

# SUBMERSION et RÉGRESSION

QUATERNAIRES

EN GRÈCE

PAR

**Ph. NÉGRIS**

Ingénieur.  
Ancien Ministre des Finances à Athènes.



**PARIS**

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE  
28, Rue Serpente, VI

—  
1908

## SUBMERSION ET RÉGRESSION QUATERNAIRES EN GRÈCE

PAR Ph. Négris

Dans un mémoire précédent <sup>1</sup> je me suis étendu longuement sur l'existence d'une grande régression depuis la fin du Pliocène.

Mes dernières recherches en Messénie et dans les Cyclades confirment pleinement ce résultat : ce sont ces dernières observations que nous allons passer en revue.

VESTIGES DE LA MER EN MESSÉNIE. — La vallée de la Messénie offre des vestiges remarquables d'anciens rivages, ce sont : 1<sup>o</sup> des surfaces d'érosion marine sur les rochers ; 2<sup>o</sup> des cavités de lithophages ; 3<sup>o</sup> des terrasses sur le Pliocène récent et probablement sur le Pleistocène.

1. *Surfaces d'érosion marine sur les rochers.* — Si de l'un des ponts du Nédon, à Kalamæ, on tourne les yeux vers les contreforts du Taygète qui limitent la vallée de la Messénie à l'Est, on est frappé par la régularité de deux lignes ou bandes horizontales, marquées sur le calcaire de ces contreforts, depuis la vallée du Nédon jusqu'au ravin qui débouche dans la vallée de la Messénie, au-dessous du village de Gardiki, et même au-delà, sur dix kilomètres et plus. Le calcaire est un calcaire nummulitique, dit de Tripolitsa. Si l'on s'approche de ces lignes au-dessus du village de Kassareïka, on s'aperçoit qu'elles sont dues à un ressaut du calcaire sur plusieurs mètres de hauteur, formant un mur presque vertical, au droit de chacune des deux lignes horizontales. L'origine de ces deux ressauts se trouve à 140 et 180 m. très approximativement. Le calcaire sur cette étendue de dix kilomètres est grossièrement stratifié en bancs de direction et inclinaison variables, si bien que l'horizontalité des lignes dont il a été question ne peut être attribuée à la stratification : l'idée qui vient immédiatement à l'esprit est que l'on se trouve en présence d'une ablation marine, suivant des diaclases N.N.O., telle qu'elle se produit encore aujourd'hui, plus au Sud, sur la presqu'île du Ténare, sur une échelle plus vaste encore, parce qu'ici le rocher est exposé à la haute mer.

La mer aurait donc séjourné dans la vallée de la Messénie suffisamment longtemps aux cotes 180 et 140 pour tailler ces

1. Contribution à l'étude des dernières régressions. *B. S. G. F.*, (4), VI, 1906, p. 519.

abrupts. Dans l'intervalle de 140 à 180, l'érosion marine est encore évidente; mais elle est moins avancée: c'est ainsi que l'on reconnaît encore un nouveau mur qui s'élève au-dessus de la cote de 160 m., et un autre au-dessus de la cote de 130 m., et d'autres de moindre importance dans l'intervalle, avec quelques rares cavités de lithophages. Ces dernières, au contraire, pullulent contre le ressaut de 180 m.; dans deux grottes creusées à cette hauteur elles s'élèvent jusqu'à 7 m. de hauteur à partir de la base de la grotte; les grottes auraient préservé les cavités de lithophages de l'érosion.

2° *Cavités de lithophages.* — Les cavités de lithophages se présentent des deux côtés de la vallée. Sur le côté est on les rencontre, soit sur le calcaire de Tripolitsa à 35, 40, 120, 130, 155, 180 à 187 225 et 335 m.; soit sur le Pliocène supérieur représenté par du conglomérat ou un calcaire grenu (πῶρος) à 90, 125, 135 m. et sur un banc de conglomérat, portant le couvent en ruines de Velanidia, de 122 à 148 m., presque d'une manière continue; soit sur le calcaire lithographique de la nappe charriée du Péloponèse à 170 m.; soit à la même hauteur, sur un conglomérat peu consistant, probablement pleistocène, dont il sera question plus loin.

Sur le côté ouest de la vallée les cavités se présentent au Mt Ithôme sur le Pliocène à 45 et 90 m.; sur un calcaire semi-cristallin nummulitique à 115, 125, 135, 185, 200 m. Plus au Sud, sur le sentier entre le village Strephi et Neochori à 195 m., et sur le sentier entre Neochori et Philippaki à 105 m., sur le calcaire lithographique. Plus au Sud encore, sur le Mt Lycodimos, vers le golfe de Messénie, à 170, 300 et 330 m. sur le calcaire lithographique.

De l'absence des cavités aux cotes intermédiaires on ne peut inférer qu'elles n'aient jamais existé; car sur toute cette hauteur la vallée a été comblée par les dépôts pliocènes, dont il ne reste aujourd'hui que des lambeaux. Au contraire les cavités qui se trouvent presque d'une manière continue de 122 m. à 148 m., comme il a été dit plus haut, prouvent que nous avons devant nous un recul de la mer continu. A 148 m. le conglomérat dont il a été question est recouvert par des marnes tendres et les cavités cessent, pour reparaitre plus haut à 170 m. sur les galets d'un autre conglomérat plus récent.

3° *Terrasses marines.* — Les terrasses en escalier du Pliocène ne sont pas moins remarquables. J'en ai observé à 25, 35, 38, 45, 55, 58, 60, 68, 70, 75, 77, 80, 85, 94, 100, 102, 107, 110, 115, 120, 122, 125, 130, 135, 140, 145, 150, 155, 157, 165, 170, 179, 182, 188, 192, 208, 275, 300 m. Cette liste n'est certainement pas complète:

ce sont les terrasses que j'ai visitées et mesurées avec le baromètre anéroïde <sup>1</sup>.

Les terrasses ci-dessus sont pour la plupart taillées dans des marnes sableuses tendres et dans ce cas elles présentent presque toujours de petits gradins au-dessus et au-dessous, de peu de largeur, distants entre eux et de la terrasse principale de 3, 2, 1 m. et même 50 cm. Certains de ces gradins peuvent être artificiels, dressés pour les besoins de la culture : mais la plupart se terminent en dessous par un ressaut de la couche marneuse elle-même sur toute la hauteur du gradin, ce qui exclut l'idée de terres rapportées. La mer, reculant d'une manière continue ou par saccades de peu d'amplitude, peut seule rendre compte de ces terrasses et de ces gradins.

Quelquefois les terrasses se terminent par un banc de conglomérat ou de calcaire grenu pliocène : comme ces bancs alternent à la partie supérieure avec les marnes, on doit admettre que ces surfaces plus dures sont des surfaces de contact nettoyées et débarrassées des marnes par l'action du flot. Cela ressort en particulier des cavités de lithophages qu'on observe sur ces terrasses et en particulier sur la terrasse du couvent en ruines de Velanidia : aussi cette dernière présente une pente considérable (7 % et plus) relativement aux autres. L'hypothèse que la forme en marches d'escalier pourrait être due à une succession de rejets est inadmissible, car les couches inférieures d'une terrasse se prolongent au-delà sans dérangement, pour former la terrasse suivante.

ÂGE DE LA SUBMERSION DE LA VALLÉE DE LA MESSÉNIE. — Nous avons donc en Messénie des preuves incontestables d'une régression de la mer. De quelle époque date cette régression ?

A la cote 122,50, sur le banc de conglomérat du couvent en ruines de Velanidia, a été trouvée, dans un gros galet calcaire, un *Lithodomus lithophagus*. Cette espèce qui vit encore aujourd'hui existe aussi dans le Pliocène. Cet échantillon soumis avec les fossiles des

1. Ces mesures sont entachées, bien entendu, des erreurs inhérentes à l'emploi de cet instrument et provenant spécialement des variations de pression survenues pendant l'excursion, erreurs qui ne peuvent disparaître complètement par la correction de la pression, même en prenant la moyenne des pressions du départ à l'aller et au retour, d'autant plus que la pression barométrique présente dans le courant de la journée un maximum et un minimum très sensibles. Cependant quoi qu'on ne doive pas exiger de chaque mesure une précision qu'elle n'a pas, l'ensemble présente les relations mutuelles des terrasses d'une manière que je crois suffisamment exacte pour ne pas affaiblir la valeur des conclusions auxquelles elles conduisent.

couches pliocènes de Messénie à mon éminent confrère M. G. Dollfus, a donné les résultats suivants : diamètre du lithophage, 20 mm. ; longueur, 60 mm. : la fossilisation paraît avancée. Les fossiles du Pliocène sont : *Ostrea edulis*, *Lutraria oblonga*, *Pectunculus glycymeris*, *Cardita intermedia*, *Turritela triplicata*, *Circe minima*, *Pecten Jacobæus*, *Ditrupa* sp., *Chama gryphina* (var. *major*).

