

ours actuels se retirent dans des cavernes, et M. Buckland a remarqué en Angleterre même des couloirs très-étroits usés et polis par le frottement occasionné par le passage continu de ces animaux.

Le docteur Malcolson a fait en Asie, près d'Hydrabad, des observations qui viennent tout-à-fait à l'appui de celles du docteur Buckland.

« Plusieurs faits intéressans se sont présentés à moi dans une promenade que je fis dernièrement à une masse considérable de rochers de granite, séparés par des fentes profondes où se réfugient les hyènes et les *chittas*. A partir du pied d'une montagne peu élevée, ces fentes s'étendent à des profondeurs immenses. M'étant avancé dans une d'entre elles, je fus surpris de voir des quartiers de rocher couverts de stalagmite formée par l'eau qui coule des côtés de la fente à 40 pieds au-dessus, et plus encore de trouver que les côtés du passage étroit par où nous étions entrés avaient un poli très-fin. Mon compagnon l'attribua au passage des animaux, et de mon côté j'avais la même idée. En examinant d'autres endroits, nous ne rencontrâmes cette singularité que là où les animaux devaient nécessairement passer; et quand les angles s'avançaient en pointe vers le sentier, ces angles seuls avaient le poli. La caverne était basse, et dans les enfoncemens où je parvins en rampant, se trouvaient une quantité d'ossemens épars : on y voyait distinctement les traces du passage récent des animaux qui s'y réfugiaient. Les os y étaient pour la plupart brisés, et les excréments des hyènes contenaient de grands fragmens de côtes et autres ossemens en entier, etc. En examinant de plus près, je fus frappé du grand nombre de têtes de rats, et d'ossemens placés, par petits tas, évi-

demment hors de la portée des hyènes, et souvent même, en des points tout-à-fait isolés, au-dessous des fentes entr'ouvertes par le haut, les excréments des éperviers indiquaient à ne s'y pas méprendre que ces os étaient les restes de leurs repas. Une plume de vautour que nous trouvâmes parmi les ossemens ne nous laissa plus de doute à cet égard. Quelques-uns de ces os tenaient encore à la peau de l'animal et venaient d'être déchiquetés. Ce qu'il y a de singulier, c'est que la mâchoire supérieure et la mâchoire inférieure n'étaient point séparées, mais la chair en avait été nettement détachée pendant la digestion. D'autres os étaient entiers, mais disloqués. Les plus grands crânes étaient brisés par derrière. Dans un tas que je mis à part, se trouvaient les crânes et les ossemens de rats de trois espèces, d'écureuils, de chauve-souris et d'autres oiseaux. Si cette caverne eût eu une autre constitution, nous y aurions trouvé des fossiles. Il serait intéressant de pouvoir confirmer la supposition de Buckland sur les blocs polis dans les souterrains. L'étude des mœurs des animaux pourra surtout éclaircir cette supposition (1). »

Que l'on admette maintenant dans cette caverne la présence de l'eau charriant un limon rougeâtre, et entraînant des cailloux roulés quelquefois volumineux, on concevra très-facilement la création d'un dépôt ossifère analogue à ceux que nous connaissons.

Ce n'est pas cependant en servant de retraite à des animaux, que la plupart des cavernes ont été remplies d'ossemens; les faits que nous venons de rapporter plus

(1) *Asiatic Journal*. (Communication faite à la Société asiat. de Calcutta.)

haut sont plutôt des exceptions que la règle ; il suffit , pour le prouver , de dire que l'on a souvent trouvé des cavernes dont l'ouverture était si étroite que les animaux dont elles recèlent les débris n'auraient pu y pénétrer , ni ceux qui auraient eu la force d'y entraîner leur corps dépecé. D'ailleurs , l'état usé du plus grand nombre d'ossemens , la présence de fragmens de poteries et de fossiles humains sont autant de causes qui s'opposent à ce qu'on admette comme générales les explications que nous venons de donner. C'est à des cours d'eau souterrains qu'il faut attribuer les nombreux dépôts de ce genre qui existent partout. M. Marcel de Serres a parfaitement résumé les motifs qui autorisent cette opinion , dans une lettre écrite à M. Gay-Lussac (1) , et dont nous citons le passage suivant :

