

LES GROTTES DE GRIMALDI

RÉSUMÉS ET CONCLUSIONS DES ÉTUDES GÉOLOGIQUES

PAR

MARCELLIN BOULE ⁽¹⁾

LA GROTTTE DU PRINCE

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

La description qui précède (2) montre que le remplissage de la Grotte du Prince est dû principalement aux agents physiques. Plusieurs circonstances ont exposé cette excavation aux effets d'un ruissellement superficiel des eaux sauvages ayant pu acquérir parfois un caractère presque torrentiel : sa situation topographique dans un pli du rocher, au débouché d'un petit thalweg ; les larges fissures qui la mettaient en communication avec l'extérieur.

Si la présence de foyers, avec des pierres taillées intentionnellement, à la base même des terrains de remplissage d'origine subaérienne, nous prouve que l'Homme prit possession de la grotte dès que la mer s'en fut retirée, l'alternance souvent répétée de couches riches et de couches complètement stériles en documents archéologiques prouve que les séjours humains furent maintes fois contra-

(1) Tous nos lecteurs savent que la description scientifique des Grottes de Grimaldi fouillées par les soins du Prince de Monaco doit faire l'objet d'un grand ouvrage en cours de publication. Cet ouvrage est divisé en deux volumes, comprenant chacun plusieurs fascicules.

Le premier fascicule du tome I, intitulé *Historique et Description*, par M. le Chanoine DE VILLENEUVE, ainsi que le premier fascicule du tome II, *Anthropologie* par le Dr VERNEAU, sont imprimés depuis plusieurs mois. Le 2^e fascicule du tome I, consacré à la *géologie* et à la *paléogéographie* vient de paraître. L'article qu'on va lire est composé d'extraits de ce fascicule. Il reproduit les principales conclusions de mes études géologiques et stratigraphiques. Le 3^e fascicule du tome I, purement paléontologique, dont la rédaction m'a été également confiée, et le fascicule 2 du tome II, où M. CARTAILHAC traite de l'archéologie, vont être mis sous presse.

(2) Où les couches successives de remplissage ont été examinées une à une, tant au point de vue de leurs caractères physiques qu'à celui de leur contenu paléontologique.

riés par le jeu des phénomènes de remplissage. Les différences d'ordre physique présentées par ces divers dépôts ainsi que la présence de plusieurs planchers stalagmitiques permettent d'affirmer que le régime de la grotte subit de nombreuses variations et que l'ensemble des dépôts correspond à une durée considérable.

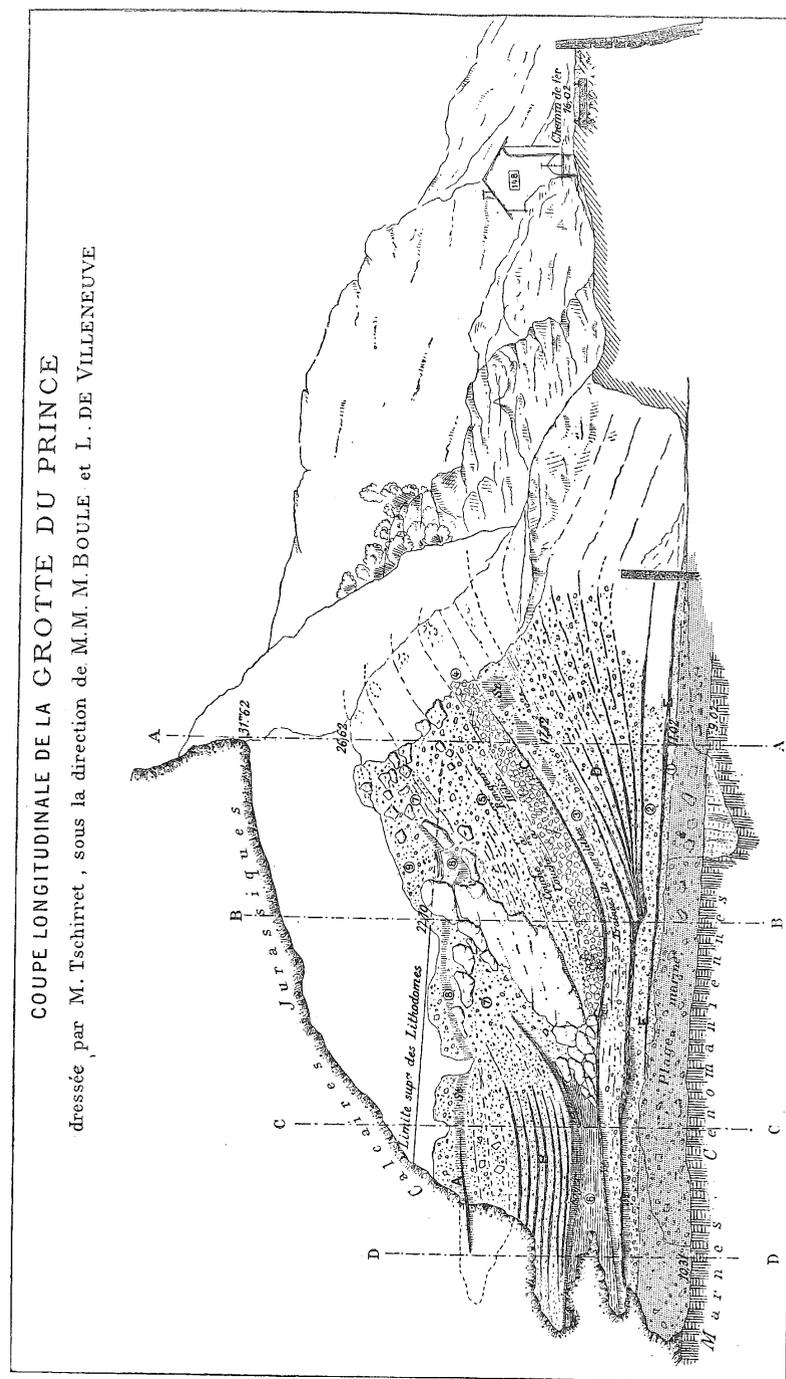
La Paléontologie parle dans le même sens. Il faut d'abord remarquer que tous les terrains, à l'exception peut-être du n° 9, c'est-à-dire toutes les couches comprises entre l'ancienne plage marine et le plancher stalagmitique 8, sont d'âge quaternaire, puisque le foyer A renfermait des ossements d'Éléphant, d'*Ursus spelæus* et d'*Hyæna crocuta*, espèces qui ont disparu de nos pays avant l'aurore des temps actuels.

Les dépôts de la Grotte du Prince (fig. 1) se laissent facilement diviser en deux groupes que séparent les grands blocs éboulés et dont l'allure est assez différente : d'une part les couches 1 à 5 avec les foyers subordonnés E, D, C ; d'autre part les couches 6 à 9 avec les foyers subordonnés B et A.

Les éléments caractéristiques de la faune des foyers E et D ont une signification bien nette ; ce sont des espèces dénotant un climat chaud : Éléphant antique, Rhinocéros de Merck et surtout Hippopotame. Il est intéressant de constater que ces dépôts inférieurs, à faune mammalogique *chaude*, succèdent immédiatement à la formation marine avec faune malacologique un peu plus chaude que la faune de la Méditerranée actuelle. Le caractère archaïque de ce premier groupe est encore accusé par la présence d'une espèce chevaline et d'une forme d'Ours aux affinités pliocènes.

Dans le foyer C il n'y a plus d'Hippopotame mais nous y trouvons encore l'Éléphant antique et le Rhinocéros de Merck. Le Chamois commence à introduire une note froide. Ces différences sont encore peu importantes ; il y a continuité évidente dans la faune comme dans les dépôts.

Les couches 4, 5, 6, d'une épaisseur totale considérable et où se voyaient de nombreuses traces du séjour des fauves, correspondent à une longue période d'inoccupation de la grotte par l'Homme. Au cours de cette période les modifications de la faune deviennent sensibles par la disparition progressive des éléments chauds et par l'apparition ou le développement d'espèces froides. C'est ainsi que le contenu paléontologique des foyers B offre un caractère nouveau, accusé surtout par la présence du Renne, que j'ai été le premier à signaler dans les gisements de Grimaldi.



La superposition de ces deux faunes, l'inférieure dénotant un climat chaud, la supérieure dénotant un climat froid, a été constatée maintes fois dans l'Europe centrale et occidentale. En France surtout, nous ne manquons pas d'observations précises à cet égard, mais on s'est souvent demandé si la même superposition pouvait être admise pour les pays méridionaux ou si, au contraire, les faunes *chaudes* du Midi n'avaient pas été contemporaines des faunes *froides* du Nord. L'étude stratigraphique et paléontologique de la Grotte du Prince nous montre que cette succession doit être admise pour la Côte d'Azur comme pour les Pyrénées, les bords de la Seine ou de la Tamise. Nous savions d'ailleurs, par M. Forsyth-Major, qu'à un certain moment des temps quaternaires, le Campagnol des Neiges est descendu dans la plaine lombarde; par A. Milne-Edwards que le Harfang a probablement vécu en Sardaigne; par Nehring que le Lemming de Norvège est parvenu jusqu'en Portugal; par M. Rivière que le Glouton a fait partie de la faune des Baoussé-Roussé; par M. Regalia que le golfe de la Spezia a eu autrefois un rude climat et que la Calabre a été envahie par quelques animaux de la faune des steppes.

Quelle place doivent occuper les divers dépôts de la Grotte du Prince dans la série des temps quaternaires? Avant de répondre à cette question il faut d'abord s'entendre au sujet de la classification des dernières époques géologiques et tout le monde sait que l'accord est loin d'être fait à cet égard.

Certaines classifications, établies par de purs géologues, ont l'inconvénient de ne pas tenir suffisamment compte des faits paléontologiques ou archéologiques. D'autres ont l'inconvénient opposé de ne s'appuyer que sur les animaux fossiles. En invoquant surtout les faits archéologiques les Préhistoriens sont arrivés à établir un plus grand nombre de coupures, une chronologie plus détaillée. On peut reprocher à leur méthode de n'avoir *a priori* qu'une portée régionale, de ne pouvoir s'appliquer qu'à des surfaces restreintes de notre continent.

Dès 1888, j'ai proposé une classification des temps quaternaires basée sur la coordination des trois ordres de renseignements (1). Les découvertes effectuées depuis un peu partout ne me paraissent

(1) M. BOULE, Essai de Paléontologie stratigraphique de l'Homme (*Revue d'Anthropologie*, 1888 et 1889).

pas devoir faire changer les grandes lignes de ce premier essai, que je reproduis ci-dessous en le simplifiant et en modifiant un peu la nomenclature.

