

LES
TERRASSES DU NORD DU PÉLOPONNÈSE
ET LA
RÉGRESSION QUATERNAIRE

PREMIÈRE PARTIE

PLAGES MARINES

Le voyageur qui suit en bateau le golfe de Corinthe observe, non sans étonnement, du côté du Péloponnèse, la surface du sol découpée en terrasses, qui montent de plus en plus haut, en forme de marches. Philippson a émis l'opinion que chaque terrasse est séparée de la précédente par un ou plusieurs rejets, façonnant ainsi le sol en marches d'escalier¹⁾.

Or ces terrasses peuvent être divisées en deux séries : l'une plus au sud, dont les surfaces inclinent vers la montagne, l'autre plus au nord, dont les surfaces inclinent généralement vers le golfe de Corinthe. Pour la première série aucun doute ne peut exister : l'opinion de Philippson est la seule acceptable. Les surfaces des terrasses sont parallèles aux strates des couches, et sont séparées chacune de la suivante par un talus raide : elles sont d'ailleurs généralement formées par des conglomerats puissants, rapportés à la partie supérieure de l'époque levantine²⁾. Les circonstances sont tout autres dans la deuxième série : ici les terrasses, comme il a été dit, inclinent au nord, du moins la plus grande

¹⁾ Der Peloponnes, 147.

²⁾ Philippson, *ibidem*, 138.

partie d'entre elles. Si des hauteurs, qui font face, de l'autre côté du golfe, on jette un regard, soit au-dessus de Kiato, soit au-dessus d'Ægion, soit au-dessus de Rhion, on voit les terrasses de diverses altitudes se fondre en une surface unique, inclinant avec une pente régulière vers la mer, et épousant toutes les sinuosités du sol, comme c'est le cas pour une plage marine. Si d'ailleurs on se rend sur les lieux, cette impression ne tarde pas à se transformer en certitude. Examinons, par exemple, ce qui se passe au-dessus de Kiato. La surface inclinée en forme de plage, se dédouble en un grand nombre de terrasses, limitées, sur les côtés par des ravins profonds, au-dessus et au-dessous par les terrasses voisines. Chaque terrasse, le plus souvent, est découpée sur les marnes tendres levantines, dont les strates sont non seulement loin d'être parallèles à la surface de la terrasse, mais ont souvent une inclinaison contraire, c'est-à-dire dirigée vers la montagne. C'est ce que j'ai pu constater, par exemple, en suivant le sentier de Stimanga à Velo, contre les rives du ravin qui suit le sentier à l'Est. Mais les marnes levantines alternant souvent avec des bancs de conglomérat concordants, lorsque ces derniers sont rencontrés par la surface, d'inclinaison différente ou même contraire, de la terrasse, ils limitent celle-ci vers le bas par un escarpement, en rapport avec l'épaisseur du conglomérat, et une nouvelle terrasse reprend au-dessous à la rencontre des marnes inférieures au banc de conglomérat. Il ressort clairement de cette disposition que l'on se trouve devant des terrasses marines: la mer qui aplanissait la plage de marne tendre, était impuissante devant le conglomérat; le niveau de la mer baissant, le flot retrouvait de nouveau la marne au-dessous du conglomérat, et le travail d'aplanissement reprenait. Il n'est pas rare cependant que les strates soient parallèles à la surface de la terrasse, et dans ce cas il arrive que le conglomérat lui-même forme terrasse dont l'inclinaison peut alors dépasser 4^o/_o, tandis que généralement elle n'atteint pas ce chiffre, car le rôle de la mer dans ce cas se réduit à balayer la surface du conglomérat.

Nous avons cité un cas pareil dans la vallée de la Messénie dans un autre travail ¹⁾

Si d'ailleurs on pouvait encore hésiter à assimiler ces terrasses à des plages marines, la découverte de perforations de lithophages, au niveau des terrasses, sur les rochers, aussi bien que sur les galets dispersés sur les terrasses, aux plus grandes comme aux plus petites altitudes, ne peut laisser subsister le moindre doute, comme nous allons constater.

