

CHAPITRE XIII

LES OSCILLATIONS LENTES DU SOL

Des mouvements du sol tels que ceux qui ont accompagné certains tremblements de terre dans l'Amérique du Sud et dont nous avons parlé au dernier chapitre, ont dû être produits par l'action relativement soudaine de forces souterraines. Mais le sol est soumis non seulement à ces exhaussements et à ces dépressions brusques, mais aussi à des soulèvements et à des affaissements locaux si lents qu'ils échappent à l'observation ordinaire. Il faut même dans la plupart des cas avoir recours à des moyens spéciaux pour découvrir ces changements graduels de niveau et pour mesurer leur étendue. Pourtant il est probable que ces oscillations insensibles du sol ont à la longue une importance bien plus grande dans l'économie de la nature que les mouvements brusques qui se produisent comme des tressaillements spasmodiques. On montrera dans le chapitre suivant qu'il n'y a pas dans la surface du bassin de la Seine un pied de terrain qui n'ait été à un moment ou l'autre plongé au-dessous de la mer; il est donc clair que des forces élévatoires ont dû travailler à soulever le lit de l'océan et à le dessécher en le mettant à découvert. Et ce n'est pas une fois seulement qu'un tel

mouvement s'est manifesté. Le premier venu cherchant à lire l'histoire des roches du bassin de la Seine sera amené à conclure que le niveau du sol a changé bien des fois, s'élevant tantôt et tantôt s'affaissant. Il est probable aussi que ces changements se sont accomplis en général pacifiquement plutôt qu'avec violence, qu'ils ont été l'œuvre de forces agissant lentement et travaillant pendant de longues périodes plutôt qu'ils n'ont été produits par des perturbations soudaines.

Il serait peut-être difficile de trouver une démonstration plus frappante des lentes oscillations de niveau qui se sont produites dans les temps historiques que celle fournie par certaines ruines bien connues du rivage de la baie de Naples. L'exemple n'est pas nouveau, mais quoique Sir Charles Lyell et d'autres auteurs s'en soient déjà servis, il mérite cependant qu'on y revienne, parce qu'il éclaire d'une manière instructive le genre d'évidence sur lequel les géologues se fondent pour démontrer l'instabilité de la surface de la terre.

Vers le milieu du siècle dernier, l'attention de quelques archéologues italiens fut attirée par trois colonnes de pierre presque cachées par une végétation de buissons derrière une villa très voisine du bord de la mer, dans la partie occidentale de Pouzzoles, ville située sur la baie de Baïes, à onze kilomètres environ de Naples. Ces colonnes étaient ensevelies dans le sol jusqu'à une hauteur considérable et, en écartant la terre, on mit au jour les ruines d'un magnifique édifice. Un dallage carré de marbre, mesurant 21 mètres de côté, révélait la grandeur de la cour centrale. Cet espace avait été primitivement recouvert d'un toit supporté par quarante-six colonnes magnifiques, les unes de granit, les autres de marbre, et qui subsistaient encore plus ou moins bien préservées. Les archéologues du temps supposèrent, sur de bien faibles raisons, que l'édifice avait

dû être un temple dédié à Sérapis, divinité égyptienne dont le culte s'était introduit à Rome. Derrière l'édifice est une source chaude dont l'eau était amenée par une conduite de marbre à un certain nombre de petites chambres qui s'élevaient autour de la cour centrale. Ce fait a suggéré l'idée que l'édifice, au lieu d'avoir été un temple de Jupiter Sérapis, n'était rien de plus qu'un magnifique établissement de bains. Quoi qu'il en soit, il est commode de lui laisser, quand on le décrit au point de vue géologique, son nom bien connu de temple de Sérapis. Tout son intérêt pour les géologues consiste dans les trois hautes colonnes qui firent découvrir l'édifice et qui sont, des quarante-six piliers primitifs, les seuls qui soient restés debout. Chacune des colonnes, quoique d'une hauteur de plus de 12 mètres, a été taillée d'un seul bloc de marbre vert (fig. 64). Jusqu'à 3^m,60 de la base, les colonnes sont lisses; mais au-dessous chaque pilier est comme festonné d'une bande d'empreintes profondes large de 2^m,40. Chaque empreinte consiste en une cavité piriforme et dans le fond de la cavité qui en est aussi la partie la plus large, on trouve en général les deux moitiés ou *valves* d'une coquille assez semblable à celle de la moule commune. Or le même coquillage¹ existe de nos jours dans la Méditerranée où on le voit se creuser un chemin dans les rochers calcaires, à la façon dont le ver marin perfore le bois. On n'a donc aucune difficulté à conclure que les trous percés dans les colonnes du temple sont l'œuvre de coquillages perforants. Mais il est clair que les colonnes, quand elles ont été attaquées, devaient être baignées par la mer, car le coquillage n'aurait pu vivre dans les cavités s'il eût été laissé à sec au-dessus de l'eau. On conclut de là que la partie des piliers de marbre forée