Cette faune, d'après M. Dollfus, est astienne, pas plus ancienne à cause du *P. Jacobæus* ; elle n'est pas plus récente puisqu'elle renferme *Chama gryphina*.

Ces déterminations laissent indécis l'âge de la régression entre le Pliocène et le Quaternaire. Mais d'autres considérations, tranchent la question définitivement en faveur d'un âge plus récent, et nous font admettre, qu'en ce qui concerne l'aspect ancien du *Lithodomus lithophagus*, des causes accidentelles, comme des infiltrations d'eau chargées d'acide carbonique auraient altéré plus rapidement les valves de ce fossile en les dissolvant presque complètement. Ces considérations sont les suivantes :

Quelques-unes des perforations paraissent peu anciennes et, parmi elles, celles trouvées à la cote la plus élevée, de 335 m., comme a bien voulu le constater M. Dollfus lui-même.

D'autre part, au Sud du village de Kassareïka, se trouve une accumulation de galets épars, parfaitement roulés sur une terrasse à 130 m., les galets n'ont aucune liaison entre eux. Il semble donc bien que l'on ait là une plage récente.

A la colline qui domine le couvent en ruines de Velanidia du côté du Nédon, les marnes au sommet paraissent ravinées par une formation plus récente de cailloutis sans liaison, formant aussi terrasse à 170 m. environ. Beaucoup de ces cailloux sont perforés.

De même en allant de Tsephérimini au monastère de Vulcano, sur le mont Ithôme, par le sentier qui traverse le gué de la rivière Pynax (Mavrozonmenos), on arrive, après avoir traversé la rivière, à une terrasse de 70 m. d'altitude environ, taillée sur une formation d'argile rouge avec galets surmontant elle-même une couche marno-sableuse jaune qui recouvre, de son côté, une couche de cailloux sans lien entre eux.

Il semble difficile d'échapper à la conclusion que dans tous ces cas il ne s'agisse de formations quaternaires ayant servi de rivage à la mer de 70, 130 et 170 m.

A toutes ces preuves se joint l'horizontalité des lignes d'érosion marine, dont il a été question plus haut. L'impression que l'on a en voyant ces lignes horizontales est qu'il s'agit d'un phénomène

tout à fait récent, postérieur aux grandes dislocations de l'Egée, qui ont dû sans doute modifier singulièrement l'aspect de la surface de toute la Grèce.

Mais je crois que l'âge quaternaire de la régression est définitivement résolu par la découverte des lithophages sur le terrain cristallin des îles de l'Archipel, c'est-à-dire dans le domaine de l'Egée, dont nous allons maintenant nous occuper.

**SUBMERSION DE L'EGÉE. —** J'ai observé à Siphnos des cavités de Mollusques perforant depuis les cotes les plus basses, jusqu'aux cotes les plus élevées de l'île, c'est-à-dire de 10 m. d'altitude à 690 m. (le sommet occupé par le couvent du prophète Elie est à 695 m.). Quoique que je n'aie suivi que trois profils, l'un du sommet du Mt St-Sylvestre à St-Sostis sur la mer, c'est-à-dire de 470 m. à zéro, le deuxième du sommet du Prophète Elie, au village d'Apolonia de 695 à 285 m., le troisième du même sommet au port de Kamarès, j'ai pu constater qu'il n'y a que rarement une hauteur de 15 m., ne présentant pas de cavités, tandis qu'au contraire elles se trouvent souvent à 10 et 5 m. les unes des autres et quelquefois sur plusieurs mètres et dizaines de mètres sans discontinuité, comme, par exemple, de 195 à 265 m., de 338 à 350 m., de 480 à 492 m., de 517 à 526 m. Les cavités se présentent sur le schiste cristallin (comme à Chrysi Pighi, au Sud de l'île, de 10 à 20 m. d'une manière continue), mais surtout sur le calcaire cristallin, en bancs, très fissuré, se délitant par les intempéries en nombreux débris qui jonchent le sol, surtout dans la gorge qui débouche à St-Sostis. Il est impossible, devant ces éboulis, malgré lesquels les cavités subsistent encore à des niveaux très rapprochés, de ne pas reconnaître qu'il s'agit d'un phénomène récent, tout au plus quaternaire.

Mais une découverte remarquable, faite par M. L. Cayeux à Délos, vient confirmer ce fait d'une manière éclatante. M. Cayeux a bien voulu me communiquer qu'une dent d'Éléphant trouvée par lui à Délos dans les alluvions de l'Inopus est plus récente que l'*Elephas antiquus*. Ainsi donc l'Egée, avant de s'affaisser sous les eaux, nourrissait un Éléphant plus jeune que l'*Elephas antiquus*. L'affaissement est donc posthellén et les perforations, qui sont certainement postérieures à l'envahissement de l'Egée par la mer, sont aussi de date plus récente que l'époque chéléenne.

J'ai d'ailleurs trouvé à Siphnos, dans les champs cultivés, les coquilles suivantes, déterminées encore par les soins obligeants de M. G. Dollfus : *Patella carula* L. var. *subplana* POTIER et MICHAUD, *P. lusitanica*, *Pecten glaber* L. var. *sulcata*.

Je n'aurais pas tenu compte de ces coquilles, qui auraient pu être transportées par l'homme si l'existence de perforations n'avait démontré l'existence de la mer à une époque récente au-dessus de cette île<sup>1</sup>.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES. — Nous venons de constater que les lignes de rivage existant dans les îles datent d'une époque post-chelléenne. Mais nous sommes en droit de conclure quelque chose de plus : ces rivages signalées depuis le niveau de la mer jusqu'à 690 m. au moins ne peuvent être attribuées à une surrection des côtes, mais bien à une *régression de la mer* : car comment admettre que dans une région depuis peu affaissée, certaines de ses parties se soient élevées au lieu de suivre le mouvement général<sup>2</sup> ?

L'Égée a donc passé pendant les temps quaternaires par une submersion, suivie bientôt d'une émergence générale.

Il en a probablement été de même des autres côtes de la Grèce, du moins de la plus grande partie d'entre elles : elles se sont d'abord affaissées sous les eaux, puis la mer reculant, elles ont de nouveau émergé. Ceci est bien net au Nord du Péloponèse où le conglomérat coquillier s'est affaissé en marches d'escalier jusqu'au niveau de la mer actuelle<sup>3</sup>.

1. Les trous de lithophages ont de 3 cm. à 3 cm. 1/2. Cette dimension peut être considérée comme considérable; cependant le Musée d'Histoire naturelle d'Athènes possède un *Lithodomus lithophagus* fossile, d'un aspect très récent, recueilli à 15 ou 20 m. de hauteur, d'après les renseignements que j'ai pu avoir, sur le conglomérat coquillier horizontal du Nord du Péloponèse. Ce *Lithodomus* a les dimensions suivantes : 8 cm. 9 de longueur sur 2 cm. 9 de diamètre, et le professeur Dr. Brauns à Hall (Himmel und Erde 1. Jahrg. Octobre 1888, p. 74), affirme que cette espèce atteint dans la Méditerranée 10 cm. de longueur, ce qui correspondrait à un diamètre de 3 cm. 30. D'autre part on sait qu'il existe entre la coquille et la paroi de la cavité un jeu, qui peut atteindre facilement 5 mm., ce qui donne pour le diamètre de la cavité du *Lithodomus* de 10 cm., 3 cm. 80, et pour celui du *Lithodomus* de 8 cm. 9, un diamètre de 3 cm. 40. Un trou donc de 3 cm. et de 3 cm. 1/2 n'a rien de surprenant, d'autant plus que la plupart des cavités sont atteintes par l'érosion atmosphérique, produite par les pluies. Cela permet d'expliquer des trous encore plus grands, tels qu'il s'en produit, lorsque les cavités sont percées de part en part.

