

qu'en ce point sera lancée vers le haut par la pression de l'eau dans la roche environnante et s'élèvera dans le puits presque jusqu'au niveau qu'elle occupe dans la couche B. Ou bien, en l'absence d'un trou de sonde, l'eau s'échappera de la couche saturée B, en jaillissant à la surface près de la jonction des strates adjacentes. Il résulte de ces détails qu'il est très important de connaître les failles pour déterminer la position des sources et des puits.

Il arrive souvent que les couches de roche, au lieu d'avoir une pente uniforme, s'enfoncent, puis remontent de manière à affecter la forme d'un bassin,

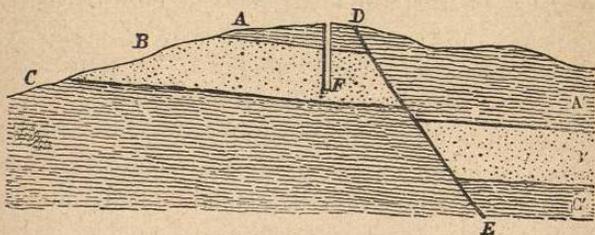


FIG. 9. — Effet d'une faille sur la position d'une source ou d'un puits.

comme le montre la figure 10. On peut y voir que les strates des côtés opposés s'inclinent dans des directions contraires. Si la pluie vient à tomber sur les affleurements de la roche CC', elle sera rapidement absorbée et s'insinuera à travers la roche perméable jusqu'à ce qu'elle atteigne la couche imperméable D où elle s'accumulera et sera naturellement accessible à la tige de sonde. Un trou de sonde foré en E à travers les couches imperméables AA', BB' viendra donc percer le réservoir d'eau, et le liquide s'élèvera alors jusqu'à une hauteur correspondante au niveau de l'eau dans le lit CC'. Les lois qui règlent l'écoulement des eaux souter-

raines sont précisément celles qui règlent leur écoulement à la surface. L'eau resserrée dans la couche CC' s'élancera donc dans le tuyau et tendra à se mettre de niveau.

On peut considérer l'arrangement des couches reproduit dans la figure 10, comme représentant assez exactement la disposition des roches qui s'étendent au-dessous de Paris. Les couches ont été, dans cette étendue, soulevées de manière à présenter la forme d'une sorte de creuset ou de cuvette, et elles ont ainsi produit

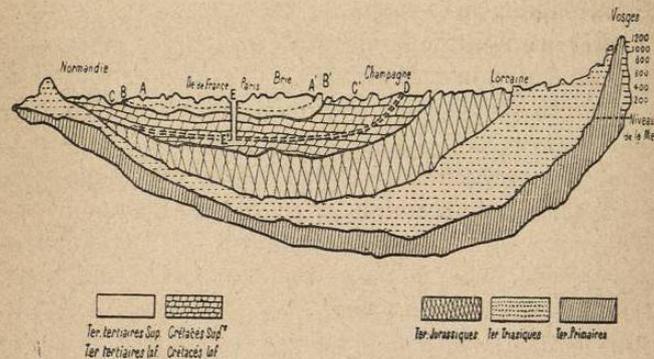


FIG. 10. — Disposition des couches géologiques au-dessous de Paris.

L'échelle des hauteurs est exagérée relativement à l'échelle des longueurs dans le rapport de 1 à 90.

ce qui est connu communément sous le nom de *Bassin de Paris*¹. Cependant il ne faut pas supposer un seul instant qu'elles s'étendent dans une cavité profonde qui ressemble à celle d'un bassin domestique ordinaire, ou même à celle que représentent les contours de la figure. Il est vrai que les roches, à l'est et à l'ouest de Paris, s'inclinent doucement vers l'intérieur et forment de la sorte une dépression, mais c'est une dépression fort

1. Le bassin de la Seine ne forme qu'une partie du bassin géologique de Paris. Il faut soigneusement distinguer les deux bassins.

peu accentuée. L'inclinaison est même si légère qu'on peut à peine l'indiquer dans une figure réduite aux proportions d'une page de ce livre. Aussi la plupart des sections figurées sont-elles nécessairement exagérées dans une de leurs proportions : il en est ainsi de celle que représente la figure 10 où l'échelle des hauteurs est environ quatre-vingt-dix fois plus grande que l'échelle des longueurs. Ce n'est que lorsqu'on représente des sections réelles, où les hauteurs verticales sont à la même échelle que les distances horizontales, que le peu de profondeur de la concavité devient apparent.

