

Le second étage ou *aquitaniens* marque un état de choses tout différent. La mer a quitté pour toujours les contrées du nord, où elle ne réclamera plus que d'insignifiants territoires. A la surface du continent européen, une abondante humidité entretient de grandes nappes lacustres, entourées d'une végétation luxuriante, et le soulèvement alpin est préparé par des mouvements du sol qui activent en Suisse la sédimentation, déterminant le dépôt de conglomérats et de grès tendres, dits *mollasses*, destinés à devenir encore plus caractéristiques de la période suivante.

Bassin de Paris. — L'invasion de la mer s'annonce dans le bassin de Paris par des *glaises à cyrènes*, c'est-à-dire à fossiles saumâtres, qui viennent recouvrir les marnes du gypse en les débordant au sud et sont bientôt remplacées par un dépôt de *glaises vertes* très constantes. Il est vrai que l'eau douce reprend un moment le dessus, faisant naître dans la Brie un grand lac, où se déposent, avec des marnes, des calcaires siliceux et des meulière (*meulière de la Brie*), des travertins compacts, comme le beau calcaire de Château-Landon et de Souppes, auquel se rattachent les travertins de Briare et de Cosne, sur la Loire.

Mais la mer revient de nouveau par le nord et, cette fois, atteint les confins de l'Orléanais. Sur son fond, depuis la Beauce jusqu'au delà du Soissonnais, se déposent d'abord des marnes remplies d'huîtres, niveau d'eau le plus habituel des coteaux de la campagne parisienne, ou des grès marneux fossilifères (Étrechy), gisement de la grande *Natica crassatina*. Ensuite viennent les *sables de Fontainebleau*, masse puissante et régulière de sables tantôt blancs, tantôt jaunes, couronnée dans le sud par une couche de grès à pavés, dont les blocs, jonchant les pentes sableuses aux environs d'Étampes et de Fontainebleau, impriment au paysage un aspect particulièrement pittoresque.

Là finit le tongrien. Des couches à *potamides* (fig. 122) fossiles d'estuaire, annoncent l'avènement du régime aquitaniens, qui s'accuse aussi par l'apparition des ossements d'*Anthracotherium*. Un grand lac prend possession du sol : des calcaires



Fig. 122.
Potamides
Lamarcki.

ou travertins lacustres (*calcaires de la Beauce*), parfois des meulière (*meulière de Montmorency*), en tapissent le fond, enveloppant dans leur masse les restes des *planorbes*, des *limnées* et des *hélices* qui vivaient dans les eaux du lac et quelquefois ceux des mammifères des terres voisines.

France centrale. — Pendant que le lac de la Beauce couvrait la région parisienne, d'autres nappes lacustres, celles de la Limagne, du Velay, du Cantal, occupaient les dépressions du Plateau Central. Le fond de ces lacs avait commencé par se garnir, à l'époque tongrienne, d'un revêtement d'*arkoses*, résultant de la dégradation des pentes granitiques voisines. Là-dessus se déposèrent ensuite des calcaires à potamides (Issoire, Aurillac), puis des calcaires à limnées, enfin des calcaires à hélices, remplis par endroits de tubes de *phryganes*, c'est-à-dire d'étuis de larves d'insectes. Ces calcaires abondent sur certains points en ossements de mammifères, spécialement de ruminants. De grands oiseaux s'y rencontrent, au-dessus des œufs qu'ils ont dû couvrir, comme s'ils avaient été subitement asphyxiés par des émanations méphitiques.

Languedoc, Provence. — Des faits analogues se passaient dans le midi de la France. L'ancien lac d'Armissan, près de Narbonne, renferme une flore qui correspond au passage du tongrien à l'aquitaniens et accuse l'existence d'une grande forêt d'arbres résineux.

C'est au tongrien que se rapportent les gisements de gypse d'Aix en Provence, intercalés au milieu de marnes où tant de petits poissons (*Lebias*, *Smerdis*) ont laissé leurs restes, et les schistes de Céreste (Basses-Alpes), où les plumes d'oiseaux ont été conservées à côté des poissons et des végétaux terrestres. Les lignites de Manosque sont du même âge.

La flore des gypses d'Aix atteste qu'il régnait alors en Provence une chaleur et une sécheresse assez grandes pour suspendre la végétation pendant la seconde moitié de l'été.