	DIVISIONS géologiques	PHÉNOMÈNES ET FORMATIONS géologiques	ANIMAUX caractéristiques	INDUSTRIE HUMAINE	
QUATÉNAIRE	ACTUEL	Alluvions récentes. Tourbières. Climat voisin de l'actuel.	Espèces actuelles. Animaux domestiques.	PÉRIODE DES MÉTAUX <i>Age du fer.</i> <i>Age du bronze.</i> <i>Age du cuivre.</i> PÉRIODE NÉOLITHIQUE ou de la pierre polie.	
		Couches de transition. — <i>Cerf élaphe,</i> <i>Castor.</i>		Industrie de transition	
	PLÉISTOCÈNE	supérieur	Dépôts supérieurs des grottes. Partie supérieure du loess. Climat froid et sec; régime des steppes.	ÉPOQUE DU RENNE. Renne, Saïga, faune des steppes.	MAGDALÉNIEN Sculptures, gravures et peintures silex taillés petits et très variés
		moyen	Dépôts de remplissage des grottes. Löss. Alluvions des bas-niveaux ou des terrasses inférieures. Moraines de la 3 ^e grande période glaciaire. Climat froid et humide.	ÉPOQUE DU MAMMOUTH Mammouth, Rhinocéros à narines cloisonnées. Ours, Hyène des cavernes, etc.	MOUSTIÉRIEN Origine du travail de l'os; silex ordinairement taillés sur une seule face.
inférieur		Alluvions des terrasses moyennes. Tufs calcaires. Climat doux. Moraines de la 2 ^e grande période glaciaire. Climat froid et humide.	ÉPOQUE DE L'HIPPOTAME Eléphant antique, Rhinocéros de Merck. Hippopotame, etc.	CHELLÉEN Premières traces humaines indiscutables en Europe; les beaux silex sont taillés sur les deux faces.	
TERTIAIRE	Couches de transition du Forest-bed, de Saint-Prest, de Solilhac. Climat tempéré.				
	PLIOCÈNE supérieur	Alluvions des plateaux. Moraines de la 1 ^{re} grande extension glaciaire.	ÉPOQUE DE L'ÉLÉPHANT MÉRIDIONAL Rhinocéros étrusque. Cheval de Sténon, etc.	?	

Les questions d'accolades sont assez arbitraires, puisqu'elles ne représentent que des opérations de notre esprit; ce qu'il faut établir c'est la succession des événements et le synchronisme des phénomènes. J'avais autrefois englobé la faune à *Elephas meridionalis* dans le Quaternaire; je préfère aujourd'hui la considérer comme

datant le Pliocène supérieur. Cela n'a pas grande importance ; il suffit de se rappeler que cette époque est celle de la première grande extension glaciaire dont les effets aient été bien constatés en Europe (SCANIEN de Geikie, GUNZIEN de Penck et Brückner).

Les dépôts de Saint-Prest et de Solilhac, en France, ceux du *Forest-bed*, en Angleterre, ceux de Süssenborn en Thuringe, etc., peuvent être considérés comme placés à la limite du Pliocène et du Pléistocène, c'est-à-dire du Tertiaire et du Quaternaire. Ils représentent la première grande période interglaciaire (NORFOLKIEN de Geikie).

Le Quaternaire comprend les temps *pléistocènes* et les temps *actuels*.

Au *Pléistocène inférieur* correspond d'abord une seconde période glaciaire, celle qui paraît avoir été la plus importante (SAXONIEN de Geikie, MINDÉLIEN de Penck et Brückner), puis une seconde grande période interglaciaire (HELVÉTIEN de Geikie), marquée par une faune composée d'éléments indiquant un climat chaud : Éléphant antique, Rhinocéros de Merck, Hippopotame, Machairodus, Singes, etc. Les débris de ces animaux se rencontrent, soit dans les alluvions les plus anciennes du système hydrographique actuel, soit dans les dépôts les plus inférieurs des cavernes. C'est aussi dans les terrains de cette époque qu'on recueille les plus anciens instruments en pierre reconnus comme authentiques par tout le monde. Au point de vue archéologique, c'est le *Chelléen*, de Mortillet : dénomination que je considère comme excellente au moins dans l'état actuel de la science.

Le *Pléistocène moyen* est caractérisé, au point de vue géologique, par un retour des grands phénomènes glaciaires (troisième période, POLANDIEN de Geikie, RISSIEN de Penck et Brückner), par la formation de nouvelles nappes d'alluvions, tantôt superposées à celles du Pléistocène inférieur, tantôt situées en contre-bas de celles-ci. C'est l'époque du principal remplissage des cavernes par les phénomènes physiques et de la formation des grandes masses du *löss* de nos pays, les origines de ces deux sortes de terrains étant tout à fait analogues. C'est aussi l'époque du dernier creusement des vallées, du dernier modelé de la topographie actuelle.

La faune est très différente de celle du Pléistocène inférieur. Il n'y a plus d'Hippopotame ; l'Éléphant antique est remplacé par le Mammouth, le Rhinocéros de Merck par le Rhinocéros à narines cloisonnées, et l'on sait que cette dernière espèce, comme le Mammouth, était adaptée aux rigueurs d'un climat glaciaire. Le Pléis-

tocène moyen a vu dans nos pays le règne des grands Carnassiers : Ours, Hyène, Lion des cavernes.

Le *Pléistocène supérieur* est mal caractérisé aux points de vue géologique et stratigraphique ; les dépôts qui lui correspondent accusent une topographie et une hydrographie très voisines de la topographie et de l'hydrographie actuelles en même temps qu'un climat froid et sec (1) ; dans les grottes ce sont surtout des apports humains, cendres de foyers et débris de cuisine. La faune ne diffère pas beaucoup de celle du Pléistocène moyen et, dans mon tableau de 1889, j'avais, pour cette raison, considéré les deux étages comme ne formant qu'un seul bloc géologique. Pourtant la stratigraphie des cavernes permet généralement de distinguer deux niveaux successifs et ces deux niveaux renferment des faunes un peu différentes sans qu'on puisse affirmer que ces différences ne sont pas dues à l'intervention humaine. Cette intervention a dû, en effet, introduire dans les foyers des ossements de certains animaux qui n'y seraient peut-être pas arrivés par le simple jeu des phénomènes physiques. Ce qui est certain c'est que le Renne est l'espèce dominante de ce niveau où il est accompagné de diverses formes animales indiquant un climat analogue à celui des steppes.

Mais c'est surtout l'archéologie qui conduit à une division très nette. L'ethnographie des Hommes du Pléistocène supérieur, différente de celle des Hommes du Pléistocène moyen, lui est aussi très supérieure. La distinction, faite d'abord par Lartet, d'un âge du Mammouth et d'un âge du Renne, est justifiée par l'archéologie bien plus que par la paléontologie. Elle se retrouve dans les expressions à peu près correspondantes de *Moustérien* et de *Magdalénien* de Mortillet.

Revenons à la Grotte du Prince. Ce gisement est remarquable par la continuité de ses dépôts, par l'absence de lacunes stratigraphiques ; et, comme il a été exploré avec le plus grand soin, on peut s'attendre à y rencontrer tous les passages d'une faune à l'autre, à éprouver une grande difficulté à fixer les points précis où doivent passer les lignes des coupures.

(1) Cette époque, considérée par moi comme *post-glaciaire* aurait été marquée, d'après divers géologues, par une ou plusieurs nouvelles phase d'avancement des glaces moins importantes que les premières (MECKLEMBOURGIEN, etc., de Geikie, WURMIEN de Penck et Brückner). Cela est possible, mais je n'ai personnellement pas d'observations à l'appui de cette manière de voir. On trouvera, dans la 2^e section de ce travail, quelques réflexions relatives à ce sujet.

Que les dépôts inférieurs, c'est-à-dire les couches 1, 2 et les foyers subordonnés E et D doivent être rapportés au Pléistocène inférieur et considérés comme synchroniques des couches de Chelles, cela ne saurait, je crois, faire l'objet d'un doute car, avec les espèces caractéristiques du Pléistocène inférieur : Hippopotame, Éléphant antique, Rhinocéros de Merck, ces dépôts renferment un certain nombre de formes animales d'un caractère très archaïque.

Ce rapprochement étonnera sans doute beaucoup de Préhistoriens. Les pierres taillées recueillies dans les niveaux les plus inférieurs de la Grotte du Prince sont, en effet, différentes des types caractéristiques des gisements chelléens classiques; elles reproduisent les formes de l'industrie dite *moustiérienne*, qui est ordinairement associée en Europe à la faune du Mammouth.

Faisant ici surtout œuvre de géologue et de paléontologiste et nullement d'anthropologiste, je devrais laisser à mes savants amis, MM. Cartailhac et Verneau, le soin de discuter et d'expliquer cette anomalie. Je me permettrai pourtant de présenter quelques observations.

La première idée qui s'offrira à l'esprit des Préhistoriens, pour qui l'argument archéologique a plus de valeur que tout autre, sera de supposer que la faune chaude, à Éléphant antique et Hippopotame, a vécu sur la Côte d'Azur pendant que la faune froide régnait dans le reste de la France. On pourrait peut-être admettre cette explication si l'on n'avait trouvé que des débris d'espèces chaudes dans les gisements des Baoussé-Roussé. Mais nous avons vu que la faune froide y est représentée dans des couches superposées, comme partout ailleurs, à celles de la faune chaude.

Les géologues enclins à multiplier les périodes glaciaires et désireux de trouver dans les données paléontologiques des arguments en faveur de leurs conceptions d'ordre purement physique, penseront peut être que la faune chaude des foyers inférieurs de la Grotte du Prince n'est pas contemporaine de celle de Chelles mais qu'elle correspond à un retour de cette faune pendant une époque interglaciaire plus récente. Je ferai remarquer, dans ce cas, qu'aucun fait ne vient à l'appui d'une telle hypothèse; qu'une pareille alternance n'a jamais été constatée dans des couches en superposition (1). Et d'un autre côté, puisque l'industrie moustiérienne est

(1) Il m'est impossible de comprendre sur quelles données MM. Penck et Brückner

partout ailleurs contemporaine d'une faune froide, elle ne saurait indiquer que des conditions glaciaires et non interglaciaires.

Il nous faut donc admettre, et c'est à mes yeux un des plus importants parmi les résultats scientifiques nouveaux fournis par l'exploration méthodique de la Grotte du Prince, que dans ce gisement l'industrie moustiérienne, c'est-à-dire l'industrie généralement considérée comme caractéristique du Pléistocène moyen, est contemporaine de la faune chelléenne, c'est-à-dire de la faune du Pléistocène inférieur.

Ce fait, si inattendu qu'il soit, n'offre, après réflexion, rien d'extraordinaire. S'il nous étonne un peu c'est peut-être parce que nous connaissons très mal le facies industriel des dépôts des cavernes remontant au Pléistocène inférieur. L'industrie dite moustiérienne est une des plus primitives qu'on puisse imaginer; elle est plus simple certainement que celle qui a produit les beaux spécimens de Chelles et de Saint-Acheul, puisqu'elle ne se compose que d'éclats retouchés sur les bords. Il n'est donc pas étonnant qu'elle nous apparaisse dès les débuts de la période paléolithique. D'ailleurs les stations humaines renfermant à la fois l'industrie *chelléenne* et l'industrie *moustiérienne* sont extrêmement nombreuses (1). Le gisement de Chelles lui-même offre, à côté des pièces de choix que recueillent tous les collectionneurs, une foule de types plus petits, analogues à nos pierres taillées des foyers inférieurs, et beaucoup des *éolithes* signalés par M. Rutot dans les alluvions quaternaires de la Belgique sont des produits de cette industrie primitive. Par contre, nous connaissons des gisements d'une industrie purement chelléenne, comme celle des quartzites des environs de Toulouse qui sont exactement contemporaines de la faune froide et qui, par suite, tiennent ici la place du Moustiérien. Ces différences ne sauraient avoir une grande portée au point de vue chronologique; elles tiennent souvent à des causes accidentelles. Il est possible, par exemple, que les Paléolithiques des Baoussé-Roussé, forcés de tailler leurs instruments dans des galets de petites dimensions

se sont appuyés pour placer une faune à *Elephas antiquus* et *Rhinoceros Mercki* entre le Moustiérien et le Solutréen (voy. OBERMAIER, in *L'Anthropologie*, t. XV, p. 31).