1. *Lithodomus daetylus*.

par les coquillages a dû être immergée assez longtemps pour que ces mollusques aient pu percer les trous innombrables que nous voyons maintenant.

Il y a là un témoignage des modifications considérables qu'a subies le niveau relatif de la terre et de l'eau. Il va sans dire qu'ici le changement de niveau a pu se produire de deux manières, par le soulèvement de la mer ou par la dépression du rivage. Au premier abord, il semble vraisemblable qu'un fluide aussi mobile que la mer ait pu modifier son niveau, mais nullement probable que la surface du continent ait changé de position. Cependant il suffit d'un instant de réflexion pour voir qu'aucune modification n'a pu se produire dans le niveau de la mer. Car, en admettant que la surface de la mer eût été portée jusqu'à la zone des cavités creusées par les mollusques, l'eau eût dû être soulevée en une vaste colonne; mais si cette colonne s'était formée,

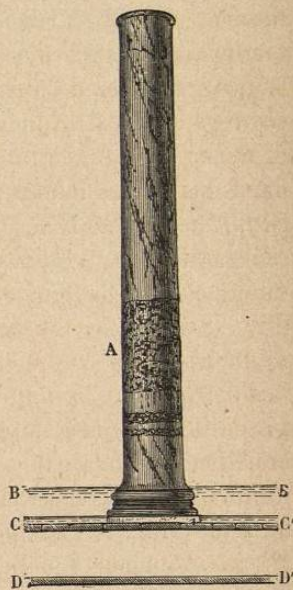


FIG. 64. — Colonne de marbre du temple de Jupiter Sérapis.

A, incrustations; B, B', niveau de l'eau en hiver; C, C', dallage supérieur; D, D', dallage inférieur.

les molécules d'en haut, pesant sur celles d'en bas, les eussent fait glisser le long de la pente jusqu'à ce qu'elles eussent atteint le niveau commun. En effet, la liberté de mouvement dont jouissent les molécules liquides rend impossible, si ce n'est momentanément, la formation d'une sorte de monticule d'eau. A peine soulevée, la surface du liquide tend à s'abaisser jusqu'à ce qu'elle

soit revenue au niveau commun. Ainsi, pour que la mer, en se soulevant, eût conservé autour de la base des colonnes de marbre ce niveau extraordinaire, il eût fallu que le soulèvement ne fût pas limité à la baie de Naples, mais se rattachât à un exhaussement égal et général du niveau de l'océan dans tout l'univers. Or la difficulté d'assigner une source à la quantité immense d'eaux nouvelles que supposerait un exhaussement général des mers, constituerait à elle seule une objection sans réplique à cette hypothèse. Mais les géologues ont d'ailleurs abondance de raisons pour affirmer qu'en pareil cas c'est le niveau du rivage, et non celui des eaux, qui s'est modifié.

