

ques-uns des chapitres qui suivent, rechercher comment ce bassin recueille l'eau qui l'alimente, à quel ensemble de circonstances il doit sa configuration présente, et quelle a été son histoire dans le passé. La première question, celle de l'alimentation du bassin, fournit à elle seule une ample matière de recherches et d'informations. Nous avons, il est vrai, dans le chapitre présent, remonté la Seine jusqu'à la fontaine d'où sa source jaillit; mais il ne faut pas un seul instant imaginer que par là nous avons atteint sa véritable origine. Les ruisseaux et les fontaines auxquelles on rapporte communément l'honneur de donner naissance au fleuve ne sont réellement que ses sources prochaines; c'est ailleurs qu'il en faut chercher la source dernière. Et dans cette recherche, le début naturel de notre investigation sera d'examiner de plus près la nature et l'origine des sources en général.

CHAPITRE II

LES SOURCES

Observez ce qui se produit quand une ondée abondante de pluie vient à s'abattre sur un terrain sec. Si le sol est formé d'une roche dure et compacte, telle que le granit, la pluie, après avoir trempé la surface, s'écoule dans toutes les directions; une partie court au ruisseau voisin qui l'emporte tôt ou tard à quelque rivière, et l'autre, se logeant dans d'étroites cavités de la roche, s'y amasse en flaques que le vent et le soleil dessèchent lentement. Mais si le sol, au lieu d'être dur comme le granit, est tendre et poreux comme le sable ou la craie, l'eau en pénètre la substance et elle peut même disparaître sans mouiller seulement la surface de la terre altérée. On nomme *perméables* les terrains qui se laissent ainsi pénétrer par l'eau, *imperméables* ceux qu'elle ne peut pénétrer: une couche de sable, par exemple, est perméable, une couche d'argile est imperméable.

Il n'est pourtant nullement nécessaire qu'un sol, pour être poreux et perméable, soit ou tendre comme la craie ou inconsistant comme le sable. Ainsi prenez du grès ou du calcaire dur: leur grain est suffisamment compact pour former des pierres à bâtir durables, quoiqu'ils soient assez poreux, dans la plupart des cas, pour laisser l'eau

s'infiltrer plus ou moins librement. Les particules qui les composent sont elles-mêmes imperméables, mais elles sont entassées de manière à laisser généralement entre elles de petits espaces vides ou interstices qui les séparent les unes des autres; de là, la formation d'une roche qui, si dure qu'elle puisse être, présente une texture analogue à celle d'une éponge. L'eau s'insinue entre les particules d'une telle roche et en pénètre ainsi graduellement la masse. Si serré que puisse paraître à l'œil le grain de la roche, il n'en est pas moins capable le plus souvent d'absorber l'eau; c'est pourquoi une pierre récemment extraite de la carrière est d'ordinaire imprégnée d'une humidité que les carriers connaissent bien. Alors même qu'une roche possède une texture trop serrée pour se laisser pénétrer aisément par l'humidité, il arrive généralement qu'elle présente plus ou moins de fissures; l'eau qui tombe sur la roche se glisse alors lentement à travers les petites fentes et trouve ainsi un prompt accès jusqu'aux canaux souterrains, presque aussi facilement que si la roche était de texture perméable.

Après une chute de pluie abondante, les pores d'une roche perméable s'engorgent d'eau et la roche finit par être saturée comme un morceau de sucre trempé quelques instants dans une tasse de thé. Qu'ensuite la pluie vienne à tomber de nouveau, la roche étant impuissante à l'absorber et à la retenir plus longtemps, elle déborde de la surface humectée tout comme elle le ferait de la surface d'une roche imperméable.