Après avoir ainsi mis en garde le lecteur, nous pouvons en venir à examiner de plus près la section que reproduit la figure 10. On peut supposer qu'elle représente une section exagérée, prise de l'est à l'ouest dans le bassin de la Seine, AA' représentant l'argile plastique et BB' indiquant la disposition de certaines couches inférieures que les géologues appellent *terrains tertiaires inférieurs* ou *terrain parisien*. Rien de plus varié que la composition des terrains tertiaires; on y trouve des argiles mélangées de sables, ailleurs le gypse ou pierre à plâtre avec ses diverses variétés et encore la meulière ou pierre à meules de moulin, et enfin le calcaire grossier auquel Paris doit ses plus beaux monuments. Dans le voisinage de Londres, comme dans celui de Paris, ainsi que nous l'avons vu, ils consistent souvent en sables et sont, par conséquent, éminemment perméables. De minces couches d'argile répandues à différents niveaux dans les sables servent à retenir les eaux, et la provision, ainsi emmagasinée, a été mise à profit dans la capitale anglaise au moyen de forages exécutés à travers la couche supérieure de l'argile plastique ou argile londonienne. De nombreux forages de cette sorte y donnèrent, dans les premières années de ce siècle, un abondant approvisionnement d'eau, à des profondeurs variant de 30 à

50 mètres. Mais ces puits se multiplièrent tellement que la puissance des sources en fut considérablement affaiblie et finalement l'approvisionnement ne suffit plus aux besoins. Aussi, dans ces dernières années, la plupart des puits profonds de Londres ont été creusés à des niveaux plus bas encore, de manière à atteindre la grande masse de craie qui s'étend au-dessous du terrain tertiaire inférieur dans la position représentée par CC' (fig. 10). L'eau vient en partie de la craie saturée, en partie des fissures qui, lorsqu'on les rencontre, fournissent des sources beaucoup plus abondantes. Comme on ne peut prévoir la position de ces cavités irrégulières, il est évidemment impossible de prédire la profondeur à laquelle on rencontrera l'eau en abondance dans la craie.

Quand un forage profond est exécuté à travers l'argile plastique jusqu'aux sables du terrain tertiaire inférieur ou plus bas encore jusqu'à la craie, l'eau tend à s'élever dans le tube et il se peut même qu'elle gagne la surface et déborde. Si l'endroit d'où on tire l'eau est dans un terrain bas, comme serait le cas avec le forage EE' (fig. 10), dans le fond du bassin de Paris, cet endroit est nécessairement à un niveau de beaucoup inférieur à celui de l'affleurement des couches sur les bords de la cuvette, comme en CC'. L'eau est donc refoulée vers le haut du conduit par la pression du liquide qui charge la couche aquifère. Quand la pression est suffisante pour faire jaillir l'eau au-dessus de la surface du trou de sonde, elle produit ce qu'on appelle un puits *artésien*. Pourtant ce nom est appliqué d'ordinaire aux autres puits dans lesquels l'eau, sans déborder, ne s'en élève pas moins à une hauteur telle qu'on puisse l'utiliser économiquement. Les puits artésiens sont connus depuis fort longtemps en Orient; dans l'Europe occidentale ils furent pour la première fois creusés dans la province d'Artois, en France, d'où leur nom d'« artésiens. »

Le bassin de la Seine compte nombre de puits artésiens et certains forages y ont atteint des profondeurs extraordinaires. Le plus célèbre de tous est le puits artésien de Grenelle que l'on mit sept ans à forer. La couche aquifère est ici une couche argileuse du terrain de grès vert, D (fig. 10), qui affleure à plus de 200 kilomètres de Paris, à Saint-Dizier.

A Paris, cette couche est à plus de 500 mètres de la surface. Le puits artésien de Grenelle a 548 mètres de profondeur. L'eau s'élève dans une élégante pyramide à 21 mètres au-dessus du sol, en vertu du principe des vases communicants, pour atteindre le niveau des parties les plus élevées. Le puits de Grenelle débite par minute au niveau du sol 2300 litres et 1300 environ au sommet de la colonne. Ces sources jaillissantes sont souvent thermales; celles du puits de Grenelle, par exemple, ont une température de 28° Cent. qu'on songea à utiliser il y a quelques années pour le chauffage des Invalides. L'histoire d'une goutte d'eau conduite au jour par le puits de Grenelle serait curieuse à connaître. Peut-être tomba-t-elle à l'origine, bien loin de Paris, sous forme de pluie sur quelque colline de la Champagne crayeuse; durement comprimée, elle chemina longtemps et lentement dans la nuit d'une route souterraine, avant de trouver sa délivrance dans l'orifice du puits artésien.

