

corps étrangers organiques et inorganiques qui ne tardent pas à entrer en décomposition ou à se déposer suivant leur nature ; d'où résultent des produits nouveaux qui apportent encore des modifications au liquide qui les recèle. Il n'y aurait guère que l'eau de pluie ou de neige qui pût être pure.

CHAPITRE DEUXIÈME.

DES SOURCES.

LA majeure partie de l'eau qui s'infiltré dans l'intérieur du sol, traverse les fissures du terrain, abandonne les matières qu'elle tenait en suspension, gagne les lieux les plus bas, et s'en échappe en formant des *sources*. Souvent cette eau rencontre une couche imperméable sur laquelle elle glisse sans pénétrer : elle s'y rassemble, suit sa pente, et forme une nappe souterraine qui vient sortir à la base d'un coteau, ou sur le flanc d'une montagne. C'est donc dans les pays de plaines entourées de montagnes que les sources doivent se présenter le plus souvent. On en rencontre assez fréquemment plusieurs situées sur une même ligne, et sortant du sol sur un même point ; elles indiquent dans ce cas le point de jonction de deux couches superposées.

On trouve des sources dans tous les terrains, mais on conçoit qu'elles soient plus abondantes dans les terrains stratifiés que dans les autres. On en voit aussi beaucoup aux environs des volcans, mais elles présentent un caractère particulier, c'est de s'échapper à l'extrémité des coulées de lave, où elles forment parfois de magnifiques ruisseaux ; elles sont au contraire très-rare autour des volcans eux-mêmes ; car le sol qu'ils ont formé, composé de cendres et de sables plus ou moins scorifiés, livrent à l'eau un passage facile qui lui permet

de s'écouler, pour aller plus loin alimenter ces belles sources qui sont si communes dans l'Eifel sur les bords du Rhin, et en Auvergne sur le bord de la Limagne.

L'élévation absolue des sources est très-variable, et en général on en trouve à toutes les hauteurs, quelquefois même bien au-dessus des terrains qui sembleraient devoir les alimenter; on est même forcé d'admettre pour quelques-unes d'entr'elles l'action de forces étrangères qui les élèvent au-dessus des niveaux qui leur donnent naissance. Ainsi, par exemple à Ste-Hélène, les fontaines coulent dans les lieux les plus élevés de l'île, et une d'entr'elles en occupe précisément le sommet.

On trouve un exemple analogue près de Modène, et l'on pourrait en citer un très-grand nombre.

VOLUME DES SOURCES.

Les sources répandent à la surface des îles et des continens un volume d'eau très-considérable; mais cette quantité de liquide sort de la terre d'une manière très-irrégulière, c'est-à-dire que certaines sources sont très-abondantes, et que d'autres le sont très-peu. Lorsque dans une contrée les fontaines sont nombreuses, ce qui arrive généralement dans les terrains composés de roches cristallisées, telles que les granites, les gneiss et les micaschistes, le volume des eaux est peu considérable, et l'on conçoit en effet que des roches fissurées à fentes très-étroites, doivent laisser échapper à la fois une très-petite quantité de liquide. Si, au contraire, le terrain est formé de couches superposées; si ces couches sont formées de roches tendres, arénacées, que l'eau peut facilement entraîner, ou de roches calcaires dans lesquelles elle peut aussi pénétrer avec facilité, on voit

alors des sources considérables qui s'échappent de longues cavernes, et donnent immédiatement naissance à des rivières ou à de puissans ruisseaux. Telles sont plusieurs sources du Jura, telle est la fontaine de Vaucluse. Dans ce cas, les eaux qui pénètrent dans ces sortes de terrains ne tardent pas de sillonner leurs roches peu solides, et de creuser successivement des canaux, qui tendent toujours à se réunir aux plus anciens, qui sont les plus profonds. Il arrive alors dans le sein de la terre ce qui arrive à la surface; c'est que les petits cours d'eaux vont toujours se jeter dans ceux qui sont plus considérables, et l'on peut regarder ces énormes sources comme des fleuves souterrains qui résultent de la réunion d'une infinité de ruisseaux.

DES FONTAINES JAILLISSANTES ET INTERMITTENTES.

Quelle que soit son abondance, l'eau des sources sort ordinairement de terre avec régularité, sauf quelques variations toutes occasionnées par les saisons, mais cette règle présente de nombreuses exceptions.

L'eau, comme nous l'avons vu, glissant sur une couche de terrain imperméable, peut imbiber une couche poreuse placée au-dessous de celle qui s'oppose à son infiltration, et un autre lit de matières imperméables peut se trouver placé sur cette couche imbibée, en sorte que l'eau est réellement emprisonnée. Si cette eau descend de montagnes élevées, si les couches au milieu desquelles elle se trouve enfermée sont courbées et relevées sur le flanc des montagnes, comme l'indique la figure I, il est bien clair que cette eau, fortement comprimée, doit faire effort à la fois contre la couche inférieure qui s'oppose à son infiltration, et contre la supérieure qui arrête son épanchement au dehors.

