

tration ne doivent donc avoir que des trajets souterrains très bornés. Chaque filet liquide achève son cours, pour ainsi dire, isolément et sans se fortifier par l'addition des filets voisins. L'expérience montre, en effet, que, dans les terrains de cette espèce, les sources sont très nombreuses, très peu abondantes, et qu'elles sourdent à de faibles distances de la région dans laquelle l'infiltration des eaux pluviales s'est opérée.

Les *terrains secondaires* ont, comme nous l'avons vu, la forme d'immenses bassins; c'est-à-dire qu'après avoir été presque de niveau dans une grande étendue, ils se relèvent de manière à circonscrire la partie horizontale dans une enceinte de collines ou de montagnes. Nous ajouterons que les roches secondaires sont disposées par couches; que certaines de ces couches, d'ailleurs fort épaisses, se composent de sables en partie désagrégés et très perméables; qu'en se relevant vers les extrémités des bassins, ces couches perméables se présentent à nu sur les flancs des collines ou des montagnes; que les eaux pluviales peuvent, par infiltration, y aller former des nappes liquides continues; que ces nappes, lorsque les couches ont une forte déclivité, ne sauraient manquer de se mouvoir avec vitesse vers les parties basses; que dans leur marche les eaux courantes entraînant peu à peu le sable, et même des portions de roches environnantes, des rivières souterraines doivent remplacer certaines parties du massif originaire, et opérer de grands vides là où primitivement tout se touchait.

Les *terrains tertiaires* sont composés, comme nous l'avons vu, d'un nombre plus ou moins considérable de couches superposées. Ces terrains, comme les secondaires, affectent la forme de bassins, mais de dimensions beaucoup moins étendues; cette forme résulte du redressement des couches. Dans l'acte de redressement de la masse totale de ces terrains, toutes ces couches le plus ordinairement se déchirent, se morcellent: il en résulte qu'elles se montrent au jour sur les flancs et les sommets de collines. Dans la série des couches de diverses natures qui, rangées en tout lieu, suivant un ordre constant, composent les terrains tertiaires, se trouvent à *plusieurs étages* des couches de sable perméables. Ces couches, les eaux pluviales doivent les parcourir d'abord dans la partie très inclinée, en vertu de la pesanteur du liquide; ensuite, dans les branches horizontales, à raison de la pression exercée par l'eau que les portions relevées des couches n'ont pas encore laissé écouler. Il faut donc s'attendre, en chaque localité, à trouver au sein du massif tertiaire autant de nappes liquides souterraines qu'on y comptera d'étages distincts de couches sablonneuses reposant sur des couches imperméables. Sous le rapport de la manière d'être, ou du gisement

des eaux, les terrains secondaires et tertiaires peuvent donc être assimilés entre eux; mais dans les terrains secondaires les phénomènes se passent sur une plus grande échelle, à raison de la prodigieuse épaisseur des couches, de leurs alternances moins fréquentes et de la force des cours d'eau intérieurs; c'est ainsi qu'on explique encore comment les sources naturelles des terrains secondaires sont à la fois si rares et si abondantes.

On peut facilement se rendre compte de la force qui soulève les eaux souterraines et les fait jaillir à la surface du sol. Si l'on verse de l'eau dans un tuyau recourbé en forme d'U, elle s'y met de niveau; elle se maintient dans les deux branches à des hauteurs verticales exactement égales entre elles. Supposons que la branche de gauche de ce tuyau débouche par le haut dans un vaste réservoir qui puisse l'entretenir constamment plein, que la branche de droite soit coupée vers le bas, qu'il n'en reste qu'une petite partie *dirigée verticalement*, que celle-ci, enfin, soit fermée par un robinet; lorsque ce robinet sera ouvert, l'eau jaillira dans l'air, de bas en haut, par le tronçon de la branche droite, jusqu'à la hauteur où elle s'élevait quand cette branche existait tout entière. Elle remontera de la quantité dont elle était descendue, à partir du niveau du réservoir qui alimente sans cesse la branche opposée.

