

CHAPITRE IV.

DE L'HUMIDITÉ DE L'AIR.

I. REMARQUES GÉNÉRALES.

131. L'air n'est jamais complètement sec. Il est toujours chargé d'une certaine quantité de vapeur d'eau; plus il en renferme, plus il est *humide*; moins il en renferme, plus il est *sec*.

Cette dose de vapeur d'eau a pourtant une limite, et quand la limite est atteinte on dit que l'air est *saturé*. Au delà, la vapeur ne peut plus se soutenir en vapeur transparente. Le surplus se condense et retombe.

La dose de saturation dépend d'ailleurs de la température. Plus l'air est chaud, plus il peut contenir de vapeur transparente; et plus il est froid, moins il peut en renfermer.

De l'expression de *vapeur transparente*, il ne faut pas conclure cependant que sa présence ne soit point sensible. C'est cette vapeur qui affaiblit la teinte azurée du ciel. Plus il y en a dans l'air, plus le ciel est blafard, l'horizon grisâtre, comme dans les matinées du printemps. Les objets du paysage semblent alors à une

grande distance : l'humidité de l'air est considérable.

Mais plus avant dans la journée, le bleu du ciel se fonce, les objets semblent se rapprocher, on croirait facile d'engager une conversation avec des personnes fort éloignées dans la campagne. C'est qu'alors l'air a repris sa pureté : l'humidité est beaucoup moindre.

Ainsi la vapeur, malgré sa transparence, blanchit la masse de l'air, et jette une sorte de voile grisâtre sur le paysage. Il importe cependant de bien la distinguer du brouillard et des nuages. Elle est dissoute dans l'air, tandis que le brouillard et les nuages en sont séparés.

132. La vapeur d'eau dissoute par l'atmosphère joue un rôle important dans les phénomènes météorologiques. La tension ou la force d'élasticité de cette vapeur serait capable, à elle seule, de soutenir le baromètre à quelques millimètres de hauteur, en sorte que la pression atmosphérique s'augmente de la pression propre exercée par la vapeur d'eau. Il résulte des expériences de *Regnault* que la force élastique de la vapeur d'eau qui se développe dans une atmosphère aérienne est sensiblement égale à la force élastique qu'elle acquerrait d'elle-même, hors de la présence de l'air : c'est-à-dire dans le vide, et dans un espace clos. La pression barométrique que nous observons à chaque instant est la somme de la pression de l'air sec et de celle de la vapeur d'eau.

A chaque degré de température correspond une tension particulière que la vapeur prendrait dans le vide et en vase clos. Cette tension décroît en même temps que

la chaleur. Elle devient très faible lorsqu'on approche du point de congélation. Mais elle se continue cependant dans les températures inférieures à zéro. C'est alors la glace même qui s'évapore lentement.

Un mètre cube d'air sec peut se charger d'une quantité de vapeur égale à celle qui se formerait dans un espace vide d'un mètre cube de capacité. Mais il s'en faut de beaucoup que l'atmosphère contienne constamment cette dose limite. En général, le degré d'humidité de l'air se trouve compris et oscille entre la sécheresse absolue et la saturation.

133. ÉVAPORATION. — L'eau s'évapore sans cesse, et c'est cette évaporation qui alimente l'humidité de l'air. A la surface des mers, l'air renferme toute la dose d'humidité dont il est capable : il est saturé. Mais dans l'intérieur des continents, son humidité n'est que partielle.

S'il est saturé, il ne peut plus gagner d'humidité : il ne se fait donc plus d'évaporation à la surface du terrain. Mais s'il ne l'est pas, tout ce qui est mouillé fournit de la vapeur et sèche. L'activité du séchage dépend par conséquent de l'état de sécheresse de l'air.

De plus, si l'air est en repos, l'évaporation est bientôt arrêtée, parce que l'air est bientôt saturé. Mais si l'air se meut, si du nouvel air sec arrive sans cesse, l'évaporation se continue, le séchage se poursuit.