Il semble donc que les empreintes laissées par les coquillages perforants sur les colonnes du temple de Sérapis, à 3^m,60 au-dessus de la surface de la mer, témoignent que le sol sur lequel s'élèvent ces piliers, a dû jadis s'affaisser d'autant, et plus tard se relever jusqu'à sa position présente. Mais la situation du temple nous révèle encore davantage. A 1^m,50 au-dessous des dalles de marbre de l'édifice actuel, on trouve les restes d'un autre parquet; il semble naturel de supposer que le dallage supérieur fut construit après que le dallage inférieur qui appartenait à quelque édifice plus ancien, fut descendu à un niveau incommode par suite de l'affaissement du sol. Une dépression de ce genre s'est même produite dans la localité depuis le commencement de ce siècle; car lorsqu'on exhuma les ruines pour la première fois, le dallage supérieur était beaucoup plus élevé que maintenant. Des observations soigneusement recueillies, dans les premières années de ce siècle, montrèrent que le sol s'était déprimé de 25 centimètres environ en quatre ans, et certains relevés ont même accusé un affaissement plus rapide. Les ruines s'élèvent tout près de la mer, et le dallage s'affaissa

tellement que la mer finit par rouler ses flots au-dessus; aussi en 1838, dit-on, on pêchait le poisson journellement dans l'intérieur du temple où, en 1807, il n'y avait pas une goutte d'eau par les temps ordinaires.

Après les explications que nous avons données, on verra qu'on peut interpréter ainsi l'histoire de ce temple. — L'édifice actuel fut élevé sur l'emplacement d'un autre plus ancien dont la base s'était enfoncée par suite de l'affaissement du sol. On peut à bon droit supposer que le dallage du nouvel édifice était au niveau de la mer ou à peu près. Des inscriptions trouvées dans les ruines prouvent que le temple fut décoré par Septime Sévère et Alexandre Sévère, on en conclut que l'édifice dut être habité pendant le troisième siècle de notre ère. Mais à la suite de la dépression du sol au-dessous du niveau de la mer, l'eau pénétra dans la cour; des dépôts de matière solide, apportés par les flots et mélangés parfois à des couches de cendres volcaniques, s'accumulèrent peu à peu autour de la base des piliers. On peut voir encore les restes de quelques-uns de ces dépôts adhérant aux fûts au-dessous de la zone percée de trous (fig. 64). Les parties les plus basses des piliers furent ensevelies sous ces dépôts et durent à ce fait de n'être pas attaquées par les mollusques qui perforèrent le marbre à l'époque de sa plus grande dépression. L'affaissement fut certainement graduel, mais il est probable que le relèvement postérieur dut être plus rapide; il se produisit en partie peut-être en 1538 durant une violente perturbation souterraine, pendant laquelle on vit se former une montagne, nommée encore aujourd'hui Monte Nuovo, à quelque distance du temple. Il est certain néanmoins qu'aucun des mouvements auxquels a été soumis le temple n'a pu être assez violent pour renverser les colonnes qui sont encore debout.

Telle semble avoir été la succession des événements

enregistrés par ces ruines. La baie de Naples est, il est vrai, une région particulièrement sujette aux perturbations volcaniques, mais les lentes oscillations du sol ne sont nullement limitées à ces régions.

Peu de contrées au monde peut-être ont ressenti moins de tremblements de terre que la Scandinavie. Et pourtant des mesures directes ont montré que la partie septentrionale de cette péninsule s'élève lentement, tandis que la pointe méridionale, par un contraste curieux, s'enfonce dans la Baltique. Dans un cas comme celui-ci, où les oscillations en sens contraires s'opèrent simultanément, il est inutile de songer à en rapporter la cause à un mouvement de la mer. Car un changement dans le niveau de la mer implique, comme on l'a déjà indiqué, une modification générale du niveau des eaux marines par suite d'exhaussement ou d'abaissement; il est donc absurde de supposer un soulèvement à un endroit et une dépression en un autre au même moment.