Supposez qu'une couche de terrain perméable repose sur une couche de roche complètement impénétrable: il n'est pas difficile de voir ce qu'il adviendra, dans de telles circonstances, de la pluie qui tombe sur la surface. La figure 6 éclaire ce cas particulier. La partie ponctuée de la figure ABCD représente une roche perméable; des couches de sables, par exemple; la partie inférieure

ombrée, une roche imperméable telle qu'une argile compacte. On suppose, dans une figure comme celle-ci, que les roches dont il s'agit ont été coupées verticalement, de manière à présenter des surfaces nettement tranchées; de là vient le nom de sections appliqué aux figures qu'on emploie constamment dans les ouvrages sur la structure de la terre. Les lits des rivières, les falaises des côtes, les vallées de l'intérieur, présentent souvent des sections naturelles; quant aux sections artificielles, on en voit dans les puits et les fosses, les mines, les carrières, et surtout dans les tranchées de chemins

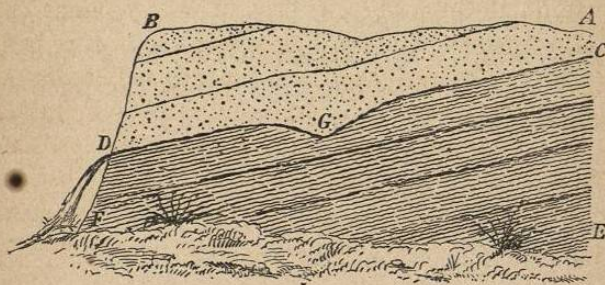


FIG. 6. — Formation d'une source.

de fer. On peut fréquemment, durant un voyage en chemin de fer, acquérir une notion générale assez exacte de la nature des roches formant une région, par l'examen des déblais le long de la ligne.

Il est clair que quand la pluie tombe sur la surface AB (fig. 6), elle est rapidement absorbée, du moins si la couche sablonneuse est sèche; elle s'enfonce ainsi de plus en plus jusqu'à ce qu'elle atteigne l'extrémité inférieure CD de l'assise supérieure. Là elle vient en contact avec la surface de l'argile, et, comme l'argile se refuse à absorber l'eau, celle-ci est arrêtée dans sa descente. Si la surface de l'argile présente des irrégularités, l'eau, après avoir

filtré à travers la couche de sable, vient se loger dans les cavités, comme on le voit en G. Mais quand ces cavités sont remplies, l'eau qui charge la roche s'épanche au dehors et continue sa descente dans la direction que lui commande la pente de cette roche.

Il arrive rarement que les assises successives de roches ou, comme on les appelle en langage technique, les *strates*¹, telles que les présente une section donnée, soient parfaitement horizontales ou s'étendent en surfaces unies comme l'est la surface d'une pièce d'eau tranquille. Généralement les couches penchent ou s'infléchissent dans une direction déterminée; cette pente est ce que l'on nomme en termes techniques *l'inclinaison*. Si donc nous lisons dans une description scientifique d'une section donnée que « les strates s'inclinent de 30° S. O. », cela veut dire simplement que les couches de roche s'enfoncent selon une direction sud-ouest et font un angle de trente degrés avec une surface parfaitement horizontale. Ainsi, dans la figure 6, l'inclinaison est indiquée par la direction générale de la ligne CD, et sa valeur peut se mesurer par l'inclinaison de cette ligne à l'horizon, c'est-à-dire par l'angle que fait la ligne CD avec l'arête supérieure ou l'arête inférieure de la page, quand ces arêtes sont horizontales. Puis quand l'eau, après avoir filtré à travers la couche de sable ABCD, a atteint la ligne de contact des deux couches représentée dans la section par CD, elle descend ce plan selon le sens de l'inclinaison et s'échappe par la première issue, en D, par exemple. Une nappe d'eau s'élançant ainsi de la roche constitue une *source*.

Les sources de cette nature simple qui s'échappent à la jonction de deux strates, l'une perméable et l'autre imperméable, sont extrêmement communes. Dans le