2. Il ne serait pas sans intérêt de rappeler ici la tradition mythologique que l'île de Délos serait sortie des flots : n'oublions pas que l'île de Délos est parmi les Cyclades l'une des moins élevées (113 m. 14) : elle est donc réellement sortie l'une des dernières de la mer : les faits sont d'accord avec la tradition.

3. Les coquilles que j'ai prélevées sur ce conglomérat, déterminées encore par M. G. Dollfus sont les suivantes : *Ostrea edulis* (= *lamellosa* Br.), *Cardium*

La submersion a été de courte durée, si bien qu'elle n'a pas permis l'accumulation de dépôts coquilliers en bancs, sauf à la cote 350 m. du banc coquillier horizontal du Péloponèse; elle a permis au contraire au flot d'aplanir les terrains tendres, suivant une surface légèrement inclinée vers la mer; cette surface reprise de temps à autre par des vagues plus violentes a pu donner lieu par ablation à des ressauts, donnant l'illusion de terrasses séparées et discordantes, tandis qu'elles peuvent être dues toutes à un recul de la mer continu, et c'est cette illusion qui a induit en erreur dans l'interprétation des terrasses de la Norvège, comme nous le verrons ultérieurement, tandis que ces terrasses sont la répétition de celles de Messénie. La submersion a permis cependant à la mer de disperser quelques coquilles isolées que nous trouvons aux divers niveaux<sup>1</sup>. Elle a donné aussi le temps aux Mollusques lithophages de creuser les roches dures sur toute la hauteur de la régression et au moins jusqu'à 690 m.

A ces indices de submersion nous avons encore à ajouter la présence de dunes anciennes agglomérées sur les côtes orientales de l'Attique depuis zéro jusqu'à 150 m. environ<sup>2</sup>.

*edule* var. *Lamarcki*, *Pecten Jacobæus*, *P. varius*, *Arca Noe*, *Venus verrucosa*, *Gastrana fragilis*, *Bittium reticulatum*, *Venus multilamellosa*, *Spondylus gæderopus*, *Dentalium dentalis*, *Cerithium vulgatum*, *Pectunculus glycymeris*, *Cytherea chione*. C'est une faune identique à la faune actuelle de la Méditerranée; le *Pecten varius* est seulement rare dans cette mer.

1. Je ne me dissimule cependant pas que ces coquilles peuvent avoir été transportées souvent par l'homme.

2. Ph. NÉGRIS. Plissements et dislocations de l'écorce terrestre en Grèce, etc. Athènes, 1901, p. 147 et 184. — L'affaissement de l'Égée a dû se faire de proche en proche du Sud au Nord. C'est ainsi que le canal de Négrepont ne se serait ouvert qu'en dernier lieu, car tandis qu'on trouve ici des perforations nombreuses au niveau actuel de la mer, je n'en ai pas trouvées à des cotes plus élevées. Cela explique que la mer Méditerranée ait pénétré tardivement dans la Propontide et le Pont-Euxin où on ne rencontre la faune actuelle de la Méditerranée que jusqu'à 25 ou 30 m. Le niveau de base qui a produit les terrasses élevées du Danube (*SEVASTOS, B. S. G. F.*, (4), III, 1903, p. 30), aurait appartenu à la nappe qui occupait l'emplacement actuel du Pont-Euxin avant l'envahissement de la Méditerranée, nappe dont le niveau devait se tenir sensiblement à la même altitude que la Méditerranée grâce à quelques communications indirectes.



Nous venons d'exposer les faits, tels qu'ils se présentent en Grèce. Toute interprétation des phénomènes quaternaires dans les autres régions devra se concilier avec les faits observés ici : c'est de cette interprétation que nous allons maintenant nous occuper en passant en revue les données des différents pays.

### ÉGYPTE

L'Égypte, pendant le Pliocène récent, était exondée, comme cela a eu lieu pour d'autres régions à cette époque<sup>1</sup>. Puis la fosse érythréenne se creuse et est occupée par les eaux indiennes. Des récifs coralliens d'âge quaternaire, s'élevant aujourd'hui à 330 et 230 m. dans la mer Rouge<sup>2</sup>, prouvent que cette mer avait un niveau élevé. On retrouve d'ailleurs des dépôts d'anciens rivages à Suez<sup>3</sup> à 60 m., d'autres plages littorales ou cordons de Polypiers appartenant à la faune actuelle à 40 et 50 m.<sup>4</sup>, et d'autres plages à 24 m. et de 6 à 15 m.<sup>5</sup>.

Ces conditions sont trop semblables à celles que nous trouvons en Grèce pour ne pas les rapprocher et ne pas admettre que l'Égée s'affaissant au Nord, des dislocations pareilles atteignaient la région érythréenne, et que la mer envahissait en même temps ces deux régions. L'aspect seul de la carte montre que ces deux affaissements sont dans le plongement l'un de l'autre et pourraient être considérés comme un affaissement unique.

Les vestiges de la mer dans la vallée même du Nil n'atteignent pas, il est vrai, les altitudes qu'ils atteignent dans la mer Rouge : on trouve le *Cardium edule* à 100 m. aux environs d'Alexandrie. et d'autres plages à 60 et 70 m. autour du Caire et à Tsedment<sup>6</sup>. Il semble que ces vestiges ne sont pas à leur altitude originale, mais que l'Égypte a été atteinte par un deuxième affaissement de la vallée même du Nil. En effet, la haute vallée du Nil, malgré l'invasion de la mer dans la basse Égypte, continuait à être occupée par des *Melanopsis*<sup>7</sup>. Il a fallu que de nouvelles dislocations intervinsent pour que le Nil pénétrât en Égypte<sup>8</sup>,

1. DE LAPPARENT. Géologie, p. 1653.

2. MAX BLANCKENHORN. *Centralblatt für Min. Pal. und Geol.*, 1900, p. 244.

3. SUSS. *Der Antritt der Erde*, éd. franç., II, p. 728.

4. DE LAPPARENT. *Loc. cit.*, p. 1717.

5. CHARLES RABOT. *Bull. Soc. Géogr.*, 15 janvier 1901, p. 66.

6. SUSS. *Loc. cit.*, II, 728, et DE LAPPARENT, p. 1717.

7. BOULE. Les grottes de Grimaldi, p. 138.

8. Je me suis étendu longuement sur ces dislocations dans un autre travail (*B. S. G. F.*, (4), IV, 1904, p. 161), où j'indiquais que le Nord de l'Afrique se serait

lorsque le niveau de la mer était déjà bas, comme le prouvent les terrasses anciennes du Nil, élevées à peine de quelques dizaines de mètres au-dessus de la vallée actuelle. Comme le mélange des faunes des deux mers en regard n'a jamais été complet, il semble logique d'admettre qu'une barrière séparait ces deux mers avant l'arrivée du Nil, barrière qui se serait abîmée en profondeur au moment des dernières dislocations. Quant aux silex chelléens des alluvions du Nil, ils n'autorisent pas à reculer l'époque de son apparition dans sa vallée actuelle. Ces silex proviennent des hauts plateaux du désert lybique et ont été entraînés postérieurement dans les alluvions<sup>1</sup>.

#### ALGÉRIE

Nous savons, par les travaux si intéressants du général de Lamothe<sup>2</sup>, qu'à partir du niveau de 350 m., la ligne de rivage a éprouvé une série de mouvements négatifs qui l'ont abaissée progressivement jusqu'au niveau actuel. Il a d'ailleurs donné comme altitudes approchées de ces lignes de rivage les nombres 350, 320, 265, 200, 140, 100, 55, 30, 17 m. D'autre part, ces cotes sont des cotes moyennes; des plages se trouvent à des cotes intermédiaires; c'est ainsi que, pour les plages de moyenne altitude 55, le même auteur donne des cotes variant de 43 à 45 m., de 48 à 53 m., de 52 à 58 m., et, pour celles de 140 m., les cotes varient de 140 à 145 m.<sup>3</sup> Ces données concordent encore avec les données observées en Grèce. Il est vrai que M. de Lamothe place la ligne de rivage de 320 m. dans le Pliocène ancien, parce que la plage de 265 ravine les molasses astiennes<sup>4</sup>. Cette circonstance n'exclut pas la possibilité d'un âge plus récent, qui s'impose par le rapprochement des plages algériennes avec les plages de la Grèce.