Ces considérations nous expliquent déjà pourquoi les vents d'Est sont les plus désirables pour les foins, pour les blés, pour certaines opérations de la teinturerie.

C'est que ces vents sont secs, et que par conséquent ils déterminent une évaporation active. Les vents humides de l'Ouest sont, au contraire, les plus mauvais.

Ainsi l'évaporation augmente à mesure de la sécheresse et de la force du vent.

134. Mais l'acte de l'évaporation entraîne un autre résultat physique, le refroidissement. Tout le monde sait que les linges mouillés que l'on étend au vent sont beaucoup plus froids que les objets secs. *Le refroidissement accompagne donc l'évaporation.*

Cette observation va nous faire comprendre comment nos sensations personnelles sont souvent en désaccord avec le thermomètre. Il arrive que nous sommes transis de froid, tandis que cet instrument marque encore 4 ou 5° de chaleur. Il arrive aussi que la chaleur nous accable à 20°, tandis qu'elle est quelquefois très supportable à 25°.

Nos organes, en effet, sont médiocrement affectés par le froid ou par la chaleur; mais ils le sont grandement par l'évaporation. Une transpiration plus ou moins sensible couvre toujours la peau. L'évaporation de cette humidité refroidit sans cesse la surface du corps. Quand cette évaporation est active, nous ne ressentons pas réellement autant de chaleur qu'il y en a dans l'air.

Tous les voyageurs qui ont été dans le Nord, et qui ont éprouvé des froids de — 30°, — 40° et même davantage, s'accordent à reconnaître que cette température rigoureuse ne fait point souffrir, tant que l'évaporation est lente à la surface de la peau. Mais si le vent s'élève

et que l'évaporation s'accélère, la sensation du froid devient pénible ; la souffrance commence, la peau se dessèche et se gerce. Le froid est donc moins sensible pour nous, par un air humide et tranquille, et beaucoup plus sensible par un vent sec. De même, et par une conséquence semblable, la chaleur nous accable dans toute sa force quand l'air reste humide et immobile ; mais nous ne la sentons qu'en partie quand il est sec et agité.

Ainsi notre peau est toujours plus froide qu'elle ne le serait sans l'évaporation. De même, les plantes ne souffrent pas autant du froid par les nuits tranquilles. Mais que le vent d'Est vienne à souffler, bien que la température reste à peu près la même, et l'humidité de leurs surfaces s'évapore, leurs tissus se dessèchent, les feuilles sont *grillées*.

Il résulte de là que si nous ne pouvons pas juger du vrai degré de température par nos sensations, c'est que nous ne sommes pas dans les mêmes conditions que le thermomètre, c'est que le thermomètre est sec et que notre peau est mouillée. Mais appliquons un linge humide sur la boule de l'instrument : nous le verrons bientôt descendre, et il se maintiendra plus bas qu'un thermomètre à boule sèche aussi longtemps qu'il y aura de l'humidité sur le linge. Nous aurons alors une autre température, une température inférieure à celle de l'air. C'est cette température plus basse que les êtres organisés, les plantes et l'homme lui-même ressentent. La différence va quelquefois à 10°. Elle nous donne la mesure de l'état hygrométrique de l'air.

135. Il est une distinction essentielle à faire, au sujet de l'humidité de l'air, entre l'*humidité absolue* ou quantité réelle de vapeur contenue dans l'air et l'*humidité relative*, qui indique à quelle distance du point de saturation la vapeur d'eau se trouve. Cette dernière manière de considérer l'état hygrométrique de l'air est celle qui intéresse plus particulièrement la météorologie : l'évaporation, la formation du brouillard, des nuages, de la pluie, de la rosée, etc., etc., en dépendent bien plus que du degré absolu d'humidité atmosphérique. Lorsqu'on trouve qu'il fait très humide, cela n'indique pas nécessairement que l'air renferme beaucoup de vapeur d'eau, mais seulement qu'il en contient presque toute la quantité dont il peut se charger à la température actuelle. Ainsi, l'air peut être très sec tout en étant mélangé à une quantité notable de vapeur d'eau, et, d'autre part, être humide avec une faible dose de vapeur.