Voici un certain nombre de terrasses dont il m'a été donné de mesurer l'altitude. De Corinthe à Xylokaastro, à la partie supérieure des versants, on trouve les terrasses suivantes ²⁾.

sur le Mont Sikiona (Skouna de la carte d'État Maj. Français)	
à l'altitude . . .	526
sur le mont Phouka .	533
» » » Spiria . . .	642
» » » » plus bas . . .	519
contre le village Souli	638
au dessus du village Mikri Valtza, terrasse s'étendant de 743 à 707	
» » » » Zemeno contre le ravin de Xylokaastro .	836

Au-dessous de ces terrasses les plus élevées, j'ai relevé les altitudes des terrasses suivantes :

au-dessus du village de Mikri Valtza à 565, 538, 529, 521, 515, 504,

au-dessous du même village à 495, 458, 431, 370,

au-dessus du village Sykia d'une manière continue

de 379 à 369, de 325 à 307, de 240 à 126,

au-dessous du village de Simanga d'une manière continue

de 335 à 285, de 172 à 168, de 137 à 90,

¹⁾ Submersion et Régression quaternaires en Grèce. B. S. G. F. 1908. p. 420.

²⁾ Les mesures des altitudes ont été faites avec le baromètre bolostérique compensé de Naudet : les observations du baromètre ont été corrigées à l'aide des tables de Radau, et pour la température à l'aide de la formule de Laplace. Diverses mesures de contrôle m'ont donné des différences n'atteignant pas 2^m.

et aussi aux cotes intermédiaires 272, 265, 251, 240, 200, 183, 155, 80, 41, 35 et enfin 8,40 cote de la gare de Velo qui se trouve sur une terrasse. Enfin le long de Longopotamo à l'ouest de Corinthe d'une manière continue.

de 225 à 185, de 120 à 105 et de 85 à 65

Dans la même région nous avons observé des perforations sur roche

au-dessus du village Zemeno à 700^m

» » » Kamari » 605^m

sur des galets séparés à 230 et 90^m

Au-dessus d'Ægion on retrouve identiquement les mêmes conditions. Cette région, vue aussi d'en face, de l'autre côté du golfe, présente une surface en forme de plage marine tout-à-fait, caractéristique, qui se dédouble encore ici de la manière suivante. Les terrasses les plus élevées contre les villages Kounina, Greca, Veriou se trouvent à 700^m formant demi-cercle. Puis on trouve plus bas à Aravonitsa une belle terrasse allant

de 514 à 427

puis d'autres terrasses au-dessus d'Ægion à

504, 300, 126, 86 et à Ægion même à 62^m et 32^m.

Encore plus à l'Ouest au-dessus de Rhion et de Patras, on trouve encore de belles terrasses : elles sont ici encore plus intéressantes parcequ'elles ont été taillées, non plus sur les marnes levantines, mais bien sur des éboulis, sans consistance, sur l'âge des quels nous reviendrons. Ici la séparation des terrasses voisines n'a pas lieu par un ressaut de roche dure : mais la nouvelle terrasse, la plus basse, a été formée aux dépens de la précédente. la plus haute, à la suite du ravinement qui a morcelé la terrasse la plus ancienne et permet ainsi au flot de la mer d'entailler une nouvelle surface en rapport avec la situation relative nouvelle du niveau marin, aux dépens de la terrasse ancienne. Notons d'ailleurs que ce mode de formation se retrouve aussi quelque fois dans les marnes et j'ai pu observer ainsi en allant de Vasiliko (au-dessus de Kiato), à Sti-

manga. sur l'Asopos, deux terrasses voisines taillées sur les marnes levantines; les strates se poursuivaient de l'une à l'autre, sans fracture, pouvant faire soupçonner un rejet quelconque.

Les terrasses que j'ai observées sur ces éboulis sont les suivantes :

au Sud du village de Kastritsi	à 700 ^m
» » » plus bas	» 604 ^m
une autre au Nord du même village à la même hauteur, mais complètement morcelée	» 604 ^m
au-dessous de cette dernière j'ai trouvé de nombreux galets perforés.	» 566 ^m
autre terrasse immédiatement au-dessous	» 546 ^m

au-dessous du village de Kastritsi, le long du ravin de même nom, aux altitudes suivantes

385, 294, 246. 224, 194 149, 137,

et d'une manière continue de 164 à 145 et de 134 à 124.

Plus au Nord on trouve encore vers le village Averna, les terrasses suivantes

à 502^m, 477^m, 277^m, 271^m.

Plus au Sud, au-dessus de Patras à

400^m, 352^m et 90^m

Il ne peut rester aucun doute, à ce dernier endroit, qu'ils agitent d'une même terrasse morcelée, dont nous retrouvons les divers lambeaux aux altitudes ci-dessus.