Si nous examinons maintenant la manière dont les eaux pluviales pénètrent dans certaines couches de terrains stratifiés; si nous nous rappelons que c'est seulement sur le penchant des collines, ou à leur sommet, que ces couches se montrent à nu par leur tranche, que c'est là qu'est leur prise d'eau, qu'elle a donc lieu sur les hauteurs; si nous nous rappelons qu'après être descendues le long des collines elles coulent horizontalement dans les plaines; qu'elles sont comme emprisonnées entre deux couches imperméables de glaise ou de roche; si on pratique dans ces plaines un trou de sonde, ce canal deviendra la seconde branche du siphon renversé, et le liquide s'élèvera dans ce trou de sonde à la hauteur que la nappe correspondante conserve sur les flancs de la colline où elle a pris naissance. Dès lors, tout le monde doit concevoir comment, dans un terrain horizontal donné, les eaux souterraines, placées à divers étages, peuvent avoir des forces ascensionnelles différentes; dès lors, tout le monde expliquera pourquoi la même nappe jaillit ici à une grande hauteur, tandis que plus loin, elle ne monte pas jusqu'à la surface du sol. De simples inégalités de niveau deviendront la cause suffisante, la cause naturelle de toutes ces dissemblances. Quelques unes de ces fontaines, par exemple celles de Lillers, en Artois, jaillissent au milieu d'immenses plaines. La plus insignifiante colline ne se montre d'aucun côté; il faut alors chercher à 15, 30 lieues,

milieu, ils sont recouverts ou par les calcaires grossiers parisiens, qui, des bords de la Seine, s'étendent jusqu'en Belgique, ou par les grès de Fontainebleau, qui, partant de la rive gauche du fleuve parisien, s'étendent au-delà de la Loire.

Si maintenant nous traversons la France depuis Paris jusqu'au Rhin, et si nous présentons la coupe géognostique de cette ligne d'après M. Huot, nous voyons, figure 199 (page 675), la craie qui sert de base aux assises du terrain tertiaire du bassin parisien apparaît à Sésanne, se continue au-delà de Vitry-le-Français. Nous rencontrons Saint-Dizier, bâti sur les couches néocomiennes qui précèdent le lias. A Épinal on trouve le grès bigarré vosgien, qui est superposé aux roches métamorphiques, gneiss, micaschiste, qui eux-mêmes reposent sur le granite. Par-delà les pics granitiques, on retrouve les roches métamorphiques, le grès rouge, le grès vosgien, le lias, l'oolithe et les couches secondaires qui le recouvrent, et on arrive ainsi à Colmar et puis au Rhin.

Selon M. Burat, la production minérale de la France peut être appréciée par les chiffres suivants pour l'année 1840.

	Quintaux métriques.	Valeur.
Houille	52,000,000	50,000,000 fr.
Tourbe	4,472,000	5,652,000
Bitumes	25,000	456,000
Sel gemme	500,000	4,600,000
Terres alumifères	120,000	1,780,000
Carrières de toute espèce	»	50,000,000
Minerais de fer	40,091,000	15,500,000
Minerais divers	280,000	626,000
		104,614,000

Cette valeur est encore augmentée par les arts métallurgiques, pour l'industrie de fer de 116,830,000 fr., et pour les autres métaux de 756,000 fr.

Résumé sur les révolutions du globe et coup d'œil sur les animaux et les végétaux qui en peuplaient la surface aux diverses époques géologiques.

En revenant sur l'ensemble des faits que nous avons exposés, on ne peut manquer d'être frappé du spectacle des vicissitudes infinies auxquelles a été exposé le globe que nous habitons; on ne saurait trop admirer cette succession d'êtres que Dieu a créés avant de placer l'homme sur la terre. Nous allons jeter encore un coup d'œil sur les phases diverses de ces grands événements.

Dans les *terrains primaires*, on ne trouve que des débris d'animaux et de plantes d'une organisation très simple. Parmi les animaux fossiles on remarque des zoophytes, crustacés ou mollusques dont il n'existe plus de représentants parmi les espèces vivantes; tels sont les Encrines, les Trilobites, les Orthocératites, les Productus.