Si sur un point de la couche supérieure il existe une ouverture, l'eau s'en échappe avec force et jaillit presque toujours en dehors. Telle est l'origine des nombreuses fontaines jaillissantes que l'on remarque en différens endroits.

M. Virlet en a observé un fort bel exemple au vieux château de Sozay, près Clamecy. La source est désignée par les habitans sous le nom d'*Abîme*, parce qu'effectivement on n'a pas encore trouvé sa profondeur. Elle sort, sans bouillonnement sensible, d'un puits circulaire de 10 à 12 pieds de diamètre, en effet très-profond, et traversant le terrain jurassique qui constitue toute la contrée (1).

Les sources du Loiret et de la Touvre en sont des exemples bien remarquables; elles sortent en bouillonnant du milieu de gouffres profonds qu'on regarde aussi dans le pays comme des abîmes sans fond, et fournissent des volumes d'eau assez considérables pour pouvoir porter de forts bateaux à leur origine.

On cite encore parmi les fontaines jaillissantes, celles de Moyse, que Monge a décrites. Elles sont situées près de Suez, au sommet de monticules de sables amenés par les vents; telle est encore la belle source du banc de sable de la plage d'Alvarado dans le golfe du Mexique. Ce banc de sable, qui depuis quarante ans a beaucoup augmenté par suite d'atterrissemens successifs, forme une colline de 30 mètres de hauteur, au sommet de laquelle les habitans d'Alvarado, et les vaisseaux qui fréquentent ce port, viennent journellement chercher de l'eau de la source jaillissante, qui est douce et de bonne qualité.

(1) Lettre à l'Académie des sciences, séance du 30 juillet 1833.

On observe aussi un grand nombre de sources jaillissantes sous les eaux de la mer, et quelquefois même elles sont situées à une assez grande distance des côtes. Il y a peu d'années, un convoi anglais, sur lequel M. Buchanan se trouvait embarqué, rencontra, par un calme plat, dans la mer des Indes, une abondante source d'eau douce à 125 mille (36 lieues) du point de la côte le plus voisin (1).

Une des plus belles sources jaillissantes dans la mer, est celle du golfe de la Spezzia, décrite par Spallanzani. Elle s'élève du fond de la mer à sa surface, en y formant une espèce de bouton, ou plutôt de mamelon, de 20 à 25 mètres de diamètre sur trois à quatre décimètres de hauteur; au centre de cette circonférence, on voit un grand nombre de jets verticaux, très-distincts quand la mer est calme, et qui ont une telle impétuosité, qu'il est très-difficile à un bateau de s'arrêter au centre du mamelon. L'abbé Spallanzani parvint cependant à fixer sa nacelle, pour y faire quelques observations. Cette source est à 40 ou 50 mètres de distance de la terre, et à un mille environ de la Spezzia. La profondeur de l'entonnoir dont elle jaillit est de 14 à 15 mètres. Lorsque le plomb arrive dans le voisinage du fond, l'on sent trembler la corde à laquelle il est attaché; et comme on n'observe pas ailleurs ce tremblement, il est clair qu'en jaillissant, l'eau de la fontaine lui communique ce mouvement.

M. de Humboldt cite aussi plusieurs exemples de ce phénomène dont le plus curieux est celui qu'on observe dans la baie de Xagua, sur la côte méridionale

(1) ARAGO, *Annuaire du bureau des longitudes*, 1835. p. 230.

de Cuba. « A deux ou trois lieues de la terre, des sources d'eau douce sortent du milieu de l'eau salée, et probablement par l'effet de la pression hydrostatique. Leur éruption se fait avec tant de force que l'approche de ces lieux fameux est dangereuse pour les petites embarcations, à cause des lames qui sont très-larges et se croisent en clapotant. Les navires côtiers approchent quelquefois de ces sources pour y puiser de l'eau, qui est d'autant plus douce qu'on la puise à une plus grande profondeur. » (1) Le même auteur cite aussi les Cayos, petits îlots de l'île de Cuba, qui presque tous contiennent dans leur centre une mare d'eau douce nécessairement alimentée par des sources (2). Les savans de l'expédition scientifique en Morée ont rencontré plusieurs de ces sources jaillissantes, et l'on doit à MM. Virlet et Boblaye des détails forts intéressans sur ce phénomène. Cette contrée offre un grand nombre de bassins fermés, dans lesquels les eaux de pluie sont absorbées pour venir reparaitre à une distance plus ou moins grande. On donne à ces sources le nom expressif de *kefalovrisi* (têtes de sources), et plusieurs des fleuves des plus célèbres de l'antiquité n'ont pas d'autre origine. Les plus volumineuses de ces sources s'ouvrent sur le littoral ou dans les plaines, sur la couche horizontale que dessinent les anciens rivages. Telle est la position des sources de Lerne, de l'Erasinus, de Tyrinthe, de Candia dans l'Argolide, et des magnifiques fontaines de Skala dans l'Hélos; souvent elles se font jour au-dessous du niveau de la mer, comme celles que nous avons citées un peu plus haut. Pausanias avait

