

CHAPITRE V

L'AVENIR DE LA TERRE

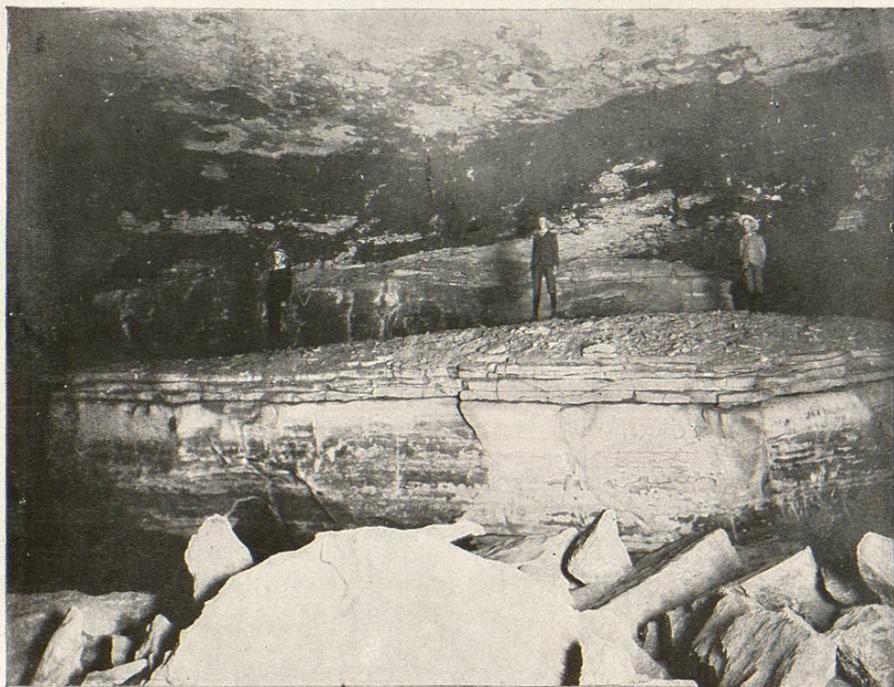
La surface de la Terre subit de constantes métamorphoses. Tantôt les montagnes surgissent à la place des vallées, tantôt les plaines succèdent à des reliefs accusés, tantôt enfin la mer abandonne les rivages qu'elle baignait autrefois; ou inversement, elle envahit les massifs continentaux et cherche à étendre son empire.

Les forces internes, toujours à l'œuvre, luttent pour la surrection du sol, alors que les agents extérieurs tendent à le niveler incessamment.

Ces agents de destruction, tout le monde les connaît, et chacun de nous en a éprouvé maintes fois les effets; ils ont leur siège dans l'atmosphère, et se manifestent sous des formes diverses: eau de pluie, eau de ruissellement, congélation, vents plus ou moins violents.

L'agitation de l'air provenant d'une rupture d'équilibre calorifique peut atteindre une intensité extraordinaire. C'est le vent qui transporte les particules fines et desséchées du sol à des distances fantastiques; on cite des nuages de poussières enlevées au Sahara et retombant après de longues pérégrinations au milieu de l'Atlantique. C'est encore le vent qui projette les mêmes particules avec des vitesses relativement considérables à la surface des roches, où elles exercent une action érosive parfois très marquée.

Rappelez-vous l'expérience des grains de sable tombant sur des morceaux d'acier, et creusant dans le métal de profondes rainures, et vous comprendrez mieux le phénomène de la corrosion. A la longue, les calcaires du Sahara prennent un poli analogue à celui du marbre; les cailloux s'arrondissent et rendent la marche des chameaux extrêmement difficile. A l'île de Sylt, dans la mer du Nord, les sables poussés par le vent contre les vitres des habitations les rayent, au point de leur enlever toute transparence.



