1321. Geognosie.

UNE PREMIÈRE LEÇON

DE

GÉOLOGIE

FAITE A L'ACADÉMIE DE LAUSANNE

le 1er novembre 1851,

Par A. MORLOT.

LAUSANNE.

IMPRIMERIE PACHE, CITÉ-DERRIÈRE, 3.

1852.

Le sujet de cette leçon avait été ébauché sur papier ; l'auteur l'exposa librement, sans cahier ou notes, et afin d'être encore moins gêné, il pria les auditeurs, qui déployaient un appareil de papier et de plumes assez formidable dans cette circonstance, de ne pas écrire, mais de bien vouloir l'écouter tout tranquillement. Cela lui a plus ou moins imposé l'obligation de faire imprimer cette leçon pour dédommager ceux qui auraient pu tenir à leurs notes. Donc, si cet imprimé est livré au public, ce n'est pour ainsi dire qu'accidentellement. Pour ce dernier un accompagnement de figures et de planches aurait été désirable ; l'auditoire a eu des crayonnages sur la planche noire et un choix de fossiles tirés du Musée.

En contemplant la terre, ces monts et ces rocs, paraissant assis là pour braver l'éternité, — ces mers et ces océans, qui malgré leur étendue et leurs mouvements de courants et de marées, conservent des limites si fixes et invariables, qu'elles semblent tracées par la main même du Créateur, disant : « jusqu'ici et pas plus loin ; » — en voyant cela, nous nous sentons facilement portés à croire, qu'il n'y a d'incessamment variable et irrégulier que l'esprit de l'homme et ses diverses manifestations, et à dire de la nature qui nous environne, de la terre qui nous porte : — telle elle est sortie immédiatement des mains du Créateur et telle elle retournera dans le néant en vertu de la même Puissance qui l'en a tirée.

Nous ferions là de la poésie, et c'est bien en effet par un *âge poétique* que la science a commencé.

Mais des considérations de ce genre ne nous en apprendraient pas grand' chose sur le sujet, fussent-elles tout ce qu'il y aurait de plus sublime, de plus juste même, si l'on veut ; car il est au fond parfaitement exact de dire que la terre, telle qu'elle est, est l'œuvre du Créateur, quoique son développement successif ait été amené par les lois de la nature, puisque celles-ci ne sont évidemment ni plus ni moins que l'expression de sa volonté, — mais, remarquons le bien, d'une volonté fixe et inva-

riable. C'est l'étude de cet ordre de choses qui constitue la *science,* dans laquelle ne rentrent donc point les notions toutes différentes d'interventions extraordinaires de la Divinité, de miracles, etc. Là où ce domaine-ci commence, celui de la science finit, et nous ne toucherons point au premier, ne voulant faire ici *que* de la science.

Tournons-nous donc d'un autre côté ; allons vers cette roche et examinons la de près. Nous trouvons qu'elle est composée de bancs, de couches de pierre renfermant des coquilles marines pétrifiées et d'autres bancs ou couches toutes pétries de cailloux d'une pierre différente et étrangère formant ce qu'on appelle un conglomérat. Voilà donc un rocher qui n'a pas existé dès la création du monde ; cette pierre si dure était une fois une couche de limon déposé au fond de la mer et recouverte ensuite par une couche de cailloux roulés et battus par la vague.

Il faut donc qu'il y ait eu avant la formation de la roche en question des montagnes plus anciennes, fournissant par leur dégradation lente des cailloux, et il faut aussi que la distribution des terres-fermes et des mers ait été une autre que ce que nous voyons aujourd'hui. — Voilà comment un monde nouveau, un ordre de choses antérieur à celui de son existence, s'ouvrit à l'esprit de l'homme, qui aussitôt s'en empara pour le commenter et l'expliquer, voulant tout savoir, mais trop impatient pour tout étudier en conséquence. C'est alors, dans l'*âge raisonneur* de la science, qu'on vit paraître des théories de la terre, des hypothèses sur l'origine du monde, pour lesquelles fut dépensé tout ce qu'il y avait de génie, d'esprit et de hardiesse de conception, et qui cependant n'apprirent pas grand' chose, sinon qu'on n'était pas encore sur la bonne voie. — La tendance générale était de remonter d'abord

