

DE LA TEMPÉRATURE DES SOURCES.

Lorsque l'on plonge un thermomètre dans l'eau d'une source, on remarque qu'il s'arrête toujours au même point ou du moins que la colonne du mercure varie peu selon les saisons et l'époque à laquelle on fait l'expérience. Il y a par conséquent une certaine constance dans cette température; mais s'il y a peu de variation quand on opère sur la même source, il y en a au contraire de fréquentes et de très-grandes quand on agit sur des fontaines différentes.

Sous ce point de vue, on peut diviser les sources en *froides* et *thermales*, et quoique cette division soit difficile à établir d'une manière tranchée, elle est, pour ainsi dire, consacrée par l'usage. Pour le moment, nous ne nous occuperons que des premières, car les sources thermales doivent vraisemblablement leur température élevée à des forces particulières qui agissent encore dans l'intérieur du globe; ce sont des phénomènes qui se rattachent aux éruptions volcaniques et qui trouveront place plus loin avec les *Geysers* et les *Lagonis*. On voit d'après cela que la chaleur des eaux peut provenir de deux causes :

1° De la température qui règne dans les profondeurs du globe ;

2° De celle qui agit à sa surface, c'est-à-dire de la chaleur solaire.

Ce que nous allons dire s'applique à celles qui nous offrent ce dernier caractère.

On peut admettre comme règle générale que la température des sources suit assez régulièrement, non la température de l'air extérieur qui varie à chaque instant, mais la température moyenne de l'année. Elle re-

présente dans tous les cas la température du sol à une certaine profondeur. Si les sources ont leurs canaux souterrains près de la surface, les saisons ont une influence marquée sur la chaleur des eaux; mais dans le cas contraire, cette chaleur est constante et ne varie pas. On entend dire pourtant tous les jours que l'eau des sources est chaude en hiver et froide en été; mais si l'on y réfléchit, on verra que c'est la température de l'air extérieur qui varie et qui nous sert de point de comparaison. Si nous passons de l'air échauffé à 30 degrés, comme cela arrive souvent en été, dans l'eau d'une source marquant seulement 12°, il est clair que cette eau nous paraîtra très-froide, mais si l'air est à 8 au-dessous de 0 et que la source conserve son degré $\pm 12^\circ$, elle aura en plus la grande différence de 20 degrés et nous paraîtra chaude. On éprouve les mêmes sensations en descendant dans les caves qui ont, comme les sources, une température constante, quand elles sont assez profondes.

On conçoit très-bien qu'il ne peut y avoir de sources au-dessous du point de congélation, mais immédiatement au-dessus, on en trouve à toutes les températures, depuis 0 jusqu'à 100 degrés, et alors elles se transforment en vapeurs, qui souvent même à cause d'une forte pression ont une température plus élevée; mais ces dernières appartiennent, comme nous l'avons dit, à la division des eaux thermales. On pourra presque toujours distinguer ces deux classes de sources en faisant attention à la température moyenne des lieux. Ainsi la température moyenne la plus élevée que nous connaissons est celle de quelques lieux situés sous l'équateur, ou du moins entre les tropiques. Or, cette température n'excède nulle part 30°; par conséquent toute source dont la chaleur fait monter le thermomètre

tre à plus de 30° , on pourrait même dire toutes celles qui atteignent cette élévation, sont des sources thermales, et doivent leur température à des causes tout-à-fait indépendantes des relations extérieures de notre planète. Mais, sous les zones tempérées où la température moyenne est bien moins élevée, sous le 45^{me} parallèle par exemple, où elle est ordinairement de 12 à 14° , une source qui ferait monter le thermomètre à 15° ou 16° serait une source thermale. Ainsi, connaissant la moyenne d'un lieu situé à une latitude quelconque, on pourra toujours assurer qu'une source dont la chaleur dépasse cette moyenne vient des profondeurs du globe, et n'est plus un phénomène qui appartient à la surface.

L'inverse n'est pas également vrai, c'est-à-dire qu'il existe quelques sources minérales dont la température est égale à la moyenne du pays; mais ces exceptions sont rares, et dans ce cas, la composition de ces eaux et les matières gazeuses qui les accompagnent suffisent ordinairement pour les faire distinguer.