« La manière dont ces ossemens sont disposés annonce , ce me semble , qu'ils y sont arrivés séparés des animaux auxquels ils avaient appartenu , et réduits à l'état d'ossemens isolés. Aussi les y voit-on dispersés sur la plus grande partie du sol de la caverne , mélangés sans aucune espèce d'ordre , montrant parfois des indices d'un transport plus ou moins violent , et usés comme s'ils avaient été roulés , jamais réunis par familles , ni rapprochés en raison des habitudes des animaux qu'ils rappellent. Les carnassiers n'y sont pas plus nombreux que les herbivores , ni diversement situés. Les os des derniers ne montrent aucun indice qui puisse faire supposer qu'ils y ont été entraînés par les premiers , qui en auraient fait leur pâture ; ils ne présentent pas non plus , comme les os des herbivores découverts par M. Buckland en Angleterre , les marques des

(1) *Annales de chimie et de physique*, t. XXX, p. 216.

dents des carnassiers , ni rien qui indique qu'ils ont été rongés.

» D'ailleurs , comment les animaux que nous avons déjà signalés auraient-ils pu pénétrer vivans et entiers dans la caverne de Lunel-Vieil , puisque l'on n'y connaît aucune issue naturelle assez large pour que des lions , des tigres , des hyènes , et autres grands carnassiers qui s'y trouvent , aient pu y entraîner des bœufs , des chameaux , des cerfs , et enfin tous les grands herbivores que nous y avons signalés , pour les dévorer à leur aise ? La difficulté serait toujours la même , en supposant qu'ils y fussent venus naturellement. D'ailleurs , si les herbivores avaient servi de pâture aux carnassiers , les uns et les autres n'y seraient pas entassés sans ordre , ni dispersés pêle-mêle ; on les verrait au contraire réunis par familles , et disposés par lits successifs ; les ossemens des carnassiers seraient plus entiers que ceux des herbivores , et par la position diverse des uns et des autres dans le limon , on reconnaîtrait que les premiers y sont morts naturellement , et que les seconds y ont été entraînés pour être dévorés ; mais comme ils sont tous dans la même position , il est naturel d'en conclure qu'ils y ont été entraînés par une même cause.

» Cette cause paraît avoir été générale dans nos contrées méridionales , et avoir agi sur une multitude de points , en entraînant , soit dans des fentes , soit dans des cavités , une quantité plus ou moins considérable d'ossemens de quadrupèdes carnassiers et herbivores avec un petit nombre d'oiseaux.

» Cette cause a été probablement un cours d'eau , à en juger du moins par la nature du limon qui renferme les os , les cailloux roulés qui y sont mélangés , les sables et les graviers qui encombrent la partie sud

de la caverne elle-même. En effet, sa partie inférieure, surtout vers le sud, montre un assez grand nombre de sillons longitudinaux, légèrement flexueux, comme produits par le balotement des eaux, tandis que les points saillans, arrondis, présentent un poli plus ou moins parfait, dû quelquefois à un léger glaciaire. »

Le mode d'introduction des dépôts des cavernes par les ouvertures latérales ou supérieures, explique parfaitement les caractères et les anomalies que nous offrent ces débris. Nous pouvons de cette manière concevoir la dispersion d'ossements primitivement réunis, expliquer la présence des cailloux roulés et du limon, l'enfouissement plus ou moins grand des os, l'épaisseur variable des dépôts. Nous nous rendons compte bien facilement de ces couches superposées de stalactites qui, dans certaines cavernes, partagent les dépôts en plusieurs assises. Il suffit d'admettre de grandes crues qui, à certaines époques, sont venues recouvrir de nouveaux débris, une croûte que des infiltrations calcaires avaient formée quand l'eau avait cessé d'y couler. Ce ne sont pas des causes brusques et passagères, comme des déluges ou des cataclysmes, qui ont opéré ce dépôt, c'est le passage continu des eaux par les mêmes canaux.

De nos jours, nous voyons de semblables dépôts se faire dans les cavernes et dans les fentes des rochers.