Au nombre des végétaux se trouvent principalement des Cryptogames appartenant aux familles des équisétacées et des fougères. Ce qui ne caractérise pas moins bien cette période, ce sont les dépôts d'anthracite, c'est-à-dire de houille sèche, qui sont sans contredit les vestiges de la végétation primitive du globe.

Dans les *terrains secondaires*, les fossiles sont plus abondants que dans la période primaire. Ce sont encore des polypiers, des mollusques et quelques vertébrés à sang froid, comme des poissons et des reptiles extraordinaires, mais pas d'animaux à sang chaud. Parmi les végétaux, ce sont, en général, des cryptogames ou des monocotylédones, mais peu ou point de dycotylédones.

Les *terrains tertiaires* sont caractérisés par la grande quantité d'ossements fossiles appartenant aux oiseaux et aux mammifères qu'ils renferment. Dans les terrains secondaires, au contraire, nous avons vu que les animaux à sang chaud étaient à peine représentés par quelques débris épars. Le nombre des coquilles est également très grand, et à mesure qu'on s'élève dans la série des formations tertiaires, les coquilles fossiles ressemblent de plus en plus à celles qui vivent encore dans nos mers et nos ruisseaux.

Ce qui n'est pas moins remarquable, c'est que dans ces terrains il existe une sorte d'alternance de dépôts occasionnés par les eaux douces, avec les formations marines, ce que l'on reconnaît facilement à la nature des coquilles qui y sont renfermées. En général, ces terrains sont assez limités et occupent des bassins circonscrits; souvent leurs couches sont horizontales, et lorsqu'ils sont coupés par des vallées, il y a correspondance exacte entre les couches des plateaux qui séparent ces vallées: c'est ce que l'on remarque si bien, par exemple, dans les collines du nord de Paris, Montmartre et Ménilmontant, dont les couches sont de même nature et dans la même position, malgré l'énorme vallée qui les sépare.

Les plantes dycotylédones, si rares jusqu'à présent, sont au contraire extrêmement abondantes dans les terrains tertiaires.

Dans les couches les plus inférieures, on trouve d'abord des Baleines, des Dauphins, des Lamentins, des Phoques, en un mot, des mammifères marins. Ce n'est que plus haut que se montrent les mammifères terrestres, et parmi ceux-ci, ce sont plus particulièrement des animaux herbivores, appartenant soit à des genres d'espèces encore actuellement vivantes, soit à des genres entièrement perdus, comme les *Palaotheriums*, etc.

Ce qui caractérise les derniers dépôts du terrain tertiaire, c'est la présence des débris d'Éléphants, d'Hyènes et d'Ours, différents des espèces actuellement vivantes, et ces cadavres de Mammouths ou Éléphants velus que l'on trouve enfouis sous les glaces de la Si-

bérie, avec leurs poils et même leurs chairs. Ces espèces, perdues aujourd'hui, appartenaient aux animaux qui peuplaient la surface de la terre au moment où éclata le cataclysme auquel est due la formation des derniers dépôts tertiaires.

PRINCIPALES CATASTROPHES DU GLOBE. — Si les matériaux enfermés dans le sein de la terre n'avaient fait au-dehors aucune irruption, toutes les couches sédimentaires qui revêtent sa surface seraient rigoureusement superposées les unes sur les autres et elles seraient toutes recouvertes par une mer sans limites, les animaux terrestres n'existeraient pas; mais des soulèvements successifs ont relevé les terres au-dessus des eaux, et comme nous l'apprennent les saintes Écritures, *l'aride parut*.

Soumises à l'influence successive des causes des dénudations, ces élévations ont diminué avec le temps, les mers se sont comblées, et les eaux auraient repris leur ancien empire, si des soulèvements nouveaux n'étaient venus relever les terres. M. Élie de Beaumont, en étudiant ces grands phénomènes, est parvenu à retracer l'histoire de ces premiers temps du monde, à fixer l'âge et la direction des soulèvements principaux qui ont à tant de reprises bouleversé la surface du globe.