La chaleur ordinaire des eaux de source entre le 45^{me} et le 50^{me} parallèle, est de $+10$ à $+12^{\circ}$. Aussi l'on voit pendant l'hiver la neige qui fond partout autour d'elles, et la verdure des plantes s'y conserve pendant les froids les plus rigoureux.

A mesure qu'on s'élève sur les montagnes, les sources se refroidissent comme l'air environnant; aussi n'est-il pas rare de voir dans les Alpes des filets d'eau qui marquent $+1$ ou $+2$ degrés seulement, et qui sont alimentés par la fonte des glaciers. Les sources de la Dordogne au Mont-Dore marquent rarement plus de $+4$ et sont alimentées par les brouillards qui viennent flotter autour du pic de Sancy. Les *Kephalovrysi* de la Grèce, situés par 36 et 37° de latitude, ont une température

moyenne de $+17,5$ à $+18,5$, qui s'accorde parfaitement avec la température moyenne que donne le calcul pour cette latitude. En sorte qu'au défaut d'observations météorologiques, les sources offrent un moyen de connaître la température, assez précis pour une foule de recherches dans l'étude de la distribution des êtres organiques à la surface du globe. Il faut avoir soin pourtant de tenir note de l'élévation au-dessus du niveau de la mer, car c'est une cause puissante de variation qu'il faut déterminer par l'expérience sous chaque latitude. Sous le 45^{me} parallèle, Ramond évalue le refroidissement de 1° dans l'eau des sources à 84 toises d'élévation.

COMPOSITION DE L'EAU DE SOURCE.

L'eau qui tombe sous forme de pluie ou de neige, est ordinairement pure; mais on conçoit très-bien qu'en traversant une certaine épaisseur de terrain, en ruisselant dans tous les interstices que présente le sol, elle doit se charger et quelquefois même se saturer de tous les principes solubles qu'il renferme; aussi l'eau de source n'est jamais pure. Il en est cependant qui ne renferme que des indices de matières étrangères; c'est celle qui provient de sources situées sous des courans de lave, qui reposent eux-mêmes sur des terrains cristallisés. Celles qui sortent de ces derniers terrains sont aussi quelquefois très-pures; mais dans tous les sols calcaires ou de sédiment, l'eau contient toujours une certaine quantité de matières salines ou organiques, quelquefois assez forte pour la rendre impropre aux usages domestiques.

En nous occupant des eaux minérales, nous énumérerons les diverses substances que l'on rencontre dans

les sources ; nous citerons pour le moment le *muriate de soude* ou *sel marin*, qui existe pour ainsi dire dans toutes, en quantité quelquefois très-petite à la vérité, le *sulfate de chaux*, le *carbonate de chaux*, le *carbonate de magnésie* et le *carbonate de soude*.

Presque toutes les eaux de sources contiennent aussi de l'air atmosphérique, ou, pour parler plus exactement, un mélange d'azote et d'oxygène ; car ces deux gaz ne se dissolvent pas également dans l'eau ; l'oxygène y étant plus soluble s'y trouve en plus grande quantité, et l'air qui sort des eaux de sources chauffées contient toujours plus d'oxygène que l'air atmosphérique. L'azote, qui se dégage en quantité très-variable d'un grand nombre de sources, n'est peut-être que celui qui provient de l'inégale dissolution des deux principes qui composent l'air atmosphérique en contact avec l'eau dans les conduits souterrains.

DE L'ORIGINE DES SOURCES.

Bernard de Palissy essaya l'un des premiers d'expliquer l'origine des sources, et il en savait presque autant que nous en savons aujourd'hui.

« Quand j'ai eu, dit-il, bien long-temps considéré la cause des sources des fontaines naturelles, et le lieu où elles pouvaient sortir, enfin j'ai reconnu directement qu'elles ne procédaient et n'étaient engendrées *sinon des pluies* (1). » Il explique ensuite très-bien comment les eaux se réduisent en *vapeurs*, comment ces *vapeurs* se résolvent en pluie, et comment l'eau de la mer en s'évaporant n'enlève point de sel (2).