Aquitaine, Bretagne. — Les conditions géographiques étaient fort différentes au même moment dans le golfe de l'Aquitaine. Là se déposait un calcaire marin, le *calcaire à astéries*, où abondent les articles d'étoiles de mer. Mais tandis que le régime maritime persistait dans le Bordelais, donnant

naissance au dépôt des *faluns* ou sables coquilliers de Bazas, de Saucats, de Saint-Avit, l'Agenais disparaissait sous un lac, où se formaient des calcaires lacustres blancs et gris.

Le tongrien marin de l'Aquitaine se retrouve en Bretagne, près de Rennes, sous la forme d'un calcaire grossier à foraminifères, déposé dans un petit bassin qui devait communiquer par Nantes avec Bordeaux et Dax.

Dépôts sidérolithiques. — A l'oligocène se rapportent les curieux dépôts de *minerais de fer en grains* et de calcaire, parfois entremêlés de gypse, qui constituent le *terrain sidérolithique* du Jura, du Berri, du Poitou, etc. Ce sont des dépôts de sources, dont l'âge est fixé par leur position au-dessous d'un travertin identique avec celui de la Brie (calcaire de Saint-Florent et de la Chapelle, près de Bourges).

On y doit rattacher aussi les gisements de *phosphorite* ou phosphate de chaux concrétionné du Quercy, qui occupent, dans les calcaires jurassiques sous-jacents, des poches et des fentes souvent riches en ossements, où les genres *Palæotherium* et *Anthracotherium* se montrent associés.

Comme les minerais de fer, les phosphorites témoignent d'une grande activité thermale, qui se faisait jour sur le continent à l'époque oligocène.

Europe septentrionale. — Il nous reste à parler de l'Europe septentrionale, où le tongrien est marin et fossilifère dans le Limbourg, le bassin de Mayence et une partie de l'Allemagne du Nord. Mais depuis les bords de l'Elbe jusqu'à Cracovie, on trouve au même niveau une grande *formation lignitifère*, où le lignite résulte principalement de l'altération de conifères, qui sécrétaient de l'*ambre* ou succin, dont les fragments se retrouvent aujourd'hui disséminés au milieu de sables glauconieux sur les bords de la Baltique. Quant à l'aquitainien, lignitifère dans le massif des Sept-Montagnes, près de Bonn, il offre à Mayence un mélange de dépôts marins et dépôts d'eau douce à hélices. Tous ces symptômes indiquent un territoire en voie d'assèchement définitif.

§ 4

SYSTÈME MIOCÈNE

Divisions du système. — La période *miocène* représente dans l'histoire de l'Europe une phase d'une importance exceptionnelle. C'est alors que s'est constitué le massif des Alpes, avec toutes ses dépendances, et que la Méditerranée a commencé nettement à se morceler.

Pendant une première époque dite *langhienne* (des Langhe, collines italiennes), un mouvement du sol a provoqué l'écoulement des eaux des lacs aquitaniens, et les vallées des grands fleuves actuels, tels que la Loire, ont commencé à se dessiner. Ensuite de nouvelles et plus violentes secousses, en inaugurant par de grands plissements l'époque *mollassique* ou *helvétienne*, ont ramené la mer dans l'ouest jusqu'aux portes de Blois, au centre du continent sur la majeure partie du massif alpin. C'est à ce moment que s'est formée, en Suisse, la *mollasse marine*, qui a valu à l'étage correspondant le nom d'*helvétien*. Mais à l'époque suivante, ou *tortonienne* (de Tortone en Italie), les eaux marines avaient quitté la Suisse; le massif des Alpes était, à peu de chose près, en possession de son relief définitif et si la mer occupait encore le bassin de la Hongrie, c'était avec la perspective d'une disparition prochaine, annoncée par un régime de lagunes où se formaient des dépôts de sel et de gypse.

France septentrionale. — Dès le début du miocène, sur la partie méridionale de l'ancien lac de Beauce desséché, un grand cours d'eau, esquisse de la Loire actuelle, vient verser des sables grossiers, dits *sables de l'Orléanais*. Les ossements contenus dans ces sables annoncent l'arrivée d'une nouvelle faune de mammifères terrestres, caractérisée surtout par les *proboscidiens* des genres *mastodonte* et *Dinotherium*, associés à des rhinocéros.

Le dépôt de ces sables a été suivi de celui des *sables et argiles de la Sologne*, qui couvrent, dans le bassin de la Loire, de grandes surfaces connues pour l'imperméabilité et la stérilité du sol.