Quoique partisan de la périodicité des grands phénomènes glaciaires qui ont marqué la fin du Tertiaire et le Quaternaire, je ne puis dissimuler que les observations d'ordre purement paléontologique ne s'accordent pas avec une trop grande multiplicité des phases glaciaires et interglaciaires.

(1) D'Acy en a donné une énumération fort longue quoique incomplète dans *L'Anthropologie*, t. V, p. 371.

n'aient pu se procurer des blocs de matière première d'un volume suffisant pour la fabrication de grandes pièces amygdaloïdes.

Les faits d'ordre géologique et paléontologique ont une signification et une portée plus générales que les faits ethnographiques parce qu'ils sont indépendants de l'action humaine. C'est aux géologues et aux paléontologistes qu'il appartient d'établir les grandes divisions des temps quaternaires et c'est dans les cadres fixés par eux que les Préhistoriens pourront à leur tour faire des subdivisions archéologiques. Dans le cas actuel j'estime que l'ethnographie doit s'incliner devant la géologie et la paléontologie. Il ne me paraît pas possible de douter que les foyers inférieurs de la Grotte du Prince, à faune chaude, ne doivent être rapportés au Pléistocène inférieur.

C'est aussi dans cet étage que, pour des raisons développées dans la deuxième section de ce travail, je fais entrer la plage marine; il est donc probable que les dépôts subaériens, à fossiles terrestres, ne représentent que la partie supérieure de ce Pléistocène inférieur.

Le Pléistocène moyen et le Pléistocène supérieur sont ici très difficiles à délimiter. Je serais porté à attribuer presque tout le reste du remplissage au Pléistocène moyen, le foyer C faisant transition. Il faut lui rapporter, à coup sûr les couches 4, 5, 6, qui correspondent à une période de grande activité des agents atmosphériques : désagrégation des roches, accumulation de brèches tant à l'extérieur qu'à l'intérieur des grottes, dépôt de couches d'argile à ossements.

Je ne saurais affirmer qu'il y ait, dans la Grotte du Prince, des couches fossilifères représentant le Pléistocène supérieur, lequel est plus développé, comme nous le verrons tout à l'heure, dans les grottes voisines où les apports humains sont plus importants, où les phénomènes physiques ont joué un moins grand rôle dans le remplissage et où, surtout, les documents archéologiques et anthropologiques, plus nombreux et plus variés, permettent de faire des divisions plus précises.

LA GROTTÉ DES ENFANTS

CONCLUSIONS.

La Grotte des Enfants nous offre des caractères fort différents de ceux de la Grotte du Prince, tant au point de vue de la nature des

terrains de remplissage qu'à celui de leur contenu (1). Les Hommes paléolithiques y ont séjourné d'une façon à peu près permanente pendant toute la longue durée qui correspond à la formation de couches superposées sur près de 10 mètres d'épaisseur et

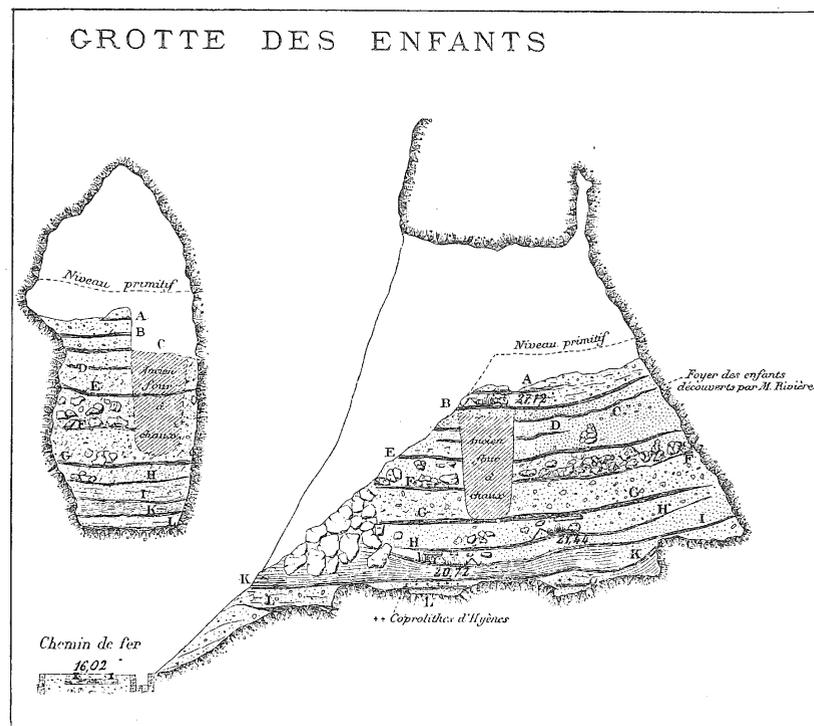


FIG. 2. — Coupes longitudinale et transversale de la Grotte des Enfants.

offrant presque toutes, à un degré plus ou moins accusé, le caractère d'apports et de foyers humains (Voyez fig. 2).

Tout ce remplissage est quaternaire puisque le Renne a laissé ses traces dans les couches tout à fait supérieures (1^{re} coupe) (2); c'est là un premier résultat auquel conduit l'étude de la faune. Et ce résultat est des plus importants au point de vue de la solution du problème, tant discuté, de l'âge des squelettes humains.

La Paléontologie est ici d'accord avec l'Archéologie pour démontrer que, dans leur ensemble, les dépôts de la Grotte des Enfants

(1) On trouvera, dans l'ouvrage d'où ces paragraphes sont extraits, la description détaillée des terrains de remplissage de la Grotte des Enfants.

(2) Entre C et B des figures ci-dessus.

sont un peu plus récents que ceux de la Grotte du Prince ou, pour parler d'une façon plus précise, que les couches inférieures y sont un peu moins anciennes et les couches supérieures un peu plus récentes.

Les couches les plus profondes, reposant immédiatement sur le plancher rocheux de la grotte, ne renfermaient ni *Elephas antiquus*, ni Hippopotame. Le seul élément caractéristique du Pléistocène inférieur qui y ait été rencontré est le *Rhinoceros Mercki*. Or, il semble ressortir de l'étude de la Grotte du Prince et de celle d'autres gisements européens, surtout de l'Europe méridionale, que le *Rhinoceros Mercki* paraît avoir survécu dans nos contrées à l'Hippopotame et à l'Eléphant antique. La présence du Rhinocéros de Merck ne suffirait donc pas toujours, à mon avis, pour caractériser le Pléistocène inférieur. Pour ce qui est de la Grotte des Enfants on peut encore remarquer que le Rhinocéros de Merck est associé, dans les couches inférieures, à l'*Ursus spelæus* en même temps qu'à l'*Ursus arctos*. Je serais donc porté à rapprocher ces couches inférieures (10^e et 9^e coupes) (1) non pas des premiers foyers E et D de la Grotte du Prince, mais du foyer C, c'est-à-dire de les considérer comme formant le passage du Pléistocène inférieur au Pléistocène moyen.

Les squelettes de Négroïdes du foyer I, lequel surmonte directement ces dépôts inférieurs, appartiendraient donc au Pléistocène moyen et seraient ainsi sensiblement de l'âge des squelettes de Spy, en Belgique.

Le foyer H, renfermant le grand squelette masculin, a livré une faune ne différant par aucun caractère important de celle du foyer I; je la rapporte encore au Pléistocène moyen, ce qui entraîne à vieillir notablement la race humaine dite de Cro-Magnon représentée dans le foyer H.

Quand on examine les listes d'animaux établies plus haut, couche par couche, on est frappé de voir qu'à partir de ce foyer H jusqu'au sommet des dépôts, la faune est très uniforme; les grandes espèces carnivores y sont rares ce qui peut s'expliquer, en dehors de toutes considérations chronologiques, par le fait que la grotte, continuellement habitée par l'Homme, ne pouvait servir de repaire.

Le Renne a été trouvé dans les 5^e et 1^{re} coupes (2); il est très logi-

(1) Comprenant les foyers L et K des figures ci-jointes.

(2) C'est-à-dire vers le foyer F et entre C et B des figures ci-jointes.

que de supposer que ces niveaux supérieurs de la grotte sont contemporains de la plus grande extension de cet animal et qu'il faut les rapporter à l'âge du Renne, c'est-à-dire au Pléistocène supérieur. Dès lors l'âge des squelettes humains trouvés par M. Rivière d'abord, dans le foyer C, et par M. de Villeneuve ensuite, dans le foyer B, se trouve parfaitement établi. Il n'est pas douteux que ces squelettes soient pléistocènes; mais on peut affirmer, je crois, qu'ils ne remontent pas au-delà du Pléistocène supérieur.

PALÉOGÉOGRAPHIE

FORMATIONS MARINES AUX BAOUSSÉ-ROUSSÉ (1).

Nous avons maintenant les moyens de reconstituer l'histoire géologique des grottes des Baoussé-Roussé. Celles-ci ont pu prendre naissance dès que les phénomènes orogéniques eurent placé dans la situation qu'ils occupent aujourd'hui, les calcaires jurassiques dans lesquels elles sont creusées, c'est-à-dire dès la fin du Miocène. Leur formation se rattache au phénomène général des cavernes en pays calcaire : élargissement des joints ou des fissures de la roche par les eaux atmosphériques de pénétration; remplissage par désagrégation des parois et apports extérieurs dus au ruissellement.

Au début du Pliocène, la Côte d'Azur, comme la plupart des régions circum-méditerranéennes, a dû subir des mouvements positifs; la mer a envahi une partie des territoires anciennement émergés. Si certaines des cavités souterraines s'ouvraient déjà à l'extérieur, les vagues n'ont pu que les débarrasser de leurs premiers dépôts meubles de remplissage et augmenter leurs dimensions. Nous savons que vers la fin du Pliocène le niveau de la mer était beaucoup moins élevé qu'au début. Le mouvement négatif a-t-il été régulièrement progressif ou a-t-il été interrompu par des mouvements positifs? Je ne connais, dans la région, aucun fait qui me permette de répondre à cette question. Mais je tâcherai de montrer plus loin qu'il a dû y avoir, pendant la durée du Pliocène, une série de mouvements de sens contraire dont nous ne pouvons apprécier ici que le résultat final. Pendant la durée des mouvements négatifs, beaucoup d'excavations des roches calcaires sous-marines

(1) Conclusions d'un chapitre consacré à l'étude des plages marines de l'intérieur de la Grotte du Prince et de ses abords.