(1) BERNARD DE PALISSY, p. 275, édition de Faujas.

(2) Idem, p. 279 et 280.

Il explique enfin comment les sources se trouvent plutôt dans les montagnes que partout ailleurs. Il compare les roches dont elles sont formées à la charpente osseuse des animaux, qui les maintient dans une situation élevée, et il ajoute : « Ayant mis en ta mémoire une telle considération, tu pourras connaître la cause pourquoi il y a plus de fontaines et rivières procédantes des montagnes, que non pas du surplus de la terre, qui n'est autre chose, sinon que les roches èz-montagnes retiennent les eaux des pluies comme ferait un vaisseau d'airain ; et lesdites eaux tombantes sur lesdites montagnes, au travers des terres et *fentes*, descendent toujours et n'ont aucun arrest, jusqu'à ce quelles aient trouvé quelque lieu formé de pierres ou roches, bien contigu et bien condensé ; et lors elles se reposent sur un tel fond, et ayant trouvé quelque canal ou autre ouverture, elles sortent en fontaines ou en ruisseaux et fleuves, selon que l'ouverture et les réceptacles sont grands. »

Les pluies ont en effet la plus grande influence sur la majeure partie des sources, surtout dans les pays des plaines, et il suffira pour s'en convaincre de rappeler les observations qui furent présentées, il y a quelques années, à l'Académie des sciences, par M. Fleuriau de Bellevue, et dans lesquelles il prouve la diminution des sources dans l'ancien Poitou et dans la Charente-Inférieure (1).

C'est seulement depuis dix ans, et non pas depuis environ vingt ans, que date le phénomène dont il s'agit, phénomène qu'il attribue exclusivement à une di-

(1) *Institut*, t. 5, p. 259.

minution dans la quantité d'eau tombée pendant ce temps sous forme de pluie : quoique l'appauvrissement et la disparition des sources dans ce pays aient été pour lui une véritable calamité, les récoltes ne paraissent pas en avoir souffert. M. Fleuriau explique ce fait en faisant remarquer que la diminution annuelle de la pluie n'a pas porté également sur tous les mois. Les observations météorologiques sur lesquelles il se fonde, ont été faites à La Rochelle de 1777 à 1793, et dans le canton de Courçon, de 1810 à 1833 inclusivement. Ces observations ont été faites d'abord à 4 et ensuite à environ 12 mètres au-dessus du niveau de la mer. On a toujours employé le même udomètre qui est encore parfaitement intact. Le sommaire de ces observations jusqu'en 1827 est consigné dans les *Annales de chimie et de physique* de 1829.

La diminution sensible des pluies ne date que de l'année 1825. Les huit mois de février à septembre inclusivement ne recevaient à La Rochelle en général que des pluies médiocres, qui étant bientôt absorbées par l'action du soleil, des vents et de la végétation, ne pouvaient pénétrer assez profondément pour alimenter suffisamment les sources. En effet, la moyenne de ces huit mois n'a été que de 20 lignes $\frac{3}{10}$ par mois, dans les trente-deux années qui précèdent 1825, et que de 19 lignes $\frac{9}{10}$ dans les neuf dernières années, y compris 1833.

Les quatre mois d'octobre, novembre, décembre et janvier sont en quelque sorte les seuls qui puissent approvisionner les sources pour un certain temps, à raison du grand volume et de la longue durée de leurs pluies, ainsi que de la faible évaporation qui règne dans cette période de l'année. On a recueilli en effet mensuellement, pendant ces quatre mois de trente-

deux années précitées, 32 lignes $\frac{8}{10}$, ce qui donne près d'un pouce d'eau de plus par mois, que les huit mois précédens de la même période ; or, il n'est tombé que 23 lignes $\frac{5}{10}$ d'eau dans les quatre pareils mois des neuf dernières années ; il y a donc une diminution dans la cause alimentaire des sources de 28 pour 100 entre ces deux périodes, différence suffisante pour expliquer le phénomène que les environs de La Rochelle ont présenté.

