

grande influence sur la vie organique. Leur température a certainement favorisé le développement de nombreux corps vivans, que nous ne connaissons que par leurs dépouilles; l'acide carbonique qu'elles ont versé dans l'atmosphère a dû contribuer à cette prompte et vigoureuse végétation des grands végétaux monocotylédones, en même temps qu'il s'est opposé à l'apparition trop prompte d'animaux à poumons parfaits, qui, selon toutes les apparences, n'ont été créés qu'après l'épuration de l'air qu'ils devaient respirer.

Que l'on compare ces grands résultats aux faibles effets des eaux thermales actuelles, on restera convaincu de leur analogie, et en même temps de l'impuissance des causes actuelles, si nous refusons de reconnaître qu'elles se sont affaiblies et presque anéanties.

D'après cette manière d'envisager les sources minérales, elles doivent finir par s'éteindre, leur température et leur volume doivent graduellement s'affaiblir. Aucune donnée positive, aucune expérience irrécusable n'autorise pourtant cette prévision. Il nous manque des observations précises sur nos sources thermales, ou du moins celles qui ont été faites avec les soins convenables, sont tellement isolées et si rapprochées de notre époque, que nous ne pouvons en tirer aucune conséquence. Notre existence est si courte et les changemens sont si lents, que c'est en observant avec précision toutes les sources d'une contrée, que l'on peut jusqu'à présent se rendre compte des modifications que chacune d'elles peut éprouver.

CHAPITRE VINGT-UNIÈME.

DES DÉGAGEMENTS DE GAZ.

On a pu remarquer dans ce qui précède que la plupart des eaux minérales arrivent au jour avec une certaine quantité de gaz qui se dégagent en bouillonnant. Dans plusieurs endroits, il sort aussi des matières gazeuses qui ne sont accompagnées d'aucun liquide, ou s'il en existe, ce n'est jamais que comme accessoire, tandis que dans le chapitre précédent c'était le gaz qui occupait le second rang.

Il existe dans la terre des cavités qui renferment des matières gazeuses qui même quelquefois s'y trouvent très-comprimées et font effort pour en sortir. Ainsi on observe souvent dans les mines de houille du gaz hydrogène carboné qui s'échappe avec violence et sifflement dès qu'il peut pénétrer par les moindres fissures dans les galeries des mines. Plusieurs fois, en creusant des puits artésiens, on a rencontré des cavités ou des terrains poreux remplis de gaz qui se dégageait abondamment dès que la sonde pénétrait dans la partie du terrain où il se trouvait accumulé. Un des exemples les plus remarquables de ce genre est celui dont M. le comte di Porcia a rendu compte à l'académie des Sciences, dans sa séance du 8 juillet 1833. Un puits artésien fut creusé à Gajarino, près Conigliano, dans le gou-

vernement de Trieste. Le 23 mai, le forage avait atteint 30 mètres, en traversant les différentes couches d'un terrain d'alluvion, dont la plus inférieure paraissait une argile stratifiée assez compacte. En remontant la sonde, quand elle fut à la hauteur de 23 mètres environ, et au-dessus de la grande masse d'argile, on entendit dans les tuyaux en fer battu que l'on avait posés, un bruit extraordinaire très-violent, et au même moment on vit surgir à la surface de la terre, et s'élever à deux mètres de hauteur, un jet de boue sableuse et liquide qui répandait une odeur sulfureuse et fétide. Il dura quelques minutes, après quoi l'eau reprit son niveau ordinaire à quelques mètres au-dessous du sol. On continua le percement, et chaque fois que l'on remontait la sonde, on entendait le même bruit, et il se dégageait un vent violent. M. le comte di Porcia approcha, pendant l'un de ces dégagements, une lumière du courant gazeux, qui s'enflamma avec violence en formant un jet lumineux de plus de deux mètres de hauteur. Cette flamme dura pendant quelques minutes avec la même force, puis elle diminua et s'éteignit tout-à-fait. Le 27 mai au soir, voulant faire voir ce phénomène à plusieurs personnes, M. le comte di Porcia fit descendre la sonde jusqu'au fond du puits, et lorsqu'on l'enleva, il surgit tout d'un coup, avec une extrême violence, à plus de 10 mètres de hauteur, une flamme de plus de deux mètres de largeur, avec un mélange d'eau, de sable, de gravier et d'argile. Ce cône de feu dura, à la hauteur de 10 mètres, pendant plus d'un quart d'heure; mais le jet de boue liquide s'affaiblissant peu à peu, la flamme s'abaissa successivement dans la même proportion. Cependant elle dura encore plus de deux heures à 2 mètres de hauteur au-dessus du tuyau avec un éclat des plus brillans.