En France même, les preuves abondent qui témoignent que le niveau du sol s'est fréquemment modifié. De la Gironde à l'Adour, la dépression du littoral s'accomplit sous nos yeux; on a calculé que le plateau rocheux sur lequel s'élève le phare de Cordouan, à l'entrée de la Gironde, s'affaisse de 30 centimètres par an; il a fallu exhausser la tour pour compenser l'affaissement du sol qui la supporte et rétablir la portée primitive du phare. C'est aussi à un affaissement du sol que l'on doit rapporter la submersion, attestée par les traditions, d'une ville appelée Ys, à l'extrémité occidentale de la Bretagne, vers le cinquième siècle de notre ère. Il semble d'ailleurs que l'angle formé par les côtes du Cotentin et de la Bretagne septentrionale ait subi une dépression considérable. Au temps de la conquête romaine, les îles que nous appelons aujourd'hui anglo-normandes, tout au moins Jersey, se rattachaient à la côte. Les îles Chausey et le pla-

teau des Minquiers tenaient aussi au continent et se trouvaient à la lisière des forêts de Koquelunde vers le sud et de Scissey (*Scisciaccum nemus*) vers l'ouest. Au huitième siècle, la mer engloutit la forêt et à l'époque des grandes marées équinoxiales, on croit voir encore se dresser des troncs. De même, en Angleterre, à l'embouchure de la Tamise, on aperçoit parfois à marée basse les restes d'une vaste forêt où les troncs d'arbres sont encore enracinés dans l'ancien sol maintenant submergé à une profondeur de six à neuf mètres au-dessous des hautes eaux. Les restes de cette forêt montrent qu'elle renferma une riche végétation d'ifs, de pins, de chênes, d'aunes et d'autres essences. Mais comme ces arbres ne croissent point dans l'eau, il est évident que la terre sur laquelle ils se développaient a subi un affaissement. En certains endroits, les restes de l'ancienne surface du sol ont été ensevelis à une profondeur de plusieurs mètres au-dessous des dépôts d'alluvion qu'a formés le fleuve. Quand on creuse verticalement le sol marécageux des côtes de Kent et d'Essex bordant l'estuaire de la Tamise, les sections mettent souvent à découvert l'ancien sol de tourbe riche en débris végétaux.

Les témoignages du soulèvement du sol en France et dans la Grande Bretagne ne sont pas moins concluants que ceux de son affaissement. En France, le phénomène de ce genre le plus remarquable est l'exhaussement du littoral, de la Loire à la Gironde. Cette région présente des traces non équivoques d'oscillations successives et inverses : quelques-unes des îles qui bordent la côte étaient certainement rattachées jadis au continent et n'en purent être séparées que par une dépression des rivages. Mais c'est le phénomène contraire qui s'y manifeste depuis les temps historiques. Les découpures du rivage s'empâtent, la côte devient de plus en plus droite; l'île de Noirmoutier n'est plus une île qu'à haute mer

et elle communique à basse mer avec la côte par un chemin, le passage du Gué, long de 4 kilomètres, que l'on peut parcourir à cheval, en voiture, ou même presque à pied sec. La Rochelle qui, comme son nom l'indique, fut à l'origine un îlot ou un isthme rocheux cerné par les flots, n'est plus réunie à l'océan que par un chenal envasé. Plus bas, dans le voisinage de Rochefort, Brouage, jadis riveraine de la mer, perdit vers 1586 son port envahi par les sables; elle est aujourd'hui environnée de marais et située assez avant dans l'intérieur des terres. Enfin on a pu, à Rochefort même, mesurer avec exactitude l'exhaussement du sol en constatant que les cales dont la construction remonte à Louis XIV se sont élevées de plus d'un mètre. Toutefois ces mouvements ne sauraient être uniquement rapportés au travail intérieur de la terre; l'océan y a eu probablement part, quoiqu'il soit malaisé parfois de distinguer le rôle qu'il a joué. Mais en s'éloignant du bord de la mer, on pourrait trouver, au centre même du bassin de la Seine, des témoignages de ce lent exhaussement du sol. « C'est, dit M. Stanislas Meunier¹, à des soulèvements lents qu'il faut attribuer l'abandon de certaines vallées, maintenant à sec, et cependant couvertes à l'origine par les cours d'eau. La Marne passait sans doute autrefois par la vallée d'Ourcq, et à un certain moment, la Seine devait entourer le mont Valérien. »

En visitant certaines parties du littoral de la Grande Bretagne ou de la France, on remarque, frangeant le rivage à une hauteur très supérieure aux plus hautes mers, des terrasses de sable et de gravier mélangés avec des coquilles marines. Ces dépôts ont dû se former le long du rivage et plus tard être soulevés jusqu'à leur position présente, et il semble que cet exhaussement a

1. *Géologie des Environs de Paris*, p. 441.

dû s'opérer, en partie au moins, depuis que le pays est habité. Car dans les dépôts élevés d'alluvions qui bordent, en Écosse, l'estuaire de la Clyde, on a découvert des instruments du travail humain, tels que des canots grossiers, qui furent primitivement ensevelis dans la vase et le sable de l'ancien estuaire et qu'on retrouve maintenant à plusieurs mètres au-dessus du niveau des hautes mers.

