

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.

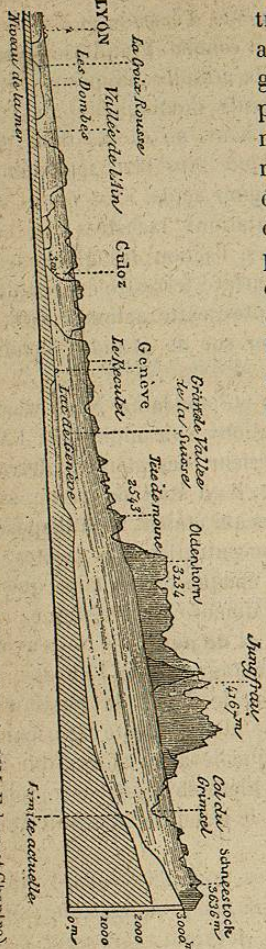
Cette invasion des glaces n'a pas été soudaine. Nous venons de voir, en parlant des manifestations volcaniques de l'Auvergne, que, lors du pliocène supérieur, des glaciers descendaient du mont Dore jusqu'à Issoire. Il en était de même, sans doute, dans celles des gorges alpines qui étaient déjà disposées 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

sous forme de neige au delà d'une certaine altitude, et si le sol qui reçoit cette neige a été préalablement façonné de manière à en permettre la concentration, les phénomènes que nous avons déjà décrits en traitant des glaciers actuels doivent s'accomplir avec une intensité proportionnelle à l'abondance des chutes de neige. En outre, d'après ce qui a été dit plus haut¹, si la quantité des glaces augmente assez pour permettre la réunion en un seul courant de divers glaciers jusqu'alors indépendants, l'extrémité libre du glacier résultant pourra s'avancer très loin au delà des pays soumis à l'influence directe des neiges.

Fig. 123. — Diagramme représentant l'ancienne extension du glacier du Rhône (d'après MM. Falsan et Chanfre).



sant des graviers épais. La Seine, la Loire roulaient un volume

1. Voir p. 43.

d'eau égal à plus de vingt fois leur débit actuel. Pendant ce temps, la Suisse disparaissait sous un manteau de neige et de glace, dont un émissaire, réunissant dans sa masse les glaciers du Rhône et ceux du mont Blanc, s'avancait jusqu'aux portes de Lyon (fig. 123), dépassant par endroits une épaisseur de 1 kilomètre. De même, de grands glaciers descendaient des Pyrénées, et l'un d'eux, après avoir suivi la vallée d'Argelès, se courbait à Lourdes en polissant les rochers, pour prendre la direction du Gave, tout en semant au nord des cailloutis épais.

Mais tandis que, dans les Pyrénées comme dans les Alpes, le phénomène glaciaire ne se présentait que comme une exagération des conditions actuelles, il en était autrement dans les contrées septentrionales. Les glaces de l'Écosse et celles de la Scandinavie se donnaient la main, comblant l'insignifiante dépression de la mer du Nord, et leurs masses réunies formaient une nappe continue qui, rabotant le sol sur son passage, couvrait l'Angleterre, le nord de la Hollande et toutes les plaines de l'Allemagne jusqu'au pied du Hartz.

Phases de l'époque quaternaire. — De même que les glaciers actuels sont sujets à des alternatives de progression et de recul, de même l'époque glaciaire a vu se produire des oscillations, d'autant plus grandes que la masse soumise à ces variations de régime était plus considérable.

Il paraît bien établi aujourd'hui, surtout par les observations faites dans le nord de l'Allemagne et de l'Angleterre, qu'il y a eu deux phases principales d'avancement des glaciers, l'une au début, l'autre à la fin de l'époque quaternaire. Ces deux phases ont été séparées par une période de recul, pendant laquelle les cours d'eau ont déployé une grande activité, déposant des *alluvions glaciaires*.

C'est à cette période intermédiaire que correspondraient les alluvions anciennes des grands cours d'eau de nos pays occidentaux.

Lors de la dernière invasion glaciaire, le régime humide a cessé sur l'Europe occidentale, faisant place à un froid sec et rigoureux. Le sol devait rester gelé dans la profondeur comme en Sibérie, ou ne dégeler qu'à la surface, pendant l'été. C'est alors que l'homme cherchait un refuge dans les cavernes.

Ultérieurement, le climat actuel s'est établi et les anciennes vallées fluviales du nord, trop larges pour les cours d'eau réduits qui les occupaient, se sont comblées avec de la tourbe. En même temps, toutes les dépressions du sol abandonné par les glaces, dans les régions septentrionales, sont devenues des tourbières.