Mais ce ne sont là que des dégagements partiels et tout-à-fait accidentels, tandis qu'il existe de véritables sources de gaz dont l'éruption est continue et parfois excessivement abondante.

Des contrées entières sont criblées de ces sources singulières et souvent invisibles; car si le gaz ne s'échappe pas sous une couche d'eau qu'il fait bouillonner, s'il n'est pas retenu dans des grottes ou des cavernes, si enfin il n'est pas susceptible de s'enflammer spontanément, rien ne dénote sa présence et il se répand librement dans l'atmosphère.

Les gaz qui sortent ainsi du sol sont presque toujours de l'acide carbonique et de l'hydrogène. Ce dernier est rarement pur, il est ordinairement sulfuré ou carboné. L'acide carbonique renferme assez souvent de l'azote, et l'on voit même ce dernier tout pur s'échapper aussi des fissures du sol. Presque tous ces corps gazeux sont accompagnés de bitume et principalement de naphte et de pétrole qui leur communiquent une odeur particulière et très-reconnaissable.

Les sources d'acide carbonique sont fréquentes. C'est à une source de cette nature qu'est dû le phénomène de la grotte du Chien, près Pouzzol, en Italie. Cet acide se rassemble sous une voûte qui le retient et forme, dans la partie inférieure de cette grotte, une couche de quelques pieds d'épaisseur, dans laquelle un chien succomberait bientôt à l'asphyxie, tandis qu'un homme debout respire librement dans la couche supérieure composée d'air atmosphérique.

L'Auvergne offre de nombreuses sources semblables et des grottes tout-à-fait analogues à celles d'Italie. On en voit à Montjoli, près de Clermont, dont on se sert pour conserver des matières putrescibles, en les plaçant

dans ces caves remplies d'acide carbonique, au moyen d'un traîneau que l'on en retire avec une corde.

On connaît aussi près d'Aigueperse un dégagement constant et considérable d'acide carbonique pur. Il s'échappe par l'ouverture naturelle qui existe sur une couche d'argile ou marne bleue. Il y a aussi près de Clermont un terrain où il suffit de percer un trou de sonde pour obtenir un dégagement abondant de ce gaz.

Le même gaz se dégage avec une extrême abondance de différens points de l'Eifel, contrée volcanique comme l'Auvergne.

« Il existe dans les bois qui entourent le lac Loacher une source atmosphérique fort curieuse, et qui rappelle, quoique sur une échelle plus petite, la fameuse grotte du Chien. C'est un dégagement souterrain d'acide carbonique qui se fait jour silencieusement à travers le sol, et vient aboutir à une espèce de fosse de deux à trois pieds de profondeur, pratiquée dans la terre végétale, au milieu des broussailles. Lorsque l'air est calme, la cavité se remplit presque uniquement d'acide carbonique, et il en résulte une asphyxie assez prompte pour les êtres qui viennent y respirer. Le fond du trou est couvert de débris; les insectes, et surtout les fourmis, y arrivent en grand nombre pour chercher leur nourriture; mais, privés d'air, ils y demeurent la plupart; et les oiseaux, à leur tour, apercevant l'appât trompeur, volent vers le piège et y sont pris. Les bûcherons connaissent fort bien cette manœuvre, visitent régulièrement l'endroit, et tirent profit de cette chasse dont la nature fait tous les frais (1). »

(1) JEAN REYNAUD, sur les Formations volcaniques des bords du Rhin, *Annales des Mines*, 3^e série, t. II, p. 395.

C'est aussi quelquefois de l'air atmosphérique qui s'échappe du sein de la terre.