Londres et Paris participent de conditions géologiques presque identiques, et ce qui est dit des puits profonds d'une des deux villes peut s'appliquer sans beaucoup de modification aux puits de l'autre. Ainsi les fontaines de Trafalgar Square sont alimentées par l'eau d'un puits artésien qui pénètre dans la craie jusqu'à une profondeur de 130 mètres environ au-dessous de la surface.

Après avoir expliqué l'origine des sources ordinaires et la nature des puits artésiens qui ne sont en fait que

des sources artificielles, il est temps maintenant de retourner à l'étude du bassin de la Seine, dont les sources sont l'origine immédiate de toute l'eau du fleuve, si l'on en excepte le volume insignifiant qu'apporte la pluie qui tombe directement sur la Seine.

L'alternance de strates perméables et imperméables qui constitue cette région offre toutes les conditions nécessaires pour la présence de sources abondantes. Le bassin de la Seine, comme nous l'avons vu plus haut, a une superficie de plus de 77 000 kilomètres carrés; les terrains perméables recouvrent les trois quarts de cette surface (environ 58 000 kilomètres carrés), les terrains imperméables un quart seulement (19 000 kilomètres carrés). « Cette variété géologique de notre sol apparaît ici comme un bienfait de la Providence. Un fleuve qui coulerait tout entier dans un bassin de nature argileuse ou granitique aurait des crues subites et formidables après les pluies et serait à sec le reste de l'année; dans un terrain spongieux, tel que la craie blanche, il ne ressentirait guère l'influence des pluies, mais il débiterait très peu d'eau en toute saison¹. » Le terrain perméable qui absorbe la pluie est, en majeure partie, livré à l'agriculture; le terrain imperméable qui repousse la pluie est le plus souvent terrain de prairie et de pâturage. Un trait caractéristique du bassin de la Seine, c'est que le fleuve principal et ses affluents coupent à angles droits les différentes formations géologiques sans s'attarder dans aucune; aussi rien d'extrême dans le régime du fleuve de Paris, les crues de ses affluents se tempèrent d'elles-mêmes en passant des terrains imperméables aux terrains perméables, et c'est cette heureuse modération qui fait de la Seine la rivière la plus « disciplinable » de France. Lorsque la Seine traverse Paris, trois rivières

1. Blerzy, *Torrents, fleuves et canaux de la France*, p. 49.

se sont réunies pour la former : la Haute-Seine avec l'Aube, qui est moins un affluent qu'un bras latéral de la Seine, l'Yonne et la Marne. Le Morvan où l'Yonne prend sa source est une région granitique et montagneuse, la plus élevée du bassin de la Seine ; ce massif reçoit une quantité de pluie considérable par suite de son altitude et aussi de sa disposition ; le Morvan est en effet comme un carrefour où se croisent et s'engouffrent les vents du sud, du nord et du sud-ouest. Pas une goutte de pluie ne se perd dans cette roche imperméable et d'innombrables filets d'eau, que le moindre orage transforme en nappes torrentielles, en ruissellent de cascade en cascade. Un seul des affluents de l'Yonne, la Cure, ne compte pas moins de 150 de ces tributaires infimes. De là les crues soudaines de cette rivière dérégulée dont la Seine n'amortit pas toujours l'élan, même après un long voyage. L'Yonne traverse ensuite la série de roches également imperméables connue des géologues sous le nom de *lias* ; c'est là que naît et grandit son affluent principal, l'Armançon : elle le reçoit à son passage dans la couche supérieure des calcaires auxquels on donne, en langage technique, le nom d'*Oolithe inférieure*. L'oolithe (ὄον, œuf) tire son nom des grains d'une forme ronde particulière qui la composent et qui donnent à cette roche quelque chose de l'apparence des œufs de poisson. On donne, d'après leur position, le nom d'oolithe inférieure aux dernières de cette série de couches d'oolithe, à celles qui sont assises directement sur le *lias*. La pluie tombant sur les calcaires, sur les grès et sur les sables de l'oolithe inférieure, glisse vers le bas par les crevasses et les fissures nombreuses de cette roche spongieuse, jusqu'à ce qu'elle atteigne l'argile imperméable du *lias* ; de là elle s'échappe par le premier canal qui s'ouvre à elle. Environ un tiers de toute la pluie qui tombe sur l'oolithe inférieure, est restituée sous forme de sources. Quelques-

unes des roches de cette série sont si poreuses et d'un grain si peu serré que là où elles forment le lit de la Seine, elles « boivent le fleuve à mesure. »