LE CERCUEIL DU GÉANT DANS LA GROTTÉ GÉANTE DES ÉTATS-UNIS

Quand la roche est friable, le vent l'entraîne peu à peu, et c'est ainsi que se forment, suivant les circonstances, les roches perchées ou isolées. Quand une roche très dure vient à tomber sur un sol moins consistant, le vent, par son action prolongée, dégrade la base peu à peu, et, finalement, la roche plus dure apparaît comme sur un piédestal. On cite de curieux exemples, dans l'Arizona, de gros blocs de conglomérat tombant du haut des falaises sur le schiste qui en forme la base. Le schiste, moins dur, est désagrégé plus rapidement, et le bloc apparaît alors perché dans des conditions d'équilibre instable sur une colonne de schiste destinée à s'écrouler au premier jour.

Tous les points élevés sont soumis à l'action destructive du vent, qui tend ainsi continuellement à niveler la surface de la Terre.

Comparée à celle de l'eau, l'action du vent est cependant quantité négligeable. L'eau de ruissellement exerce constamment ses effets sur la masse de la terre ferme, dont elle charrie les fragments de plus en plus divisés vers les dépressions océaniques.

A son tour, la mer, lancée à l'assaut des rivages, ronge les continents, ruine le pied des falaises, et transporte à des niveaux inférieurs les matériaux provenant de cette érosion continue.

Toutefois, malgré les apparences contraires, l'eau douce exerce par la désagrégation des masses continentales des effets autrement puissants que ceux des vagues marines, et c'est pour cette raison qu'on a pu affirmer en la circonstance que chaque goutte de pluie mène le deuil de la terre ferme.

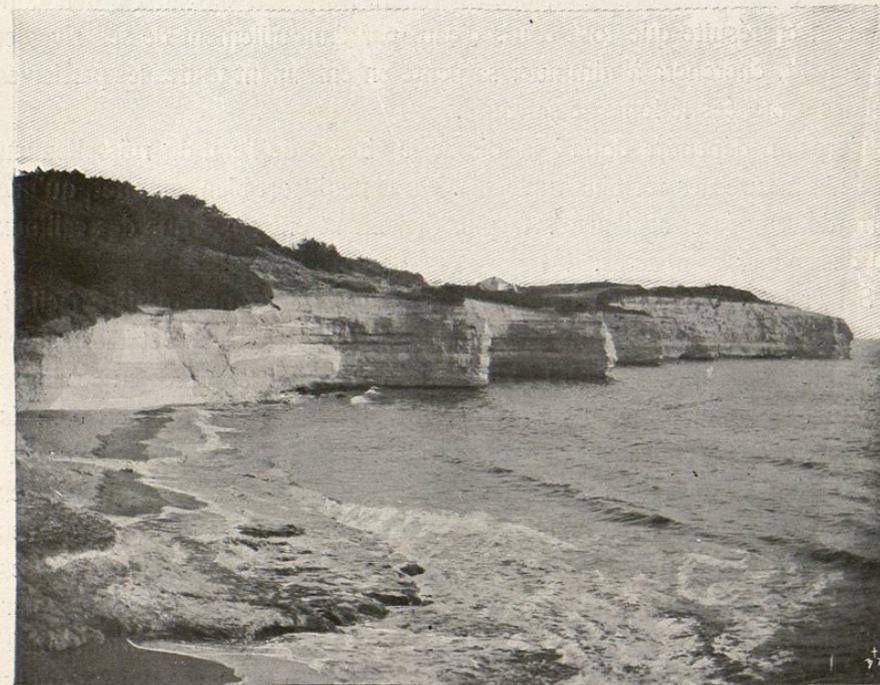
Des calculs approximatifs vont nous permettre de nous faire une idée de cette puissance plus formidable qu'on ne le supposerait au premier abord.

L'évaporation transporte dans l'atmosphère des quantités considérables de vapeur d'eau que la condensation précipite sur les 145 millions de kilomètres carrés formant les continents. Or, savez-vous quel est le volume de cette eau ainsi projetée à la surface du sol?

Répartie uniformément sur les reliefs continentaux, cette eau formerait une couche de 844 millimètres, ce qui nous donne un volume annuel de 122 500 kilomètres cubes.

En réalité, la distribution est très inégale.