Les puits forés dans la grande masse de calcaire siliceux qui est à l'est et au sud-est de Paris, nous en offrent de nombreux exemples. Le plus remarquable est celui du puits foré fait à Nangis, près de Melun. Ce puits, percé à plus de 60 mètres dans le calcaire siliceux, sans aucune indication d'eaux jaillissantes, a présenté le phénomène d'un courant d'air des plus violents, et qu'on ne pouvait comparer qu'à celui d'une grosse soufflerie de forge. Ce courant présentait en outre la propriété singulière de s'affaiblir avec une sorte d'intermittence, à certaines heures de la journée (1).

M. de Thury croit qu'il est produit par de l'air atmosphérique entraîné dans des cavités par des courans d'eau souterrains. Ce serait alors un phénomène qui n'appartiendrait pas à la division dont nous nous occupons en ce moment.

L'hydrogène pur, mais plus souvent sulfuré ou carboné, étant susceptible de brûler avec une grande facilité, on voit quelquefois le gaz s'enflammer naturellement, et continuer ainsi pendant de très-longes intervalles. M. de Humboldt en cite un exemple fort curieux.

« Vis-à-vis la ferme de Bermudez, deux cavernes spacieuses s'ouvrent dans la crevasse du Cuchivano. Il en sort de temps en temps des flammes que l'on distingue de très-loin pendant la nuit. Les montagnes voisines en sont éclairées; et, à juger par l'élévation des

(1) Notice sur quelques phénomènes qui ont accompagné le percement des puits artésiens dans les Pyrénées-Orientales, par M. Héricart de Thury. *Annales des Mines*, 3^e série, t. IV, p. 525.

rochers au-dessus desquels ces émanations enflammées s'élèvent, on serait tenté de croire qu'elles atteignent une hauteur de plusieurs centaines de pieds. Ce phénomène a été accompagné d'un bruit souterrain sourd et prolongé, à l'époque du dernier tremblement de terre de Cumana. On l'observe surtout pendant la saison des pluies, et les propriétaires des fermes, situées vis-à-vis de la montagne de Cuchivano assurent que les flammes sont devenues plus fréquentes depuis le mois de décembre de l'année 1797 (1). »

Les feux de Pietra-Mala, situés dans la région la plus élevée des Apennins, entre Bologné et Florence, sont célèbres depuis long-temps, et Lalande en a donné le premier une description exacte.

« Le plus beau spectacle, dit-il, que la physique offre dans ces montagnes, est le feu de la Pietra-Mala. Le terrain d'où cette flamme s'exhale a dix ou douze pieds en tout sens; il est sur le penchant d'une montagne, à mi-côte, parsemé de cailloux comme le reste du territoire, sans aucune fente ni crevasse..... Cette flamme est bleue en certains endroits, rouge dans d'autres, si vive, surtout quand le temps est pluvieux et que la nuit est obscure, qu'elle éclaire toutes les montagnes voisines. Lorsque je l'ai vue, le 24 octobre 1765, par une nuit froide et humide, il sortait de deux endroits deux tourbillons d'une flamme très-vive d'environ un pied de diamètre et un pied de haut. Dans le reste du terrain, il y avait de petits flocons d'une flamme légère et bleue, semblable à celle de l'esprit-de-vin; ils sortaient d'entre les cailloux et voltigeaient sur la surface du terrain.... »

(1) HUMBOLDT, *Voyage aux régions équinoxiales*, t. III, p. 89.

« L'odeur de cette flamme, ajoute Lalande, m'a paru difficile à distinguer, à cause du vent qui l'emportait avec force; c'était une odeur qui tenait un peu du *soufre* ou plutôt de l'*huile de pétrole*. J'ai ouï dire à un physicien que c'était une odeur de *benjoin* très-décidée qu'il y avait reconnue. Madame Laura Bassi me disait qu'elle y trouvait une odeur approchant de celle qu'on aperçoit quelquefois dans les expériences de l'électricité. Il est vrai, ajoute Lalande, que, quand le temps est disposé au tonnerre, la flamme de la Pietra-Mala redouble de vivacité, ce qui semblerait indiquer quelque rapport avec le feu électrique (1). »

Spallanzani a recueilli dans neuf endroits différens les gaz qui servent d'aliment à ces feux; et après diverses expériences, il a reconnu qu'il sont tous de la même nature; c'est partout du *gaz hydrogène*, mais il a l'odeur moins désagréable que celui qu'on obtient par les dissolutions de *fer* ou de *zinc* dans les acides.