Alors se produit l'invasion de la mer helvétique, qui pénètre par la vallée de la Loire jusqu'aux portes de Blois, tandis qu'un de ses bras va rejoindre la Manche par l'Ille-et-Vilaine, isolant l'Armorique devenue une île. Dans ces parages se déposent des *faluns*, c'est-à-dire des dépôts composés de coquilles plus ou moins roulées, de polypiers, de bryozoaires, etc., mélangés de sable siliceux. Les plus anciens sont les *faluns de la Touraine*, renommés pour leur richesse en fossiles (Manthelan, Pontlevoy). Puis viennent ceux de l'Anjou et de la Bretagne, où apparaît une huître au crochet très épais, *Ostrea crassissima*, destinée à jouer un grand rôle dans le miocène du Midi. On y remarque des dents de squales et des restes de lamantins.

Après le dépôt de ces faluns, la mer a quitté les territoires qu'elle avait envahis et si l'époque tortonienne y est représentée, c'est tout au plus par des marnes d'eau douce à hélices.

Bassin de l'Aquitaine. — Dans le golfe aquitainien, autour de Bordeaux, ce sont des faluns marins, à fossiles nombreux et bien conservés, qui représentent à la fois le langhien et la base de l'helvétien. On les observe à Léognan, à Mérignac, à Dax, à Cestas, Gabarret, etc. Puis vient la *mollasse grise* de la Chalosse, à grands oursins, après laquelle le dépôt de faluns coquilliers reprend à Salles et à Orthez. C'est encore par des faluns, mais argileux et très riches en pleurotomes, que le tortonien est représenté dans ces parages, notamment à Saubrigues.

Cette invasion marine ne s'est pas étendue très loin vers l'est. A l'époque langhienne, des lacs occupaient l'Armagnac et y déposaient les calcaires de Sansan et de Simorre, célèbres par leurs mammifères, semblables à ceux de l'Orléanais. Il est vrai qu'un peu plus tard la mer est revenue sur cette région et y a déposé jusqu'à Lectoure une *mollasse marine* à *Ostrea crassissima*, contemporaine des faluns de l'Anjou.

Bassin du Rhône, Suisse. — La mer helvétique a largement pénétré dans la vallée du Rhône et la Provence, déposant à Beaucaire et à Aix le *calcaire moellon* ou mollasse à *Ostrea crassissima*. La mollasse marine, souvent arénacée, avec un grand nombre d'huîtres et de peignes, pénètre dans le Comtat,

le Dauphiné et la Bresse, arrivant dans l'Ain jusqu'à Coligny et atteignant même le département du Jura. Dans ces diverses régions, elle offre de nombreux bancs de *poudingues*, attestant la puissance des agents d'érosion durant cette époque de mouvements du sol, qui devait se résoudre par la formation des Alpes. Souvent les galets calcaires de ces poudingues sont *impressionnés* par contact mutuel, ce qu'on attribue à un phénomène de dissolution superficielle.

C'est aussi par des *mollasses* ou grès tendres, faciles à tailler, entremêlés de poudingues et de conglomérats dits *nagelfluh*, que se caractérise le miocène de Suisse. On distingue une mollasse inférieure, marine à Bâle, d'eau douce à Lausanne et une mollasse helvétique marine, qui s'élève à Berne à une assez grande hauteur, enchevêtrée d'ailleurs avec des couches d'eau douce, ce qui atteste la lutte constante de la mer et de la terre ferme en Suisse. Le triomphe de cette dernière est complet avec le tortonien, auquel appartient la *mollasse d'eau douce supérieure*. Les grands lacs suisses étaient alors dessinés et, sur les bords de celui de Constance, à Oeningen, se déposaient des calcaires en minces plaquettes, qui ont fourni, sur la flore et la faune d'insectes de l'époque, des documents aussi nombreux que précis. Le climat de cette région devait être alors semblable à celui de Madère.

Allemagne, Autriche, Italie. — La mer miocène n'a laissé de traces en Allemagne que dans le Schleswig. Le bassin de Mayence était devenu un lac, où se déposaient des couches à *littorinelles*, avec une faune de mammifères analogue à celle de l'Orléanais, tandis que des gisements de lignite se formaient aux environs de Bonn, de Cologne, dans le Westerwald, la Wettérvie et le Vogelsgebirge, enfin sur le Mecklembourg, le Brandebourg et la Poméranie.