On retrouve encore à l'Est de Patras, la terrasse de Purnarokastro sur le flysch à 600^m, et des lambeaux de terrasse, perchés sur les rochers depuis cette hauteur. En particulier nous avons observé encore ici, sur des alluvions, des terrasses à 280, 258, 211, 202, et finalement celle sur la quelle est établie la grande fabrique de vins de Klauss qui s'étend de 188^m à 200^m.

Enfin rappelons qu'entre Kiato et Ægion, à Mavrolithari, sur un affleurement de calcaire lithographique de 5 à 18^m, repose un conglomérat coquillier d'aspect tout-à-fait récent, avec nombreux

spondylus gaederopus. patelles, Arca Noë, pectunculus. cladocores. Le conglomérat est fortement cimenté par du sable et du calcaire spathique ; le *spondylus gaederopus* présente souvent les deux valves, reliées fortement par ce calcaire. Toute cette masse est criblée sur toute la hauteur de 5 à 18^m de lithophages. Les spondyles sont eux-même complètement perforés.

Il était naturel de penser que les vestiges de la mer devaient se retrouver sur la rive opposée du golfe de Corinthe, et c'est ce qui arrive en effet. C'est ainsi qu'on trouve les terrasses sur éboulis contre le mont Rigani à l'Ouest à 651^m, 627 219, 205 et aussi à des altitudes plus élevées que je n'ai pas eu l'occasion de mesurer. On trouve de même une belle terrasse sur alluvions à l'Ouest du mont Vigla à 722^m et une autre au-dessus de Vitrinitsa à 390^m. Enfin sur le sentier de Vitrinitsa à Plessia on rencontre des perforations sur rocher à 748^m, et encore à dix mètres plus bas.

Enfin je rappelle que l'on trouve de très-belles perforations à la pointe occidentale du mont Geranea, à

1^m—1,50—2—5—10^m—15—20—25—30—35—38—40—45—58
sur la colline du phare, et à des cotes plus élevées sur les collines voisines à

60—70—80—100—105—110—115—130—150—170¹⁾.

Il est probable que ces perforations se poursuivent sur les collines encore plus éloignées, d'autant plus qu'à l'autre extrémité du mont Geranea sur le golfe Saronique je les ai trouvées jusqu'à 561^m.

Jusqu'à la cote 45 on trouve les coquilles du *lithodomus lithophagus* en place, sur un calcaire tufacé avec *serpula* (espèce vivante d'après M. G. Dollfus). Au delà les perforations se poursuivent sur un calcaire ancien triasique²⁾

¹⁾ Contribution à l'étude des dernières régressions loc. cit. p. 523 et 523.

²⁾ Dans une note que nous avons présenté M. C. Ktenas et moi à la Société Géol. de France, dans la séance du 21 Mars de cette année, nous avons insisté sur l'âge crétacé de l'extrémité Est du chaînon de Geranea. Depuis

De toutes ces données il résulte clairement que la mer a laissé ses traces sur tout le pourtour du golfe de Corinthe depuis les cotes les plus basses, jusqu'à la cote de 836 ¹⁾. Nous avons donc un mouvement négatif de la mer : ce mouvement a été continu, cela ressort non seulement des surfaces continues que nous avons trouvées

- de 65 à 85
- » 105 à 120
- » 124 à 134
- » 145 à 164
- » 188 à 200 et de 185 à 225 et de 126 à 240
- » 285 à 335 et de 307 à 325 et de 90 à 352
- » 369 à 379
- » 427 à 514
- » 707 à 743

mais aussi des nombreuses mesures isolées, que nous avons citées, prises, chacune sur un point quelconque de la terrasse correspondante, tandis que celle-ci s'étend au-dessous et au-dessus. D'ailleurs je n'ai cité que les terrasses observées, et il y en a

j'ai pu m'assurer que le calcaire à rudistes est limité à l'extrémité tout-à-fait orientale. Le reste du chaînon est formé de calcaire à gyroporelles et à megalodons : les circonstances de passage ne sont pas très-nettes. Probablement il y aurait une grande lacune entre le trias et le créacé, et ces formations viendraient en regard par affaissement. A l'Ouest le calcaire triasique repose sur une formation, de grès, schistes et jaspes (comme à l'Acrocorninthe), au milieu desquels perce du Kératophyre.