Constatons d'ailleurs encore ici que le mouvement de régression de la mer a dû être accompagné, comme en Grèce et comme en Égypte, par un affaissement considérable des côtes; c'est du moins ce que prouve la submersion de la vallée de la Mitidja,

affaissé, lors de l'arrivée des eaux du Nil dans sa vallée actuelle, le long d'une dislocation O.N.O. jalonnée par les fosses de Fayoum et de Rayan en Égypte et les chotts tunisiens; c'est sans doute à la même dislocation qu'il faut attribuer les failles N.O., qui ont intéressé, dans la Mer Rouge, un récif corallien, plus récent que le Pléistocène (DE LAPPARENT. *Loc. cit.*, p. 1915).

1. M. BLANCKENHORN. *Sitz. Berichte d. K. Bay. Ak. d. Wiss.*, 1902, p. 414.

2. DE LAMOTHE. Les anciennes lignes du rivage du Sahel. *CR. Ac. Sc.*, 26 décembre 1904.

3. DE LAMOTHE. Anciennes lignes de rivage de la côte algérienne et de la côte niçoise. *B. S. G. F.*, (4), IV, 1904, p. 19, 20, 21, 25, note.

4. *Ibid.*, p. 18.

dans laquelle des sondages ont montré que le fond de la vallée était rempli, jusqu'à une profondeur de 200 m. au-dessous du niveau actuel de la mer, par des dépôts nettement fluviaux<sup>1</sup>. Ce serait depuis cet affaissement que l'Afrique se serait séparée définitivement de la Tyrrhénide et que la Sardaigne et la Corse auraient conservé les Mammifères qui vivent encore en Algérie<sup>2</sup>, ce qui assignerait à ce phénomène un âge très récent. Il correspondrait probablement à l'affaissement récent aussi du Nord de l'Afrique orientale que nous avons constaté précédemment<sup>3</sup>. On a argué de la présence en Algérie, au niveau de 15 m., d'un Éléphant du groupe d'*E. antiquus* (*E. iolensis* P.), du *Strombus coronatus* L., pour attribuer un âge plus ancien aux terrasses les plus élevées. Cette objection perd de sa valeur, puisque nous avons affaire à des côtes affaissées, dont l'altitude actuelle ne peut donner aucune idée sur l'ancienneté de la plage correspondante.

Enfin, rappelons, avant de quitter l'Algérie, que le général de Lamothe cite encore des galets parfaitement roulés à 432 m., qui lui ont paru appartenir à une plage encore plus élevée.

#### SICILE

On paraît aujourd'hui avoir complètement oublié les plages récentes de la Sicile pour ne s'occuper que des plages pliocènes à faune froide. Cependant, Carl Frederich Naumann<sup>4</sup> donne des détails très intéressants sur les plages plus récentes, avec coquilles pour la plupart vivant dans la région.

En particulier, il cite, d'après Sartorius von Waltenhausen, sur l'avant-mont S. Andréa, au-dessous de Taormina, des lithophages à 140 pieds, dans la vallée de Catania des couches d'argile riche en coquilles fraîches avec couleur et éclat primitif, appartenant à des espèces vivantes, de 30 jusqu'à 60 pieds : à Cifali, à 300 pieds, à Nizzetti, à 610 et à Catira jusqu'à 1000 pieds. Citons encore, en Sicile<sup>5</sup>, la plage de 416 m. d'altitude avec coquilles du Pléistocène ancien. On ne saurait d'ailleurs considérer les côtes de Sicile comme exemptes d'affaissements.

1. DE LAMOTHE. Sur les anciennes plages et terrasses du bassin de l'Isser. *B. S. G. F.*, (4), XXVIII, 1899, p. 308.

2. SUSS. *Loc. cit.*, I, p. 466.

3. Il ne serait pas impossible que cet affaissement considérable ait altéré les côtes originelles des plages, citées plus haut, comme celles de la mer érythréenne. Ceci n'a pas lieu de nous surprendre, puisqu'en Grèce nous avons trouvé des indices de rivage jusqu'à 690 m. et qu'il en existe peut-être de plus élevés encore.

4. CARL NAUMANN. *Lehrbuch der Geologie*. Leipzig, 1858, I, p. 246.

5. DE LAPPARENT. *Géologie*, p. 1715.

## ITALIE

Ici nous avons à citer l'étage du Saharien supérieur, qui, par sa position ainsi que ses fossiles, la plupart vivant encore aujourd'hui, semble correspondre au conglomérat coquillier horizontal du Nord du Péloponèse. Il ne s'élève, il est vrai, que jusqu'à 250 m. seulement <sup>1</sup>, mais n'oublions pas que le conglomérat du Nord du Péloponèse est lui-même disloqué et s'abaisse en marches d'escalier à des cotes inférieures.

A ces dépôts d'un âge quaternaire avancé il faut rattacher l'existence de lithophages à une grande hauteur à Anacapri, où ils ont été observés à 200 m. et dans la vallée du Tibre en amont de Rome à 276 et 268 m. sur les couches du Pliocène récent <sup>2</sup>, puis encore des lithophages à des cotes plus basses aux environs de Gênes à 25 m. et 7 m. <sup>3</sup> et les plages émergées de Tarente avec faune voisine de celle du Saharien supérieur, c'est-à-dire renfermant des formes chaudes telles que *Strombus mediterraneus* à 12 et 15 m. <sup>4</sup>. Les plages émergées se montrent en Sardaigne de 4 à 100 m., en Corse de 15 à 20 m.

Enfin, rappelons aussi pour l'Italie qu'il existe des indices de niveau d'une mer plus élevée encore, comme en Grèce : ce sont les dépôts du Saharien inférieur qui atteignent 830 m. et qui, après la découverte à Siphnos du niveau à lithophages de 690 m. seraient peut-être à leur place originelle <sup>5</sup>.

## FRANCE MÉRIDIONALE

Nous avons ici une série d'observations précieuses, celles de MM. Depéret et Caziot d'une part, Caziot et Maury d'autre part, auxquelles s'ajoutent les beaux travaux de M. Boule sur les grottes de Grimaldi. Notre tâche est, comme nous avons dit, de concilier ces données avec celles trouvées en Grèce.

1. SUESS. *Loc. cit.*, I, p. 436.

2. SUESS. *Loc. cit.*, II, p. 612.

3. BOULE. Les grottes de Grimaldi, p. 129.

4. BOULE. *Ibid.*, p. 129-132.

5. Ceci est confirmé par mes dernières observations, faites après la présentation de ce travail. J'ai pu observer, au N. du Péloponèse, à l'E. du Mt Voidia, contre la colline du couvent de « Hagios Joannis », marquée 957 sur la carte de l'Expédition scientifique de Morée, des terrasses élevées sur des éboulis, jusqu'à la cote de 900 à 910 m. Ces terrasses étagées se poursuivent sur le Voidia jusqu'à Salmeniko. La cote de 830 du Saharien inférieur, en Italie, étant une cote de dépôt et non de rivage, on comprend que le niveau de la mer à cette époque dépassât cette cote.

Et d'abord, laissant pour le moment les grottes de Grimaldi, pour y revenir plus loin, je constate que l'on a trouvé des lignes de rivage aux cotes suivantes :

- 292-295 m., avec lithophages observés par M. Ambayrac à St-Jeannet.  
 210 » avec cailloux roulés, observés par le même, près de Vence, d'après une communication que ce savant a bien voulu me faire pour ces deux observations.  
 180 » sur le bord du Plateau Central, de Lyon aux Pyrénées, le long d'un rivage qui, d'après M. Depéret, aurait joui d'une grande immobilité <sup>1</sup>.

Cette cote est à rapprocher de la cote de la ligne horizontale de 10 km., observée par moi, en Messénie, sur les flancs du Taygete, avec grottes, lithophages et ablation marine.