L'égalité presque complète qui existe entre les quantités totales de pluie des mois de février à septembre, de l'une et l'autre période (la différence n'est en effet que de $\frac{4}{10}$ de ligne par mois, ou d'environ 2 pour 100), mérite d'autant plus d'être signalée, que ces huit mois sont ceux pendant lesquels la plupart des végétaux prennent leur accroissement et parviennent à la maturité.

L'année 1834 a présenté le plus grand de tous les déficits. On n'y compte que 94 jours de pluie et 17 pouces 4 lignes $\frac{8}{10}$ d'eau, tandis que les moyennes des trente-deux années précitées ont été de 148 jours et de 24 pouces 5 lignes $\frac{4}{10}$, ce qui donne une diminution de 29 pour 100 sur l'année entière, et spécialement de 55 pour 100 sur les quatre mois de janvier, octobre, novembre et décembre.

Tout ce que nous avons rapporté jusqu'à présent tend à prouver que les pluies produisent les sources en s'infiltrant dans le sol, et en effet, un grand nombre n'ont pas d'autre origine. On s'en aperçoit facilement aux grandes variations qu'elles présentent dans le volume de leurs eaux. On les voit souvent tarir dans les sécheresses, et couler en abondance quand des pluies fréquentes abreuvent le terrain. Il s'en faut cependant de beaucoup que toutes les sources soient ainsi dépendantes des saisons.

Un grand nombre d'entr'elles ont pour causes la condensation immédiate de la vapeur, sans que celle-ci passe d'abord à l'état de pluie; et par conséquent les montagnes auraient une grande influence sur l'abondance des sources dans une contrée. Leurs sommets élevés et froids se trouvant en contact avec des vapeurs, les condensent, et l'eau ruissèle sur leurs parois, ou pénètre dans leur intérieur, selon la nature des rochers.

Les montagnes exercent une attraction puissante sur tous les corps qui se trouvent dans leur voisinage, et par conséquent sur les vapeurs de l'atmosphère; mais quand cette attraction n'aurait pas lieu, l'effet serait presque le même; car, dès que les premières vapeurs seraient condensées, celles qui les suivent et qui les pressent par leur élasticité, se trouvant elles-mêmes en contact avec la montagne, se condenseraient à leur tour, et ainsi successivement, et il s'établirait nécessairement un courant de vapeurs qui viendraient de toutes parts aboutir contre les rochers et s'y résoudre en eau. Aussi voit-on les pics isolés sans cesse environnés d'une ceinture de brouillards, formés non-seulement par les nuages épars dans l'air, et qui sont visiblement attirés par la montagne, mais encore par les vapeurs répandues dans l'atmosphère, qui étaient d'abord invisibles pendant qu'elles étaient raréfiées, mais qui deviennent apparentes et forment des nuages sensibles dès qu'elles approchent assez de la montagne pour éprouver un commencement de condensation, et qui finissent par se résoudre en eau lorsqu'elles sont parvenues au point de contact.

Lorsque les vapeurs se sont condensées en eau coulante contre les rochers, cette eau pénètre dans leurs interstices, elle s'y fraie des routes qui s'élargissent avec le temps; elle descend à des profondeurs plus ou

moins grandes, et reparait au jour sur les flancs ou vers la base de la montagne.

La vapeur passe même quelquefois à l'état solide avant de former les sources. C'est ce qui arrive sur le sommet des hautes montagnes. Au lieu de pénétrer de suite dans l'intérieur, elle se congèle et forme des glaciers. Ceux-ci fondent par leur partie inférieure, et de leur extrémité on voit sortir des sources limpides et abondantes. Telle est celle de l'Arveyron, qui sort comme un torrent de l'ancre de glace ouvert à l'extrémité du glacier des Bois.

Lorsque les sources proviennent directement de l'absorption et de la condensation des vapeurs contenues dans l'air, elles sont ordinairement plus abondantes l'été que l'hiver, et il est facile de se rendre raison de cette différence, en se rappelant que l'air contient d'autant plus de vapeur d'eau qu'il est plus chaud. Or, pendant l'hiver, le sol étant plus chaud que l'air, il ne peut y avoir condensation de vapeur, tandis que pendant l'été l'air étant chaud et le sol plus froid, surtout au sommet des hautes montagnes, il y a une précipitation d'eau continuelle qui alimente les sources des environs.