Il existe aussi en Dauphiné, près du village de St-Barthélemy, à quatre lieues au sud de Grenoble, des feux semblables à ceux de la Pietra-Mala, qui sont connus sous la dénomination très-impropre de *fontaine ardente*. Guettard et Montigny, qui les ont décrits les premiers, y indiquent très-clairement la présence du *gaz hydrogène*.

Des phénomènes semblables se sont montrés en Amérique et surtout en Asie.

Dans des recherches d'eau salée faites à Rocky-Hill, dans l'état de l'Ohio, près du lac Erié, la sonde, après avoir percé une profondeur de 197 pieds, tomba tout-à-coup; des eaux salées jaillirent au même instant, et

(1) LALANDE, *Voyage en Italie*, t. II, p. 135, édit. in-8°.



après avoir coulé pendant plusieurs heures, firent place à une quantité considérable de gaz, qui, ayant été enflammé par un feu voisin, brûla tout ce qui se trouvait à sa portée. Il paraît aussi que M. Røeders, inspecteur des mines de sel de Gotesgabe, à Reine, dans le comté de Tecklenberg, se sert, depuis deux ou trois ans, d'un gaz inflammable qui sort de ces mines, non-seulement pour l'éclairage, mais pour les usages de sa cuisine. Il le tire des travaux souterrains qui ont été abandonnés, et le conduit, par des tuyaux, jusque dans sa maison. Un jet continu de ce gaz, qui paraît être de l'hydrogène carboné, s'échappe, depuis soixante ans, de l'une de ces mines (1).

On connaît en Chine un grand nombre de ces dégagements de gaz combustible, et l'on a su les utiliser dans plusieurs endroits.

Les plus célèbres puits à feu sont ceux du Iru-Tchnan; ils se trouvent toujours dans le voisinage des salines, qui sont très-fréquentes dans cette province. Nous devons des détails curieux sur ceux du département de *Kia ting fou* (2), ville située par $101^{\circ} 28' 45''$ de longitude E., et $29^{\circ} 27'$ de latitude N., à M. Imbert, missionnaire français, qui réside encore dans cette contrée. « Il y a, dit-il, quelques dizaines de mille de puits salans dans un espace d'environ dix lieues de long sur 4 ou 5 lieues de large. Chaque particulier un peu riche se cherche quelque associé, et creuse un ou plusieurs puits: c'est avec une dépense de 7 à 8,000 francs.

(1) *Transact. new philos. Soc. and Edimb. philos. Journal*, cités par Labèche

(2) Ils sont situés dans les territoires des villes Young hian, $102^{\circ} 7'$ long. est, $29^{\circ} 33'$ lat. nord. Wei yian $102^{\circ} 12'$, $29^{\circ} 58'$.

L'air qui sort de ces puits est très-inflammable. Si l'on présentait une torche à l'ouverture du puits quand le tube plein d'eau est près d'y arriver, il s'enflammerait en une grande gerbe de feu de vingt à trente pieds de haut, et brûlerait la halle avec la rapidité et l'explosion de la foudre. Cela arrive quelquefois par l'imprudence ou la malice d'un ouvrier qui veut se suicider en compagnie.

Les grands puits de feu sont à *Thsee lieou tsing* (1), bourgade située dans les montagnes, au bord d'une petite rivière; il y a aussi des puits de sel creusés de la même manière qu'à *Ou thung Khiao*. Dans une vallée voisine, se trouvent quatre puits qui donnent du feu en une quantité vraiment effroyable, et point d'eau. Ces puits, dans le principe, ont donné de l'eau salée; l'eau ayant tari, on creusa, il y a environ quatorze ans, jusqu'à 3,000 pieds et plus de profondeur, pour trouver de l'eau en abondance: ce fut en vain; mais il sortit soudainement une énorme colonne d'air qui s'exhala en grosses particules noirâtres. Cela ne ressemble pas à la fumée, mais bien à la vapeur d'une fournaise ardente: cet air s'échappe avec un bruissement et un ronflement affreux qu'on entend fort loin.