Pour apprécier l'état *hygrométrique* de l'air à un moment donné, il faut donc tenir compte de ce que serait cet état si l'air était complètement saturé de vapeur d'eau. Plus la vapeur de l'air est éloignée du point de saturation et plus l'air est sec, quelle que soit la quantité de vapeur tenue en dissolution. Le degré d'*humidité relative* résulte du rapport entre la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air à l'instant de l'observation et celle qu'il contiendrait (la température restant la même) à la saturation.

Citons un exemple. Si, par un jour d'hiver et par un

jour d'été, l'air renferme chaque fois la moitié de la vapeur d'eau qu'il pourrait tenir en suspension à la température qu'il possède, l'humidité relative sera la même pour ces deux jours, bien que la quantité absolue de vapeur dissoute dans l'air le jour d'été puisse être dix fois plus forte que celle du jour d'hiver. Il suffit seulement que les rapports dont nous venons de parler soient les mêmes, et dans le cas cité c'est ce qui a effectivement lieu.

136. HYGROMÈTRES. — On a proposé trois méthodes différentes pour déterminer le degré d'humidité de l'air. *Deluc* et *de Saussure* employaient des substances susceptibles de s'allonger à mesure que la dose de vapeur augmente, telle que les brins de baleine ou les cheveux, dont ils mesuraient l'allongement en les faisant agir sur un bras de levier. Ces instruments se nomment des *hygromètres*. Ils présentent un défaut capital : c'est que l'allongement des substances hygrométriques n'est pas proportionnel à l'augmentation de la dose de vapeur d'eau.

137. Le procédé de *Daniel* est plus rigoureux, mais il exige une véritable expérience. Il a pour principe d'amener l'air à saturation en abaissant sa température. On comprend, en effet, que si l'air n'est point saturé, la quantité de vapeur qu'un mètre cube de cet air renferme serait cependant suffisante pour porter à saturation un autre mètre cube d'air pris à une température plus basse. On pourra donc toujours arriver, par un refroidissement suffisant, à saturer une masse d'air qui

renferme de la vapeur. Or, il est facile d'apercevoir, dans une masse d'air qui se refroidit, l'instant où cette masse atteint la saturation ; car toute la vapeur qui excède la dose de saturation doit alors se précipiter, et elle ternit, comme la rosée, en se déposant, les surfaces polies et brillantes. Pour mesurer le degré d'humidité de l'air, on prend donc un vase en argent, on l'emplit d'éther ou de tout autre liquide d'une évaporation rapide, et l'on tient au milieu de ce liquide un petit thermomètre. L'éther, en s'évaporant, se refroidit rapidement ; le thermomètre baisse, et les parois du vase éprouvent également l'action réfrigérante du liquide. Tout à coup l'air extérieur, en contact avec ces parois, les ternit en y déposant son humidité. Cet effet se produit à l'instant où l'abaissement de température a amené à saturation l'air qui ne contenait pas, à une température plus élevée, toute la vapeur d'eau dont il était capable. Amener l'air à cette température réduite où commence la précipitation de son humidité, l'amener, comme on dit, au point de rosée, c'est le forcer à accuser d'une manière visible la dose de vapeur transparente qu'il contenait. Comparer la température du point de rosée à celle de l'air libre suffit pour déterminer la proportion actuelle de vapeur d'eau.