- |        |   |  |
|--------|---|--|
| 144 m. | } | à Roquemaure et à Théziers (Gard), avec lithophages : la première et les deux dernières lignes de rivage sont accompagnées de rainures parallèles avec corniches littorales <sup>2</sup> . |
| 129 »  |   |  |
| 112 »  |   |  |
| 80 »   |   |  |
| 55 m.  |   | à Trayas avec cordons de galets.   |
| 52 »   |   | à la pointe Cabuel avec lithophages <sup>3</sup> .   |
| 9 à 0  |   | à la baie de Mala avec lithophages <sup>4</sup> .  |

Tous ces indices de rivage, tout en ne préjugant rien par eux-mêmes sur l'époque à laquelle la mer occupait l'altitude correspondante, autoriseraient cependant, à moins de preuve du contraire, à reconnaître aussi en France la régression démontrée en Grèce. Il reste à examiner si les rivages signalés par des coquilles fossiles, ou les vestiges de l'industrie humaine infirment ou non cette manière de voir.

Et tout d'abord se présentent à nous les phénomènes observés dans les grottes de Grimaldi, si magistralement exposés par M. Boule. Nous avons ici la faune chaude des Mammifères avec

1. *B. S. G. F.*, (4), IV, 1904, p. 38.

2. DEPÉRET. Gisements pliocènes et quaternaires marins des environs de Nice. *B. S. G. F.*, (4), III, p. 340 et 341.

3. DEPÉRET. Anciennes lignes de rivage de la côte française de la Méditerranée. *B. S. G. F.*, (4), VI, 1906, p. 227. — E. CAZIOT et E. MAURY. Nouveaux gisements de Pléistocène marin. *B. S. G. F.*, (4), IV, 1904, p. 426. — AMBAYRAC. *B. S. G. F.*, (4), II, 1902, p. 728-730.

4. Nous ne pouvons passer sous silence, dans cette énumération, les lithophages observés par M. A. Guébbard, à l'altitude de près de 800 m., dans les Alpes-Maritimes, dans des bancs de poudingue, dont les galets sont réduits à l'état spongieux par les perforations. Ce rivage correspond à celui de l'une de nos terrasses élevées observées sur le Voïdia près de Salmeniko, et dont il est question dans la note de la page précédente. *B. S. G. F.*, (4), IV, 1904, p. 651.

les vestiges de l'industrie humaine correspondant à cette faune, reposant au-dessus d'une plage marine située quelques mètres au-dessus de la mer. Ces faits paraissent au premier abord en pleine contradiction avec une mer élevée à une époque récente, plus récente encore que l'*Elephas antiquus*, car cette mer aurait certainement nettoyé la grotte de tout vestige plus ancien. Mais la discordance cesse si l'on donne l'interprétation que j'avais donnée lorsque M. Boule avait fait connaître ses observations <sup>1</sup>. Les grottes de Grimaldi, avec leur plateforme sous-marine, se seraient affaissées de plusieurs centaines de mètres après leur remplissage, qui lui-même avait été précédé de la perforation de leurs parois par les lithophages. A l'appui de cette thèse, je citerai aujourd'hui la coupe si bien étudiée par MM. Caziot et Maury de la baie de Mala <sup>2</sup>. Dans cette coupe, un gisement coquillier, attribué par les auteurs au Quaternaire ancien et situé de 15 à 20 m. au-dessus de la mer, est recouvert par des brèches terrestres, qui non seulement plongent aujourd'hui dans la mer, mais sont encore perforées par les lithophages jusqu'à 9 m. de hauteur. Ainsi donc, après le dépôt du gisement coquillier, il y aurait eu un premier mouvement négatif, dû sans doute au retrait de la mer, pendant lequel la brèche terrestre s'est formée; puis un mouvement positif, indiquant un affaissement dont nous ne pouvons fixer l'importance et qui immergea la brèche jusqu'à l'altitude de 9 m.; cet affaissement fut encore suivi d'un mouvement négatif, à la suite duquel la brèche fut exondée.

C'est aussi à un affaissement que nous devons attribuer la présence du gisement coquillier de Villefranche à 60 m., avec fossiles que M. Depéret rapporte au *Pliocène* récent <sup>3</sup>, et la régression expliquerait la présence dans ce gisement de coquilles littorales mélangées à des espèces qui vivent aujourd'hui dans les grands fonds de la Méditerranée <sup>4</sup>. Ces dernières espèces se seraient déposées lors du niveau élevé des mers: les espèces littorales, au contraire, auraient apparu après que la régression eut amené la mer à un niveau voisin du niveau actuel, et le mélange aurait été produit par les vagues.

Quant à fixer le périmètre de cet affaissement sur les côtes niçoises, je suis obligé de reconnaître mon incompetence, n'ayant pas visité les lieux. M. Ambayrac, qui était tout indiqué pour

1. *B.S.G.F.*, (4), V, 1905, p. 339 et VII, 1907, p. 291.

2. *Loc. cit.*, 1904, p. 426-427.

3. *Loc. cit.*, 1906, p. 210 et 226.

4. DEPÉRET et CAZIOT, *Loc. cit.*, 1903, p. 328.

résoudre cette question concernant une région qu'il a étudiée avec soin, m'a répondu avoir observé la disposition en marches d'escalier des Alpes, du cap d'Antibes au Nord de Vence, avec direction N.S., simulant l'entassement de gradins gigantesques et rappelant le même phénomène sur les côtes de Grèce, qui, au moment des derniers effondrements, se sont ainsi morcelées en marches d'escalier. Cette disposition observée du côté de Nice s'étend-elle jusqu'aux grottes de Grimaldi? Je laisse à de plus compétents cette question à résoudre. J'attire seulement l'attention sur la circonstance suivante : les anciens rivages, sur ces côtes affaissées, se divisent en deux catégories, en rivages ayant pris part à l'affaissement et ne se trouvant pas à leur altitude originelle, et en rivages en place. C'est ainsi que les lithophages sur la brèche de la baie de Mala seraient à leur place, tandis que les dépôts coquilliers de 15 à 20 m. d'altitude de la même baie ne sont pas à leur cote originelle, pas plus que les dépôts de Villefranche à 60 m.

Avant de terminer ce qui a rapport à la côte niçoise, je rappellerai les observations si intéressantes de M. Léon Bertrand<sup>1</sup> sur les poudingues du Var, qui présenteraient à partir de 180 m. d'altitude une surface légèrement inclinée vers la mer, taillée au travers de couches redressées et atteignant 500 m. et plus.

Il semble difficile d'échapper à la conclusion que l'on a affaire à une surface modelée par la mer sur toute cette hauteur. Cependant, ici, la résistance de la roche à l'érosion par le flot doit être prise en considération, et, si cette résistance est considérable, le phénomène serait incompatible avec une mer en régression : aussi, n'ayant pas visité la région, n'insisterai-je pas davantage.

Quant à la circonstance que de pareilles altitudes du niveau de la mer auraient submergé la plus grande partie du continent européen, nous verrons plus loin qu'elle perd sa valeur, grâce à un affaissement général de ce continent, qui l'aurait abaissé considérablement.

#### PÉNINSULE IBÉRIQUE

A Gibraltar, on a trouvé des bancs de coquilles vivant dans la région à 12, 50, 70, 170, 264 et 600 pieds<sup>2</sup>, ce qui confirmerait la grande régression quaternaire. D'autres données, il est vrai, citées par M. Boule<sup>3</sup>, paraissent assigner un âge ancien à certaines plages basses de l'Océan.

1. *B.S.G.F.*, (4), IV, 1904, p. 39.

2. Carl NAUMANN. *Loc cit.*, I, p. 247.

3. Les grottes de Grimaldi, p. 141.

L'affaissement général du continent, dont il a été question plus haut et sur lequel nous reviendrons, rend facilement compte de cette anomalie, qui ne saurait ainsi ébranler les preuves de l'existence de la régression quaternaire, telle que nous l'avons reconnue en Grèce.

#### PRESQU'ÎLE SCANDINAVE

Quittons maintenant la Méditerranée et reportons-nous au Nord de l'Europe. On sait qu'au moment du recul des glaciers du Nord, des traces non équivoques de rivages apparaissent autour du golfe de Bothnie et jusqu'à la mer Blanche. Ces traces sont des dépôts argileux avec *Yoldia arctica* superposés aux moraines de la dernière glaciation. Ces dépôts se rencontrent jusqu'à l'altitude de 270 m. <sup>1</sup>. La mer qui les déposait avait un niveau sensiblement plus élevé. Nous trouvons donc au Nord, au moment du recul des glaciers, le niveau de la mer encore à un niveau élevé voisin de 300 m. Puis nous trouvons à Christiania les niveaux de 203 à 208 m. avec *Mytilus edulis*, tandis qu'au niveau de 163 m., dans la même région, nous trouvons la faune arctique avec *Yoldia*, répondant, d'après Suess, à une mer de niveau de 188 à 194 m. Puis, plus bas, le niveau de 75 m. <sup>2</sup>.