¹⁾ Dans mon travail précédent, déjà cité p. 428, en note, je note une terrasse contre le couvent de *Hagios Ioannis* vers 900^m et plus d'altitude. Cette terrasse, étant isolée, et ne présentant qu'une mince couche de fragments de hornstein, remplissant les vides du soubassement en calcaire lithographique, pourrait être une surface de discontinuité de la nappe de charriage du Péloponèse, comme il s'en trouve à toutes les hauteurs, simulant des terrasses, d'autant plus que les débris de hornstein de la nappe, répandus sur la surface, qu'ils égalisent ainsi, peuvent passer pour des éboulis aplanis par la mer. Généralement cependant on reconnaît facilement qu'il s'agit de débris fragmentaires de la nappe, siliceux, conservés au milieu des inégalités du soubassement, dont les couches, la plupart du temps, sont redressées et recoupées transversalement par la surface de discontinuité.

beaucoup d'autres que je n'ai pas visitées. Nous constatons donc encore ici au nord du Péloponnèse, ce que nous avons déjà constaté au Sud, en Messénie, et à Siphnos ¹⁾. La continuité du mouvement négatif est mise hors de doute et cela depuis la cote 836 jusqu'à zéro. Les prétendues terrasses discordantes qui plaideraient contre cette manière de voir s'expliquent facilement, par l'ablation plus ou moins avancée de la surface unique d'aplanissement par les torrents, et la reprise de l'aplanissement par la mer au dessous de la première surface.

ARRÊTS DANS LE MOUVEMENT NÉGATIF

La continuité du mouvement négatif n'exclut pas cependant la possibilité que la mer ait séjourné plus longtemps à certains niveaux qu'à d'autres. Il semble bien même que nous ayons la preuve de certains arrêts. Un de ces arrêts correspondrait au niveau de 180^m environ, signalé par nous-même en Messénie ²⁾, par une large zone d'érosion marine du calcaire de Tripolitsa, sur dix kilomètres environ de longueur, avec grottes marines et perforations de lithophages. Ce même niveau a été signalé par l'éminent professeur de Lyon M. Depéret, comme ayant joui d'une grande immobilité, en France, sur le bord du Plateau Central ³⁾. A une cote voisine (177^m.8) Miller a observé une banquette entaillée dans la roche vive près de Trondhjem ⁴⁾.

L'observation des grottes marines, bien caractérisées, avec sol légèrement incliné vers l'extérieur et plafond se reliant avec l'escarpement du rocher au-dessus par une surface courbe, dressée par la vague, sur une hauteur de plusieurs mètres pourra permettre, sans doute, de fixer d'autres niveaux stables. Malheureusement l'idée d'utiliser les grottes marines pour fixer les niveaux marins ne m'est venue que tout derniè-

¹⁾ Submersion et régression quaternaires en Grèce loc. cit. 418-424.

²⁾ Ibidem, 418.

³⁾ B. S. G. F. (4). IV 1904, 38.

⁴⁾ Suess, loc. cit., II, p. 580-581.

rement, lorsque j'eus observé une pareille grotte très-caractéristique à 430^m, sur le mont Trikéri entre Éleusis et Mégare : aussi n'ai-je pas relevé les altitudes de nombreuses autres grottes, que j'ai observées aussi bien sur la même montagne, que plus au Sud sur le mont Géraneia, et qui s'échelonnent de la cote ci-dessus jusqu'à des cotes basses. Toute cette région, d'ailleurs, présente aussi des perforations à divers niveaux, jusqu'à la cote 561 que j'ai signalée déjà sur le mont Géraneia à Microchorapha sur un calcaire compact néogène.

D'autres arrêts du mouvement négatif sont indiqués par le dépôt du conglomérat coquillier du nord du Péloponnèse, comme je l'ai exposé dans un autre travail ¹⁾ Philippson est le premier qui ait attiré l'attention sur ces conglomérats qui, d'après lui, monteraient jusqu'à 350^m ²⁾. Ils forment un hanc de quelques mètres, généralement de 1 à 2^m d'épaisseur, qui repose sur la surface d'érosion des marnes. Le phénomène est très net autour de Corinthe. Ici encore le conglomérat coquillier, s'est déposé en marches d'escalier très caractéristiques, marquant autant de niveaux où la mer est restée stationnaire.

