Seine. Cette eau est finalement entraînée à la mer par le flot du fleuve et se marie une fois de plus à l'Océan d'où elle est sortie, mais pour lui être un jour ravie encore par une nouvelle évaporation. Les eaux de la terre se meuvent ainsi dans une circulation sans commencement et sans fin. De la pluie à la rivière, de la rivière à la mer, de la mer à l'air, et derechef de l'air à la terre, tel est le circuit dans lequel chaque goutte d'eau est forcée de voyager éternellement. L'observateur qui, regardant du haut d'un pont la Seine couler au-dessous de lui, contemple les flots qui se hâtent vers la mer, doit se rappeler que la mer n'est point pour cette eau le lieu du repos, mais que la plus grande partie de ce qu'il en voit fuir, peut-être la masse entière, sera distillée de nouveau et retournera à la terre en averses qui s'écouleront peut-être encore dans le flot de la Seine; à moins qu'elles n'aillent enfler les affluents de quelque fleuve sur une autre rive du globe, ou bien s'engloutir pour

des siècles sans nombre dans des réservoirs souterrains.

Selon les paroles d'un sage du passé : « Tous les fleuves coulent à la mer et la mer n'est point remplie; et le lieu d'où viennent les rivières, elles y retournent encore. »