En ce qui concerne les côtes occidentales de la Norvège, Hugh Miller <sup>3</sup> n'a pas distingué moins de 33 à 34 terrasses entre le niveau de la mer et l'altitude de 106 m., la plupart creusées dans l'argile dans des anses abritées. De 106 à 176 m., il existe encore 9 à 10 gradins et en particulier à 161 et à 177 m. <sup>8</sup>, Miller a observé

1. Émile HAUG. *Revue des Sciences*, 1899, p. 632.

2. HAUG. *Loc. cit.*, p. 825. et SUESS, *loc. cit.*, II, p. 764 et 769. Nous avons expliqué autre part (*B. S. G. F.*, *loc. cit.*, (IV), 1904, p. 594 et 599) les raisons qui ont transformé le climat de Christiania et l'ont rendu plus rigoureux avec la mer de 188 à 194 m. avec *Yoldia* qu'avec la mer de 203 à 208 m. avec *Mytilus*; les courants équatoriaux, qui, sans doute passaient d'abord à l'Est par le golfe de Bothnie et la mer Blanche, lorsque le niveau était plus élevé, furent gênés lorsque le niveau baissa et dévièrent à l'Ouest de la Norvège, et ainsi le climat à l'Est devint plus rigoureux. On devrait peut-être attribuer à la même cause la transformation du climat de l'Europe en climat froid et sec à l'époque du Renne. Un éloignement vers l'Ouest des courants équatoriaux devait mettre l'Europe occidentale aussi dans la situation dans laquelle se trouvent aujourd'hui les parties orientales. Plus tard, une répartition différente des terres et des mers amenèrent le climat actuel. La déviation de ces courants, à la suite de la régression qui ne permettait plus le passage par le golfe de Bothnie, a dû se faire assez brusquement, et ainsi s'explique le passage brusque du climat humide au climat sec. Cette époque de transition correspondrait donc à un niveau de mer de 200 m. environ.

3. SUESS. *Loc. cit.*, II, p. 580-581.



deux banquettes entaillées dans la roche vive près de Trondlijem. Miller considère toutes ces terrasses comme post-glaciaires et marines : la faune marine, d'ailleurs, a été reconnue jusqu'à 126 m. Toutes ces circonstances nous rappellent trop celles de la Messénie pour ne pas nous ranger à l'avis de Miller : les terrasses en Messénie sont aussi rapprochées qu'en Norvège : les deux banquettes de Trondlijem répondent bien aux lignes horizontales avec murs verticaux sur les flancs du Taygète à 180 m. et 160 m. : il nous manque seulement en Norvège la ligne de 140 m. que l'on trouve encore en Messénie.

On a objecté contre la manière de voir de Miller que la hauteur et le nombre de terrasses dans les divers fjords, voire même dans les diverses ramifications du même fjord, ne sont pas invariables et que, sur les côtes de la mer libre, on n'a pas observé ces terrasses. Ces arguments nous paraissent sans valeur. Les terrasses ne peuvent avoir toutes la même inclinaison ni toutes se conserver ; leur degré de conservation dépend de la manière dont elles sont abritées.

Le recul de la mer le long de plages formées de matériaux tendres comme ceux de Norvège et de Messénie, et ceux de Patras <sup>1</sup>, a pour premier effet de produire un aplanissement de ces matériaux, avec inclinaison variable suivant les conditions locales. On comprend que sur une plage ainsi aplanie, le retour du flot, lors des tempêtes extraordinaires, pourra entamer le sol et former un ressaut plus ou moins considérable. Une plage primitivement régulière et unique pourra donc se diviser par le flot lui-même en une série de terrasses, qui, d'un lieu à un autre, n'ont rien de commun entre elles, et pourront aussi différer quant à l'inclinaison si l'inclinaison des plages primitives était différente. Le phénomène se complique encore quand, au milieu des formations tendres, se présentent des bancs durs comme en Messénie, car alors le flot ne fait que nettoyer ces bancs, qui conservent leur inclinaison initiale. Il se complique encore par l'érosion, qui peut être nulle à un endroit et complète à un autre. Cela paraît avec évidence en Messénie, où, dans toutes les vallées latérales qui devaient originairement former des anses abritées, les terrasses se sont conservées de préférence.

Si, des côtes occidentales de la Norvège nous passons à l'extrême Nord, dans la presqu'île des Pêcheurs, nous trouvons les niveaux marins suivants : 90 à 100 m., 75, 72, 69, 68, 67, 55, 32, 25 1/2, 22 et 21 m., et beaucoup de ces lignes se trouvent sur les côtes voisines

1. Ph. NÉGRIS. *B.S.G.F.*, (4), VI, 1906, p. 527.

de la presqu'île de Kola. Plus à l'Est, dans l'île de Kildin, se trouvent les niveaux de 95, 89, 79 1/2, 76, 55, 49, 20 m.<sup>1</sup>. Ainsi donc nous retrouvons dans le Nord de l'Europe la série des rivages élevés que nous avons trouvés dans la Méditerranée. Mais nous avons constaté ici quelque chose de plus : c'est que *tous les rivages ici sont postglaciaires, et cela depuis un niveau voisin de 300 mètres.*

#### ANGLETERRE

On connaît en Écosse des coquilles marines arctiques jusqu'à 161 m. qui répondraient à un niveau de la mer de 188 à 194 m.<sup>2</sup>, puis dans un grand nombre d'autres localités à des hauteurs moindres, d'autres bancs coquilliers jusqu'aux nombreuses « *Raised Bresches* » de la Manche. Mais en certains points on a trouvé à des hauteurs beaucoup plus considérables des lambeaux de sable coquillier, comme dans le Cheshire à 365 m. et sur le falte du Moel-Tryfaen à 357 m. Bien que Ramsay, qui a décrit le dernier de ces gisements, ne pense pas que le rivage se soit trouvé à cette hauteur, les données que nous avons déjà acquises par la Grèce nous autorisent à admettre que, dans le doute, les présomptions sont pour que ces coquilles soient à leur place originelle. C'était d'ailleurs l'avis de Lyell<sup>3</sup>. Ce savant pensait que la plus grande partie de l'Angleterre septentrionale avait été submergée, suivant une ligne tracée de l'embouchure de la Tamise jusqu'au canal de Bristol. Il donne 410 m. pour la plus grande altitude des coquilles, et la formation qui les contient monterait jusqu'à 700 m. Ceci n'a plus lieu de nous étonner depuis que nous avons trouvé la mer à ce niveau à Siphnos. C'est sur le *Forest-bed* que se sont déposées les formations de la mer qui a submergé l'Angleterre<sup>4</sup> ; nous devons donc admettre que, au moins depuis 700 m., la régression est quaternaire et que l'Angleterre, après le dépôt du *Forest-bed*, s'est affaissée et a été submergée, comme l'Égéide. Ceci non plus n'a pas lieu de nous étonner ; car c'est à cette époque que l'on place généralement l'affaissement du continent qui reliait l'Europe à l'Amérique par le Nord et qui comprenait l'Angleterre. Il est naturel de penser que l'affaissement de ce continent a dû entraîner l'affaissement des côtes dont il se détachait. Les coquilles, qui ont été trouvées à ces hauts niveaux en

1. W. RAMSAY, *Geol. Entwicklung der Halbinsel Kola*, p. 100 et 107.

2. SUSS, *Loc. cit.*, II, p. 768.

3. Éléments de géologie, 6<sup>e</sup> édit., 1864, p. 255-260.

4. LYELL, *Loc. cit.*, p. 260.

Angleterre se trouvent sous des dépôts morainiques dans une formation argileuse : elles semblent donc montrer que l'affaissement daterait de l'époque interglaciaire et serait antérieur à l'affaissement de l'Égéïde, qui est caractérisé par un Éléphant plus jeune que l'*Elephas antiquus*.

Les affaissements se sont cependant continués dans le Nord, même après la dernière glaciation, comme nous allons le constater.