émergeaient peu à peu pour être bientôt remplis de dépôts subaériens, destinés eux-mêmes à disparaître à la suite de nouveaux changements du niveau de base des cours d'eau souterrains, etc.

On sait, en effet, que ces très anciens remplissages de grottes ou de cavernes ne s'observent que rarement. J'en ai signalé un exemple dans les Pyrénées, et, en Angleterre, M. Boyd-Dawkins a décrit une caverne avec contenu paléontologique de l'époque pliocène. Il semble qu'il en existe des traces à la Grotte du Prince même, sous forme de lambeaux de brèches soudées à la paroi calcaire des Baoussé-Roussé, à la sortie du tunnel et bien au-delà des limites extérieures du cône de remplissage de la grotte tel qu'il existait avant l'établissement du chemin de fer.

Quoi qu'il en soit, à un certain moment, qui correspond à la fin du Pliocène ou au début du Quaternaire, la Grotte du Prince, complètement débarrassée de tout remplissage antérieur, était baignée par les eaux d'une mer dont le niveau s'est maintenu longtemps à la cote d'environ + 25 mètres. Le niveau de cette mer s'est abaissé peu à peu jusqu'à la cote + 12 mètres où elle a édifié les dépôts coquilliers qui recouvrent le plancher de la grotte. Puis le mouvement négatif a dû continuer.

Il me paraît en effet impossible que de grands et lourds Pachydermes aient pu circuler avec facilité sur le territoire des Baoussé-Roussé tel que nous le voyons aujourd'hui. L'existence, au large des rochers de la côte et à une faible profondeur, d'une plate-forme sous-marine s'étendant fort loin, m'a paru ressortir de l'examen des cartes hydrographiques. J'ai pensé qu'il y avait là une indication qu'après le dépôt des sables à *Strombus bubonius*, la mer, en se retirant, a laissé, entre elle et les rochers escarpés du littoral, un espace assez vaste pour permettre aux Eléphants, aux Rhinocéros, aux Hippopotames, de se livrer à des évolutions auxquelles la topographie actuelle ne saurait se prêter.

Un géologue anglais, G. Maw (1), a signalé un fait curieux à cet égard. Les cavernes de Menton, dit-il, dont l'origine est subaérienne, se prolongent, au moins sur un point, à une distance considérable sous la mer. En face de ces cavernes, une source jaillit dans la mer avec une force suffisante pour produire, par temps calme, une petite oasis dans l'eau salée. Cette source débouchait et

(1) On the evidence of recent changes of level in the Mediterranean Coast-Line (*Geol. Magaz.*, t. VII, 1870, p. 548).

coulait probablement autrefois sur la terre ferme et depuis cette époque la terre a dû être submergée.

Afin d'avoir des données plus précises, S. A. S. le Prince Albert I^{er} a bien voulu faire procéder par M. Sauerwein à des sondages auxquels j'ai eu le plaisir d'assister. La carte planche XII montre la bathymétrie de la région comprise entre Monaco et San Lorenzo, telle qu'elle résulte de ces sondages et des documents antérieurs. La plate-forme sous-marine est bien dessinée en face de Grimaldi, de San-Remo, de San-Lorenzo, où elle a de 5 à 6 kilomètres de largeur.

A partir du rivage actuel le sol sous-marin s'abaisse lentement

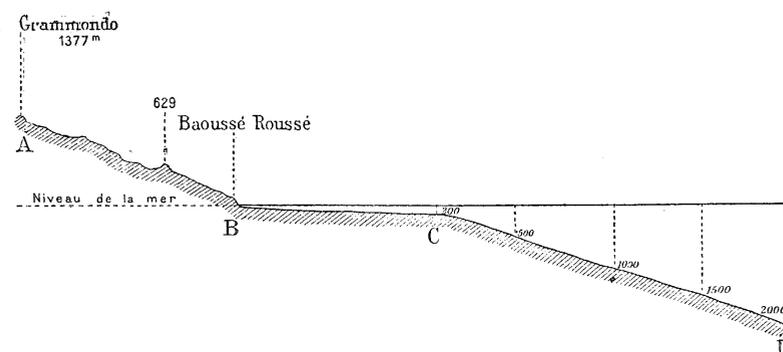


FIG. 3. — Profil des Alpes et de la Méditerranée passant par les Baoussé-Roussé.

jusqu'à une profondeur comprise entre 150 et 200 mètres. Au-delà de la courbe bathymétrique 200, les pentes augmentent brusquement. Le profil de la croûte terrestre, entre le Monte-Grammondo et un point situé à 15 kilomètres environ au large de Grimaldi est une ligne brisée formée schématiquement de trois parties (fig. 3). Les deux éléments extrêmes, A B, C D, représentent, le premier, l'inclinaison générale du versant de la chaîne alpine, le second l'inclinaison générale des fonds sous-marins; ils sont sensiblement parallèles et accusent une pente d'environ 16 à 17 0/0. L'élément moyen, qui figure la plate-forme de raccordement, n'a qu'une pente de 2 à 3 0/0. Il est clair que cette disposition résulte de l'action de la mer au cours des déplacements de son niveau, à une époque ou à des époques géologiques relativement peu éloignées. Il n'est pas trop téméraire de supposer que l'amplitude du mouvement négatif, dont nous avons relevé les traces dans la Grotte du Prince, peut être mesurée par la valeur de la courbe limite de la plate-forme.

La carte montre admirablement un autre phénomène déjà signalé par M. Issel (1). C'est l'existence, au droit des grandes vallées actuelles de la Ligurie (Roya, Nervia, Arma, Taggia, etc.), d'une topographie sous-marine qui représente, de toute évidence, le prolongement de ces vallées. Ce phénomène se retrouve sur beaucoup d'autres points du globe et a fait l'objet d'intéressants travaux (2). L'explication qu'en a donnée M. Suess (3), qu'il s'agit non d'un creusement mais d'une accumulation de sédiments de part et d'autre du cours d'eau prolongé dans la mer, ne saurait être adoptée dans tous les cas. Et ici, en particulier, il ne me paraît pas douteux qu'il s'agisse d'une topographie subaérienne aujourd'hui submergée, probablement contemporaine de la grande période d'émersion pontienne.

Un fait digne de remarque, c'est que la vallée sous-marine ne se relie pas complètement à la vallée continentale. Il y a une solution de continuité entre les deux. Ce n'est que vers la couche bathymétrique limite de la plate-forme, c'est-à-dire vers la courbe 200, que la topographie de la vallée submergée commence à s'accuser. Cette disposition s'explique, d'un côté par les déplacements du niveau de la mer s'exerçant entre les courbes 0 et — 200 et par l'arasement dû à l'action des vagues, d'un autre côté par un remblaiement dû aux apports des rivières; les deux phénomènes devant aboutir à un aplanissement général dans la traversée de la plate-forme.

Quelle amplitude peut-on assigner au mouvement de retour de la mer? Il est possible que certaines plages, émergées à de très basses altitudes et signalées par divers géologues sur la Côte d'Azur comme ayant un faciès plus récent, doivent être rapportées à ce mouvement positif. Mais ce n'est pas démontré. La distinction n'est basée que sur l'absence, qui peut être accidentelle, de quelques rares espèces de Mollusques et j'ai déjà insisté sur le peu de valeur d'un tel argument. Ce qui est certain, c'est que ce mouvement positif, dont la réalité ne saurait être niée puisque c'est lui qui a ramené la mer dans ses limites actuelles, n'a pas permis à

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 24 et 31 janvier 1887.

(2) Sans parler de la littérature sur les fjords de Norwège, il faut citer surtout : SPENCER (J.-W.), *Reconstruction of the Antillean Continent* (*Bull. of the geol. Soc. of America*, vol. 6, 1895), et HULL (G.), *On the Oceanic terraces and river valleys* (*Victoria Institute Trans.*, 1899). — Anciennes vallées envahies par la mer (*Congrès géol. intern.*, Paris, 1900, vol. I, p. 321).

(3) *La Face de la Terre* (Trad. de Margerie), t. II, p. 852.

celle-ci de dépasser le seuil général des grottes de Grimaldi, c'est-à-dire, l'altitude de 10 mètres environ. Les dépôts meubles du remplissage de la Grotte du Prince et de la *Barma di Baoussou da Torre* ainsi que les cendres des foyers n'ont, en effet, présenté aucune trace de remaniement ou de brassage par les flots. On m'a même affirmé que certains talus archéologiques arrivaient jusqu'à la mer. Il est actuellement très difficile de vérifier cette assertion.

LES RIVAGES MÉDITERRANÉENS AUX TEMPS QUATERNAIRES

La longue enquête que je viens de résumer (1) aura au moins l'avantage de montrer combien ce que nous savons est peu de chose à côté de ce que nous ignorons. Elle sera, je pense, de quelque utilité aux géologues qui s'intéressent à l'histoire des temps quaternaires, en constituant une sorte d'introduction à leurs recherches personnelles sur les mêmes sujets. Il me semble de plus que les résultats de cette enquête, complétant les données nouvelles recueillies à Grimaldi, se prêtent à quelques vues d'ordre général.

La précision et, par suite, la valeur des observations que j'ai rapportées sont forcément inégales. Dans un essai de synthèse comme celui que je désire tenter ici, il faut, d'une part, tenir grand compte de ces différences et, d'autre part, ne s'appuyer que sur des faits d'ordre positif.

Le phénomène de déplacement des rivages pendant les dernières époques géologiques est un phénomène général pour la Méditerranée. — C'est la première conclusion qui se dégage de l'ensemble de nos observations. Depuis le détroit de Gibraltar jusqu'à la côte syrienne il n'est pas un pays du littoral méditerranéen qui ne présente sa guirlande de dépôts marins émergés à des hauteurs variables au-dessus de la mer actuelle.

Des savants distingués, partant de cette idée *a priori* que les dépôts horizontaux de même altitude doivent être partout du même âge, se sont donné la tâche de rapporter ces dépôts à un certain nombre de mers caractérisées par leurs altitudes. On aurait ainsi les mers de 200 mètres, 150 mètres, 100 mètres, 60 mètres, etc.,

(1) Pour essayer de donner aux questions soulevées par l'étude des formations marines des Baoussé Roussé, toute l'ampleur dont elles me paraissent susceptibles, j'ai passé en revue, dans un long chapitre, avec de nombreuses indications bibliographiques, les observations du même ordre faites sur d'autres points du littoral méditerranéen.

jusqu'à la mer actuelle. Mieux vaudrait, à mon sens, chercher à fixer, pour chaque région, l'âge de ses diverses formations marines et comparer ensuite les altitudes des formations synchroniques des divers pays.