Quant à la cause qui a produit ces variations de climat, il est probable qu'elle doit être cherchée dans des modifications géographiques, qui ont influé à la fois sur l'évaporation dans les pays chauds et sur la direction des courants d'air humide arrivant vers la zone tempérée froide.

Mais peut-être convient-il aussi de faire une part à certains facteurs astronomiques, par exemple à une augmentation dans l'excentricité de l'orbite terrestre.

Faune quaternaire. — Les changements climatériques des temps quaternaires se sont traduits par des variations correspondantes dans la faune des mammifères. Au début se montre surtout *Elephas antiquus*, avec *Rhinoceros Mercki* et *Hippopotamus major*. Ensuite vient le règne du *mammoth* ou *Elephas primigenius*, muni d'une crinière et d'une peau laineuse, et associé au rhinocéros à narines cloisonnées, ainsi qu'au grand ours des cavernes. Plus tard encore, le *mammoth* devient de plus en plus rare et la prépondérance appartient au *renne*, animal connu pour redouter les brouillards, tandis qu'il s'accommode bien des froids secs.

Les restes de l'homme, ou plus généralement ceux de son industrie, spécialement les *silex taillés*, n'apparaissent d'une manière bien authentique qu'avec l'âge où domine le *mammoth*. Les premiers instruments de silex, qualifiés de haches, sont taillés et non polis; c'est l'âge *paléolithique*, divisé en deux phases, dont la dernière correspond à l'âge du *renne* et comporte l'association des outils de silex avec des os sculptés et façonnés.

Avec l'âge des tourbières et des habitations lacustres apparaît la civilisation de la *Pierre polie* (*haches celtiques*) ou âge *néolithique*. Le bronze s'y associe bientôt à la pierre et prépare l'âge du fer.

Mais ces divisions, bonnes pour l'Europe occidentale, ne sont pas générales. Il est de plus à remarquer qu'elles ne passent

pas insensiblement l'une à l'autre et que chaque transformation marque l'invasion du pays par un peuple nouveau, arrivant de l'est et déjà plus avancé en civilisation que celui dont il vient occuper le sol par droit de conquête.

§ 2

DESCRIPTION DES DÉPÔTS QUATERNAIRES

Division des dépôts quaternaires. — Les dépôts quaternaires se ressentent nécessairement, dans leur composition, de la cause particulière qui leur a donné naissance. Par suite, il y a lieu de distinguer : 1° les dépôts formés sous l'influence de la grande nappe glaciaire des contrées septentrionales; ce sont ceux qui constituent le *drift*, *till* ou *terrain erratique*, ou encore le *diluvium du nord*; 2° les dépôts résultant de l'action directe des glaciers proprement dits dans les régions montagneuses; ce sont surtout les anciennes *moraines* et les *blocs erratiques*; 3° enfin les dépôts produits par l'action directe des grands cours d'eau et des pluies, c'est-à-dire les *alluvions* et les *limons*.

Terrain erratique du nord. — Le terrain erratique du nord est surtout formé par un limon argileux avec cailloux anguleux et roulés, qualifié d'*argile à blocs* ou *boulder-clay*. C'est la moraine profonde de l'ancienne nappe glaciaire, qui a semé sur le Brandebourg, la Poméranie et la Russie, de nombreux blocs de provenance scandinave ou finlandaise. La grosseur de ces blocs diminue à mesure qu'on s'éloigne des centres de dispersion. Plusieurs ont certainement parcouru 1000 kilomètres, et il en est en Poméranie qui mesurent plus de 800 mètres cubes.

Les roches sur lesquelles la glace a dû passer ont été striées et polies, comme on le voit bien dans le sud de la Scandinavie et même encore aux environs de Berlin, sur l'îlot triasique de Rüdersdorf.

On distingue deux nappes d'argile à blocs, séparées dans le Brandebourg par des lentilles de sables fluviaux interglaciaires.