#### CONTINENT EUROPÉEN

Et maintenant se pose devant nous la question du continent européen. Rappelons d'abord les terrasses des lacs de la Prusse orientale, si bien étudiées par M. Kaunhowen<sup>1</sup>. Ce savant géologue a observé des terrasses formées par l'abrasion de l'argile à blocs, ou par le dépôt des sables empruntés à cette formation de 590 à 570 pieds, de 580 à 555, de 555 à 525, de 525 à 495, de 495 à 475 et à 445 pieds. Ces terrasses ont été produites dans un lac immense, qui s'étendait au loin dans l'intérieur de la Russie et qui, au Nord, devait être borné par les glaciers, et à l'Ouest, devait communiquer avec la mer, du moins si on tient compte de la configuration actuelle du pays. L'apport considérable d'eau douce, soit par les glaciers, soit par les fleuves, empêchait la salinité de la mer de se propager jusqu'au lac, comme cela se passe aujourd'hui en partie pour le golfe de Bothnie. Le niveau de ce lac a donc dû suivre la régression de la mer, et, en effet, à partir de 590 pieds, on reconnaît par les chiffres précédents un recul pour ainsi dire continu et régulier avec un ressaut de 2 à 3 m. à l'altitude de 445 pieds. L'altitude de ces dépôts n'est probablement pas l'altitude originelle si, comme nous allons le prouver bientôt, nous avons un affaissement général des côtes du Nord ; mais déjà la régularité du phénomène nous reporte d'une manière frappante à ce que nous avons constaté en Grèce.

Les choses se présentent moins simplement dans les parties orientales du continent, en France et en Belgique.

Ici nous avons les vestiges de l'industrie humaine et les restes des animaux contemporains de l'homme paléolithique à une altitude en pleine contradiction avec un niveau de mer élevé de plusieurs centaines de mètres. Cette anomalie, cependant, cesse

1. KAUNHOWEN. Geol. Beobachtungen in der Umgebung von Ortelsburg. — Geol. Beob. in der Umgebung Ostpreuss. Kreisen Angerburg und Lötzen. *Jahrbuch der König. preuss. Landesanstalt und Bergakademie.*

d'exister, si l'on admet l'opinion que j'ai soutenue dans un travail précédent<sup>1</sup>.

J'ai montré alors que la présence de fossiles arctiques des plages les plus élevées au niveau presque de la mer à St-Aubin-sur-Mer en France, dans le Schleswig-Holstein et dans la Prusse orientale trouve son explication naturelle dans l'affaissement des côtes continentales après le recul des glaciers. Les alternatives de salinité et d'adoucissement de la mer Baltique depuis l'époque glaciaire sont aussi facilement expliquées par l'affaissement des côtes marchant de pair avec la régression : la régression isolait la mer Baltique, qui s'adoucissait ; les affaissements des côtes la mettaient de nouveau en communication avec la mer du Nord. La découverte de l'argile à *Yoldia* sur toutes les côtes de la Norvège, à plus de 70 brasses de profondeur<sup>2</sup>, tandis que nous avons trouvé ce fossile à 270 m., puis à 163 m. d'altitude, peut donner une idée de l'importance de ces affaissements, comme aussi la présence du *Buccinum groenlandium* à 2 m. environ à St-Aubin-sur-Mer, lorsqu'il se trouve dans les niveaux les plus élevés des fossiles arctiques en Angleterre.

Quelle est l'étendue de ces affaissements ? S'étendent-ils jusqu'à la bordure des plissements alpins ? Englobent-ils ces plissements ? Cette dernière hypothèse paraît plus probable si l'on se rappelle qu'à une époque récente, le domaine de ces plissements a été affecté par les effondrements périadriatiques auxquels doit son origine la mer Adriatique actuelle : on sait que cette mer ne présente pas d'anciens rivages, pas même à des niveaux bas. La mer Noire, d'autre part, est un autre lambeau des plissements alpins effondrés à une époque encore pas très ancienne, puisque les indices de rivages de la Méditerranée n'atteignent pas encore ici plus de 25 à 30 m. d'altitude. Je rappellerai, d'ailleurs, que mon savant confrère, M. André Delebecque, pense qu'on ne peut guère expliquer l'existence du lac de Genève que par un affaissement : les alluvions anciennes dans lesquelles l'affaissement se serait produit sont plus récentes que le Deckenschotter. Il s'agirait donc encore là d'un effondrement récent<sup>3</sup>.

Ainsi donc, les effondrements se sont poursuivis à une époque peu éloignée de nous, au Nord comme au Sud de l'Europe, à l'Est comme à l'Ouest. De là donc à admettre que tout le continen

1. NÉGRIS. Étude concernant la dernière régression de la mer, *B.S.G.F.*, (4), IV, 1904, p. 166, et, Contribution à l'Étude des dernières régressions, *B.S.G.F.*, (4), VI, 1906, p. 532.

2. Emile HAUG. *Loc cit.*, 1904, p. 824.

3. DELEBECQUE. Les lacs français, p. 305.

européen se soit affaissé à une époque récente, il n'y a qu'un pas : cela expliquerait pourquoi ce continent n'a pas été submergé par la mer des hauts niveaux : *au moment du niveau élevé des mers, le continent aussi était plus élevé*, sauf quelques parties isolées, qui seraient restées en place ou qui se seraient effondrées les premières et auraient gardé les traces des anciens niveaux marins les plus élevés. Parmi ces régions privilégiées, nous rangerons l'Archipel égéen, le Nord du Péloponèse, les environs de Reggio, une partie de l'Angleterre. Au contraire, la plupart des autres rivages anciens ne seraient plus à leur cote originelle, sauf ceux qui dateraient, en chaque localité, de l'époque où les effondrements auraient pris fin dans cette localité.

Une autre preuve de l'effondrement des continents est donnée par la plateforme continentale sous-marine, qui atteint aujourd'hui la profondeur de 200 m. environ, sauf en des points spéciaux où l'effondrement a été plus considérable encore. Il nous semble bien plus difficile d'admettre que les sillons entaillés sur cette plateforme par les eaux courantes, en prolongement des cours d'eau actuels, ont été submergés à une époque relativement récente par une nouvelle invasion marine sur 100 brasses de hauteur, que d'admettre l'effondrement ou plutôt l'affaissement du continent européen avec sa zone littorale. Cela explique bien mieux pourquoi, en certains endroits, les sillons sous-marins atteignent des profondeurs énormes, jusqu'à 3000 m., comme au large du Douro et du Tage, en Portugal<sup>1</sup>.

#### CONTINENT AMÉRICAIN

Si, de l'Europe nous passons en Amérique, nous trouvons, dans l'extrême Nord, des plages marines à 500 ou 600 m., 335, 330 m.<sup>2</sup>; et puis toute la série des dépôts de la mer de Champlain depuis 149 m. d'altitude jusqu'à 15 et 12 m.<sup>3</sup>.

A Cuba, nous trouvons des terrasses admirablement bien conservées à 548 et 152 m., et de 60 à 70 m., et, dans les îles voisines, des indices nombreux de rivages de 3 à 6 m.<sup>4</sup>.

Dans l'Amérique du Sud, on a des terrasses à 400-300 m. et des bancs de coquilles récentes (formation quérandinienne) à 20-3 m.

1. Émile HAUG. *Traité de géologie*, p. 483.

2. SUSS. *Loc. cit.*, II, p. 754 et suiv., et DE LAPPARENT. *Géologie*, p. 1709.

3. SUSS. *Ibid.*, p. 761.

4. *Ibid.*, p. 793.

et jusqu'à 100 m. vers l'extrême Sud de la côte occidentale de ce continent <sup>1</sup>.

Au Chili, on a des terrasses et dépôts coquilliers de 500 à 487 m., puis à 435 et 400, 320-290, 300 et 222, 150 et 131, 109-106, 60 et 40, 18 à 15 et 5 à 4 m. <sup>2</sup>.

#### CÔTES DE L'OcéAN PACIFIQUE ET DE L'OcéAN INDIEN

Dans l'Océan Pacifique les îles coralligènes montent à 15-18-25-50-75-80-90-95-100 m. <sup>3</sup>. Il paraît même que certaines d'entre elles atteindraient plusieurs centaines de mètres <sup>4</sup>.

Dans la Nouvelle-Zélande, les terrasses et dépôts marins se trouvent de 180 à 150 m., puis à 150-120-67-60-45-7 à 5, 4 à 3 m. et Hochstetter était frappé, dès 1859, de la grande analogie que présentaient les formations littorales récentes de ce pays avec celles de l'Europe <sup>5</sup>.