Alors que dans certaines régions désertiques il ne tombe que quelques centimètres d'eau chaque année, ailleurs on en mesure plusieurs mètres. A Paris, la chute annuelle de pluie est de 0^m,54; elle est de 0^m,80 à l'embou-



LA CÔTE DE SUZAC, PRÈS DE ROYAN

chure de la Seine; de 1^m,57 au Settons, dans le massif du Morvan. En certains points de la Grande-Bretagne, il tombe jusqu'à 3^m,85, et même jusqu'à 4^m,72 d'eau. Enfin, à Cherra-Ponjee, au pied de l'Himalaya, les vents chauds des tropiques abandonnent en moyenne 12 à 14 mètres d'eau par an.

Cette eau qui tombe est loin toutefois de subir le même sort. Une partie plus ou moins considérable, suivant la température et l'état physique du globe, est restituée à l'atmosphère par évaporation. Celle-ci est parfois si intense, qu'on a pu dire que, dans la zone tempérée, les pluies estivales ne profitent pas aux cours d'eau. De ce chef, depuis le moment où la pluie tombe jusqu'à celui où l'eau tombée arrive à l'océan, près des 4/5 des précipitations atmosphériques se sont évaporés. Toutefois, une bonne partie de cette eau a eu le temps de fournir un travail d'érosion appréciable, et dont le mécanisme est facile à saisir.

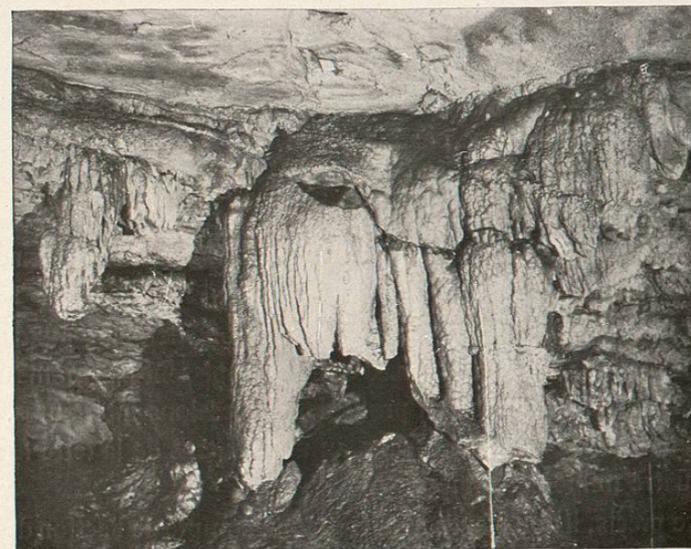
En descendant des régions élevées pour se rendre à l'Océan, l'eau est évidemment douée d'une certaine énergie qui agit d'une façon plus ou moins efficace, suivant les circonstances, pour modifier la forme des terrains qu'elle rencontre. Cette eau agira d'autant mieux que sa rapidité sera plus grande; animée d'une grande vitesse, elle dégradera les parois du canal qui la contient. Il en résulte que tout cours d'eau, par l'affouillement de ses rives et de son lit, cherchera à diminuer sa pente en entraînant toutes les particules solides arrachées le long de sa route.

L'érosion dépendra donc à la fois de la vitesse de l'eau de ruissellement et de la nature des terrains traversés. On conçoit fort bien, en effet, qu'une terre détrempeée et argileuse sera plus facilement entraînée que des cailloux ou des roches compactes.

S'il arrive que de gros blocs durs sont noyés dans une matière facile à désagréger, l'action des eaux sauvages tend à isoler les blocs et à les laisser en saillie à la surface du sol. Les blocs se trouvent ainsi placés en équilibre instable, jusqu'au moment où ils roulent au bas de la pente; ou bien ils demeurent entassés les uns sur les autres dans la position où l'enlèvement progressif des sables les a fait peu à peu descendre. Ainsi se sont produits les blocs perchés, les pierres branlantes et ces accumulations très pittoresques visibles dans les pays granitiques, sortes de cheminées naturelles formées de colonnes de roches friables surmontées et protégées par une pierre plus résistante. La Savoie nous offre de beaux exemples de ces formations, mais c'est au Colorado où ces *pyramides des fées* atteignent leurs plus grandes dimensions; on en cite quelques-unes de 100 mètres de hauteur.

Parfois, comme à Montpellier le Vieux, l'érosion a façonné les rochers de telle façon que, de loin, on pourrait prendre ces merveilleuses ruines naturelles pour des remparts crénelés, élevés à grands frais par le travail de l'industrie humaine.