138. Mais l'instrument le plus commode et le plus sûr pour observer l'humidité de l'air, c'est le *psychromètre* (du grec ψυχρός, froid, et μέτρον, mesure), proposé par *August*, que nous avons déjà signalé sommairement tout à l'heure (page 146). Cet instrument se compose de

deux thermomètres entièrement semblables quant à la forme, mais dont l'un A, a la boule sèche, et dont l'autre, B, a la boule humide. Le premier accuse la température actuelle de l'air; le second se tient toujours à une température inférieure, parce qu'il est refroidi sans cesse

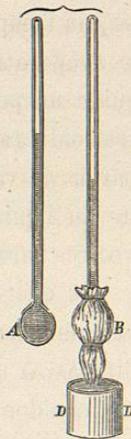


Fig. 19.

par l'évaporation qui s'opère à la surface de la boule. Or, la rapidité de cette évaporation est d'autant plus grande que l'air est plus sec, et par conséquent plus avide d'eau. La différence des températures marquées par les deux thermomètres ira donc en augmentant à mesure que l'air sera plus sec, et l'on tirera de cette différence, par un calcul facile, la proportion d'humidité. Par la gelée la loi est encore vraie, car la glace a aussi son évaporation. Il faut donc verser de l'eau sur le linge, puis attendre que le linge soit gelé. La

boule glacée de l'instrument sera encore plus froide que la boule nue; elle indiquera une gelée plus forte que la gelée réelle. Afin d'entretenir sans cesse la fraîcheur à la surface de la boule B, on l'enveloppe d'un linge qui plonge dans une petite cuvette DD remplie d'eau, et qui élève le liquide jusqu'à la boule de l'instrument, en vertu de la succion capillaire.

On trouvera, à la fin du volume, des tables qui donnent l'humidité relative de l'air d'après l'observation du psychromètre.

139. Les observateurs munis d'instruments propres à mesurer le degré d'humidité de l'air ont pu étudier la distribution de la vapeur d'eau dans les différentes couches de l'atmosphère, dans les diverses contrées du globe, et dans toutes les saisons de l'année.

On a reconnu que la proportion de vapeur diminue à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère. Sur les plateaux élevés, la sécheresse est déjà un obstacle considérable à la végétation. Si nos montagnes étaient de quelques milliers de mètres plus élevées, les neiges perpétuelles se réduiraient elles-mêmes en vapeur, suivant l'opinion de *Bouguer*, à cause de l'excessive sécheresse qui règnerait à cette altitude.

La température exerce une action très marquée sur l'état hygrométrique de l'air, et cette action se manifeste surtout dans les périodes annuelle et diurne de l'humidité. La *quantité de vapeur* augmente en été et diminue en hiver. Elle augmente de même, chaque jour, jusqu'à deux ou trois heures de l'après-midi, pour diminuer ensuite, comme la température, jusqu'au lendemain matin.

Mais, s'il s'agit du *degré d'humidité relative*, c'est l'inverse qu'on constate. L'air est plus sec en été qu'en hiver, pendant le jour que pendant la nuit.

Le même contraste s'observe entre les régions équatoriales et les régions polaires : celles-ci sont, en général, beaucoup plus humides que les premières, bien que les couches aériennes qui les recouvrent soient beaucoup moins riches en vapeur d'eau.

II. ROSÉE.

140. Lorsqu'une masse d'air qui renferme de la vapeur d'eau se trouve en contact avec des objets froids, une partie de la vapeur se condense sur ces objets, et se dépose à leur surface sous forme de gouttelettes : c'est la *rosée*.

Si nous dirigeons notre haleine sur une vitre ou sur un métal poli, le verre ou le métal se ternissent, pourvu qu'ils soient plus froids que l'haleine. C'est là le phénomène de la rosée. La vapeur se dépose par le refroidissement. Mais quand les objets sont aussi chauds ou plus chauds même que l'air qui les frappe, le dépôt n'a plus lieu : leur chaleur, loin de résoudre la vapeur en eau, favoriserait plutôt l'évaporation; il n'y a donc plus de rosée.