Voici comment on a pu fixer l'âge de ces divers soulèvements. Si dans une localité on remarque des couches sédimentaires inclinées, relevées, on peut être certain qu'elles ont été dérangées de leur position primitive et qu'il y a eu soulèvement. L'époque de cet événement ne peut d'abord être déterminé; mais si au pied des prominenances produites par ces couches redressées on trouve d'autres sédiments caractéristiques en couches horizontales, on peut alors être certain que le soulèvement des premières a eu lieu avant la formation des secondes, qui se trouvent encore dans l'état sous lequel elles ont été déposées. En étudiant l'âge des couches soulevées, la direction de ces lignes de soulèvement, qui, en général, est régulière, M. Élie de Beaumont a pu établir treize systèmes de soulèvements parfaitement distincts.

Premier soulèvement. — Il a été produit entre le terrain cambrien et le terrain silurien. On le désigne communément sous le nom de *système de Hundsbruck*. Ce système de soulèvement se remarque dans un grand nombre de lieux, c'est la direction dominante des roches métamorphiques, gneiss, micaschiste, etc.; telles sont les montagnes de la Corse et d'une partie de la Bretagne.

Deuxième soulèvement, entre le terrain silurien et le terrain houiller. — Il est connu sous le nom de *système des Ballons* ou des *Vosges*. Ce système, postérieur au précédent, et antérieur au terrain houiller, comprend plusieurs lignes de dislocation de la Bretagne

et du Cotentin, diverses crêtes, divers escarpements dans les Vosges, et donne en général au Harz les formes les plus prononcées de son relief.

Troisième soulèvement, entre le terrain houiller et le terrain pé-néen. — Ce soulèvement est connu sous le nom de *système du nord de l'Angleterre*. Il a été caractérisé par une série d'événements dirigés parallèlement du nord au sud, en s'écartant environ de 5° vers l'ouest et l'est. Ce système se fait remarquer par de grandes fractures qui s'étendent de la latitude de Derby jusqu'au nord de l'Écosse; il s'en retrouve des traces aux environs de Bristol; et sur le continent, quelques lignes de fracture du Bocage se montrent dans le même sens, ainsi que diverses fractures de la montagne de Tarrare, du département du Var et de la Corse.

Quatrième soulèvement, entre le terrain pé-néen et le grès vosgien. — M. de Beaumont appelle ce quatrième soulèvement le *système des Pays-Bas et du sud du pays de Galles*. Ce soulèvement n'a produit que de faibles protubérances à la surface du sol. C'est moins un soulèvement qu'une catastrophe de dislocation qui a déterminé la production d'un grand nombre de failles, et a replié et contourné toutes les couches existantes, et particulièrement les terrains houillers qui se dirigent de l'est à l'ouest depuis les environs d'Aix-la-Chapelle jusqu'aux petites îles de la baie Sainte-Brice dans le pays de Galles.

Cinquième soulèvement, entre le grès vosgien et le trias (ou soulèvement du système du Rhin). — Il a donné naissance aux montagnes qui forment la vallée du Rhin, entre Bâle et Mayence, et qui sont dirigées du nord-nord-est au sud-sud-ouest. Un grand nombre de fractures antérieures au trias se remarquent dans les montagnes qui séparent la Saône et la Loire, et dans le midi de la France jusque sur le littoral du département du Var.

Sixième soulèvement, entre le trias et le terrain jurassique (ou système de Thüringerwald). — Cet événement a produit le soulèvement de montagnes qui sont, en général, dirigées du nord-ouest au sud-est. Ce système comprend d'abord les montagnes de *Thüringerwald* et de *Böhmerwald*, qui forment les limites naturelles entre la Bavière, la Saxe et la Bohême. On peut les étudier depuis Cassel jusqu'à Linz.

Ce système offre en France quelques saillies moins importantes; les plus remarquables sont celles du *Morvan*. On peut les remarquer près d'Avallon et d'Autun; et dans plusieurs parties du Poitou et de la Bretagne.