Ainsi, le seul fait que la pluie tombe d'une façon plus ou moins violente sur notre globe tend à détruire les inégalités de terrain en entraînant le long des pentes toutes les parties friables. Mais quand l'eau tombée s'est réunie au fond des vallées pour former les rivières et les fleuves, son action est beaucoup plus efficace. Les fleuves qui affouillent continuellement leurs rives entraînent à la mer les matériaux désagrégés; en même temps, ils creusent



STALACTITES DANS LE CROGAN'HALL

leurs lits et modifient la région traversée jusqu'au jour où tout relief disparaît.

Vous pourrez surtout apprécier cette action corrosive sur le passage des *torrents*, dont le trait caractéristique est de résumer en un seul flot toute l'eau tombée pendant un certain temps sur un espace assez étendu. Des matériaux de toutes sortes sont ainsi arrachés aux flancs des montagnes et transportés dans les plaines inférieures. Une partie de ces détritiques arrivent enfin à l'embouchure des fleuves, pour former ces immenses *deltas* que nous offrent le Rhône, le Nil, le Gange et le Mississipi.

Dans ces conditions, il est facile de conclure que l'érosion suffisamment

prolongée doit avoir pour résultat définitif l'aplanissement complet des surfaces continentales au profit des dépressions océaniques.

En connaissant la valeur des matériaux enlevés à la terre ferme, et en supposant que cette action dynamique reste constante, il y a donc lieu de se demander quel temps il faudrait pour que tout le relief du globe disparût.

Plusieurs géologues se sont exercés à résoudre cet intéressant problème.

Sir John Murray a trouvé ainsi que les 19 principaux fleuves, pour un débit annuel de 3 610 kilomètres cubes, amenaient à la mer une masse de sédiments égale à 1 385 millièmes de kilomètre cube, soit $\frac{38}{100\ 000}$ du débit. Ce chiffre correspond à un apport dans l'Océan de 10 kilomètres cubes et demi environ. On sait, d'autre part, que la terre ferme peut être représentée par un plateau uniforme de 700 mètres d'altitude sur 145 millions de kilomètres carrés. Ce plateau perd donc chaque année une tranche de sept centièmes de millimètre. En tenant compte de toutes les influences, on arrive à la conclusion que la seule érosion continentale, à supposer qu'elle s'exerçât toujours dans les conditions actuelles, mettrait *sept millions* d'années pour amener la disparition complète de la terre ferme.

Si, en plus, on tient compte des espaces considérables auxquels tout écoulement maritime fait défaut, mais qui n'en subissent pas moins un abaissement constant de la surface au profit des dépressions intérieures, on peut réduire de moitié le chiffre nécessaire au nivellement de la terre ferme, soit trois ou quatre millions d'années.

Pour être précis, il nous faudrait encore tenir compte de l'action des vagues de l'Océan; mais cette action, nous l'avons déjà vu, est actuellement de beaucoup inférieure à celle des eaux courantes continentales.

Ainsi, en résumé, la mer ronge le littoral; les cours d'eau, et en général les eaux de pluies, les fleuves, les torrents, les vents même tendent constamment à niveler les reliefs et à les précipiter dans la mer. Le globe terrestre marche donc par ce seul fait vers un état de plus en plus stable, vers une forme de moins en moins destructible, où toute énergie provenant de la pesanteur aura entièrement disparu.

Mais le raisonnement ne peut être valable que si d'autres agents, internes ceux-là, et souvent puissants, ne viennent pas sans cesse bouleverser l'écorce et faire surgir de nouvelles montagnes, comme cela s'est produit à toutes les périodes géologiques.

De nos jours encore, de violents *tremblements de terre* nous avertissent que l'écorce superficielle est loin d'avoir trouvé son équilibre.

A chaque instant, cette croûte est soumise à des frémissements que nos sismographes enregistrent.

La ligne inscrite par l'instrument n'est jamais une ligne droite, elle est toujours plus ou moins ondulée, suivant l'amplitude de ces frémissements. Les courbes obtenues ont reçu le nom de *sismogrammes*.