En termes généraux, *la rosée se dépose au contact des objets qui sont plus froids que l'air.*

Les vitres de nos chambres se chargent d'humidité, quand il fait chaud dans l'appartement et froid à l'extérieur. Alors, en effet, les vitres sont sans cesse refroidies par l'air du dehors; elles font sur l'air intérieur l'effet d'un corps froid; la rosée s'y dépose. En hiver cette rosée passe même à l'état de glace : c'est le *givre*, c'est la *gelée blanche* des campagnes.

De même, au début d'un dégel, au moment où l'air se réchauffe tandis que les murailles sont encore refroidies, l'eau se condense en gouttelettes sur leurs surfaces

froides. C'est aussi un véritable dépôt de rosée, et les murailles continuent à *pleurer*, pour nous servir de l'expression vulgaire, jusqu'à ce qu'elles soient devenues aussi chaudes que l'air.

141. Dans la nature, quelle est la cause capable de rendre le sol et les végétaux plus froids que l'air? Nous n'en connaissons qu'une, c'est le rayonnement nocturne (n° 23). Aussi la rosée suit-elle les progrès de ce rayonnement : elle se dépose en plus grande abondance vers la fin de la nuit; elle mouille de préférence les parties minces et déliées des végétaux.

On a vu (n° 23) que le rayonnement nocturne dure sans interruption depuis le coucher jusqu'au lever du soleil, en sorte que le refroidissement des corps va toujours croissant durant cet intervalle. Il est donc naturel que le dépôt de la rosée se fasse plus abondamment à la fin de la nuit qu'au commencement. Mais si le vent s'élève, l'évaporation devient plus active (n° 133), et la rosée disparaît à mesure qu'elle se forme.

D'un autre côté, si le ciel se trouble, le sol cesse de rayonner vers l'espace et de se refroidir; les objets terrestres se trouvent bientôt réchauffés par le contact de l'air; il ne s'y dépose plus de rosée.

C'est pour ces différentes raisons que *la rosée est notablement plus abondante par un temps calme et par un ciel clair.*

142. Nous avons dit aussi que la rosée se dépose principalement sur les objets fins et déliés. On voit, au lever du soleil, ses gouttelettes suspendues à la pointe

des feuilles et aux poils mêmes des végétaux. C'est qu'en effet les objets les plus déliés sont ceux qui se refroidissent le plus vite. Un fil de fer est plus vite refroidi qu'une barre. Si nous posons un thermomètre sur une grosse pierre, la chaleur de la pierre l'alimente sans cesse, pendant que le rayonnement nocturne du thermomètre s'opère; la chaleur qu'il rayonne est remplacée par la chaleur que le support lui fournit. Mais une feuille n'a pour communiquer avec le corps de la plante qu'une mince pétiole. Elle est pour ainsi dire isolée dans l'air. Quand elle a perdu sa chaleur, elle ne peut plus en tirer du sol par l'intermédiaire du tronc.

Telle est la cause qui détermine l'abondance de la rosée sur les feuilles et sur les poils des végétaux, sur le chaume, sur les cordages, sur la crête des sillons dans les terres labourées. Et si la nuit a été suffisamment froide, cette rosée s'est convertie en *givre*, et les plantes portent au lever du soleil des *barbes* éclatantes.

Mais bientôt l'évaporation, qui s'opère sous l'action du soleil et du vent, fait disparaître ces produits de la nuit. La rosée d'ailleurs ruisselle jusqu'à terre, humecte le sol, contribue aux sources. Son volume total est beaucoup plus considérable dans les forêts, parce que nulle part il n'y a une aussi grande accumulation de feuilles et de branchages. On voit ainsi comment les forêts recueillent l'humidité de la nuit, et entretiennent les sources du voisinage.