à l'origine du monde pour partir de là et développer la succession des événements qui ont amené l'état actuel du globe, mais dans un espace de temps très-court. Une comparaison due à Lyell, le réformateur de la science, fera plus facilement apprécier ce procédé. Représentons-nous, arrivant devant les monuments à demi ensablés de l'ancienne Egypte, un nomade du désert, résumant l'antiquité dans ses traditions de famille et ne concevant pas qu'un ordre de choses bien différent et d'une bien plus longue durée que celle des quelques générations dont le souvenir s'est propagé jusqu'à lui, ait régné dans le pays; représentons-nous surtout bien la position de ce nomade, faisant comme son père, comme son fils fera après lui, ne voyant que stabilité et immobilité dans l'ordre social, rien ne changeant autour de lui, persuadé que les choses ont toujours été ainsi, qu'elles iront toujours ainsi jusqu'à la fin du monde, ne verrait-il pas dans ces pyramides de 500 pieds de hauteur, composées de blocs que lui et toute sa tribu réunie ne pourraient pas seulement remuer, l'ouvrage d'êtres surnaturels, de djins, de génies disposant de puissances d'un ordre tout différent des forces humaines. Supposons même, au lieu de ce nomade, un homme civilisé et d'une certaine instruction et sagacité, ne croyant ni aux djins, ni aux génies, développant par les monuments qui en restent le fil de l'histoire de l'ancienne Egypte, la succession de ses peuples et de ses dynasties, avec ses grands événements de batailles, de conquêtes et d'entreprises gigantesques, mais fermement persuadé, imbu du préjugé inébranlable que tout cela s'est passé en peu d'années. Qu'on s'imagine tout cela se pressant devant son esprit comme un drame sur la scène, où la vie d'un homme se joue en quelques

heures, — n'y verra-t-il pas lui aussi que de l'extraordinaire, ne dira-t-il pas : — Oui, voilà bien les traces d'un monde antérieur au mien, mais les choses s'y passaient tout différemment et par le concours de forces particulières n'agissant plus aujourd'hui. — S'il a de l'imagination, il fera toutes sortes d'hypothèses ingénieuses pour s'expliquer le fait. Il supposera, par exemple, que le roc était autrefois beaucoup plus tendre et moins pesant qu'aujourd'hui, que les hommes venaient au monde tout faits, sans avoir besoin de passer par l'enfance et l'adolescence qui nous retardent tant, idée qu'il trouverait appuyée en ne voyant dans les catacombes que des momies de personnes adultes. Ces mêmes momies lui feraient reconnaître que la race était humaine, du même type que la sienne, à peu près ; mais il lui supposera une vertu active particulière, l'homme pouvait peut-être alors se passer de nourriture, de sommeil, de repos, besoins qui nous ravissent les deux tiers de notre temps, peut-être parce que nous ne sommes précisément que le rejeton extraordinairement dégénéré de cette race antique. Tout cela reviendrait, en un mot, à supposer l'ordre de la nature changé, le fil d'induction rompu, de sorte qu'on aurait bien tort de vouloir expliquer la construction de ces anciens monuments par les moyens encore en usage pour ce genre de travaux, ou bien, en d'autres termes, par les causes existantes.

Eh bien, voilà à peu près comment l'on a procédé quand il s'est agi de traiter l'histoire de la terre d'après les monuments qui s'y rapportent. Des visions correspondantes en résultèrent ; aussi, rien que bouleversements, cataclysmes, grandes débâcles, révolutions de la surface du globe, extinction subite et répétée de tous les êtres

vivants, et création spontanée et répétée de nouvelles générations, formation de puissantes chaînes de montagnes par soulèvement de la croûte du globe d'un seul jet, le tout par des forces, des causes perdues ne continuant plus à agir aujourd'hui.

Cependant l'esprit de l'homme finit par se lasser de pareils efforts et *l'âge de l'induction* commença lorsqu'en y regardant de plus près, on vit que l'ordre des choses actuel n'est pas aussi invariable qu'il paraît l'être, et qu'il existe aujourd'hui encore des causes de changements qui produiraient des effets analogues à ce qui s'est passé autrefois, pourvu seulement qu'on leur accorde une durée d'action assez longue ; mais, c'est bien vrai, une durée auprès de laquelle les quelques mille ans de notre histoire politique ne seraient presque comme rien.