L'étude attentive des sismogrammes a fourni des renseignements extrêmement intéressants au sujet de la constitution interne de notre globe. Ils nous ont appris, par exemple, que l'épaisseur de l'écorce solide de notre planète a tout au plus 50 à 60 kilomètres, et que l'intérieur même de la Terre a une constitution toute spéciale, sa rigidité étant au moins deux fois plus grande que celle de l'acier.

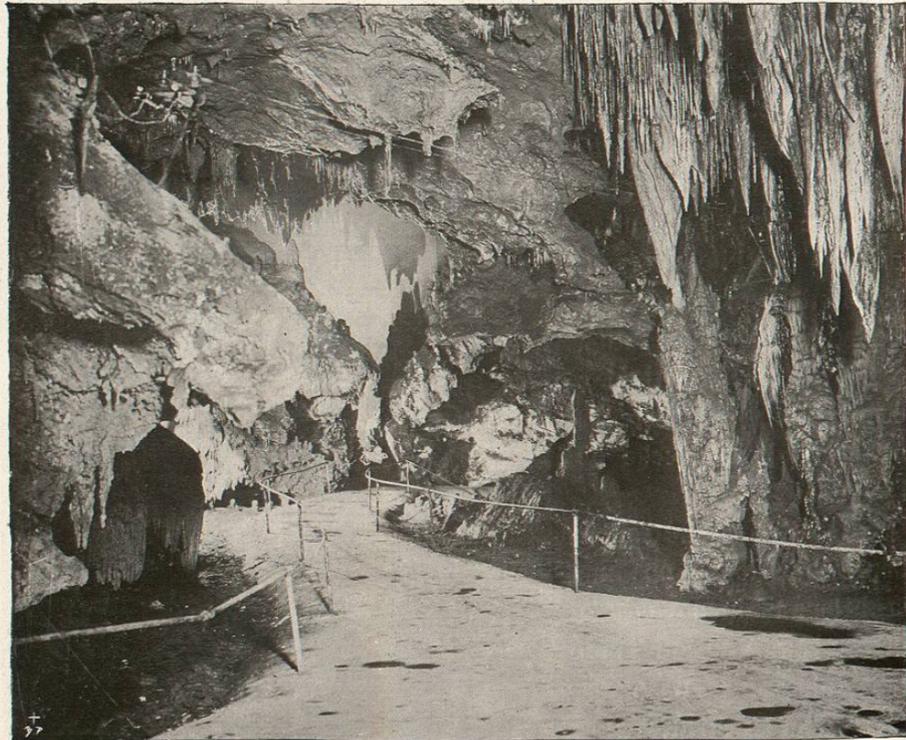
On avait remarqué d'autre part depuis longtemps que la chaleur augmente avec la profondeur. A quelques mètres au-dessous du sol, la température demeure constante et voisine de la température moyenne annuelle du lieu d'observation. Si l'on creuse un puits vertical, on voit qu'en général il faut descendre à 30 ou 35 mètres pour un accroissement de 1 degré centigrade. Cette profondeur, qu'il faut parcourir pour une augmentation de 1 degré de température, est ce que les géologues ont appelé le *degré géothermique*.

La loi semble se vérifier jusqu'à une profondeur de 2 kilomètres, point extrême atteint par les sondages; mais que sont ces 2 kilomètres, comparés au rayon de la Terre, dont la valeur moyenne est d'environ 6 350 kilomètres? C'est à peine une égratignure sur une telle épaisseur.



CONCRÉTIONS CALCAIRES DANS UNE GROTTÉ AUX ÉTATS-UNIS

Cependant, si la loi subsiste, nous devrions avoir une température de 2 000 degrés à une profondeur de 70 kilomètres. Aucune roche, aucun métal ne saurait résister à la fusion dans ces conditions. A partir de ce point jusqu'à 300 kilomètres au-dessous de la surface environ, la matière doit être dans un état de fluidité pâteuse dont nous n'avons pas d'exemple sous les yeux, puisque les pressions qu'elle supporte dépassent tout ce que nous avons pu réaliser dans nos laboratoires.