M. Rouland, dans la séance de la Société de Géologie du 16 mai 1831, a cité l'exemple des grottes de Rancogne, à six kilomètres de la Rochefoucault et sur la rive droite de la Tardoire, où se forment habituellement des dépôts de limon et d'ossements d'animaux de l'époque actuelle, et où quelques-uns de ces dépôts commencent à se recouvrir d'une couche stalagmitique,

lorsque les effets du suintement pierreux des voûtes calcaires n'ont pas été dérangés par un retour trop prompt des inondations limoneuses de la rivière (1).

M. Tournal a vu dans les rochers de la Clape, près de Narbonne, une brèche osseuse formée par les débris d'un mouton tombé depuis moins de vingt ans dans une de ces crevasses. Ces ossemens étaient déjà rendus adhérens à la pierre par le limon rouge et l'exsudation calcaire. MM. Boblaye et Virlet ont vu former ce limon dans les bassins fermés de la Grèce, ils l'ont vu pénétrer dans les fentes ou *chasma*, qui se prolongent en longues et immenses cavernes; enfin, entre la saison des pluies, ils ont vu ces mêmes cavernes habitées par les renards et les chacals, qui, non-seulement y entraînaient leur proie, mais qui ont pu, dans plusieurs circonstances, être surpris eux-mêmes par une crue subite et être entraînés avec les autres débris, en sorte que les circonstances qui, isolément, peuvent produire des dépôts ossifères, se trouvaient réunies. Or, puisque l'on rencontre dans les cavernes des ossemens d'animaux encore existans et d'autres dont les espèces sont perdues, il est naturel de supposer que la formation de ces alluvions souterraines a commencé à une époque bien antérieure à la nôtre et se continue tous les jours sous nos yeux. Il est bien probable que si la fontaine de Vaucluse venait à tarir, si d'autres sources aussi abondantes situées dans le Jura venaient à se dessécher, on trouverait dans les cavernes sinueuses où elles coulent depuis si long-temps, de nombreux débris appartenant à des époques distinctes. Alors seulement, les stalactites n'étant plus dissoutes par les eaux, descendraient sur le limon et offriraient

(1) REBOUL, de la Période quaternaire, p. 86.

bientôt tous les caractères des cavernes à ossemens.

Il n'y a donc rien d'étonnant que l'on trouve dans des grottes semblables qui sont le lit d'anciens cours d'eau souterrains, des ossemens d'éléphant, de rhinocéros et même d'espèces entièrement perdues, avec des ossemens humains et des débris de poterie. Leur disposition doit seule donner quelques indices sur leur date relative. Encore peut-il se faire qu'après le dépôt de ces débris divers, une crue subite, produite par des causes qui peuvent être très-différentes, soit venue mélanger et confondre des ossemens dont la stratification eût indiqué les différences d'âge. Peut-être aussi l'homme était-il contemporain de ces animaux.

Il est remarquable que le limon qui contient les ossemens est presque toujours le même. Il est évidemment le produit de la décomposition des calcaires, qui tous contiennent plus ou moins d'oxide de fer. Ce dernier, exposé à l'air, passe à l'état de peroxyde rouge, se délaie et se laisse entraîner pour se déposer ensuite. Les brèches ont bien aussi un ciment calcaire, mais qui paraît le résultat d'une action chimique, tandis que le limon est déposé mécaniquement. On voit donc par ce qui précède, qu'ici, comme dans beaucoup d'autres circonstances, les causes qui ont donné naissance aux dépôts ossifères souterrains ne sont pas les mêmes;

Qu'en général ces causes ont été lentes et progressives, et que, dans quelques cas seulement, des crues subites ont pu saisir des animaux vivans ou déposer leurs cadavres;

Que les eaux ont charrié avec le limon les ossemens qui s'y trouvent ensevelis, et que ce transport a lieu depuis très-long-temps, puisqu'il s'effectue encore de nos jours, et qu'il a transporté autrefois des espèces qui n'existent plus maintenant.

La variété des espèces et leur rapprochement, ainsi que leur fréquence dans chaque localité, indiquent que ce sont généralement des circonstances locales qui ont le plus d'influence sur les dépôts d'ossemens, de sorte que l'on peut y rencontrer aussi des corps très-variés, tels que des coquilles d'eau douce, ou même des coquilles marines, comme on l'a déjà observé dans plusieurs brèches.