Ces derniers dépôts et les forêts sous-marines fournissent des témoignages aussi probants de l'exhaussement et de la dépression du sol que ceux qu'on peut tirer du Temple de Sérapis. Mais ce ne sont pas les seuls que le géologue puisse invoquer à l'appui des fréquents changements qu'a subis le niveau du sol de l'Europe occidentale, ce ne sont même pas les meilleurs. Leur valeur repose en effet principalement sur ce fait que les mouvements qu'ils attestent sont de date relativement récente. Mais la disposition des strates témoigne, dans presque toutes les régions de la France, qu'il y a eu des variations de niveau bien autrement considérables à des époques plus reculées. Paris et Londres, par exemple, sont assis sur une argile qui a dû se déposer à l'état de vase au-dessous des eaux. Mais comme cette argile contient bien souvent les restes de coquillages marins, tels que le nautilus, il n'est pas douteux que cette vase a dû se déposer primitivement en pleine mer. Les argiles, les sables et les autres dépôts que recouvre l'argile du terrain parisien et que nous avons déjà compris sous le nom de terrains tertiaires inférieurs (p. 32), ont été formés les uns dans le sel, les autres dans une eau saumâtre, comme en témoigne la nature des coquilles qu'ils renferment. Quant à la craie, qui s'étend en une masse de grande épaisseur immédiatement au-dessous de ces dépôts, on montrera dans un des chapitres suivants, qu'elle abonde en restes d'animaux qui vécurent jadis

dans les profondeurs de la mer. Si donc ces roches ne sont, dans une large mesure, autre chose que les anciens fonds de la mer, il est clair qu'il a dû se produire un grand mouvement ascensionnel pour qu'ils aient pu être soulevés jusqu'à leur position présente.

Mais ce n'est pas tout. Ces roches n'ont pas été seulement soulevées ; dans bien des cas, elles ont subi aussi une action perturbante par laquelle elles ont été plus ou moins contournées. La section reproduite dans la figure 10, p. 31, montre que les couches sur lesquelles Paris s'est élevé, s'enfoncent de tous côtés en une courbe arrondie, exagérée avec intention dans le dessin, mais cependant assez accusée naturellement pour avoir suggéré le

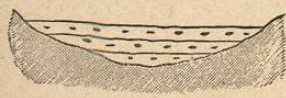


FIG. 65. — Strates déposées dans un bassin.



FIG. 66. — Strates modelées en forme de bassin.

nom de Bassin de Paris. En admettant que les couches eussent été déposées à l'origine dans une dépression du fond de la mer, les dépôts se fussent formés en assises presque horizontales comme dans la figure 65, et non pas en couches concentriques d'épaisseur égale comme dans la figure 66 et telles qu'on les trouve réellement dans la nature. On explique donc la position actuelle de ces roches en supposant que les strates étaient primitivement horizontales et qu'elles ont été amenées à prendre la forme de bassin depuis leur formation. La perturbation qu'elles ont subie ressort d'une manière plus frappante encore, si l'on considère une section transversale du bassin de Paris ou même celle d'une autre surface de nature semblable, en Angleterre, et qui est connue sous le nom de Bassin du Hampshire. La