Pendant ce temps, le bassin du Danube, au-dessous de Vienne, continuait à être occupé par la mer et son fond se garnissait, tantôt d'une argile riche en pleurotomes (Baden), tantôt d'un calcaire (*calcaire de la Leitha*), souvent composé d'une agglomération d'algues calcaires de la famille des nulpores. Mais l'émersion prochaine de la région se faisait déjà sentir en Galicie, en Pologne et en Transylvanie, où se dépo-

saient de riches gisements de gypse et de sel, tels que celui de Wieliczka.

Quant à l'Italie, c'est encore par des dépôts entièrement marins que le miocène y est représenté; l'un d'eux est le conglomérat de la Superga, près de Turin, où des cailloux de serpentine servent de gangue à des fossiles semblables à ceux de la Touraine. Un autre, renommé pour sa richesse en pleurotomes, est la marne argileuse bleue de Tortone.

Dans les régions encore plus franchement marines se formaient des mollasses à grands oursins dits *clypéastres*, dont il reste des traces en Corse, mais surtout en Afrique et en Égypte.

§ 5

SYSTÈME PLIOCÈNE

Divisions du système. — Le système *pliocène* peut être divisé en quatre étages. Celui de la base, ou *messinien* (de Messine), correspond à cette curieuse phase d'assèchement de la Méditerranée, ou du moins de sa partie septentrionale, qui a permis les migrations des herbivores autour des mers incomplètement salées qu'habitaient les congéries. Beaucoup d'auteurs rapportent encore cet étage au miocène, bien que ses dépôts soient séparés de ceux qui les ont précédés par une discordance marquée, fruit du principal soulèvement des Alpes. L'étage suivant, ou *plaisancien*, correspond à la nouvelle invasion marine qui a déterminé le dépôt des marnes bleues du Plaisantin et de celles des environs de Fréjus. Ensuite vient l'étage *astien*, caractérisé par le dépôt des sables de l'Astésan, de Montpellier et de la Bresse, annonçant un régime fluvial bien accentué. Enfin, avec l'étage supérieur ou *arnusien*, dont le type est fourni par les dépôts à ossements de grands éléphants du val d'Arno, en Italie, ce régime fluvial trouve son expression définitive et, tandis que le climat des contrées septentrionales offre des indices assez nets de refroidissement, les régions situées au pied des Alpes se couvrent de puissants dépôts caillouteux, résultat du creusement des vallées, dont les glaciers prendront bientôt possession.

France méridionale. — Les dépôts saumâtres du messinien ne s'observent en France que dans la vallée du Rhône, où les *couches à congéries* existent à Bollène (Vaucluse), au pied de la mollasse soulevée. Il est vraisemblable qu'on doit rapporter à la même époque (si ce n'est pas au sommet du miocène) la formation du conglomérat ossifère du mont Luberon, véritable charnier où les ossements de l'hipparion, précurseur du cheval, sont mêlés en grand nombre avec ceux des girafes, des antilopes, des gazelles, etc.

La mer plaisancienne, en même temps qu'elle déposait, près de Fréjus comme dans le Roussillon, des marnes très fossilifères, remontait la vallée du Rhône jusqu'aux portes de Lyon. Puis le régime saumâtre reprenait le dessus avec des sables et marnes à *Potamides Basteroti*.

Au début de l'astien, la mer se retire (sauf à Cannes et à Montpellier) et il se forme, dans le Valentinois comme dans la Bresse, des marnes lacustres à hélices et paludines (*marnes d'Hauterives*), que couronnent des sables fluviaux à mastodontes (*Mastodon Arvernensis*).

Enfin un mouvement du sol, sans doute celui qui a donné aux Alpes leur dernier relief, imprimé aux agents d'érosion une activité particulière. Tandis que de puissants deltas torrentiels, tels que celui du Var, se forment au débouché des cours d'eau violents de la côte ligurienne, la Bresse se couvre de cailloutis ou *alluvions anciennes*, contenant par places de très gros galets de quartzites, originaires comme les autres matériaux de la chaîne alpine qui, après avoir été élevée dans les airs, est en train de se découper en vallées profondes jusqu'au cœur du massif.