(1) HUMBOLDT, *Tableaux de la Nature*, tom. I, p. 267.

(2) Idem, *Voyage aux régions équinoxiales*, t. II, p. 255.

déjà observé ce phénomène, et tout porte à croire que sa description se rapporte au fleuve sous-marin d'Anavolo (*Dine*), près d'Astros, comme le suppose M. Boblaye. On voit, par un temps calme, à 3 ou 400 mètres du rivage, les flots dessiner de grands arcs concentriques autour d'une partie très-bombée, et les sables bouillonner sur une étendue considérable (1).

DES SOURCES INTERMITTENTES.

Il arrive aussi à un certain nombre de sources, et principalement à celles qui sont jaillissantes, d'offrir des mouvemens d'intermittence bien marqués qui, selon toute apparence, sont dûs à deux causes principales.

La première, est la présence de corps gazeux qui, étant forcés de sortir par la même ouverture que l'eau, remplissent pendant quelque temps l'orifice par lequel ils se dégagent et forcent le liquide d'attendre en le refoulant dans les conduits. Dès que les gaz sont sortis, l'eau arrive avec violence et reprend son cours ordinaire.

La seconde cause de l'intermittence des fontaines est tout-à-fait indépendante de celle que nous venons d'indiquer. C'est la présence de cavités souterraines dans lesquelles l'eau se rassemble, et qui se vident ensuite comme si on y adaptait un syphon.

Supposons, au milieu d'un terrain quelconque, une cavité C (*fig. I.*) avec des fissures FFF qui viennent y conduire de l'eau. Cette eau s'y rassemble et remplit peu

(1) BOBLAYE, *Annales des mines*, 3^e série, tome IV, p. 115, et *Voyage dans la Morée*.

à peu cette cavité. Une fissure recourbée OSE communique avec l'extérieur et laisserait de suite échapper l'eau si elle avait la direction OE; mais elle fait un coude S qui s'élève au-dessous de la partie supérieure de la cavité. L'eau ne peut donc pas s'en échapper, mais quand elle a atteint la ligne d'élévation AB, elle coule par la branche du syphon qui, dépassant la ligne DD qui indique le fond de la cavité, la vide entièrement. Il faut alors qu'elle s'emplisse de nouveau, jusqu'à la ligne AB, avant de se vider une seconde fois, et ainsi de suite. Il est facile de concevoir que les dimensions relatives de ces cavités et des fentes qui donnent issue au liquide, doivent faire varier à l'infini la durée de l'intermittence. On cite de ces fontaines dans une foule de localités.

Les plus célèbres de ces sources intermittentes sont sans contredit les Geysers d'Islande; mais comme, selon toute apparence, les singuliers caractères qu'ils nous offrent sont dépendans de forces particulières agissant encore dans l'intérieur du globe, nous reviendrons plus loin sur cet intéressant sujet d'études. Pline a cité la célèbre fontaine de Côme dans le Milanais (1), dont les intermittences sont d'une heure. La ville de Colmars en Provence en a une qui s'élève huit fois dans le même espace de temps. Celle de l'abbaye de Haute-Combe en Savoie, est située à 127 mètres au-dessus du lac du Bourget et tombe perpendiculairement de l'intérieur du Mont du Chat, par un canal qu'elle tapisse de concrétion calcaire. Les chutes ont lieu à peu près toutes les vingt minutes. Il semble

(1) PLINE, liv. II, chap. 103.