Aux Indes et sur les côtes d'Arabie, les indices de rivage se trouvent à 3-4 1/2, 6 à 9, 20-48 1/2-50, et peut-être à 356 m. (calcaire à Miliolites) <sup>6</sup>.

Dans l'Afrique australe, de 18 à 21 m. et jusqu'à 55 et à 110 m. au Cap <sup>7</sup>.

#### CONCLUSIONS

Nous avons fait le tour du monde et nulle part les traces de la mer n'ont manqué, ni au Nord, ni au Sud, ni dans les zones intermédiaires, depuis les niveaux les plus bas jusqu'aux niveaux élevés. Nulle part rien ne vient infirmer la régression dont les preuves en Grèce ont été mises hors de doute ; au contraire, cette régression s'est trouvée confirmée à chaque pas. Nous l'avons trouvée comme altitude partant de la cote de 700 m. environ (et peut-être de la cote de 830 m. du Saharien inférieur de Reggio <sup>8</sup>), et comme temps datant d'une époque postérieure à l'*Elephas antiquus*. A partir de 300 m. environ elle est post-glaciaire.

Nous avons constaté en Grèce et en Norvège qu'elle a été continue, ou que, tout au plus, la mer a reculé par étapes de faible

1. SUSS. *Loc. cit.*, p. 518 et 793.

2. *Ibid.*, p. 817.

3. *Ibid.*, p. 532 et suiv.

4. Émile HAUG. *Traité de géologie*, p. 493.

5. SUSS. *Loc. cit.*, II, p. 815 et 816.

6. *Ibid.*, II, p. 800 à 804, note.

7. *Ibid.*, II, p. 796 et suiv.

8. Et même de la cote de 900 m. des terrasses élevées du Voidia dont il a été question plus haut.

amplitude. Si la même continuité ne se trouve pas partout, il faut l'attribuer soit aux circonstances locales plus ou moins défavorables pour la formation des terrasses, ou pour le développement de Mollusques littoraux, soit à l'érosion qui s'est manifestée à certains endroits plus que dans d'autres mieux abrités. Il ne faut pas non plus oublier qu'en terrain meuble, la plage la plus récente peut se former aux dépens et par la destruction des plages plus anciennes. C'est ce qui est arrivé à Patras où la terrasse de 350 m. s'est formée aux dépens des terrasses supérieures, en ne laissant subsister au-dessus d'elle que la terrasse de 600 m. <sup>1</sup>. Partout nous avons vu la régression marcher de pair avec des affaissements et les rivages affaissés être submergés, pour être bientôt de nouveau exondés. C'est, sans doute, dans ce phénomène de la submersion presque générale des rivages à la suite des affaissements, qu'il faut chercher la cause de la tradition du déluge universel qui s'est perpétuée à travers le globe, car certains de ces affaissements sont très récents.

Nous ne pouvons terminer ce qui a rapport à la régression quaternaire sans passer en revue les principales objections qu'on a élevées contre elle. Et d'abord on a soutenu la stabilité du niveau de la mer à travers les âges géologiques. On aurait observé dans le Cotentin et à quelques autres endroits à un niveau peu différent de la mer actuelle des rivages appartenant à diverses époques géologiques et on en a tiré la conclusion que seul un niveau stable pouvait rendre compte d'un pareil fait <sup>2</sup>. La conclusion à notre avis est loin d'être rigoureuse. En effet le même fait peut-être parfaitement expliqué par une suite de transgressions et régressions oscillant autour du niveau actuel des mers et présentant par conséquent à divers âges géologiques un rivage à l'endroit où il se trouve aujourd'hui, puisque soit en avançant, soit en reculant la mer passera par le point de part et d'autre duquel elle oscille.

La deuxième objection est la suivante. Il paraît y avoir désaccord entre l'existence d'une seule grande régression depuis les temps pliocènes et les données paléontologiques d'une part, les phénomènes alternatifs d'érosion et d'alluvionnement des vallées d'autre part. Cependant, à mon avis, le désaccord n'est qu'apparent.

En effet, quelles sont les exigences de la paléontologie : elle demande de larges communications dans la Méditerranée, entre l'Europe et l'Afrique et les grandes îles méditerranéennes, pour

1. Ph. NÉGRIS. *Loc. cit.* B.S.G.F., (4), VI, 1906, p. 11 et suiv.

2. DE LAPPARENT. *Géologie*, p. 1920.

expliquer la diffusion des faunes et des races humaines avec même outillage paléolithique <sup>1</sup> à l'époque interglaciaire. Or, cette époque avait été précédée d'une émergence générale qui avait établi ces communications et les avait maintenues jusqu'à l'époque interglaciaire. Puis la paléontologie nous apprend que les faunes s'individualisent : c'est que les communications se sont rompues, par suite d'affaissements, dont les dislocations de la panchia de Toscane et de l'île d'Elbe avec débris d'*Elephas antiquus* sont un exemple très instructif, et la submersion de l'Angleterre un autre. La submersion de l'Égée aurait suivi de près. C'est ainsi que les îles de Corse et de Sardaigne auraient été isolées ainsi que l'île de Crète. Mais on comprend qu'à la suite d'une régression de plusieurs centaines de mètres, quelques communications aient pu se rétablir ; on pourrait ainsi expliquer la communauté des Mammifères actuels entre l'Afrique et les îles de Corse et de Sardaigne. Puis de nouveau arrivent de grands affaissements comme nous en avons constaté plus haut au Nord de l'Afrique, et ces deux îles sont définitivement isolées. Ces affaissements marchent de pair avec la régression dans la Méditerranée comme dans la mer du Nord. Enfin les affaissements se terminent par la formation de la fosse adriatique et la régression cesse, si bien que l'on peut considérer la régression comme subordonnée aux affaissements.

Tous ces grands phénomènes se sont passés depuis l'époque interglaciaire, mais les derniers d'entre eux depuis la fin de l'époque glaciaire. Il ne faut donc pas s'étonner que les changements concomitants des faunes aient été souvent insignifiants, comme le prouvent les Mammifères actuels de la Corse et de la Sardaigne qui sont en partie pareils à ceux de l'Algérie, malgré les fonds de mer considérables qui séparent aujourd'hui cette dernière des premières.

De même pour les alluvionnements et le creusement des vallées, les phénomènes s'expliquent aisément par la régression accompagnée d'affaissements. Les remblaiements correspondraient comme l'a formulé M. Boule <sup>2</sup> à des périodes de submersion : mais la submersion peut être due non seulement à une transgression, mais aussi à un affaissement tel que nous l'avons constaté dans l'Europe continentale. Au grand alluvionnement pliocène, qui serait peut-être, lui aussi, dû à des affaissements, succéda, comme nous l'avons rappelé, la surrection que l'on place généralement à la fin du Pliocène : le creusement des vallées suivit. Plus tard c'est l'Europe

1. BOULE. Les grottes de Grimaldi. *Loc. cit.*, p. 156.

2. *Id.* *Ibid.*, p. 155.



continentale qui s'affaisse et provoque un remblaiement du fond des vallées.

Ainsi tous les phénomènes paléontologiques et géologiques trouvent une explication facile dans l'hypothèse de la régression unique, depuis la fin du Pliocène, marchant de pair avec les affaissements. Ce sont ces affaissements qui donnent l'illusion d'une transgression qui en réalité n'existe pas, du moins comme transgression eustatique.

La régression a été démontrée en Grèce. Les faits observés dans les autres pays peuvent être facilement interprétés de manière à se concilier avec elle : les objections soulevées se fondent sur une interprétation des faits qui n'est pas rigoureuse : rien donc n'autorise à repousser la généralité d'un phénomène qui se présente si nettement en Grèce.

NOTE AJOUTÉE PENDANT L'IMPRESSION. — Dans une note aux *CR. Ac. Sc.* du 30 nov. 1908, sous le titre « Découverte de l'*Elephas antiquus*, à l'île de Délos », M. Cayeux attribue définitivement la dent d'éléphant, trouvée à Délos (*loc. cit.*, p. 422), à *P. antiquus* et non à une espèce plus récente, comme il l'avait pensé d'abord. Cela recule l'époque du morcellement de l'Égée jusqu'au commencement des temps quaternaires, mais pas au-delà. Toutes mes autres conclusions subsistent.

---