III. BROUILLARD.

143. La formation du brouillard exige des rapports de température précisément opposés.

Quand l'air est saturé, l'évaporation doit nécessairement s'arrêter. Si la température de la masse saturée s'élève, comme l'air en s'échauffant devient capable de dissoudre une plus grande dose de vapeur, l'évaporation recommence. Mais si la température s'abaisse, comme il ne peut plus contenir autant de vapeur, il faut qu'une partie de cette vapeur *se prenne*, c'est-à-dire qu'elle passe à l'état de *brouillard*. Le trop-plein, si l'on nous permet cette expression, se transforme donc de vapeur transparente en vésicules opaques.

Ainsi la formation du brouillard est la contre-partie de l'évaporation. C'est le retour de la vapeur transparente de l'air à l'état liquide.

La rosée ne se forme qu'au contact des corps froids; le brouillard se prend dans toute la masse. Pour donner naissance à de la rosée, il fallait que l'air chaud rencontrât des objets froids. Pour produire du brouillard, il faut, au contraire, que l'évaporation d'un terrain chaud soit arrêtée en masse par de l'air froid.

Aussi *le brouillard se présente-t-il quand le sol est plus chaud que l'air*. Il exige des conditions précisément inverses de celles de la rosée.

La rosée s'observe surtout au printemps et en été, après les nuits sereines; cette sérénité même présage une belle journée.

Le brouillard se produit surtout en automne et en hiver. L'air froid coule alors au-dessus d'une surface plus chaude que lui. On voit fumer le sol, les rivières, les marais. L'évaporation se prend à mesure qu'elle s'élève.

De ce que le brouillard se forme dans la masse de l'air, tandis que la rosée ne se condense que sur les objets refroidis, résulte encore cette différence : le brouillard mouille tout ce qu'il touche; la rosée a ses points de dépôt particuliers.

Le brouillard est formé de vésicules liquides pleines et creuses, mais principalement de ces dernières. Le diamètre de ces vésicules a été mesuré par plusieurs observateurs; il est, en moyenne, de 2 centièmes de millimètre environ.

IV. NUAGES.

144. Il n'y a pas de distinction essentielle entre les nuages et les brouillards. On dit que les brouillards reposent sur le sol, et que les nuages sont suspendus dans l'atmosphère. Mais toutes les personnes qui ont voyagé dans les montagnes savent qu'on traverse des nuages à toute élévation. Nous en avons même vu en Ardenne, dans les vallées de la Lesse et de la Semois, qu'il fallait traverser pour gagner les plateaux. Ainsi tel nuage pour un habitant de la vallée est un brouillard pour l'habitant du plateau qui s'y trouve plongé.

Ce que nous avons dit de la formation du brouillard s'applique donc rigoureusement à celle des nuages. *Toutes les fois qu'une masse d'air est amenée au-dessous de son point de saturation, les flocons nuageux paraissent.*

Le refroidissement d'une masse d'air entraîne donc la condensation de ses vapeurs transparentes. C'est ainsi que se produisent ces flots blanchâtres de brouillard qui s'échappent de la cheminée des locomotives. Il se forme là de véritables nuages artificiels.

145. Une autre cause de la condensation, c'est le mélange de deux masses d'air à des températures inégales. Les physiiciens démontrent, en effet, que si l'on prend deux masses d'air saturées, l'une plus chaude et l'autre plus froide, le mélange n'est plus capable de contenir la somme des doses de vapeur. Nous devons accepter cette loi comme une donnée de l'expérience.

Il en résulte que si le vent du Midi est chaud et saturé, et qu'il rencontre le vent du Nord, plus froid mais également saturé, leur mélange devra nécessairement abandonner de la vapeur transparente et donner lieu à la formation de nuages. En général, *toute rencontre de deux vents saturés ne peut se faire sans nuages.*

Ainsi, soit refroidissement direct, soit mélange, l'air qui est à saturation est très propre à donner naissance aux nuages. Mais, au contraire, si l'air est éloigné de la saturation, s'il est sec, il faudra des altérations beaucoup plus grandes pour qu'il arrive à abandonner sa vapeur.