Abaissement progressif des lignes de rivages depuis le début du Pliocène. — D'une manière générale, on peut dire que tout se passe comme si, depuis le maximum de la transgression pliocène (3^e étage méditerranéen de M. Suess), le niveau de la mer s'était abaissé progressivement autour des continents d'ailleurs encore très instables. Que ce mouvement négatif ait été interrompu ou non par des retours positifs, comme nous le verrons plus loin, le résultat final est qu'à la fin du Pliocène le niveau général et relatif de la mer, dans la région méditerranéenne, était inférieur à celui qu'elle atteignait à certains moments du Pliocène inférieur et du Pliocène moyen.

Nous savons de plus que le Pliocène supérieur a été marqué par un refroidissement des eaux marines, aussi bien de la Méditerranée que de l'Atlantique, et qu'il a été suivi de très près par la plus importante des invasions glaciaires continentales.

Sur bien des points, en France, en Algérie, en Égypte, etc., le niveau de cette mer du Pliocène supérieur paraît se tenir autour de la cote + 60 mètres. Mais ailleurs (Italie méridionale, Sicile, Grèce, Égée, etc.), les altitudes de ses dépôts sont parfois très différentes, ce qui prouve que les grands mouvements tectoniques, surrection de certaines parties continentales, effondrement de fosses marines, n'étaient pas encore terminés.

Les dépôts quaternaires sont presque partout sensiblement horizontaux et, par suite, postérieurs aux grands mouvements tectoniques. — Mais il résulte, par contre, des observations que nous avons faites au cours de notre périple méditerranéen que les formations, dont l'âge quaternaire est bien établi par la Paléontologie, ont presque partout conservé leur horizontalité primitive et ne sauraient, par suite, avoir été soumises à de grands mouvements d'ensemble de l'écorce terrestre, sauf peut-être dans l'Italie méridionale et en Sicile, régions encore soumises à un régime volcanique et sismique des plus intenses (1).

Théoriquement, il paraît donc possible, dans la Méditerranée, de

(1) On observe le contraire dans d'autres parties du globe, notamment dans l'Europe septentrionale, autrefois occupées par d'immenses calottes de glace; je n'ai pas la pensée d'établir une règle générale.

fixer la position des lignes de rivage correspondant aux diverses étapes des mouvements de la mer depuis la fin du Pliocène. Il semble qu'au-dessus d'une certaine altitude, ne dépassant pas 60 mètres, on n'ait affaire qu'à des dépôts pliocènes. On a bien considéré comme quaternaires des plages émergées à des altitudes plus élevées mais, ou bien ces dépôts ont été observés dans des régions volcaniques souvent ébranlées, ou bien ils sont mal caractérisés au point de vue paléontologique et rien n'empêche de les attribuer au Pliocène supérieur plutôt qu'au Pléistocène.

En réalité les plages émergées vraiment quaternaires se tiennent généralement à une altitude comprise entre 0 et 30 mètres. Les cotes 30, 15, 8 mètres sont les plus fréquentes d'un bout à l'autre de la Méditerranée. Ce fait n'a pas manqué de frapper tous les auteurs qui se sont occupés de la question depuis le général de La Marmora, qui écrivait il y a un demi-siècle, jusqu'aux auteurs les plus récents, MM. de Lamothe, Négris, etc.

La plupart des plages quaternaires se rapportent au Pléistocène inférieur. — Vu leur faible altitude, les plages quaternaires ont donné aux géologues qui s'en sont occupés l'impression de terrains très récents. Elles ont été généralement considérées comme ne remontant pas au-delà du Pléistocène supérieur. Nos observations ont montré qu'il n'en est pas ainsi sur la Côte d'Azur où des dépôts marins, dont la base se trouve à 7 mètres d'altitude, supportent des terrains d'origine subaérienne à faune mammalogique du Pléistocène inférieur. Ces conclusions peuvent-elles s'appliquer aux autres pays circumméditerranéens?

Il ne faut pas dire qu'il y a synchronisme entre les divers dépôts que nous avons longuement énumérés parce qu'il y a similitude de conditions topographiques. Il faut chercher à fixer l'âge de chacun d'eux par la Paléontologie. Malheureusement, dans beaucoup de cas, nous manquons de documents. Mais il est très important de constater que, partout où les fossiles sont suffisants, ceux-ci parlent dans le même sens et qu'ils empêchent de considérer les plages émergées entre les cotes 0 et + 30 comme des plages récentes, je veux dire comme des plages datant de la période géologique actuelle ou même du Pléistocène supérieur.

Si les données paléontologiques sont loin d'être aussi nombreuses qu'on pourrait le désirer, il ne faut pas oublier qu'elles se répartissent sur les points les plus différents du littoral méditerranéen.

Comment ne pas être frappé par exemple de ce fait que la faune malacologique à *Strombus bubonius* et quelques autres espèces chaudes caractérise un grand nombre des dépôts qui nous occupent en France, en Toscane, dans l'Italie méridionale, à Chypre, en Égypte, en Tunisie, en Algérie, aux Baléares, en Espagne? N'est-il pas raisonnable de supposer que les investigations futures feront découvrir des gisements analogues dans les régions intermédiaires?

Les Mammifères fossiles nous fournissent un instrument chronologique plus précis. Partout où on les a rencontrés, les restes de la faune du Pléistocène inférieur à *Elephas antiquus*, ou bien les produits de l'industrie humaine contemporains de cette faune se sont montrés stratigraphiquement au-dessus des plages émergées d'altitudes très faibles ou dans l'intérieur même de ces plages : en France, en Toscane, dans l'Italie méridionale, à Malte, aux Dardanelles, en Égypte, en Algérie, au Maroc, en Portugal.

Nous ne connaissons pas, dans le bassin de la Méditerranée, un seul exemple de dépôts marins émergés reposant sur des formations à *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, ou renfermant des débris de la faune du Pléistocène supérieur. Il est vrai que j'invoque ici, à mon tour, un fait d'ordre négatif. On peut aussi m'objecter que la faune froide du Pléistocène supérieur de l'Europe centrale ou occidentale est mal représentée dans l'Europe méridionale. Nous avons, en tous cas, le droit de dire qu'en l'état actuel de nos connaissances, les données paléontologiques ne sont pas en faveur de l'existence de plages émergées du Pléistocène supérieur.

Le Pléistocène inférieur correspond à un grand mouvement négatif de la Méditerranée. — L'étude des Baoussé-Roussé m'a conduit à admettre que le mouvement négatif postpliocène, dont les diverses lignes de rivage, aux altitudes inférieures à 60 mètres, paraissent ne représenter que des temps d'arrêt, a dû avoir une amplitude considérable. S'agit-il d'un phénomène local ou d'un phénomène général pour la Méditerranée? Les preuves directes à l'appui de cette dernière proposition ne sont pas très nombreuses, comme toujours quand il s'agit de mouvements négatifs. Nous avons pourtant quelques indications.

Examinons d'abord la topographie sous-marine aux abords des côtes actuelles. L'étude d'une carte bathymétrique, comme celle de la planche XIII, ou comme la *Carte générale des Océans* du Prince Albert I^{er}, révèle l'existence, dans d'autres régions de la Méditerranée,

née, de plates-formes sous-marines analogues à celle de Grimaldi, mais d'une superficie souvent beaucoup plus considérable.

À l'Ouest, c'est d'abord l'ancien « plateau continental » du Golfe de Lion, si bien étudié par M. Pruvot (1) et au-delà duquel les profondeurs augmentent rapidement. Sa largeur, d'environ 70 kilomètres, se réduit beaucoup entre le cap Creux et Tarragone, pour augmenter de nouveau brusquement à partir de cette dernière ville jusqu'au cap de Palos, d'où elle se poursuit jusqu'à Gibraltar avec une étendue plus restreinte.

La côte algérienne plonge si brusquement que parfois, à 13 kilomètres au large, les fonds atteignent 2.000 et 2.500 mètres. Au droit de Bône la plate-forme réapparaît; l'isobathe de 200 mètres ne tarde pas à envoyer une sorte de cap vers la Sardaigne dont elle reste séparée par des fonds de 1.600 mètres. En face de Tunis cette courbe s'éloigne beaucoup du littoral actuel; à la longitude du cap Bon, elle rejoint presque celle qui entoure la Sicile. La Petite-Syrie correspond à un développement énorme de la plate-forme dont la largeur atteint près de 200 kilomètres et qui, beaucoup plus resserrée dans la Grande-Syrie, se poursuit jusqu'à l'embouchure du Nil avec une largeur moyenne de 20 kilomètres seulement.

Les côtes de la Syrie et de l'Asie-Mineure s'enfoncent brusquement sous les eaux, sauf dans le golfe d'Alexandrette, où l'isobathe 200 semble aller au-devant de la pointe orientale de Chypre dont la séparent pourtant des profondeurs de 600 mètres.

À partir de Rhodes, cette même courbe réunit les divers archipels de la mer Egée en un petit nombre de blocs, dont les uns se soudent soit au continent asiatique, soit à la péninsule des Balkans, et dont les autres ne sont séparés des premiers que par des détroits relativement peu profonds. La Crète reste encore à l'état d'île. Les rivages occidentaux de la Grèce sont très abrupts; pourtant l'isobathe 200 fait disparaître le golfe de Corinthe et rattache les îles Ioniennes au continent. En remontant au Nord dans l'Adriatique, elle ne dépasse pas la latitude de Raguse et délimite dans l'Italie méridionale une zone dont la largeur n'atteint 20 kilomètres qu'autour du golfe de Tarente. La Sicile se trouve ainsi rattachée à l'Italie par un mince pédicule et l'étendue de l'île est considérablement augmentée dans deux directions : vers le Sud, l'isobathe 200 englobe Malte et vers l'Ouest elle arrive jusqu'au voisinage du cap

(1) *Archives de zoologie expérimentale*, 3^e série, t. V, 1897, p. 511.

Bon. Très près du rivage, en Calabre, elle s'en écarte souvent en Campanie pour envelopper Capri, Ischia, les îles Pontines et, plus au Nord, Giglio, Monte-Christo, Pianosa, l'île d'Elbe.

Elle rattache la Corse à l'Italie par un isthme étroit et assure très largement la communication de l'île française avec la Sardaigne, dont elle accroît notablement l'étendue.

Qu'une pareille topographie sous-marine, dont on retrouve des exemples sur une foule d'autres points du globe (*socle continental* des géo-physiciens), prouve des changements relativement récents dans le niveau relatif des terres et des mer, cela ne saurait, je crois, faire l'objet d'un doute. A certains moments cette plate-forme a dû être émergée en totalité ou en partie.

A cet argument et à ceux que j'ai déjà fait valoir à propos de Grimaldi je puis ajouter quelques autres témoignages.

Sur certains points du littoral méditerranéen, dans le golfe de la Spezia, par exemple, il y a d'après Carazzi (1), à 600 mètres du rivage et à 10 mètres de profondeur, une terre à ossements de Mammifères qui prouve que la mer a eu, pendant un certain temps, ses limites en deçà des limites actuelles. Spratt a montré qu'autour de l'île de Malte des rochers sous-marins présentent des fissures remplies d'une terre rouge à ossements. Ces observations concordent avec celles qui ont permis à Sir J. Murray d'affirmer que l'île était autrefois beaucoup plus étendue vers le Sud-Est.