La première marche monte de l'Ouest à l'Est de 15 à 35^m formant escarpement au-dessus de la ligne du chemin de fer, une deuxième marche de 60 à 80^m et sur une quatrième Philippson donne 95. La première impression est que l'on est devant des rejets comme ceux que présente l'Isthme de Corinthe. Cependant il ne m'a pas été possible d'observer aucune fracture et Philippson lui-même, qui opine pour l'existence de rejets, reconnaît qu'ils ne sont pas visibles et que les gradins ne suivent pas une ligne de fracture, mais ont reculé par érosion ³⁾. Les raisons qu'il donne pour prouver le rejet sont les suivantes.

1° une marche se sépare souvent en deux plus petites

2° le même gradin ne possède pas partout la même hauteur.

¹⁾ Contribution à l'Étude des dernières Régressions B. S. G. F., 1906, p. 536.

²⁾ Der Isthmos von Korinth p. 41.

3° tous les gradins présentent partout la même composition, au-dessous marnes, au dessus conglomérat.

4° dans la coupe du canal de Corinthe on peut identifier nombre de gradins à des rejets.

Aucune de ces raisons ne me paraît péremptoire ; car

1° Nous avons expliqué précédemment comment les nouvelles terrasses peuvent se former aux dépens de la même surface d'érosion, par ablation partielle, produite par les eaux superficielles, aidées de la vague, si bien qu' à un endroit la surface d'érosion primitive reste intacte tandisqu'à un autre elle est détruite et il se produit au-dessous une nouvelle surface d'érosion qui se soude à l'ancienne quelque part plus loin : sur ces surfaces ainsi bifurquées, peuvent se déposer à nouveau des amas de coquilles et galets, si le mouvement négatif s'arrête suffisamment pour cela.

2° Le même gradin est toujours incliné de 2 à 3 % dans la direction du flot primitif, de sorte que la hauteur du gradin ne peut être la même partout : il faut d'ailleurs faire entrer en ligne de compte les tassements et les ravinements.

3° Il n'y a pas de raison pour que la composition des gradins change, en ce qui concerne le soubassement de marnes, et la couverture de conglomérat, si l'on prend ces deux éléments en bloc. Au contraire si l'on examine la composition élémentaire du conglomérat, elle diffère considérablement d'un point à un autre, et par la proportion des coquilles, qui devient de moins en moins grande à mesure que l'on s'élève, et par la proportion du sable calcaire formant le ciment (et ainsi peut parfois se former un véritable calcaire tendre, propre à la construction, calcaire Poros), et par la proportion de galets qui prédominent de plus en plus dans les parties supérieures.

4° On ne peut conclure de ce qui se passe à l'Isthme de Corinthe, à ce qui doit se passer même dans une région voisine, lorsque cette région ne se trouve pas dans les mêmes circonstances tectoniques. Dans l'isthme les couches levantines sont concordantes avec les couches plus jeunes, ou du moins sont

les unes et les autres presque horizontales. Plus au Sud, au contraire, à Corinthe, les couches levantines ont été fortement redressées, puis soumises à l'érosion. d'abord des agents atmosphériques qui ont, sans doute contribué pour la plus grande part au démantèlement du conglomérat pliocène, puis à l'aplanissement par le flot, et c'est sur cette surface ainsi démantelée et aplanie que s'est déposée le conglomérat coquillier. Ces conditions se présentent déjà dans l'isthme, au S O. d'Isthmia, où l'on trouve, au-dessous d'un conglomérat, des marnes blanches, recoupées en discordance par le premier¹⁾. C'est cette même couche conglomératique que Gandry rapporte à l'époque quaternaire, à l'exclusion des autres couches de conglomérats de l'isthme, qu'il considère comme concordants, avec les couches levantines²⁾. Moi-même j'ai retrouvé des circonstances équivalentes à Kechriæs plus au Sud, où le conglomérat est adossé aux marnes, avec nombreuses coquilles de *lithodomus lithophagus* de la faune actuelle s'élevant jusqu'à 25^m de hauteur.