Septième soulèvement, entre le terrain jurassique et le grès vert (système de la Côte-d'Or). — Ce système est dans une direction

inverse du précédent; il se dirige du nord-est au sud-ouest. Il a eu une influence assez considérable sur la configuration de la France; il a modifié la longue ligne du Jura et celle des Cévennes. Ce redressement est lié avec certains flots granitiques qu'on trouve dans la même direction en Bourgogne, dans le Forez, dans les Vosges, et jusque dans l'Erzgebirge en Saxe.

Huitième soulèvement, entre les deux terrains crétacés (système du mont Viso). — Ce soulèvement, dirigé du sud-sud-est au nord-nord-ouest, a déterminé une foule d'élévations qui comprennent, entre le mont Viso, une série de crêtes qui courent de Nice à Lons-le-Saulnier, et qui lient ainsi les Alpes avec le Jura. On reconnaît également ce soulèvement dans l'île de Noirmoutiers, dans la Vendée et dans la province de Valence en Espagne. C'est la même catastrophe qui a déterminé en Grèce le soulèvement du Pinde.

Neuvième soulèvement, entre la craie supérieure et le calcaire parisien (système des Pyrénées). — Cette catastrophe a été une des plus étendues qui aient ébranlé la surface du globe. Elle a donné naissance à la chaîne des Pyrénées et à plusieurs autres montagnes dirigées parallèlement de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est. C'est à cette époque que notre continent s'est en grande partie relevé du sein des eaux.

Il faut rapporter encore à ce soulèvement les Apennins, les Alpes Juliennes, les Karpathes, et une foule d'autres qu'on suit à travers la Croatie, la Bosnie, les Balcans, et jusque dans la Grèce.

Dixième soulèvement, entre le calcaire parisien et la molasse (système de Corse). — Ce soulèvement a produit les montagnes sardo-corses et diverses autres élévations dirigées du nord au sud, telles que celles qui, dans l'intérieur de la France, bordent les vallées de la Limagne et de l'Auvergne, de la Haute-Loire et de la Bresse.

Ce soulèvement n'est plus marqué, comme dans les systèmes précédents, par le redressement des couches formées immédiatement avant cette catastrophe, par la raison que le calcaire parisien, qui caractérise ce soulèvement, manquait dans les lieux où il s'est opéré. L'absence de ce dépôt a une signification positive: le sol était alors élevé au-dessus des mers dans lesquelles ce dépôt se formait. Mais comme il s'est produit plus tard des dépôts marins analogues à la molasse dans ces mêmes localités, il en faut conclure que le sol, qui se trouvait alors élevé au-dessus de la mer, a dû, par un affaissement, être de nouveau couvert par les eaux de la mer.

Onzième soulèvement, entre la molasse et le terrain subapennin (système des Alpes occidentales). — Ce système, qui se dirige du

sud-ouest au nord-est, a produit le redressement des couches de molasse quelquefois à de grandes hauteurs, aussi bien que la craie, les dépôts jurassiques et ceux qui les ont précédés. Les seules couches horizontales qui n'ont point éprouvé de dislocation sont celles du terrain subapennin. Les matières qui ont percé la croûte de la terre pour produire le Mont-Blanc, le Mont-Rose et d'autres cimes qui dominent l'Europe, sont des espèces de granite qui ont paru à la surface du globe peu de temps avant les dépôts tertiaires les plus modernes: ainsi voilà du granite plus nouveau que les dépôts les plus récents.

Le soulèvement des Alpes occidentales a donné lieu aux chaînes si élevées du Dauphiné, de la Savoie et de la Provence, et s'est prolongé fort avant, tant au nord qu'au midi.

Douzième soulèvement, entre le terrain subapennin et le diluvium (système des Alpes principales). — Cette catastrophe semble avoir déterminé la plus grande partie du relief actuel de l'Europe; sa direction est de l'ouest-sud à l'est-nord. A cette époque ont surgi les montagnes qui s'étendent du Valais et du Saint-Gothard jusqu'en Autriche, et la plus grande partie de l'Europe offre des marques nombreuses de l'influence de ce grand soulèvement, qui a remué de fond en comble le sol européen.