Pomel (2) a montré qu'une partie au moins de la plate-forme sous-marine si étendue de la Petite-Syrte est formée par un dépôt récent à coquilles terrestres. M. de Lamothe (3) admet volontiers que les plages de 30 mètres et 15 mètres du Nord de l'Afrique ne représentent que des temps d'arrêt d'un mouvement négatif dont il lui paraît difficile de fixer l'amplitude, mais qui a fait baisser le niveau de la Méditerranée au-dessous de son niveau actuel. Des sondages nombreux ont montré à Ville que la vallée de la Mitidja a été creusée à près de 200 mètres au-dessous du niveau de la mer, puis remblayée. Ce chiffre représente précisément la cote moyenne de la plate forme submergée. Ce remblaiement des vallées actuelles, dans leur partie inférieure, paraît être un phénomène fréquent dont l'explication ne peut être fournie que par des changements du

(1) La breccia ossifera del Monte Rocchetta (*Boll. Comit. geol. Ital.*, t. I, p. 199).

(2) *Bul. de la Soc. géol. de France*, 3^e série, t. XIII, 1878, p. 217.

(3) *Comptes rendus de l'Ac. des Sciences*, 26 décembre 1904 et *loc. cit. passim*.

niveau de base des cours d'eau. En ce qui concerne le Rhône, par exemple, M. G. Picard (1) nous apprend que des bancs de cailloux roulés, prolongement de ceux de la Crau ou de la Camargue, ont été rencontrés par des sondages à Aigues-Mortes et dans d'autres localités jusqu'à — 50 mètres.

La géographie zoologique et la paléontologie nous fournissent d'autres arguments. Leith-Adams, Falconer, Wallace, Ramsay, E. Blanchard, A. Milne-Edwards, M. Boyd-Dawkins, etc., s'en sont servis pour accréditer l'hypothèse d'une jonction continentale récente de l'Europe et de l'Afrique. Après avoir énuméré un grand nombre d'êtres, animaux ou plantes, communs encore aujourd'hui au littoral européen et au littoral africain. E. Blanchard a cru pouvoir dire : « Si les rives méditerranéennes étaient rapprochées, l'investigateur le plus attentif passerait d'Europe en Afrique ou d'Europe en Asie sans qu'aucun trait de la nature vivante l'en avertisse ».

Il y a, entre les faunes de Mammifères fossiles de l'Europe, des îles de la Méditerranée et de l'Afrique, des ressemblances telles qu'elles ne peuvent s'expliquer que par des connexions terrestres aujourd'hui disparues. C'est un fait depuis longtemps connu que la faune pléistocène européenne renferme des éléments qui sont aujourd'hui essentiellement africains : l'*Elephas africanus* ou *priscus*, l'Hippopotame, le Porc-Épic, le Lion, l'Hyène tachetée, le Serval, le Macaque, etc. Tout en ayant sa physionomie propre (2) la faune quaternaire de l'Algérie renferme quelques formes européennes : l'*Elephas antiquus*, le *Rhinoceros Mercki*, des Ours. La plupart des grandes îles de la Méditerranée : Corse, Sardaigne, Sicile, Malte, Crète, Chypre, ont livré, aux explorateurs de leurs cavernes ou de leurs brèches à ossements, les restes fossilisés d'un grand nombre d'espèces animales identiques à celles des continents voisins.

On ne peut expliquer cette répartition en même temps que ce morcellement d'éléments fauniques semblables que par d'anciennes connexions terrestres, et ces connexions elles-mêmes impliquent, soit des variations dans le niveau général de la Méditerranée, soit

(1) La Camargue. Étude stratigraphique de la région du Bas-Rhône. Br. in-8°, 87 p. Nîmes, Imprimerie Générale, 1901. Ce mémoire m'a été obligeamment communiqué par M. Blayac.

(2) Voy. M. Boule, Les Mammifères quaternaires de l'Algérie d'après les travaux de Pomel (*L'Anthropologie*, t. X, 1899, p. 563).

l'effondrement des ponts continentaux ou des isthmes qui rattachaient autrefois ces diverses terres entre elles. Nous n'avons pas de preuves directes et péremptoires d'effondrements aussi récents. Nous avons au contraire la preuve de changements du niveau relatif de la mer. Dans l'état actuel de la science c'est donc à cette explication qu'on doit s'arrêter. Mais il s'agit de serrer la question de plus près et de chercher à esquisser les principaux traits de l'histoire des vicissitudes géographiques dont la Paléontologie nous révèle sûrement l'existence.

Nécessité d'admettre plusieurs grands mouvements négatifs au cours des dernières périodes géologiques. — Depuis les mémorables découvertes paléontologiques de M. Albert Gaudry en Grèce, nous savons que vers la fin du Miocène, la Méditerranée devait être réduite à quels grands lacs entre lesquels de larges communications assuraient un brassage continu des faunes de Mammifères d'Europe et d'Afrique. Il est permis de supposer que c'est surtout de ce moment que date l'individualité de la faune africaine, laquelle a conservé, dans ses grands traits, beaucoup de souvenirs de l'époque où les limons du Léberon, de Pikermi, de Samos, de Maragha enfouissaient d'innombrables ossements. Le Miocène tout à fait supérieur correspond donc à un mouvement négatif d'une amplitude énorme qui fut suivi d'un mouvement positif non moins important. Celui-ci correspond à la transgression pliocène (3^e étage méditerranéen), dont les dépôts s'observent sur une foule de point du pourtour méditerranéen ainsi que dans la plupart des îles.

La faune continentale pliocène a un caractère différent de celle du Miocène supérieur. Les relations ne sont plus autant avec l'Afrique qu'avec l'Asie et, par celle-ci, avec l'Amérique : diminution des Antilopes, grand développement des Cervidés, Bovidés primitifs, Tapirs, Chevaux, etc. A cette époque le continent africain a dû être complètement isolé de l'Europe et probablement aussi de l'Asie (1).

Si la régression des mers pliocènes s'était faite régulièrement, sans intercalations de mouvements positifs, les communications n'auraient pu se rétablir avant l'époque marquée par le développement de la faune dont l'*Elephas antiquus* est le chef de file. Dans

(1) VASSIL, Sur les faunes de l'isthme de Suez (*Bull. de la Soc. d'Hist. nat. d'Au-tun*, vol. III, 1890, p. 81 du tirage à part).

cette hypothèse un certain nombre de faits paléontologiques sont inexplicables. M. Forsyth Major (1) a montré, à plusieurs reprises, que certains éléments des faunes mammalogiques quaternaires des îles méditerranéennes se rattachent à des formes pliocènes plutôt qu'à des formes quaternaires continentales. C'est ainsi qu'on trouve en Corse et en Sardaigne : le *Prolagus sardus* voisin des *Prolagus* pliocènes ; un Carnivore, l'*Enhydrictis*, apparenté avec *Mustela Majori* du Pliocène de Monte Bamboli, en Toscane. Les petits Hippopotames de Crète et de Chypre ne seraient pas des diminutions de l'*H. amphibus* mais des espèces voisines d'une forme des lignites pliocènes de Casino. De tels faits nous obligent à admettre des communications temporaires à un certain moment du Pliocène.

D'autres espèces de ces mêmes îles sont semblables à des formes quaternaires ou actuelles : Sanglier, Cerf du groupe Elaphe, Bouquetin, Mouflon, Renard, Cuon, Homme paléolithique. Et cela prouve que les communications ont dû se faire à diverses reprises.

La présence simultanée de l'Éléphant antique, de l'Éléphant d'Afrique, du Rhinocéros de Merck, du Lion, de la Panthère, du Serval, de l'Hyène striée, de l'Hyène brune, de l'Hyène tachetée, du Porc-Épic, du Macaque, de part et d'autre de la Méditerranée, à l'époque des plages aujourd'hui émergées, c'est-à-dire à un moment où toutes relations paraissaient être rompues, implique nécessairement un passage antérieur à cette époque, et datant probablement du Pliocène supérieur.

Il y a des arguments géologiques en faveur de cette manière de voir. Tandis que les dépôts marins du Pliocène inférieur et du Pliocène moyen indiquent une grande transgression marine, les dépôts continentaux contemporains, formés de couches lacustres ou fluviales très épaisses, dénotent une période de remblaiement des vallées parfaitement en rapport avec le relèvement du niveau de base des cours d'eau. Puis vient une période de grands ravinements. J'ai montré depuis longtemps que, dans le Massif central de la France, où tous les changements de la géographie pliocène et quaternaire se lisent si clairement, le principal creusement des vallées actuelles s'est effectué pendant le Pliocène supérieur. Il paraît en

(1) L'origine della fauna delle nostre isole (*Atti Soc. tosc. Sc. nat.*, procès-verb. III, pp. 36, 113, 192). — Die Tyrrhenis (*Kosmos*, VII, 1833, p. 1 et 81). — *Proc. zool. Soc. of London*, 1901, p. 628. — *Geol. Mag.*, oct. et nov, 1903, pp. 462 et 501.

être de même dans les régions circumméditerranéennes, dans celles du moins qui ont été suffisamment étudiées à ce point de vue.

J'ai dit, à propos du Velay, après avoir fait remarquer que le travail d'érosion auquel est due la topographie actuelle de la région, a été presque entièrement effectué pendant le Pliocène supérieur : « Les différences présentées par les faunes de Sainzelles (Pliocène supérieur) et de Solilhac (Quaternaire tout à fait inférieur) expriment les changements biologiques correspondant à la durée du creusement des vallées actuelles aux environs du Puy. Ces différences ne sont pas très considérables, bien qu'elles représentent un laps de temps à coup sûr très important. Elles nous donnent donc, une fois de plus, une idée grandiose de la durée des temps géologiques ». Cette conclusion est à rapprocher de celle qui ressort d'une étude de MM. Di Stefano et Viola sur les dépôts marins en Basilicate et dans la Pouille. Ces savants ont montré qu'il y a eu, entre le Pliocène et le Quaternaire, des changements physiques énormes tandis que les changements concomitants de la faune marine sont insignifiants (1).

Nous sommes donc amenés à penser qu'un grand mouvement négatif a eu lieu pendant le Pliocène supérieur, probablement pendant la seconde moitié de cette époque. Cette hypothèse nous permet de comprendre la diffusion de certaines espèces. C'est à ce moment que l'*Elephas antiquus*, le *Rhinoceros Mercki*, les Hyènes et peut-être l'Hippopotame, qui existaient déjà au Pliocène supérieur, ou étaient représentés par des formes très voisines, ont pu circuler d'un continent à l'autre et s'établir dans certaines îles. Puis, à l'origine du Quaternaire, un nouveau mouvement positif a dû rompre les communications. C'est lui qui a laissé de si nombreuses traces sur tout le pourtour de la Méditerranée sous la forme des plages émergées que nous avons étudiées. Pendant cette époque la Corse, la Sardaigne, la Sicile, Malte, la Crète, Chypre, sont restées isolées. Certaines formes géantes émigrées en Sicile et à Malte, s'y trouvant emprisonnées, ont pu s'y rapetisser peu à peu pour donner des variétés naines ; les formes pliocènes ont continué à se perpétuer, parfois en se modifiant légèrement, en Corse, en Sardaigne, en Crète, à Chypre.