Moraines, blocs erratiques. — Les anciens glaciers, surtout ceux de la Suisse, ont laissé sur de nombreux points, comme

traces de leur passage, des moraines, reconnaissables à leur teinte grise, ainsi qu'aux cailloux anguleux, souvent frottés ou rayés, qu'elles renferment. Ils ont aussi semé, à des altitudes diverses et dans des situations parfois étranges, des *blocs erratiques* (fig. 124), qui permettent de reconstituer leur ancien parcours. Tels sont la *Pierre-à-Bot*, originaire du Valais et échouée sur le flanc du Jura, près de Neuchâtel, et le *Pflugstein*, arrivé des Alpes de Glaris jusqu'à Zurich. Le premier bloc a 16 mètres de long sur 5 de large et 13 de haut. Le second a 20 mè-

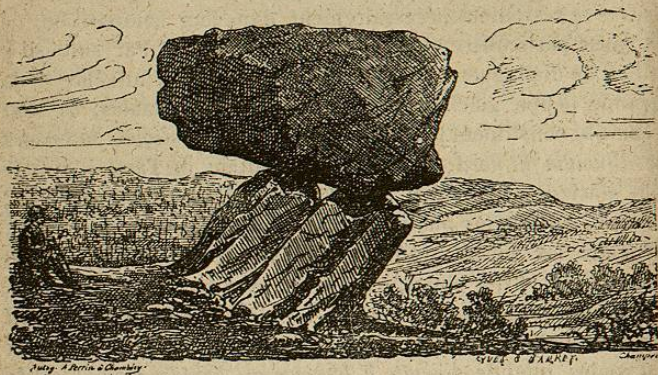


Fig. 124. — Bloc perché près du Bourget (d'après MM. Falsan et Chantre).

tres de hauteur. C'est par de tels blocs qu'on a pu s'assurer que les anciens glaciers de la Suisse avaient franchi le Jura vers 1200 mètres d'altitude et que les Vosges, ainsi que l'Auvergne, avaient eu aussi leurs glaciers.

En outre, une trace incontestable du passage des glaces consiste dans les *polis glaciaires*, qu'on observe aujourd'hui dans toutes les vallées où les agents atmosphériques ne les ont pas fait disparaître, et qui témoignent, mieux que toute autre chose, de la hauteur primitivement occupée par les glaces, dans ces gorges dont les derniers temps pliocènes avaient vu le creusement.

Alluvions, loess et limons. — Dans les pays où l'action glaciaire ne se faisait pas sentir, les cours d'eau ont laissé à diffé-

rentes hauteurs, sur les flancs des vallées actuelles, par suite des alternatives de comblement et de déblaiement (dues sans doute à des mouvements contraires du sol), des nappes d'alluvions, formées de cailloux roulés, de graviers, de sables et de limons. En général, la superposition est la suivante (fig. 125) : en bas, un *gravier de fond*, avec gros cailloux, diminuant de volume vers le haut et mélangés de sables; puis un *sable gras*

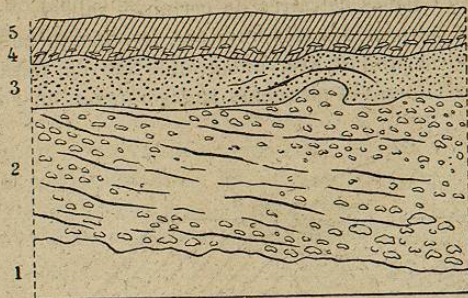


Fig. 125. — Disposition des alluvions quaternaires en Picardie : 1, craie; 2, graviers; 3, sable gras; 4, loess à cailloux anguleux; 5, limon brun.

ou alluvion de rive, déposé dans des eaux plus tranquilles; enfin une boue calcaire jaunâtre, à grain fin, dite *loess*, devenant à la surface d'un brun rouge foncé.

Sur les plateaux, où l'action fluviale ne s'est certainement pas fait sentir, par exemple, sur les plaines de la Picardie et de la Normandie, on retrouve le *loess* jaunâtre, surmonté du *limon des plateaux* ou *terre à briques*. Il est aisé de reconnaître dans le loess un *produit de ruissellement*, dû aux pluies abondantes de l'époque quaternaire. Les eaux des pluies, ravinant les sédiments tertiaires meubles, autrefois répandus à la surface des plateaux ou, en général, les produits de l'altération sur place des roches superficielles, laissaient sur les hauteurs les débris impalpables sous la forme du loess. Plus tard, l'action des eaux d'infiltration, et plus encore les alternatives de la température, à l'époque où le sol était gelé dans la profondeur, ont *oxydé* et *rubéfié* la surface du loess, dissolvant le calcaire, transformant le loess en limon à briques et faisant éclater les silex qu'il contenait. Cette rubéfaction n'a pas pénétré partout à la

même profondeur, en sorte que, si l'on s'en rapportait à la couleur, on croirait voir un *diluvium rouge*, superposé en discordance aussi bien au limon qu'aux cailloutis non rubéfiés ou *diluvium gris*.