L'orifice du puits est surmonté d'une caisse de pierre de taille qui a six ou sept pieds de hauteur; de crainte que, par inadvertance ou par malice, quelqu'un ne mit le feu à l'embouchure du puits: ce malheur est arrivé il y a quelques années. Dès que le feu fut à la surface du puits, il se fit une explosion affreuse et un assez fort tremblement de terre. La flamme qui avait envi-

(1) $102^{\circ} 29'$ — $29^{\circ} 27'$ — Le nom de *Thsee lieou tsing* signifie puits qui coule de lui-même.

ron deux pieds de hauteur, voltigeait sur la surface du terrain, sans rien brûler. Quatre hommes se dévoient, et portent une énorme pierre sur l'orifice du puits; aussitôt elle vole en l'air. Trois hommes furent brûlés; le quatrième échappa au danger. Ni l'eau ni la boue ne purent éteindre le feu. Enfin, après quinze jours de travaux opiniâtres, on porta de l'eau en quantité sur la montagne voisine; on y forma un lac, et on lâcha l'eau tout-à-coup; elle vint en quantité avec beaucoup d'air, et elle éteignit le feu. Ce fut une dépense d'environ 30,000 francs, somme considérable en Chine (1).

Un autre *hosieing* ou puits de feu très-célèbre existait autrefois dans le Iru Tchhnan, à 80 li sud-ouest de la ville actuelle de Khiong Tcheou (2), et au sud de la montagne Siang Thaïchan. Il avait 5 pieds chinois de largeur, et sa profondeur était entre deux et trois toises. La flamme en sortait sans interruption et avec un bruit semblable à celui du tonnerre; elle s'élevait si haut, qu'elle éclairait, pendant la nuit, tout le pays, sur une étendue de quelques dizaines de li. Les habitans du voisinage conduisaient le gaz inflammable du puits, par des tuyaux de bambou, dans leurs maisons. Deux sources salées découlaient de ce puits, dont l'eau ébouillie donnait 30 pour cent de sel. Le feu du puits est actuellement éteint; mais il a brûlé, d'après ce qu'on sait, depuis le 2^e jusqu'au 13^e siècle de notre ère (3).

(1) Ces détails sont extraits de l'ouvrage de M. de Humboldt, intitulé *Climats asiatiques*, p. 196.

(2) Par 101° 6' longit. est, 30° 27' lat. nord.

(3) Klaproth, cité par Humboldt. *Climats asiatiques*, t. I, p. 208.

Les simples dégagemens de gaz se compliquent quelquefois de petites éruptions boueuses qui, dans certaines circonstances, sont accompagnées d'une légère détonnation. Il en résulte alors un phénomène que l'on pourrait dire intermédiaire entre les simples dégagemens de gaz et les véritables volcans, si tous ces effets n'étaient pas intimement liés et n'avaient pas pour point de départ la surface d'action dont nous avons parlé en décrivant les eaux minérales. Cependant on donne aux petites éruptions que nous allons décrire le nom de *salses*, *volcans d'air*, *volcans d'eau*. On les a observées dans le Milanais, en Sicile, en Crimée, en Chine, en Tartarie, en Amérique, etc. Les gaz qui se dégagent sont un mélange d'hydrogène carboné et d'acide carbonique, quelquefois même de l'azote pur. Il se forme autour des trous de petits cônes terreux dont la hauteur ordinaire est de trois, quatre, cinq à six pieds, et qui s'élèvent même jusqu'à 150. L'eau est chargée de sel marin, ordinairement froide, quelquefois chaude, et l'on rencontre presque toujours du bitume dans le voisinage. On a observé que les salses étaient plus actives après les temps de pluie, et que quelquefois les gaz qui s'en dégagent s'enflammaient naturellement.

Les salses de Salsuolo, près Modène, ont été décrites par Spallanzani, qui les considérait comme des volcans en miniature. On y observe un cône tronqué à l'extérieur, formant intérieurement un entonnoir renversé. Les matières terreuses, agitées et quelquefois lancées en haut, se versent plus souvent sur les côtés et forment de petits courans. Ces cônes s'ouvrent; ils donnent naissance à plusieurs bouches, et, *comme les volcans*, ils sont en furie, il détonnent, produisent de petits tremblemens de terre, et s'abandonnent aussi quelquefois au repos.