Une pareille considération est bien propre à saisir l'esprit de l'homme ; mais il s'y habitue peu à peu et elle lui devient familière. Il en arriva de même pour l'espace ; autrefois c'était l'étendue du bras de l'homme, la terre ou même seulement le coin de terre qu'il habitait et pouvait embrasser ; — au-delà rien — que quelques points lumineux placés dans le firmament pour l'éclairer et lui servir de calendrier. Ce fut l'astronomie qui le tira de ce cercle étroit et le fit sortir dans l'immensité d'un espace que son esprit eut bien de la peine à concevoir.

Ainsi, autrefois, le temps, c'était la durée de l'homme ; avant lui une création subite pour lui fournir son habitation ; puis, la fin de l'humanité, la fin du monde. Mais voilà la géologie qui rompt cette autre barrière de l'esprit et le lance dans l'immensité du temps, lui faisant voir que les années de sa vie sont aussi peu une mesure pour le passé que le serait son pied pour toiser les espaces célestes.

Du même coup tombe toute investigation sur l'origine du monde, comme en astronomie toute recherche sur les limites de l'espace. A partir du point où nous sommes, nous pouvons mesurer d'abord jusqu'au soleil et à ses autres planètes ; puis, plus loin, jusqu'aux étoiles ; mais la prétention d'atteindre une limite des cieux serait absurde. De même pour la science qui traite de l'histoire de la terre ; en partant du présent, nous nous portons de plus en plus loin dans un passé de plus en plus reculé, nous pourrons peut-être aussi un jour, ayant saisi l'ordre, la loi des changements en opération, en déduire plus ou moins l'avenir, — mais sans jamais prétendre toucher ni au commencement, ni à la fin, car nous sommes des êtres finis, flottants dans l'immensité de l'espace et dans l'éternité du temps, que ne peut embrasser qu'un Etre Infini et Eternel.

Mais retournons à cette terre qui doit faire l'objet de notre étude. Nous avons dit, qu'en y regardant de plus près on a trouvé que l'ordre des choses actuel n'est pas invariable, mais qu'il s'opère des changements graduels d'une certaine importance. Cela n'est pas très-apparent au premier coup-d'œil, surtout quand on ne prend en considération que ce qui se passe sur la terre-ferme. Ici nous ne voyons tout au plus que dégradation et destruction lente de toute chose, imprimant à notre esprit l'idée que la terre vieillit et s'use. Nous ne pensons pas d'abord que tout ce qui est enlevé d'une part se dépose ailleurs sous une autre forme ; ici, comme en chimie, rien ne se créant et rien ne se détruisant. Et quand nous voudrions nous former une idée de ces masses en voie de formation, nous nous trouvons à peu près dans le cas d'une personne qui voyant une carrière de laquelle on tire des pierres

de taille expédiées au loin, tâcherait de se représenter la nature de l'édifice qui en sera construit, et notre position comme habitants de la terre-ferme est d'autant plus désavantageuse sous ce point de vue, que l'eau forme environ les trois quarts de la surface du globe. Cependant c'est au fond des mers que se fait le travail le plus important de la nature physique et il nous faut tâcher d'y descendre :

Sous forme de gravier, de sable et surtout de limon, les rivières et les fleuves charrient le produit de la dégradation des continents et le répandent en couches sensiblement horizontales au fond des bassins tant d'eau douce que d'eau salée. La quantité de ces dépôts, trop malheureusement cachés à nos regards, peut s'évaluer approximativement par des observations convenables sur les cours d'eau. C'est ainsi qu'on a trouvé que le Gange charriait à la mer annuellement 6,368 millions pieds cubes de matière solide, équivalant à 60 fois la masse de la grande pyramide d'Egypte. Ces matériaux répandus sur des surfaces très étendues, ne forment naturellement que des couches fort minces ; ainsi, supposant le charriage du Gange se répandant d'une manière uniforme au fond du golfe de Bengale sur une étendue comme celle de la France, il faudrait mille ans pour former une couche d'un pied d'épaisseur ; mais aussi cela ferait en dix mille siècles, soit un million d'années, un massif de couches de mille pieds d'épaisseur.

Outre le limon, les courants emportent des débris végétaux et animaux de tout genre, tant aquatiques que terrestres, et des restes de l'homme avec les divers produits de son industrie. Tout cela finit par aller au fond où c'est au fur et à mesure enterré dans les couches en voie de formation.

Or, le limon se tasse graduellement, laissant l'eau qui est plus légère s'en dégager, en même temps une faible proportion de matière calcaire dissoute se précipite et pénètre tout, agglutinant les parties terreuses ou inorganiques et pétrifiant les débris organiques, et il se forme ainsi sur notre globe de nouvelles masses solides par la destruction des parties préexistantes.