Le dernier mouvement négatif, dont nous avons retrouvé les traces, nous explique l'immigration, dans les îles rattachées tempo-

(1) In G. DOLLFUS, Annuaire géologique universel, t. X, p. 394.

rairement et pour la dernière fois au continent, des espèces dont l'origine est plus récente et même des espèces actuelles. Que ce mouvement négatif de l'époque quaternaire ait eu une amplitude beaucoup moindre que celui du Pliocène supérieur me paraît démontré : 1° par l'étude des phénomènes physiques continentaux contemporains qui sont loin d'avoir l'ampleur de ceux du Pliocène ; 2° par l'interprétation des données paléontologiques qui semblent prouver que les communications n'ont pas dû être aussi larges ni aussi nombreuses. On peut prendre comme exemple la comparaison des faunes quaternaires d'Afrique et d'Europe. Elles sont fort différentes dans l'ensemble. Il n'y a qu'un petit nombre d'espèces communes et celles-ci sont parmi les plus anciennes. La faune quaternaire de l'Algérie a déjà son autonomie. Mais il y a des points de contact incontestables. L'Homme paléolithique est représenté en Algérie et en Europe par des produits industriels trop semblables pour ne pas avoir une origine commune (1).

Amplitudes des mouvements négatifs. — Quelles amplitudes minima faut-il attribuer à ces mouvements négatifs ? L'examen des cartes bathymétriques montre qu'un abaissement de 200 mètres du niveau de la mer actuelle rattacherait à l'Italie le groupe de l'île d'Elbe, la Corse et la Sardaigne, ainsi que la Sicile et Malte. Quelques dizaines de mètres de plus suffiraient pour l'établissement d'un pont entre la Sicile et l'Afrique. Les Baléares, Candie, Chypre resteraient encore complètement entourées d'eau. Ce sont là des conditions que je crois suffisantes pour rendre compte des faits paléontologiques relatifs au Quaternaire. Elles peuvent s'accorder très facilement avec les données de la géologie continentale sans avoir recours à des effondrements dont je ne saurais nier l'existence *a priori*, mais dont nous n'avons aucune preuve directe.

Il n'en est pas de même du mouvement négatif du Pliocène supérieur. Il est très difficile, pour cette époque, de faire la part qui revient aux effondrements et celle qui revient au simple abaissement des lignes de rivages. Je crois qu'une communication a dû exister alors entre le Maroc et la Péninsule ibérique. Pour transformer en un isthme le détroit de Gibraltar actuel, il faudrait abaisser le plan d'eau méditerranéen d'environ 700 mètres. Mais il

(1) M. BOULE, Étude paléontologique et archéologique sur la station paléolithique du lac Karâr, Algérie (*L'Anthropologie*, t. XI, 1900, p. 1 avec fig. et pl.).

être de même dans les régions circumméditerranéennes, dans celles du moins qui ont été suffisamment étudiées à ce point de vue.

J'ai dit, à propos du Velay, après avoir fait remarquer que le travail d'érosion auquel est due la topographie actuelle de la région, a été presque entièrement effectué pendant le Pliocène supérieur : « Les différences présentées par les faunes de Sainzelles (Pliocène supérieur) et de Solilhac (Quaternaire tout à fait inférieur) expriment les changements biologiques correspondant à la durée du creusement des vallées actuelles aux environs du Puy. Ces différences ne sont pas très considérables, bien qu'elles représentent un laps de temps à coup sûr très important. Elles nous donnent donc, une fois de plus, une idée grandiose de la durée des temps géologiques ». Cette conclusion est à rapprocher de celle qui ressort d'une étude de MM. Di Stefano et Viola sur les dépôts marins en Basilicate et dans la Pouille. Ces savants ont montré qu'il y a eu, entre le Pliocène et le Quaternaire, des changements physiques énormes tandis que les changements concomitants de la faune marine sont insignifiants (1).

Nous sommes donc amenés à penser qu'un grand mouvement négatif a eu lieu pendant le Pliocène supérieur, probablement pendant la seconde moitié de cette époque. Cette hypothèse nous permet de comprendre la diffusion de certaines espèces. C'est à ce moment que l'*Elephas antiquus*, le *Rhinoceros Mercki*, les Hyènes et peut-être l'Hippopotame, qui existaient déjà au Pliocène supérieur, ou étaient représentés par des formes très voisines, ont pu circuler d'un continent à l'autre et s'établir dans certaines îles. Puis, à l'origine du Quaternaire, un nouveau mouvement positif a dû rompre les communications. C'est lui qui a laissé de si nombreuses traces sur tout le pourtour de la Méditerranée sous la forme des plages émergées que nous avons étudiées. Pendant cette époque la Corse, la Sardaigne, la Sicile, Malte, la Crète, Chypre, sont restées isolées. Certaines formes géantes émigrées en Sicile et à Malte, s'y trouvant emprisonnées, ont pu s'y rapetisser peu à peu pour donner des variétés naines ; les formes pliocènes ont continué à se perpétuer, parfois en se modifiant légèrement, en Corse, en Sardaigne, en Crète, à Chypre.

Le dernier mouvement négatif, dont nous avons retrouvé les traces, nous explique l'immigration, dans les îles rattachées tempo-

(1) In G. DOLLFUS, Annuaire géologique universel, t. X, p. 394.

rairement et pour la dernière fois au continent, des espèces dont l'origine est plus récente et même des espèces actuelles. Que ce mouvement négatif de l'époque quaternaire ait eu une amplitude beaucoup moindre que celui du Pliocène supérieur me paraît démontré : 1° par l'étude des phénomènes physiques continentaux contemporains qui sont loin d'avoir l'ampleur de ceux du Pliocène ; 2° par l'interprétation des données paléontologiques qui semblent prouver que les communications n'ont pas dû être aussi larges ni aussi nombreuses. On peut prendre comme exemple la comparaison des faunes quaternaires d'Afrique et d'Europe. Elles sont fort différentes dans l'ensemble. Il n'y a qu'un petit nombre d'espèces communes et celles-ci sont parmi les plus anciennes. La faune quaternaire de l'Algérie a déjà son autonomie. Mais il y a des points de contact incontestables. L'Homme paléolithique est représenté en Algérie et en Europe par des produits industriels trop semblables pour ne pas avoir une origine commune (1).

Amplitudes des mouvements négatifs. — Quelles amplitudes minima faut-il attribuer à ces mouvements négatifs ? L'examen des cartes bathymétriques montre qu'un abaissement de 200 mètres du niveau de la mer actuelle rattacherait à l'Italie le groupe de l'île d'Elbe, la Corse et la Sardaigne, ainsi que la Sicile et Malte. Quelques dizaines de mètres de plus suffiraient pour l'établissement d'un pont entre la Sicile et l'Afrique. Les Baléares, Candie, Chypre resteraient encore complètement entourées d'eau. Ce sont là des conditions que je crois suffisantes pour rendre compte des faits paléontologiques relatifs au Quaternaire. Elles peuvent s'accorder très facilement avec les données de la géologie continentale sans avoir recours à des effondrements dont je ne saurais nier l'existence *a priori*, mais dont nous n'avons aucune preuve directe.

Il n'en est pas de même du mouvement négatif du Pliocène supérieur. Il est très difficile, pour cette époque, de faire la part qui revient aux effondrements et celle qui revient au simple abaissement des lignes de rivages. Je crois qu'une communication a dû exister alors entre le Maroc et la Péninsule ibérique. Pour transformer en un isthme le détroit de Gibraltar actuel, il faudrait abaisser le plan d'eau méditerranéen d'environ 700 mètres. Mais il

(1) M. BOULE, Étude paléontologique et archéologique sur la station paléolithique du lac Karâr, Algérie (*L'Anthropologie*, t. XI, 1900, p. 1 avec fig. et pl.).

existe, à l'ouest du détroit, une ligne de hauts fonds disposée en arc de cercle et représentant peut-être un raccordement des plis tectoniques de l'Atlas et de la Cordillère bétique. Il suffirait d'un abaissement d'environ 300 mètres pour les faire émerger.

Le rattachement des Baléares à l'Espagne exigerait un chiffre beaucoup plus considérable, au moins 700 mètres. Il faut remarquer que, jusqu'à présent, ces îles n'ont livré aucun ossement de Mammifère fossile quaternaire. La Crète et Chypre sont séparées des terres voisines par des profondeurs du même ordre, mais nous savons que les petits Hippopotames quaternaires de ces îles se rattachent à des formes du Pliocène inférieur. La jonction de la Sardaigne avec le continent africain, dont quelques géologues ont parlé, me paraît encore plus improbable car les fonds intermédiaires sont au moins de 1.600 mètres.

Mouvement positif du Pléistocène supérieur. — Le mouvement positif, qui a ramené la mer dans ses limites actuelles, a-t-il été continu ou interrompu par de nouvelles oscillations ? Si l'on peut répondre à cette question d'une façon satisfaisante pour ce qui concerne les mers septentrionales, on ne saurait, je crois, rien affirmer pour la Méditerranée. En tous cas un nouveau mouvement négatif ne s'impose nullement au point de vue paléontologique. Je suis de l'avis de M. Forsyth Major (1) qui admet une rupture définitive entre la Corse et le continent après le Pléistocène inférieur. J'ai déjà formulé une conclusion analogue au sujet de l'Algérie. Les phénomènes observés sur la Côte d'Azur nous ont fourni la preuve que le mouvement positif du Pléistocène supérieur n'a pas permis à la mer de dépasser sensiblement ses limites actuelles. Nous savons aussi, par les observations de M. Issel à la Grotte Bergeggi, que son niveau n'a pas varié depuis l'époque néolithique. Quant aux temps historiques, la longue et savante enquête de M. Suess (2) me paraît avoir démontré que les changements topographiques survenus sur divers points du littoral méditerranéen et sur lesquels M. Négris (3) a publié des notes intéressantes, peuvent s'expliquer par des phénomènes très localisés, de natures

(1) *Geolog. Magaz.*, octobre 1905, p. 405.

(2) *La Face de la terre*, éd. française, t. II, chap. xi.

(3) Régression et transgression de la mer depuis l'époque glaciaire (*Revue universelle des Mines*, 4^e série, t. III, 1903, p. 249). — Étude sur la dernière régression de la mer) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 4^e série, t. IV, 1904, p. 156 et 591.

diverses, et tout à fait indépendants des modifications d'ensemble du niveau de la mer.

Liaison des phénomènes marins avec les phénomènes continentaux contemporains. — L'étude des phénomènes continentaux qui ont marqué les derniers âges de la terre, développement des glaciers, creusement des vallées actuelles, formation des terrasses alluviales, a fait de grands progrès depuis un quart de siècle. Mais les explications qu'on a données de ces phénomènes ne sont pas encore très satisfaisantes. Avec M. Penck certains géologues veulent en trouver les causes en amont, dans les massifs montagneux et les rattacher à peu près exclusivement au développement périodique des grands glaciers. D'autres, partisans des doctrines de M. Suess sur les mouvements eustatiques, c'est-à-dire sur les mouvements d'ensemble de la surface marine, tournent leurs yeux vers l'aval et ne veulent invoquer que des changements dans le niveau de base des cours d'eau. Il me paraît que chacune de ces manières de voir, considérée isolément, est impuissante à tout expliquer et que chacune renferme pourtant une part de vérité. Loin de s'exclure les deux théories peuvent, je crois, se prêter une mutuelle assistance. C'est ce que je voudrais montrer en terminant.