Un grand nombre de sources dans le bassin supérieur de la Seine tirent leur origine des lits de calcaire aquifère connu sous le nom de *Grande Oolithe*, système de roches séparées de l'oolithe inférieure par ce qu'on appelle communément la *Terre à foulon*. Cette terre à foulon forme un lit épais d'argile qui retient l'eau venue en quantité énorme par infiltration à travers les calcaires et les sables poreux du système de la Grande Oolithe. La Seine et l'Aube y prennent naissance. Après avoir franchi l'oolithe, où la Douix lui verse du rocher même ses eaux pérennes admirablement belles, la Seine coupe l'argile *téguline*, ainsi appelée parce qu'elle est très propre à la fabrication des tuiles ; les eaux s'accumulent en étangs, en ruisseaux fangeux sur ce terrain imperméable qui forme dans la vallée de la Marne les forêts et les marécages de l'Argonne. Ensuite la Seine traverse la craie blanche aride et desséchée répandue de l'Yonne à l'Oise sur plus de 14000 kilomètres carrés. Les sources y sont peu nombreuses, mais sont parmi les plus pures du bassin de la Seine ; aussi la ville de Paris a-t-elle prolongé la tête de ses aqueducs jusque dans la vallée de la Vanne, affluent de l'Yonne, dont elle a capté les sources à 173 kilomètres de Paris. Les treize fontaines que Paris a achetées lui envoient de 680 à 1200 litres par seconde, selon les mois, et le débit total de cette pure rivière est, suivant les chaleurs, de 2500 à 5000 litres. La craie est donc par son étendue le grand réservoir du bassin de la Seine. Mais il arrive souvent que l'eau, après avoir filtré à travers la partie supérieure et poreuse de cette formation et s'être insinuée par les fissures, est arrêtée par les couches inférieures de la craie qui devient compacte et étanche. C'est à son passage dans la craie que la Seine

reçoit l'Aube qui s'y alimente. A son confluent avec l'Yonne, à Montereau-fault-Yonne, la Seine, en temps de crues, est devancée par les eaux de son tributaire qui, tombant de plus haut, s'écoulent violemment, mais avant que les deux crues coïncident en s'ajoutant l'une à l'autre. La Marne, que la Seine reçoit à Charenton, est issue du lias du plateau de Langres; elle coupe tour à tour l'argile et les grès verts imperméables du terrain crétacé inférieur qui lui envoient les eaux boueuses qu'elle conserve jusqu'à Paris, puis la craie blanche qui tempère son allure torrentielle.

A mesure que la Seine poursuit sa route, elle s'alimente non seulement des cours d'eau qui sont ses affluents, mais des sources qui jaillissent dans le lit même du fleuve. Ces sources sont, dans certains cas, d'une énorme puissance, surtout entre Paris et Rouen, où la largeur et le volume des eaux du fleuve augmentent dans des proportions inexplicables autrement, et dont ne rendent nullement compte le nombre et l'importance de ses tributaires dans cette partie de son cours. Ce « chapelet de sources » débouchant dans le lit même d'un fleuve, fournit le plus souvent un débit bien plus considérable que la source originelle. Si, par exemple, on supprime la partie supérieure d'un cours d'eau en le détournant de son lit primitif, la partie inférieure n'en continuera pas moins à former un courant, ruisseau ou rivière. Si l'on essaye de combler le lit du ruisseau, ses eaux se frayeront un chemin dans les matières même du remblai, ou, à défaut, dans le terrain voisin le plus friable. C'est ainsi qu'on a retrouvé, lorsqu'on a établi les fondations du nouvel Opéra, le ruisseau de Ménilmontant, qu'avaient entièrement recouvert les constructions nouvelles. On exhuma le lit souterrain qu'il s'était creusé, et ce ne fut qu'au prix de travaux considérables que l'on réussit à préserver de ses eaux les fondations.

On en a dit assez dans ce chapitre sur la nature et l'origine des sources pour montrer que toutes les sources doivent leur origine directement ou indirectement à la pluie qui, après sa chute sur le sol qui la recueille, se glisse dans le sous-sol à travers les pores et les fissures des roches. Si donc l'origine immédiate de la Seine et des autres rivières dérive des sources, c'est à la pluie qu'il faut faire remonter leur origine dernière. Les sources alimentent, il est vrai, les rivières, mais c'est la pluie qui alimente les sources. Il est donc nécessaire d'étudier, dans le chapitre qui suit, la formation de la pluie et des phénomènes de la même nature.