Maintenant, qu'en vertu des forces, dont la puissance dormante nous est décelée par les volcans et les tremblements de terre, le fond de la mer soit soulevé et partiellement mis à sec avec déchirement et plissement des couches, ainsi que la structure des chaînes de montagnes nous fait voir que c'est arrivé déjà plus d'une fois dans les âges passés de notre globe, et comme il y a des raisons de présumer que cela arrivera encore, — on verrait alors en étudiant ce nouveau pays, d'abord en certains points l'ancien fond de mer, mais immédiatement recouvert par un système de couches plus récentes. Dans la partie inférieure de ces couches on trouverait en fait de pétrifications, de restes organiques, ou, en général, de *fossiles,* outre des débris végétaux et des coquilles, des ossements principalement de bêtes fauves, mais très peu d'ossements humains, et en fait d'objets d'art, rien que quelques instruments en bois (*) et en pierre et de la poterie très-grossière. Dans les couches supérieures, les restes de bêtes fauves diminueraient considérablement, tandis que les ossements humains et ceux des animaux domestiques augmenteraient en proportion. Mais la série ascendente des produits de l'industrie humaine serait surtout curieuse. Dans le domaine des dépôts du Rhône, par exemple, d'abord les instruments et armes en bronze de l'époque celtique;

(*) Jadis en bois, à présent pétrifiés.

puis, toujours en montant dans la série des couches, le fer (converti en rouille) remplaçant le bronze. Ce qu'il y aurait de plus important serait la série des monnaies, d'abord les monnaies grecques de Marseille, puis les romaines, plus tard les monnaies françaises, dans chaque couche de nouvelles monnaies remplaçant les anciennes qui diminueraient et disparaîtraient peu à peu. A force d'observations appuyées de grandes collections on arriverait par ces moyens à refaire l'histoire de la contrée parcourue jadis par les eaux du Rhône et de ses tributaires, de l'ancien bassin hydrographique du Rhône. Sous certains rapports, cette histoire demeurerait assez incomplète; parcontre, pour les premiers temps de l'occupation humaine, elle serait bien supérieure à ce que nos livres contiennent actuellement là-dessus, et en tous cas ses données seraient autrement certaines et véridiques que celles des traditions ou même des écrits qui servent à composer notre histoire.

On voit donc, qu'en vertu des opérations lentes, mais constantes de la nature, l'histoire de l'époque actuelle s'écrit sur d'immenses feuilles en pierre, couchées les unes sur les autres dans l'ordre chronologique le plus parfait. Or, ces annales de notre globe ont naturellement commencé à se composer dès les temps les plus anciens où il y avait des mers dans lesquelles se formaient des dépôts, et la charpente des continents nous en présente des volumes plus ou moins dépareillés et mutilés, dont l'étude développant l'histoire de la terre, constitue

LA GÉOLOGIE.

Il est bien vrai que dans les âges immenses qui ont précédé l'apparition de l'homme sur la terre, apparition

ne paraissant dater que d'hier, il n'a point existé des êtres intelligents bâtissant des maisons, fabriquant des objets d'art ou frappant des monnaies. Il n'y avait, outre le règne végétal, que des animaux, mais qui nous ont laissé en guise de médailles leurs débris organiques, surtout leurs parties dures. C'est ainsi que l'on trouve enfoui dans le roc, le plus souvent pétrifié, mais quelquefois aussi conservé plus ou moins intact, même avec un reste de couleur, — des coquilles marines de toute espèce, des coraux, des oursins, des crustacés, puis des débris d'autres animaux marins, comme crocodiles et surtout comme poissons, dont on trouve les écailles, le squelette, les dents, parfois même les excréments très reconnaissables et enroulés en spirale par le mouvement giratoire des intestins, avec tout cela des plantes marines. Les terres-fermes et les eaux douces ont fourni des coquillages correspondants, des ossements et surtout des dents de mammifères et de reptiles, quelquefois des insectes très-bien conservés, rarement des oiseaux; parcontre une abondance de produits du règne végétal, comme bois fossile, résine (l'ambre) empreintes de feuilles très diverses, fruits et même fleurs. Enfin il n'y a pas jusqu'aux empreintes de pas d'animaux sur ce qui était une fois du limon au bord de la mer, immédiatement enseveli sous de nouveaux dépôts, qui ne nous soient parvenus.