C'est à un phénomène tout-à-fait analogue à celui des brèches osseuses qu'il faut rapporter les fentes remplies que l'on a long-temps considérées comme des filons, et dont Werner s'était servi pour établir sa théorie. On doit d'autant mieux les comparer aux brèches osseuses, que souvent elles contiennent effectivement des ossemens, surtout quand elles sont remplies de minerais de fer en grains. Ces grains sont accompagnés d'une argile ocreuse rougeâtre qui les enchâsse et qui a du rapport avec le limon des cavernes. On y trouve les débris de l'*ursus spelæus*, si abondant dans les grottes ossifères, quelquefois le *rhinocéros*, le *cerf*, le *cheval*, le *mastodonte*, etc. Aussi M. Brongniart considère ces dépôts comme tout-à-fait contemporains des brèches osseuses (1).

D'autres gîtes, sans appartenir à la même époque, ont été évidemment remplis par en haut.

Un des plus remarquables, sans contredit, serait le Pulzenwerk de Joachimsthal en Bohême; il consiste en une grande masse cunéiforme de wake, intercalée dans le phyllade, dont il coupe les strates en même temps qu'il traverse plusieurs filons, sans en changer la di-

(1) Alex. BRONGNIART, *Annales des Sciences natur.*, août 1828 et janvier 1829.

rection; il atteint une profondeur de plus de 400 mètres, et sa largeur, qui, à la surface du terrain, excédait 100 mètres, ne se trouve plus que de 20 mètres à 300 mètres plus bas. Il renferme des pierres de diverses espèces et des débris d'êtres organisés, parmi lesquels on trouve des arbres entiers avec leurs branches et leurs feuilles à demi bituminisées, que les habitans du pays appellent bois du déluge, comme s'ils y eussent été portés et enfouis par le déluge universel (1).

Le gîte de Maria Loretta en Transylvanie, près de Fatzeberg, est encore fort curieux. Il consiste, selon de Born, en une fente cunéiforme remplie de grès en couches horizontales, et contenant une quantité d'or assez considérable pour être l'objet d'une exploitation importante. La présence de l'or dans cette crevasse serait difficile à expliquer, si l'on ne se rappelait que presque toutes les plaines de la Transylvanie et du Bannat contiennent des particules de ce métal.

On trouve aussi dans les mines de charbon un grand nombre de fentes que l'on désigne sous le nom de failles, et qui sont remplies, seulement par éboulement, des fragmens de couches environnantes, et d'autres dans le remplissage desquelles le charriage des eaux entre pour quelque chose.

On conçoit, en effet, que le transport des détritns dans des fentes ou dans des cavernes ait eu lieu depuis très-long-temps, et nous n'insisterons pas davantage sur des faits aussi faciles à saisir.

(1) FOURNET, *Études sur les dépôts métallifères*, p. 70.

CHAPITRE ONZIÈME.

DE LA FORCE CRÉATRICE DES EAUX

DE LA MER.

Si les eaux qui sont rassemblées dans les bassins de l'Océan étaient immobiles, elles n'auraient aucune action sur les côtes, et celles-ci resteraient sensiblement les mêmes, sans que leurs contours fussent altérés. On sait qu'il n'en est pas ainsi, puisque la mer est assujettie perpétuellement à trois mouvemens distincts qui peuvent se combiner ou agir isolément. Nous allons donc examiner successivement chacune de ces espèces de mouvemens, c'est-à-dire les *marées*, l'*action des vagues* et celle des *courans*.

ACTION DES MARÉES.

Il semblerait, au premier abord, que l'impulsion imprimée régulièrement aux eaux par l'attraction planétaire dût produire sur les côtes des effets d'érosion ou de transport en rapport avec la durée de cette force; mais c'est à peine si on aperçoit leur action. Dans les temps calmes, les lames qui résultent du flux et du reflux étant toutes douées d'un mouvement régulier, avancent sur la plage sans en soulever les galets, quelquefois même sans déranger les particules de sable sur lesquelles elles glissent pendant long-temps. Si les