cependant que les intervalles sont un peu plus longs pendant les sécheresses. Chaque éruption est accompagnée et suivie d'un bruit assez fort dû au déplacement de l'air et à sa rentrée dans le canal. Près de là, à une petite distance de Chambéry, on cite la source intermittente du Puits-Gros, qui coule au lever et au coucher du soleil, à midi et à minuit; c'est-à-dire que ces intervalles sont de 5 à 6 heures, et semblent varier suivant les saisons. Son volume est très-considérable. Il y a aussi à Fronzanches, dans le Languedoc, une source périodique dont l'accès retarde tous les jours de 50 minutes (1). Celle de Boulaigne, près Fressinet, à deux lieues de Villeneuve-de-Berg, dans les monts Coyrons, reste quelquefois vingt ans sans couler, puis elle donne de l'eau un, deux et trois mois, quelquefois davantage, puis elle s'arrête et reprend alternativement d'heure en heure, et finit par cesser pour un laps de temps plus ou moins long. La source de Fontestorbe près Belesta, dans les Pyrénées, devient intermittente pendant les sécheresses. A l'époque où M. Daubuisson l'observa, elle augmentait de niveau pendant 10 minutes et coulait pendant une demi-heure de manière à faire tourner un moulin; elle baissait alors pendant 35 minutes, puis augmentait encore. Les deux volumes d'eau aux époques extrêmes étaient comme 1 est à 10.

Il y a aussi des fontaines intermittentes dont les accès sont très-irréguliers; celle de Madame coule pendant 25 à 90 minutes, puis tarit tout-à-fait pendant 10 à 15 minutes; son fond reste à sec. Celle de Bouli-dou s'élève et s'abaisse plus de trente-six fois en 24

(1) ASTRUC, *Histoire naturelle du Languedoc et de la Provence*.

heures. Ces deux fontaines sont situées sur les bords du Gardon, et ont peut-être quelques rapports avec les crues de cette rivière.

Près de Phalsbourg, existe aussi une source intermittente qui jaillit très-fortement pendant 15 minutes, puis cesse de couler pendant un temps à peu près égal, et reparait pour disparaître ainsi périodiquement d'une manière tout-à-fait régulière. L'eau en est potable et de bonne qualité. (1)

Il faut peut-être encore assimiler aux sources à la fois jaillissantes et intermittentes, certains *puits naturels*, que l'on désigne souvent sous le nom de *gouffres*, *caves*, *abîmes*, *entonnoirs*, etc., que l'on rencontre dans différens pays. Ce sont des cavités en forme de puits à parois plus ou moins lisses, à contours arrondis, et quelquefois irréguliers, et dont la profondeur est très-considérable. Ils sont souvent situés sur des plateaux, dans des plaines et même sur les flancs des montagnes. Ce sont de véritables puits naturels dans lesquels le niveau de l'eau varie beaucoup, au point même que, dans certains cas, elle déborde tout autour, et en si grande abondance, qu'elle inonde les environs. Tel est le *Frais-Puits*, près Vesoul (Haute-Saône). Lorsqu'il a plu abondamment pendant plusieurs jours de suite, l'eau s'en échappe en bouillonnant, et forme un véritable torrent qui s'épanche sur toute la contrée. C'est au point qu'en 1557, suivant Piganiol, la ville de Vesoul, assiégée, fut miraculeusement délivrée par un débordement du *Frais-Puits*, qui en moins de six heures inonda toute la campagne.

(1.) J. ERDMANN, *Institut*, 4^e année, n^o 184.

De semblables gouffres ne sont pas rares dans le Jura, et, selon toute apparence, ils communiquent à des cavernes étendues; car souvent, dans leurs débordemens, ils rejettent des poissons à la surface du sol; tandis que dans d'autres circonstances, jouant un rôle inverse, ils absorbent, comme les *Katavothra* de la Grèce, les eaux qui séjourneraient sur un sol argilleux, et nuiraient singulièrement aux récoltes.

Une cause tout-à-fait indépendante de celles que nous venons d'indiquer, peut encore produire des fontaines intermittentes, ou du moins faire varier le niveau de leurs eaux, comme on l'observe quelquefois sur les bords de la mer. C'est l'action du flux et reflux dont les eaux de sources peuvent suivre le mouvement. Nous en expliquerons la cause en nous occupant plus loin des puits artésiens.

Enfin, l'écoulement des eaux, et principalement celui des fontaines intermittentes, est souvent accompagné de dégagemens de gaz plus ou moins considérables; on voit ces gaz se dégager en grosses bulles, et on les entend siffler en sortant. Michaux rapporte qu'il a vu à Dixonspring et à Northwill, dans l'Amérique septentrionale, des sources qui contenaient une grande quantité d'air, et qui toutes étaient intermittentes. Beaucoup de sources de nos climats se trouvent dans les mêmes circonstances, et il est bien certain que les eaux sortent souvent du sol parfaitement aérées. D'autres gaz, tels que l'acide carbonique, l'hydrogène sulfuré les accompagnent aussi fréquemment; mais les eaux dans lesquelles on les rencontre semblent appartenir à une classe particulière de phénomènes, et ce n'est qu'en étudiant les eaux thermales ou minérales, que nous nous occuperons de ces deux corps gazeux.