Les marnes à paludines se sont étendues dans la vallée de la Saône jusqu'à Auxonne, et les dernières phases du pliocène sont représentées dans la même vallée par des graviers à mastodontes et à éléphants, arrivant jusqu'aux environs de Dijon. Des graviers analogues, plus ou moins entremêlés de dépôts volcaniques et glaciaires, s'observent dans la Limagne, à Perrier, près d'Issoire, où ils sont riches en ossements de mammifères. Partout donc les vallées actuelles étaient en pleine voie de creusement. De plus, le caractère nettement morainique du

pliocène supérieur de Perrier atteste que déjà, à cette époque, les neiges avaient pris possession des sommets et envoyaient des courants de glace dans les gorges déjà creusées.

Europe septentrionale. — La mer pliocène empiétait un peu, en Angleterre, sur la côte de Norfolk et de Suffolk, tandis qu'en Belgique elle occupait l'estuaire de l'Escaut. Dans ces deux contrées, elle a formé des dépôts coquilliers connus sous le nom de *crag*. Seul, le *crag noir* d'Anvers correspond au messinien, tandis que le *crag corallin* d'Angleterre, abondant en bryozoaires (longtemps confondus avec des corallines ou algues calcaires), représente le plaisancien. Quant à l'astien, il peut réclamer le *crag rouge* d'Angleterre, le *crag fluviomarine* à mammifères de Norwich et les sables supérieurs d'Anvers, extraordinairement riches en ossements de cétacés.

Enfin, en Angleterre, à la hauteur de l'arnusien, se présente une couche à débris végétaux, célèbre sous le nom de *forest-bed*, et contenant des restes d'éléphants, de rhinocéros, d'hippopotames, etc., identiques avec ceux du continent. On peut paralléliser cette couche avec les graviers à *Elephas meridionalis* de Saint-Priest, près de Chartres. Bien que la flore du *forest-bed* soit tempérée et composée, en majeure partie, d'espèces qui ont émigré depuis vers le sud, elle atteste qu'à cette époque la végétation anglaise différait sensiblement de celle du midi de la France.

Quelques dépôts pliocènes s'observent dans le Cotentin ainsi qu'en Bretagne. Dans la première de ces deux régions, le pliocène garnit l'ancien golfe de Valognes, et spécialement l'estuaire de la rivière de la Douve. On y trouve des sables à buccins, surmontant un conglomérat où abondent, au milieu de galets, les os de vertébrés marins empruntés aux faluns, notamment ceux des siréniens du genre *Halitherium*. En Bretagne, c'est surtout dans l'estuaire de la Loire que se rencontrent les traces du pliocène, d'ailleurs très morcelées aujourd'hui.

On ne connaît pas de dépôts pliocènes sur les côtes occidentales des îles Britanniques, et comme il n'y en a pas non plus sur la côte orientale des États-Unis, on en peut inférer que la forme actuelle de l'Atlantique septentrional est de date très récente. Cette conclusion est d'autant plus probable qu'en

comparant la faune tertiaire des Antilles avec celle de la Méditerranée, on constate une telle analogie qu'il faut admettre à cette époque, entre les deux bassins, une communication à peu près continue, le long d'une chaîne d'îles ou d'un continent, qui auraient disparu depuis, faisant naître ou tout au moins agrandissant la dépression du nord de l'Atlantique.

Régions méditerranéennes. — Tandis que le messinien est marin en Sicile, il est représenté, dans la partie septentrionale des régions méditerranéennes, par des dépôts saumâtres à petits cérites, formant l'étage *sarmatique* des géologues autrichiens. Ces dépôts préparent la transformation de la contrée en une série de grands lacs plus ou moins salés, où se développe une faune spéciale, caractérisée par les *congéries*. Les couches à congéries (formation *pontique* de quelques auteurs) couvrent le bassin de Vienne, la Pannonie, la Galicie, la Valachie, les alentours de la Caspienne. On les trouve en Italie, où elles forment le terrain *sulfogypseux* du Livournais. Comme dans le bassin du Rhône, elles se montrent associées ou superposées à des brèches à ossements de mammifères, dont la plus connue est celle de Pikermi (Attique), renfermant la même faune que celle du mont Luberon.