1. Du latin *stratum*, signifiant « ce qui s'étend, ce qui repose. »

bassin de la Seine, Paris même et ses environs en fournissent d'abondants exemples. Le sol le plus élevé de la butte Montmartre atteint une hauteur de 105 mètres; il consiste dans son assise supérieure en un sable non compact entièrement semblable au sable qui recouvre une étendue assez considérable des environs de Paris, à l'ouest et au sud, particulièrement le sol de la forêt de Fontainebleau; de là le nom qu'on lui donne de sable de Fontainebleau. Ces sables ne sont pas partout à découvert, en d'autres termes, ils ne forment pas partout la surface visible du sol comme à Montmartre. Mais ils recouvrent en général une terre argileuse imperméable que l'on désigne sous le nom de marnes vertes ou glaises de Montmartre. La séparation des deux terrains est nettement marquée par l'effet de la pluie. Quiconque se promène après une averse dans la campagne, à Meudon, par exemple, ne manque pas d'observer que le sol sablonneux demeure presque parfaitement sec, la pluie ayant été immédiatement absorbée, tandis que l'argile, à quelques mètres de là, reste détrempeée et gluante. L'eau que les sables ont *bue* filtre jusqu'à ce qu'elle atteigne la couche sous-jacente imperméable; elle en suit la pente jusqu'à ce que la couche imperméable vienne à *fleur* du sol; de là elle s'échappe en une nappe d'eau irrégulière ou bien s'écoule en *sources* par des canaux réguliers. La ligne des sources marque donc le point d'*affleurement* des deux terrains. Lorsque la surface est très perméable, comme dans le cas que nous envisageons, la masse entière des eaux pluviales, à part ce qu'en distrait l'évaporation ou la végétation, finit par remonter à la surface et profite tout entière aux sources. Les glaises ou marnes vertes de Montmartre viennent affleurer sur les bords de la plupart des vallées des environs de Paris et donnent naissance, le plus souvent à flanc de coteaux, à une foule

de sources. Ce sont ces sources qui entretiennent la verdure et la fraîcheur des vallées de l'Yères, du Grand-Morin et du Petit-Morin, et donnent à Paris une ceinture d'ombrages et de coteaux, Bellevue, Meudon, Montmorency, Brunoy, que peu de capitales peuvent lui disputer. Nombre de riants villages qui sont villes par la population et ne sont villages qu'au prix de Paris, se pressent à cette ligne d'affleurement, et des châteaux fameux « Vaux, près de Melun, Ferrières, Saint-Germain près de Corbeil, n'ont pas dédaigné la petite source des marnes vertes ¹. »

Les sables que l'on voit exploiter dans les sablonnières des environs de Paris sont souvent d'une couleur jaunâtre ou brunâtre. Cette coloration est due à la présence d'un composé particulier de fer, d'oxygène ² et d'eau connu sous le nom de *sesquioxyde de fer hydraté*. En s'infiltrant lentement à travers ces sables ferrugineux, l'eau peut dissoudre plus ou moins de ce composé et, en entraînant le fer sous une forme soluble, acquérir des propriétés médicinales. Toutes les *sources minérales* ont une origine analogue. Les substances salines et autres qu'elles renferment et auxquelles elles doivent leurs propriétés spéciales sont généralement empruntées par les eaux aux terrains qu'elles traversent et conservées par elles en dissolution. Ces sources ne se rencontrent qu'en très petit nombre dans le bassin de la Seine; on peut citer, aux portes de Paris, celles de Bagneux, de Passy et la plus célèbre de toutes, la source sulfureuse d'Enghien.

Si de Montmartre ou de Meudon l'on descend au terrain de niveau inférieur sur lequel la plus grande partie de la capitale est assise, on rencontre un état de choses identique, c'est-à-dire qu'un lit d'une substance essentiellement perméable recouvre une roche presque imper-

1. Belgrand, la *Seine*, I, p. 191.

2. Pour la description du gaz appelé *oxygène*, voir page 83.

méable. Mais la matière poreuse, au lieu des sables de Fontainebleau, est ici un lit de gravier qui tapisse le fond de la vallée de la Seine et qui repose sur l'argile plastique. Après avoir détrempe ce gravier, la pluie pénètre jusqu'à l'argile de la couche sous-jacente et s'y conserve comme dans un grand réservoir souterrain, source inépuisable qui alimente les puits peu profonds qu'on creusa jadis et qui existent encore en si grand nombre dans Paris ¹. La *nappe d'eau des puits* se trouvant sur la rive droite de la Seine, à un niveau peu profond, Paris s'étendit surtout sur cette rive, et dès Louis XIII, la ville atteignit la limite des grands boulevards, tandis qu'elle ne franchissait point l'enceinte de Philippe-Auguste sur la rive gauche, où la profondeur de la nappe d'eau des puits réduisait les habitants à une véritable disette d'eau. On peut faire entre les agrandissements de Londres et ceux de Paris un curieux rapprochement, car les mêmes causes influèrent sur le développement de la métropole anglaise.