Treizième soulèvement, après le diluvium, et peut-être quelques alluvions modernes (système du Ténare). — C'est la catastrophe la plus récente qu'on ait pu connaître en Europe, à une époque où nos mers étaient peuplées des êtres qui y vivent aujourd'hui. Ce système a laissé des traces en Provence, près de Nice, en Sardaigne, en Sicile, dans les champs phlégréens.

Peut-être faut-il rapporter à ce soulèvement l'apparition de la Somma, du Stromboli, de l'Etna, et celle des volcans éteints du Vivarais et de l'Auvergne.

M. Élie de Beaumont, qui a établi sur des preuves positives cette admirable théorie des soulèvements, remarque qu'outre les systèmes de direction qu'on a pu étudier sur de grandes surfaces, il en existe beaucoup d'autres qui sont orientés de diverses manières qu'on parviendra à grouper par des études ultérieures.

Si, après avoir étudié les principales révolutions du globe, nous cherchons à jeter un coup d'œil sur l'avenir des habitants actuels de la terre, nous devons reconnaître que la cause de catastrophes successives du globe n'a pas perdu toute sa puissance; les tremblements de terre si fréquemment observés dans les lieux les plus divers, viennent nous avertir que quelque nouvelle dislocation d'une grande partie du globe n'est pas impossible; mais il faut ajouter que tout nous annonce que cette cause a perdu son intensité pre-

mière, par suite du refroidissement successif de la terre, qui nous est prouvé par tant de faits géologiques si importants, et que nous ne saurions méconnaître quand nous retrouvons dans le sol qui est sous nos pas, les arbres et les animaux qui ne peuvent plus exister aujourd'hui que dans les régions tropicales.

Si la terre continue à se refroidir, si le sol n'éprouve plus de grands soulèvements, les eaux courantes entraîneront à la longue dans le sein des mers les fragments des roches désagrégées, les eaux reprendront leur ancien empire et la température s'abaissant continuellement, la terre sera enveloppée presque de toutes parts d'une couche de glace.

Mais hâtons-nous de reconnaître notre profonde ignorance sur les secrets desseins de notre divin Créateur.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

PREMIÈRE PARTIE.

ZOOLOGIE.

<i>Notions préliminaires, ou Considérations générales sur les corps et sur la distinction à établir entre les corps bruts et les êtres organisés.</i>	1
Caractères généraux des êtres organisés	2
Considérations générales sur la manière d'étudier les êtres organisés.	4
Division des êtres organisés en deux groupes. Base de cette division :	
<i>Zoologie, Botanique.</i>	5
Caractères généraux des animaux.	6
SECTION 1 ^{re} . — Notions d'anatomie et de physiologie.	7
Préliminaires sur les tissus dont se compose le corps des animaux . .	<i>ib.</i>
Coup d'œil sur l'ensemble des phénomènes qui se manifestent chez les animaux.	12
Classification des fonctions.	<i>ib.</i>
Histoire des principales fonctions considérées d'une manière comparative dans toute la série animale.	14
<i>Fonctions de nutrition</i>	<i>ib.</i>
Absorption.	<i>ib.</i>
Exhalation.	17.
Digestion. Bouche, — dents.	17 à 26
Sang.	26
Circulation.	27
Respiration	52 à 55
Expériences de MM. Audral et Gavarret sur la quantité d'acide carbonique exhalé par le poumon dans l'espèce humaine.	36
Assimilation	57
Sécrétions et excrétions.	58
Liquides sécrétés. Urine, — bile, — lait, — sueur	40
Chaleur animale	42
<i>Fonctions de relation.</i>	45
Système nerveux de l'homme	47
Cerveau. Moelle épinière	48 à 51
Sensibilité.	52
Influence de l'axe cérébro-spinal.	54
Nerf grand sympathique.	56
<i>Organes spéciaux des sens</i>	<i>ib.</i>
Sens du toucher. Peau	57