Dépôt des cavernes. — Pour compléter l'énumération des dépôts quaternaires, il est nécessaire de parler de ceux qui se sont formés dans les grottes ou *cavernes*, étagées à diverses hauteurs sur les flancs calcaires de certaines vallées.

Pendant les périodes très humides, le phénomène de l'infiltration s'y est produit avec une grande activité, faisant naître d'épais revêtements et planchers *stalagmitiques*, où l'on trouve

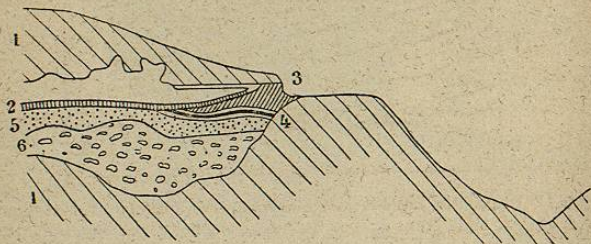


Fig. 126. — Coupe d'une caverne quaternaire. — 1, calcaire; 2, plancher stalagmitique moderne; 3, brèche à ossements; 4, couche noire; 5, limon des cavernes; 6, cailloux roulés.

incrustés les ossements des animaux qui fréquentaient les grottes. Quelquefois les pluies et même les cours d'eau y pénétraient, donnant lieu à des dépôts de graviers, plus ou moins enchevêtrés avec les nappes de stalagmites (fig. 126), ou même avec des couches de cendres, témoins de l'habitation temporaire des grottes par l'homme. Enfin, lors de la dernière période froide, qui avait complètement interrompu les infiltrations, le loess du dehors, pendant les dégels de l'été, a souvent pénétré à l'état de bouillie, dans l'intérieur des cavernes, par des fentes s'ouvrant à la surface. Ainsi le sol de beaucoup de grottes s'est tapissé d'un *limon rouge des cavernes*, avec éclats anguleux de silice, souvent avec ossements de renne, parfois assez abondants pour transformer le dépôt en une *brèche ossifère*. Après quoi, la formation des stalagmites a repris avec le retour de l'humidité dans la période actuelle.

§ 3

ÉRUPTIONS QUATERNAIRES.

Auvergne. — En Auvergne, les éruptions quaternaires ont suivi sans discontinuité celles de la fin du pliocène. C'est à cette époque que s'est formé, sur le flanc du mont Dore, le cratère du Tartaret et que se sont épanchées, sur le fond des vallées de Besse et de Compains, de belles coulées de lave à surface déchiquetée. En même temps, une ancienne fente, qui avait autrefois livré passage à du granite, s'est ouverte de nouveau sur le plateau qui domine la Limagne. Les projections y ont édifié les remarquables cônes de la chaîne du Puy de Dôme, dont la formation paraît avoir coïncidé avec l'âge du renne. De ces cratères sont sorties des laves, les unes *andésitiques*, par exemple celle de Volvic, les autres *basaltiques*, comme celle qui, divisée en beaux prismes verticaux, occupe la vallée de la Sioule, près de Pontgibaud.

Pendant ce temps, le Velay voyait s'accumuler des *tufs*, où l'on a trouvé, à la Denise, des ossements humains.

Région méditerranéenne. — Tandis que les éruptions d'Auvergne cessaient avec la période historique, celles d'Italie, qui n'avaient commencé qu'à la fin du pliocène, se sont poursuivies jusqu'à nos jours.

C'est au début du quaternaire qu'on rapporte les célèbres *tufs* des Champs Phlégréens, près de Naples, tufs sous-marins, mais aujourd'hui soulevés à une grande hauteur. Sur ces tufs, essentiellement *trachytiques*, s'est édifié le volcan de la Somma, au centre duquel le Vésuve proprement dit a pris naissance par explosion en l'an 79 de notre ère.

Les *tufs palagonitiques* de Sicile, qui servent de base à l'Etna, datent de la fin du pliocène ou du commencement du quaternaire. C'est donc à cette dernière période qu'appartient en entier la formation du volcan, qui n'a cessé de rejeter des laves *basaltiques* riches en labrador, mais dépourvues de péridot.

Enfin les volcans de l'Archipel grec, comme celui de Santorin, ont également commencé leurs manifestations à la fin du pliocène et leurs éruptions coïncident avec les mouvements du sol qui ont déterminé l'ouverture tardive de la mer Égée.