Après cette époque et pendant le dépôt des marnes marines du Plaisantin, du Bolonais et du Vatican, l'assèchement des régions orientales s'accuse par le dépôt des *argiles à paludines* de la Croatie et de l'Esclavonie, bientôt suivi par celui des couches à *vivipares* de la Roumanie, contemporaines des sables jaunes marins de l'Astésan. Alors, tandis que la mer rentre dans ses limites actuelles, le val d'Arno voit se former des graviers fluviatiles à ossements d'*Elephas meridionalis*. Déjà le régime fluvial avait commencé en Autriche, immédiatement après le dépôt des couches à congéries, déposant, à Vienne, les *graviers du Belvédère*, dont la faune paraît être celle de Pikermi; c'est-à-dire qu'elle est caractérisée par les herbivores. Le développement de ces animaux était alors singulièrement favorisé, tant par le climat que par la transformation survenue dans le régime de la Méditerranée.

§ 6

ÉRUPTIONS DE L'ÈRE TERTIAIRE

Premières éruptions tertiaires. — Après avoir sommeillé, dans notre Europe, pendant presque toute la durée des temps secondaires, l'activité interne s'est réveillée avec l'ère tertiaire. Dès le début, elle s'est manifestée dans la grande zone méditerranéenne et notamment en Inde, où des épanchements *basaltiques* ont couvert, dans le Dekkan, une surface considérable, entremêlant leurs nappes avec des dépôts lacustres, qui établissent le passage du crétacé à l'éocène. Ensuite les éruptions se sont produites en Occident, sous la forme de *basaltes* intercalés, dans le Vicentin, au milieu de l'éocène supérieur. On pense qu'il convient de rapporter à la même époque la sortie des *euphotides* et des *serpentes* de Toscane, de Ligurie et d'Émilie, ainsi que plusieurs des émissions d'*ophites* des Pyrénées. C'est aussi à ce moment que se seraient fait jour les *granites* récents de l'île d'Elbe, du Portugal et de la côte de Tunisie. Ces roches, qui semblent indiquer un effort des masses acides pour reproduire les types granitiques des premiers âges, sont des *granulites* ou des *micro-granulites*, se rapprochant des trachytes par l'état vitreux de leur feldspath.

Auvergne. — La grande phase d'activité des éruptions tertiaires est la période qui va du miocène à la fin du pliocène, c'est-à-dire qu'elle coïncide avec les mouvements du sol qui ont produit la chaîne des Alpes.

Ce sont d'abord des *basaltes* qui, en Auvergne comme dans les provinces rhénanes, se font jour dès le miocène. Puis se dessinent les remarquables centres volcaniques du Cantal et du mont Dore. Le premier, après de grandes éruptions d'*andésite* et de *brèche andésitique*, avec projections de *cinérites*, répand autour de lui un véritable déluge de *basalte*, qui déborde partout sur les schistes cristallins, engendrant les plateaux de Mauriac et de la Planèze.

Au mont Dore, la série a débuté par des *cinérites*, comme celles de la Bourboule, avec quelques coulées discontinues de

trachyte et de *phonolite*. Alors s'est épanché, terminant le pliocène inférieur, un *basalte* porphyroïde ou à grands cristaux, celui de Pardines près d'Issoire. A ce moment, des dislocations importantes se sont produites et une nouvelle pluie de *cinérites* a précédé les grandes coulées de *trachytes*, d'*andésites* et de *phonolites* de la région. Puis, dans les vallées déjà en grande partie creusées, et parsemées de graviers qui contenaient la faune à mastodontes du pliocène moyen, des glaciers sont descendus, datant du pliocène supérieur et donnant naissance à des brèches comme celle de Perrier. Après quoi le pliocène a été clos par la sortie d'un *basalte* qui correspond à celui des plateaux du Cantal. Mais les éruptions ne sont pas pour cela terminées et on les verra se poursuivre pendant les temps quaternaires, pour édifier les cônes volcaniques de la chaîne du Puy de Dôme.

Dans le Velay, d'importantes éruptions de *phonolites* se sont produites lors du pliocène moyen; puis sont venues des coulées d'un *basalte* sans feldspath, ou *limburgite*, auxquelles sont subordonnées les célèbres brèches ignées du Puy. Le tout a été recouvert par des tufs de projection, de l'époque du pliocène supérieur, précédant la sortie d'un *basalte* contemporain de celui des plateaux du Cantal. Une nouvelle coulée basaltique, celle de la Denise, est alors venue former le fond sur lequel se sont étalés les graviers quaternaires.

Les appareils volcaniques qui ont produit ces éruptions tertiaires sont aujourd'hui oblitérés, l'érosion pluviale et glaciaire ayant eu un long temps à sa disposition pour faire disparaître les cratères et les cônes de débris. Ce n'est que parmi les derniers basaltes du pliocène supérieur que l'on parvient encore à retrouver des cratères à demi conservés.