Ceci explique l'abondance de certaines sources qui sont placées presque au sommet des montagnes, ou qui du moins ne sont dominées que par des pics dont la surface est très-limitée. On ne peut se rendre raison du volume de leurs eaux qu'en admettant cette condensation continuelle de vapeurs sur les sommets voisins.

Une végétation abondante influe aussi d'une manière très-remarquable sur la production des sources. Il paraît même que les arbres ont la propriété d'attirer les vapeurs avec bien plus de force que les montagnes, et le déboisement d'un pays contribue à le dessécher et à le priver de ses fontaines. Mercator rapporte que dans l'île Saint-Thomas il ne pleut jamais, mais qu'il

y a dans le centre de l'île une grande montagne couverte de forêts au-dessus desquelles des nuages flottent continuellement et produisent des sources qui sont l'origine de nombreux ruisseaux.

A ces différentes causes, qui déterminent la formation des sources, il faut encore ajouter l'action capillaire du sol et l'action des lois de la pesanteur qui obligent tous les liquides à chercher un niveau.

On remarque aussi une grande différence entre la distance qui existe entre le point d'absorption de l'eau et celui où elle sort. Ainsi, si la roche est dure, compacte et fissurée, l'eau en sort promptement et les sources sont nombreuses; si au contraire le terrain est composé de roches poreuses et très-perméables à l'eau, celle-ci pénètre profondément et va sortir au loin, en sorte que de grands espaces sont entièrement dépourvus de sources; c'est ce qui arrive dans les pays volcaniques où toutes les eaux s'infiltrant, se rassemblent sous les coulées, et viennent jaillir à leur extrémité. Il n'est pas rare de voir des courans de lave de deux à trois lieues d'étendue n'offrir aucune trace d'eau sur tout leur trajet. Les sources d'eau douce qui s'échappent au milieu de la mer prouvent aussi que l'eau peut parcourir une grande distance, puisque une de celles que nous avons citées sort à 36 lieues de la côte la plus voisine. L'eau douce qui se rassemble dans les cavités des Cayos de Cuba doit aussi arriver d'un lieu assez éloigné.

« Lorsqu'on réfléchit, dit M. de Humboldt, sur l'extrême petitesse de ces îlots, on a de la peine à croire que les marres d'eau douce sont de l'eau de pluie non évaporée. Prouveraient-elles une communication souterraine du calcaire de la côte avec le calcaire qui sert de base aux polypiers lithophites, et l'eau douce de Cuba serait-elle soulevée par une pression hydrosta-

tique à travers la roche à coraux des Cayos, comme elle l'est dans la baie de Xagua, où au milieu de la mer, elle forme des sources fréquentées par les Laman-tins (1). »

Quelques sources, et ce sont surtout les plus abondantes, n'ont pas pour cause directe la fréquence des pluies ni la condensation des vapeurs; elles doivent leur origine à des ruisseaux et quelquefois même à de véritables fleuves souterrains qui viennent tout à coup jaillir au-dessus du sol. C'est ce qui arrive principalement dans la Morée. Les eaux pluviales se rassemblent dans des bassins fermés de tous côtés, mais presque toujours munis d'ouvertures particulières dans lesquelles ces eaux vont s'engouffrer. Dans d'autres lieux, on les voit sortir et former ces fontaines abondantes dont nous avons déjà parlé. Quand les sources doivent leur naissance à de tels phénomènes, il arrive souvent que leur température, leur volume et leur limpidité éprouvent de la part des saisons de grandes altérations; mais si le trajet souterrain que les eaux parcourent est assez long, toutes ces différences disparaissent, et la source conserve ses caractères constans. C'est précisément ce qui arrive aux *Képhalovrysi* de la Grèce, et ce qui excita la surprise de MM. Boblaye et Virlet quand ils virent que leurs eaux avaient la même température, la même pureté et à peu près le même volume après la fonte des neiges, dans la saison des pluies et dans les longues sécheresses de l'été.

(1) HUMBOLDT, *Voyage aux régions équinoxiales*, t. XI, p. 235.