Ainsi donc je vois dans les terrasses au-dessus de la ville de Corinthe des plages marines, comme l'avaient déjà avancé les savants de l'Expedition Scient. de Morée³⁾, et les niveaux que j'ai cités de 15 à 35

60 à 80

et à 95

seraient des niveaux où la mer aurait stationné suffisamment pour laisser le temps aux coquilles de se former. J'ai observé une terrasse pareille contre l'antique Sicyone (aujourd'hui Vasiliko). à 146^m et il doit y en avoir beaucoup d'autres puisque Philippson les a reconnues jusqu'à l'altitude de 350^m. Il y aurait peut-être à chercher une correspondance entre ces niveaux où la mer a stationné plus longtemps et les terrasses fluviales, si bien étudiées par l'amiral de Lamoignon⁴⁾.

¹⁾ Philippson ibid 37.

²⁾ Géologie d'Attique, 443.

³⁾ Géologie 347.

⁴⁾ Je ferai cependant une restriction pour les terrasses fluviales du Da-

EPOQUE DU MOUVEMENT NÉGATIF

C'est sur le pliocène fortement redressé, qu'ont été taillées les grandes surfaces d'érosion marine dont il a été question précédemment. On se rappelle que le pliocène au nord du Péloponnèse est composé de deux grandes formations, qui au contact alternent entre elles : ce sont au-dessous les marnes, plus ou moins sableuses, et au-dessus la masse puissante de conglomérats, qui par leur position sont rapportés avec raison par Philippon au pliocène moyen ¹⁾. A la suite de la surrection de ces couches, qui dut ainsi avoir lieu pendant le pliocène supérieur, la couverture de conglomérat fut démantelée par les agents atmosphériques, jusqu'à la surface de la mer, qui se mit alors à aplanir les marnes. Mais si la surrection eut pour résultat général l'érosion des couches soulevées, à d'autres endroits, à la suite des efforts tectoniques, elle produisit des éboulis considérables qui ravinèrent les marnes pliocènes au-dessous, et qui furent eux-mêmes plus tard aplanis par la mer au dessus, comme il a été exposé. Ces éboulis occupent, en Grèce, par rapport au pliocène ancien et moyen la position qu'occupe en Italie la formation Sicilienne à immigrés du Nord. Ils appartiennent donc au pliocène tout-à-fait supérieur ou au passage du pliocène au quaternaire. Ceci a été confirmé par la découverte dans ces éboulis, à Patras, d'une dent d'éléphant, reconnue par M le professeur Scouphos, comme appartenant à « l'*Élephas Gortynios* » du pliocène tout-à-fait supérieur de Mégalopolis, dans le Péloponnèse. La mer a aplani ces éboulis, au moins, jusqu'à 700^m, comme nous avons exposé. au Sud de Kastritsi, au-dessus de Rhion ²⁾. Le mouvement négatif date donc tout au plus du

nube qui me paraissent connexes, du moins les plus anciennes, avec le niveau de base du bassin intérieur pliocène et plustard quaternaire de la Mer Noire, avant l'invasion de la Méditerranée.

¹⁾ Philippon, der Péloponnès 410.

²⁾ Ce sont ces éboulis qui répondent en Grèce au 4^e étage méditerranéen de Suess, avec le pliocène supérieur de Rhodes, de Cos et de Milos. Au contraire les couches néogènes en bordure du Péloponnèse, qu'elles soient à un niveau bas, comme en Messénie, ou élevé comme au Nord du Pélo-

pliocène, tout-à-fait supérieur, ou du passage du pliocène au quaternaire.

On arrive au même résultat par l'examen de ce qui s'est passé plus à l'Est dans l'Archipel.

A l'époque du pliocène récent, on ne trouve de dépôts marins, à l'Est du Péloponnèse, dans les Cyclades qu'à Rhodes, Cos, Milos. Plus au N. aucune trace de ces dépôts. C'est ce qui a amené à admettre l'existence d'un continent Egéen, reliant la Grèce à l'Asie jusqu'à une époque avancée. A cette opinion se sont rangés Neumayr¹, Philippson²). Suess³), de Lapparent⁴). D'autre part sur le terrain cristallin des îles, à Siphnos j'ai découvert des nombreuses perforations, depuis les cotes les plus basses jusqu'à 690^m ⁵). Elles ont suivi l'effondrement de l'Égée, puisque, avant, cette région était continentale : elles sont donc post pliocènes. Des perforations ont été découvertes aussi par M^r G. Gromann à Nicaria plus à l'Est, à plus de 100^m d'altitude, d'après une communication verbale de ce dernier, et à Kythnos par moi sur les sommets en calcaire cristallin de l'île Il est juste de considérer tous ces vestiges de la mer comme contemporains de ceux du golfe de Corinthe. Ces vestiges d'ailleurs se poursuivent plus au Nord le long des cotes continentales de la Grèce d'abord sur le Mont Géraneia en face de Salamine, où j'ai observé les perforations jusqu'à 561^m. Puis