figure 67 est une section d'Abingdon, dans le Berkshire, à l'île de Wight, à travers le Hampshire et la rade de Solent ; l'échelle verticale y est exagérée par rapport à l'échelle horizontale dans la proportion de vingt à un. Ici les couches presque horizontales à l'origine ont été modelées en une série d'ondulations légères formant crête en un endroit et se déprimant ailleurs. On ne peut guère douter que les terrains tertiaires inférieurs aient recouvert jadis la surface entière de la craie qui est exposée ici, mais ils ont disparu plus tard du sol supérieur par suite de l'œuvre de la dénudation, en laissant çà et là des bandes isolées, séparées par des étendues intermédiaires où la craie est à découvert¹. Dans l'île de Wight, les strates ont subi une telle perturbation que les couches de craie se dressent presque verticalement, comme l'indiquent les bandes de silex noirs qui courent en lignes presque verticales. En France, les montagnes calcaires du Jura offrent un exemple caractéristique d'un *plissement* de terrain et d'un soulèvement qui n'ayant pas brisé les couches, les a contournées en forme de voûte.

Dans les perturbations auxquelles les couches ont été



FIG. 67. — Section d'Abingdon à l'île de Wight. (L'échelle verticale est exagérée, relativement à l'échelle horizontale, dans le rapport de 20 à 1.)

1. « Dans la Champagne crayeuse, dit M. H. Blerzy, au milieu des plaines

soumises depuis leur formation, il arrive souvent que les roches ont été brisées et disloquées, comme on le voit dans la figure 9, page 30, où la série des couches, sur un des côtés de la fracture ou de la *faille*, a été précipitée à un niveau beaucoup plus bas que celui occupé par les strates sur le côté opposé. Même dans une surface ayant subi aussi peu de perturbation que le bassin de Paris, on peut citer plus d'un exemple de cette dislocation des couches. La figure 37, page 157, montre le relèvement de la craie à Meudon, sur la rive gauche de la Seine. Les strates superposées à la craie ont conservé leur horizontalité; mais c'est cette faille qui, en formant un escarpement, a rejeté le fleuve dans la direction actuelle. Avant de quitter ce sujet, il peut être bon de mentionner que le plissement et la dislocation des strates sont dus parfois à la pression exercée sur les côtés et non à l'opération directe de forces agissant de bas en haut et soulevant les strates immédiatement sous-jacentes.

De ce qu'on a dit dans ce chapitre, on peut conclure que les dépôts formés à l'origine dans le lit de la mer,

nues de la craie, s'élèvent çà et là quelques mamelons que couronnent des bois taillis d'une belle venue et formant un contraste singulier sur la teinte blanche uniforme qu'offrent à l'œil les plateaux de la Champagne. Ces bois poussent dans une argile sablonneuse ou dans un limon rouge mêlé de cailloux. Ce sont les vestiges encore vivants, en quelque sorte, d'un manteau de terrain plus moderne qui recouvrait la craie autrefois et que les torrents des temps préhistoriques ont entraîné, nous donnant ainsi la mesure des grands phénomènes que le mouvement des eaux accomplit jadis à la surface de la terre. Non seulement cette couche tertiaire a disparu presque partout en Champagne, mais encore la craie qui lui servait de base a été creusée au-dessous à la profondeur des vallées actuelles. Ainsi, sur le sommet culminant des collines qui bordent, à Troyes, la vallée de la Seine, on aperçoit dans le lointain un très petit bois venu sur un lambeau de terrain tertiaire; or, ce sommet est à 160 mètres plus haut que le présent niveau du fleuve. Ce chiffre seul fait comprendre quel prodigieux travail d'érosion les eaux ont accompli avant a venue de l'homme sur la terre. » (*Torrents, fleuves et canaux de la France*, p. 43-44.)

ont été soulevés au-dessus des eaux, et qu'ils constituent maintenant les continents. La terre est donc soumise à une circulation analogue à celle que nous avons déjà observée quand il s'agissait de l'eau. L'eau, on se le rappelle, passe du fleuve à l'océan, puis retourne de l'océan au fleuve sous forme de pluie. De même la terre ne cesse de s'en aller, grain par grain, à la mer. Là cette poussière se répand en majeure partie sur le lit de l'océan et forme des dépôts qui un jour ou l'autre se soulèveront pour former une terre nouvelle, destinée à être attaquée encore une fois par l'eau dès qu'elle dépassera le niveau de la mer. Le sol passe donc par un cercle de transformations non moins complet que celui dont témoigne la circulation des eaux.