Allemagne, Hongrie, Italie. — Pendant la sortie des premiers basaltes d'Auvergne, la région des Sept-Montagnes, sur le Rhin, a rejeté des *trachytes* et des *andésites*, précédés et suivis par des *basaltes*.

En Hongrie et en Transylvanie, les éruptions qui ont amené la sortie des *andésites à pyroxène* sont un peu plus anciennes et datent de l'oligocène. Elles ont été suivies par des épanchements miocènes d'*andésites à amphibole*. Enfin au pliocène

appartiendraient les *rhyolites* de la contrée, roches très acides, parfois porphyriques et vacuolaires (*porphyres molaires*), parfois sphérolithiques, en petits globules brillants (*perlites*).

Ainsi, d'une manière générale, on peut dire que l'activité volcanique a été continue depuis le début de l'ère tertiaire jusqu'à nos jours. A mesure que le continent européen se dessinait, les manifestations éruptives étaient de plus en plus rejetées vers les rivages de la Méditerranée, où elles sont de nos jours exclusivement concentrées.

CHAPITRE VI

ÈRE MODERNE OU QUATERNAIRE

§ 1

GÉNÉRALITÉS SUR L'ÉPOQUE QUATERNAIRE

Définition de l'époque quaternaire. — La partie de l'ère moderne qu'on a désignée sous le nom d'*époque quaternaire* (*postpliocène* et *pleistocène* de Lyell) est caractérisée par l'apparition de l'homme sur le globe.

Depuis que ce grand fait s'est produit, la géographie terrestre paraît, au moins dans nos contrées, n'avoir subi que des changements peu considérables. Le monde organique ne s'est enrichi d'aucune espèce nouvelle; mais plusieurs formes ont disparu parmi celles qui faisaient cortège aux premiers hommes, et les grands mammifères herbivores, déjà sur leur déclin vers la fin de la période pliocène, ont vu leurs principaux représentants quitter peu à peu la scène du monde ou se retirer dans les régions méridionales.

Il semblerait donc que l'étude de l'époque quaternaire ne dût pas être séparée de celle des phénomènes actuels, si cette phase de l'histoire du globe n'avait été marquée par un évé-

nement considérable; nous voulons parler d'un changement momentané de climat qui, en imprimant, dans toute la zone tempérée, une activité extraordinaire aux précipitations atmosphériques, a permis aux phénomènes d'érosion et d'alluvionnement de se manifester sur une échelle grandiose. Comme conséquence de ce changement, de grandes nappes de neiges et de glaces ont couvert les massifs montagneux ainsi que les régions septentrionales, produisant, au moins dans toute l'Europe, un refroidissement marqué. Plus tard seulement la température s'est radoucie et le régime actuel s'est établi avec l'âge des tourbières et des habitations lacustres. De cette manière, tandis que, de nos jours, l'action des glaciers, des rivières et de l'atmosphère sur la surface terrestre est réduite à des proportions presque insignifiantes, cette action a suffi, au début de l'ère moderne, pour étaler sur de grandes étendues des dépôts parfois très épais.

Cette invasion des glaces n'a pas été soudaine. Nous venons de voir, en parlant des manifestations volcaniques de l'Auvergne, que, lors du pliocène supérieur, des glaciers descendaient du mont Dore jusqu'à Issoire. Il en était de même, sans doute, dans celles des gorges alpines qui étaient déjà disposées pour recevoir le produit de la concentration des chutes de neige. Toutefois, ce n'est qu'avec l'époque quaternaire que le phénomène est devenu général et vraiment caractéristique.

Abondance des chutes de pluie et de neige. — Nous avons vu qu'au voisinage des massifs montagneux de l'Europe, la période pliocène s'était terminée par le dépôt de puissantes alluvions, comme celles de la Bresse et de la côte ligurienne. Ces dépôts témoignent de l'activité que devaient alors avoir les agents d'érosion et du travail considérable qu'ils accomplissaient dans les pays accidentés, dont le relief se façonnait ainsi peu à peu.

Or, ce relief une fois constitué et les profondes vallées étant découpées jusqu'au centre des massifs, la prolongation, peut-être l'aggravation du régime humide, devaient avoir pour conséquence l'établissement de grands glaciers dans les montagnes, de grands cours d'eau dans les régions avoisinantes. En effet, tout ce qui tombe en pluie sur les plaines se condense