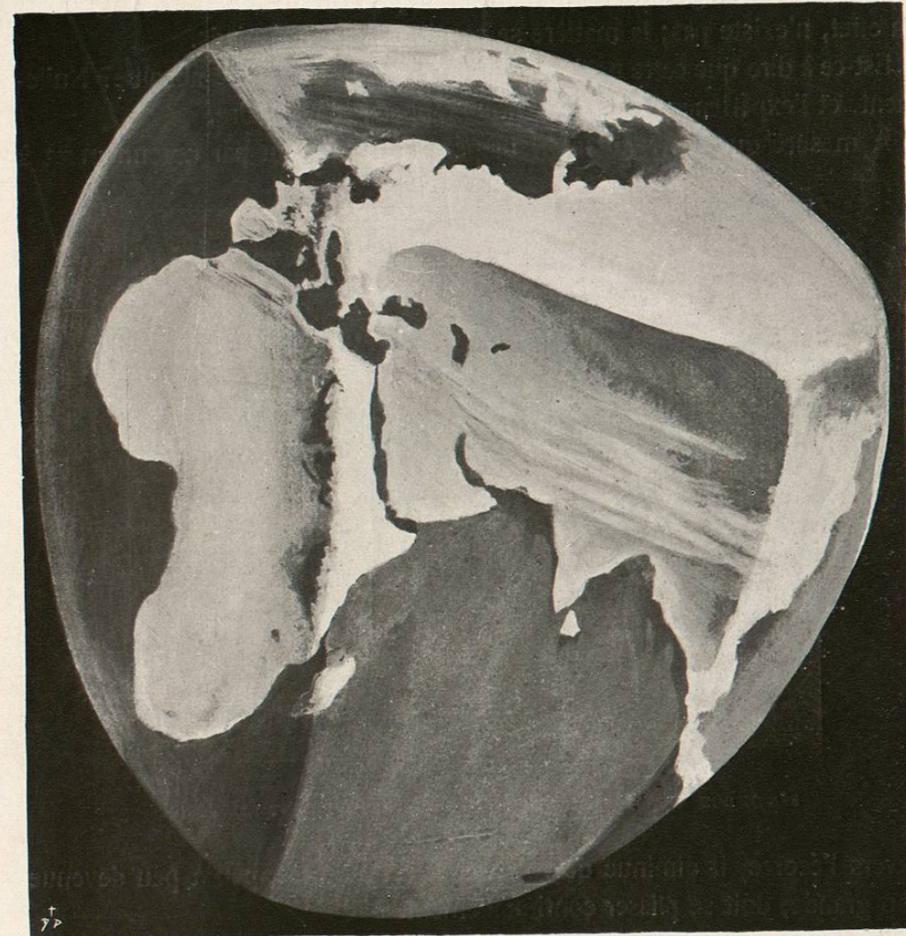
VUE D'UNE GALERIE DANS UNE GROTTÉ

Après cette couche de 300 kilomètres, et malgré la pression, la chaleur est trop considérable pour permettre aux substances un état différent de l'état gazeux.

L'astronomie, d'ailleurs, nous fournit d'autres preuves de la très haute température de l'intérieur de notre globe. Les lois immortelles découvertes par Képler et Newton ont permis de peser la Terre et d'obtenir ainsi sa densité moyenne. Cette densité vaut cinq fois et demie celle de l'eau environ. Mais ce n'est là qu'une densité moyenne; à la surface, les matériaux ont

pour densité un peu plus de 2; par compensation, ceux de l'intérieur doivent être beaucoup plus lourds, et leur densité se rapproche du chiffre 7, c'est-à-dire de la densité du fer et des métaux.

D'autre part, l'aplatissement de la Terre conduit à cette conclusion, que



LA TERRE N'EST PAS TOUT À FAIT RONDE : ELLE TEND, SOUS L'INFLUENCE DE LA CONTRACTION CAUSÉE PAR LE REFROIDISSEMENT, À PRENDRE LA FORME D'UNE PYRAMIDE AVEC QUATRE FACES ET QUATRE SOMMETS

(D'après l'abbé TH. MOREUX.)

les matériaux doivent être distribués par couches de densité successivement croissantes de la surface à l'intérieur, suivant une loi qui ne saurait s'appliquer qu'à un fluide.

Nous voilà donc arrivés, par des moyens très différents, à ce résultat déjà