A Londres comme à Paris, les puits alimentés par l'eau des graviers fournirent pendant des siècles tout l'approvisionnement de la ville, et M. le professeur Prestwich a fait ressortir « comment le développement de Londres, dans les premiers temps, suivit, sans s'en écarter, la direction de ce lit de gravier. » Aussi longtemps que la situation fut telle à Londres, il fut impossible d'élire domicile dans les endroits où le gravier manquait et où l'argile était au jour. Et de même que les districts argileux de Camden Town, Saint-John's Wood, Notting-Hill, ne s'y peuplèrent que lorsque la distribution de l'eau fut assurée par le service de compagnies spéciales, de même Paris ne s'étendit jusqu'aux boulevards extérieurs, où la nappe

1. Le 31 décembre 1875 on comptait à Paris 30042 puits. (D'après Belgrand.)

d'eau des puits n'est atteinte qu'à une profondeur considérable, que lorsque des distributions indépendantes eurent assuré le service des eaux dans toute la ville.

Descas particuliers que nous avons jusqu'ici considérés, à savoir ceux dans lesquels une roche poreuse repose sur une autre qui n'est pas sensiblement perméable, il est temps d'en venir au cas dans lequel la matière poreuse

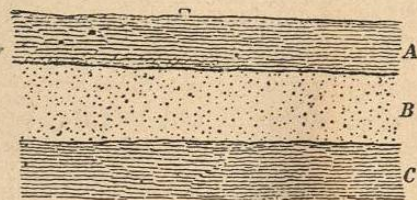


FIG. 7. — Couches perméables et imperméables horizontales.

n'est pas seulement supportée, mais recouverte par une strate imperméable. La roche perméable est alors renfermée entre deux couches imperméables, l'une formant, pour ainsi dire, le lit, et l'autre la voûte. Ainsi le



FIG. 8. — Couches perméables et imperméables inclinées.

lit de sable B est dans la figure 7 supporté par une couche argileuse, C, et recouvert par une autre, A. Tant que les strates demeurent dans la position horizontale représentée ici, la pluie qui tombe sur la surface de la couche A n'a point accès à la roche perméable B, si ce n'est par les fissures qui peuvent se produire dans la couche supérieure. Quoique la roche en B puisse être

aussi poreuse qu'une éponge, pas une goutte d'eau ne peut arriver jusqu'à elle aussi longtemps que la voûte imperméable demeure en bon état. Mais le cas est tout différent quand les couches sont inclinées comme dans la figure 8. On y voit trois couches dans le même ordre que celles précédemment décrites, mais légèrement inclinées. La couche perméable B est exposée à la surface, elle *affleure*. La pluie qui tombe sur le sol ABC est rejetée par les deux couches argileuses A et C, mais est absorbée par l'affleurement ou la surface exposée de la couche de sable B. Cette eau absorbée, soit qu'elle tombe directement sur B, soit qu'elle s'écoule de A, court vers le bas dans la direction de la pente jusqu'à ce qu'elle rencontre une issue d'où elle jaillit en source. Si une vallée interrompt les couches et que le fond en soit au-dessous du niveau de l'eau, les sources jaillissent sur les flancs de la vallée comme en D.

En suivant la direction d'une série de couches, il arrive souvent qu'on s'aperçoit qu'elles finissent brusquement, que leur continuité est soudainement rompue et qu'une série de couches s'embranchent au-dessus d'une autre selon une section parfaitement nette. C'est qu'en effet les couches ont été brisées et ont glissé l'une sur l'autre. Une telle fracture, accompagnée par un déplacement des strates, constitue ce que les géologues appellent une *faille*. Ainsi la série de couches reproduite dans la figure 9 a été rompue selon un plan représenté en section par la ligne DE; quoique jadis continues, les couches sont maintenant séparées, la couche A étant descendue jusqu'en A', la couche B ayant glissé jusqu'en B' et la couche C jusqu'en C'. Les eaux que reçoit la surface de la strate perméable B couleront vers le bas jusqu'à la faille où elles seront arrêtées par la muraille argileuse A'. Si donc on perce un trou de sonde jusqu'en F, l'eau qui a filtré à travers la couche inférieure jus-