Or, ces espèces animales et végétales anciennes étaient différentes de celles qui vivent aujourd'hui, mais organisées sur le même plan, d'après les mêmes principes que les espèces vivantes, ce qui permet d'en faire une étude comparée et de reconstruire plus ou moins complètement l'animal quand on n'en trouve qu'un débris. Ayant reconstruit les individus, on déduit de leur ensemble les

circonstances physiques de leur époque, telles que profondeur et étendue des mers, la nature fluviatile ou marine du dépôt, le climat, etc., et cela pour les différentes époques de la nature ; car non-seulement la création organique ancienne était toute différente de la nôtre, mais elle différait de même à chaque époque successive, changeant continuellement dans le cours des temps, de sorte que dans la série ascendante des dépôts, nous voyons dans chaque nouveau système de couches ou dans chaque nouvelle *formation*, apparaître de nouvelles espèces et disparaître les anciennes. Nous observons en même temps, que, comme aujourd'hui, certaines formes étaient plus généralement répandues par tout le globe, puisqu'on les retrouve dans les roches des diverses parties du monde, tandis que d'autres espèces étaient particulières à chaque localité ; cela fournissant ainsi des données de géographie animale et végétale pour les diverses époques du passé comme pour le présent, et en même temps le moyen de reconnaître les formations du même âge et d'établir leur ordre de succession complet, tout comme l'on pourrait le faire pour les dépôts du fond des mers actuelles au moyen de la série des monnaies qui y sont enfouies. Les fossiles ou les restes organiques du passé sont donc, dans toute la force du terme, les *médailles de la création,* et Cuvier qui a enseigné à les étudier en développant la méthode comparée, a très-bien dit : « Le géologue est un antiquaire d'un nouvel ordre. »

Nos considérations ont jusqu'ici roulé sur les formations par voie de sédiment aqueux dites *neptuniennes*, toujours plus ou moins disposées en couches, c'est-à-dire stratifiées, car elles sont de première importance en géologie, non-seulement comme fournissant par leurs

caractères organiques le plus de données sur l'histoire de la terre, mais aussi comme formant la majeure partie de la surface solide du globe, de sorte qu'on pourrait dire que si l'homme est fait de poussière, les montagnes sont faites de boue. Mais il se produit aussi des masses minérales d'une tout autre nature. Les éruptions volcaniques donnent lieu à des épanchements de matière en fusion, les laves, provenant évidemment de grandes profondeurs, et qui ne sont point stratifiées, se distinguant de plus par l'absence complète de fossiles et par la présence de substances cristalisées qui les composent plus ou moins entièrement. Les masses produites de cette manière sont parfois très considérables, ainsi l'éruption du Skaptar-Jokul, en Islande, qui fit périr, en 1783, dans ce pays si faiblement peuplé, pas moins de 9000 âmes, produisit deux coulées de lave de 20 et de 35 lieues de longueur sur 2 $^1/_2$ et 4 à 5 de largeur, avec une profondeur ordinaire de 100 pieds, allant sur certains points jusqu'à 600 pieds.

Des phénomènes de ce genre ont eu lieu, ainsi que la formation de dépôts sédimentaires, dès les temps très anciens, et l'ensemble de leurs produits constitue les *formations plutoniques*, comprenant celles qu'on appelle plus spécialement volcaniques ; elles sont moins développées que les roches stratifiées, mais elles comptent cependant pour leur bonne part dans la composition de l'écorce du globe.

Enfin il est une classe de roches stratifiées comme les formations neptuniennes, mais dénuées de fossiles et cristallines comme les roches plutoniques, que plusieurs nomment *métamorphiques*, parce qu'il y a des raisons pour les supposer le produit d'une transformation, d'une

métamorphose de dépôts sédimentaires ordinaires, mais qu'il est plus prudent d'appeler tout simplement *schistes cristallins*, leur origine étant encore enveloppée de ténèbres. Ce sont en général les roches les plus anciennes que nous voyons contribuer à former la charpente des continents, dans laquelle elles entrent aussi pour une part assez notable.

Ces trois ordres de roches et de formations — neptuniennes, plutoniques et les schistes cristallins — forment tout ce qui nous est connu de l'écorce du globe, et leur étude, tant pour ce qui concerne le passé que pour ce qui continue à se former encore actuellement, résume l'enseignement de la géologie.