Dès 1888, j'ai cherché à dégager quelques résultats généraux des comparaisons qu'on pouvait faire à cette époque entre les diverses formations quaternaires de nos pays (4). J'ai montré notamment qu'il fallait admettre l'existence d'au moins trois périodes glaciaires que j'ai cherché à localiser dans le temps au moyen de la stratigraphie et de la paléontologie. Depuis lors, les travaux de divers géologues ont augmenté le nombre de ces périodes. M. James Geikie (2) en admet six en se basant principalement sur ce qu'on observe dans l'Europe septentrionale ; MM. Penck et Brückner (3) en comptent au moins quatre dans les Alpes. Dans les deux cas l'augmentation porte sur des oscillations du mouvement général de retrait des grands glaciers de la troisième période, oscillations dont l'importance a pu varier beaucoup suivant les pays. L'accord existe entre la plupart des géologues

(1) M. BOULÉ, Essai de Paléontologie stratigraphique de l'Homme (*Revue d'Anthropologie*, 3^e série, t. III et IV, 1888 et 1889).

(2) *The Great Ice age*, 3^e édit., 1894.

(3) Voyez dans *L'Anthropologie*, t. XV, 1904, pp. 1 et 35, des résumés des derniers travaux de MM. Penck et Brückner sur la chronologie glaciaire.

sur les trois périodes glaciaires principales. Quant à leur localisation dans le temps, mes vues diffèrent de celles de M. Penck, dont j'admire les travaux de physiographie, mais qui ne me paraît pas

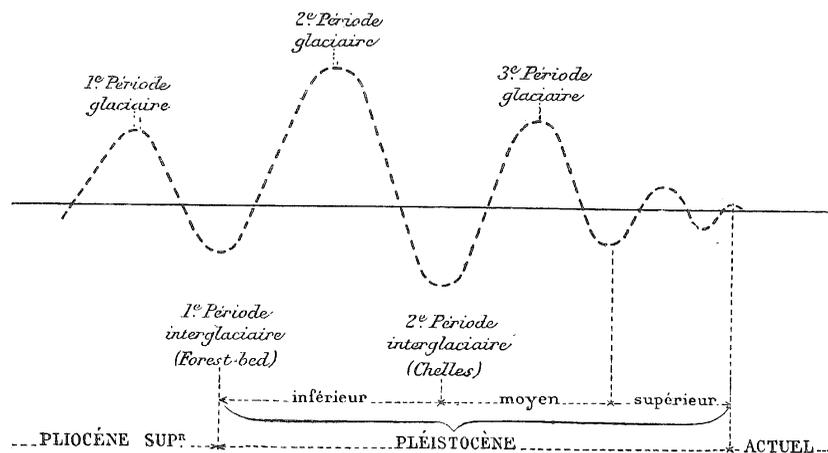


FIG. 4. — Graphique des périodes glaciaires et interglaciaires.

avoir interprété correctement les données paléontologiques et archéologiques.

On peut représenter par le graphique ci-dessus (fig. 4) la succes-

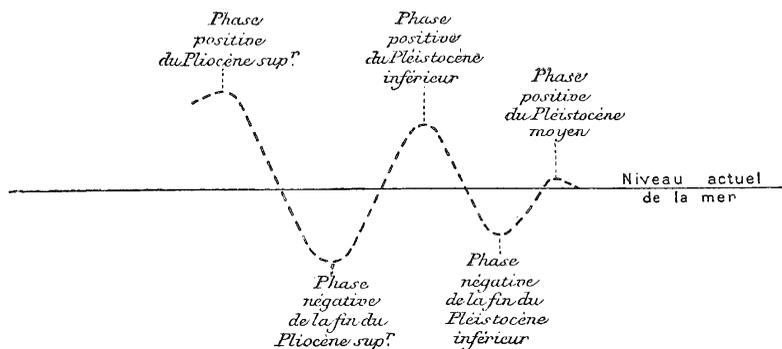


FIG. 5. — Graphique des changements des lignes de rivages de la Méditerranée pendant les dernières époques géologiques.

sion des phases glaciaires et interglaciaires. Un second graphique pour les changements des lignes de rivage en Méditerranée (fig. 5) aurait la forme d'une sorte de sinusoïde analogue à la pre-

mière (1). Les deux phénomènes paraissent donc obéir à des rythmes semblables et les données paléontologiques amènent à penser que les périodes sont concordantes. Les grandes invasions glaciaires correspondraient ainsi aux grands mouvements positifs de la mer et les périodes interglaciaires aux mouvements négatifs.

Ce rapprochement a déjà été formulé par M. James Geikie pour les contrées septentrionales. Je n'ignore pas les objections qu'on peut lui faire. Il semble que l'abaissement des lignes de rivage, en augmentant l'altitude des reliefs continentaux devrait avoir pour conséquence l'abaissement de la ligne des neiges perpétuelles et amener une recrudescence glaciaire. Mais on peut se demander si ce n'est pas le résultat contraire qui est plus sûrement atteint par la diminution du domaine maritime, pourvoyeur des précipitations atmosphériques et par l'augmentation du domaine continental, celle-ci devant entraîner un climat plus sec et un régime voisin de celui des steppes actuel.

On admet généralement que les phases interglaciaires correspondent à des périodes de creusement des vallées et les phases glaciaires à des périodes de remblaiement. Or, M. de Lapparent (2) a déjà montré que le phénomène des terrasses alluviales ne saurait être regardé comme une conséquence exclusive du régime glaciaire, puisqu'il se présente dans une foule de vallées qui n'ont jamais été soumises à ce régime. Il est donc nécessaire de faire intervenir des changements de pente des cours d'eau, changements dont la cause la plus simple doit se trouver dans les variations du niveau de base. Les périodes de remblaiement correspondraient donc à des périodes de submersion, c'est-à-dire à des mouvements positifs, tandis que les périodes de creusement impliqueraient des mouvements négatifs (3).

Il me semble que cette théorie rend compte, mieux que toute

(1) Il n'est question ici que des régions méditerranéennes. Cela doit être bien entendu, car si je suis amené à admettre la réalité de variations d'ensemble du niveau de l'eau dans cette sorte de cuvette ou de grand lac salé qu'est la Méditerranée, je n'ai ni l'intention, ni les moyens d'aborder le problème pour d'autres régions du globe, auxquelles je ne saurais par suite appliquer les mêmes conclusions.

(2) *Traité de géologie*, 5^e éd., p. 1721.

(3) M. de Lamoignon a fait des observations analogues (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 4^e série, t. I, 1901, p. 375 et suiv.). Les vues que je présente ici ne sont pas sans rapports avec celles de mon éminent confrère, bien qu'elles n'aient pas le même point de départ. Mais le côté chronologique en est très différent.

autre, des principaux phénomènes qui ont marqué les dernières périodes géologiques dans le bassin de la Méditerranée.

Les transgressions des mers pliocènes nous expliquent les phénomènes de remblaiement des vallées continentales contemporaines dans le Massif central de la France, le bassin du Rhône, etc. Elles correspondent au développement des premiers grands glaciers sur des montagnes dont l'altitude absolue était alors beaucoup plus grande qu'aujourd'hui.

Le mouvement négatif de la mer du Pliocène supérieur est en corrélation étroite avec l'activité énorme de l'érosion continentale pendant la même période. Ce mouvement négatif correspond à la première grande époque interglaciaire, celle du *Forest-bed* en Angleterre, de Saint-Prest, de Solilhac en France, caractérisée, au point de vue paléontologique, par la coexistence de types pliocènes indigènes et de formes nouvellement arrivées de contrées lointaines. A ce moment de grande extension du domaine continental, les communications avec les grandes îles méditerranéennes, rompues depuis le Pontien, se sont rétablies et ont permis la diffusion des types pliocènes sur la persistance desquels M. Forsyth Major a appelé l'attention.

Au nouveau mouvement positif, dont les traces sont visibles un peu partout dans la région méditerranéenne, correspond une nouvelle invasion glaciaire, la plus importante. Le creusement des vallées actuelles, déjà très avancé, reste stationnaire. Il ne reprend que lorsque les glaciers reculent et que la mer se retire. C'est cette période des temps quaternaires qui a fait l'objet principal de notre étude. Elle correspond au règne de la faune à *Elephas antiquus*, dont les débris se rencontrent dans les dépôts tout à fait inférieurs du remplissage des grottes et dans les alluvions anciennes des vallées. Tantôt celles-ci forment des terrasses assez élevées au-dessus du thalweg, tantôt elles sont situées très près du fond ou au fond même de ces vallées, ce qui marque la valeur du creusement effectué pendant cette période.

Les observations paléontologiques sont faites généralement dans les régions moyennes des grandes vallées. Il serait intéressant de voir ce que deviennent les alluvions à *Elephas antiquus* vers les embouchures des fleuves. Si ma théorie est exacte, elles doivent parfois se trouver au-dessous du niveau de la mer. Nous manquons de documents sur ce point mais ceux que je possède sont à l'appui de cette supposition.

Si nous admettons que ce mouvement négatif du Pléistocène inférieur ait pu rétablir des relations entre les îles méditerranéennes et les continents voisins, cela nous permet d'expliquer les ressemblances qu'on observe entre les faunes contemporaines de ces diverses régions et notamment la présence, en Europe et en Afrique, de races humaines ayant le même outillage paléolithique.

Le Pléistocène moyen est marqué sur les continents par le retour des conditions glaciaires et par la formation, soit de terrasses alluviales en contre-bas des précédentes, soit de dépôts de comblement du fond des vallées. Il correspond également à un nouveau déplacement positif, à un nouvel agrandissement du domaine maritime. Et de même que cette troisième période glaciaire a été beaucoup moins importante que la deuxième, de même ce nouveau mouvement positif du niveau de la mer a été très inférieur en amplitude à celui qui l'avait précédé.

Pour le Pléistocène supérieur les rapprochements sont plus difficiles. Dans le Nord de l'Europe on peut encore établir certains rapports entre les phénomènes continentaux et les déplacements du niveau de la mer. Dans le bassin de la Méditerranée les faits susceptibles d'être interprétés à ce point de vue sont actuellement complètement défaut.

Telles sont les conclusions générales qui me paraissent découler des études que je viens d'exposer. J'ai hésité à les formuler. Nul n'a plus que moi, je peux le dire, le sentiment de la difficulté des problèmes que j'ai abordés, et je ne saurais prétendre en donner la solution définitive. Il serait extraordinaire que je ne me fusse pas trompé sur plus d'un point. Mais, en une matière aussi complexe, la science ne peut procéder que par approximations successives. Tout ce que j'ose espérer c'est que ce travail renferme quelques parcelles nouvelles de vérité.