ponnèse, appartiennent toutes au 3^e étage méditerranéen, comme l'ont prouvé les fossiles que j'ai recueillis en Messénie, et que M. G. Dollfus a bien voulu déterminer et que j'ai publiés précédemment (Submersion et Régression quaternaires en Grèce, loc. cit. p. 421). C'est à l'obligeance du même savant que je dois la détermination de tous les fossiles dont il sera question plus loin. Son autorité sur les questions de choncybologie tertiaire me font un devoir de lui exprimer ici toute ma gratitude pour le précieux concours qu'il a apporté à mon travail.

¹) Geol. Studien in den künstenländern des Griechischen Archipels 273 et suivantes.

²) Der Peloponnès, 453.

³) Antlitz, der Erde, I 441.

⁴) Géologie, 1716.

⁵) Submersion etc. loc. cit. p. 422 et suivantes.

à l'Est de Mégare où j'ai observé des perforations jusqu'à 268^m. et une grotte marine à 430^m. sur le M^t Trikeri, et plus au Nord des perforations sur un bloc détaché à 393^m à Villari, Dans l'Attique on trouve les perforations un peu partout, fortement altérées par les racines ; cependant je possède un échantillon du Laurium des environs du trou de Kitso, vers 180^m, et un autre des environs du Pnyx à Athènes à 100^m dont les perforations ne peuvent laisser de doute sur leur origine. Sur le Parnès j'ai aussi trouvé des perforations très nettes sur un bloc détaché à 550^m à Kapsospitia. A Martini, au Nord du lac Copaïs, j'ai trouvé de magnifiques perforations sur un calcaire néogène à 230^m 1).

T. Cvijic a d'autre part trouvé de nombreuses plages marines élevées le long des côtes de la Macédoine. En particulier, il a observé sur les flancs du Mont Olympe, au-dessus de la val-

1) Un échantillon perforé provenant de cet endroit a été déposé par moi au Muséum d'Histoire Naturelle à Paris, avec un autre échantillon de marbre cristallin de Siphnos avec des perforations très belles du lithodomus lithophagus, ce dernier échantillon a été recueilli à 650 m. environ.

Deux autres échantillons, provenant aussi de Siphnos, font partie des collections de l'École des Mines de Paris, l'un recueilli à 275 m. a paru à M. G. Dollus appartenir à *Aspidopholas rugosa* Br. (B. S. G. F., 1908 p. 441) du pliocène ; l'autre présente d'après le même savant des perforations de *Clavagella aperta* Sow., espèce vivante et fossile (B. S. G. F. 1908 p. 544). J'ai objecté à la première détermination (B. S. G. F. 1909 p. 6), que l'échantillon ne présente pas, à beaucoup près, la profondeur totale des cavités : car le bloc, dans sa position initiale devait être recouvert d'une autre plaque épaisse, dans la quelle devaient se prolonger les cavités, comme le montrent avec évidence un certain nombre de perforations écourtées de l'échantillon même. On ne peut donc d'après l'échantillon déduire la forme primitive de la cavité, puisqu'une grande partie de celle-ci manque. Quelques particularités des cavités (ainsi écourtées), qui leur donnent un aspect utriculaire, pourraient être dues à une érosion produite par les agents atmosphériques, d'autant plus qu'elles sont situées d'une manière identique pour chaque cavité, ce qui ne serait, sans doute, pas le cas si elles étaient attribuables à l'animal, dont l'action, sans doute, varierait d'une cavité à l'autre, comme orientation, par rapport à l'orifice. Ma propre impression est que ce sont des perforations de lithodomus lithophagus, de grand taille, comme on en trouve, en Grèce, à l'état fossile. (Voyez Submersionet régression quaternaires en Grèce loc. cit. p. 423, note).

lée de Tempée, des terrasses marines a 400^m, 280^m, 90^m, au-dessus du Pénée ¹⁾).

Le même savant s'exprime catégoriquement sur l'âge du mouvement négatif ¹⁾. D'après lui les phénomènes tectoniques les plus considérables, qui abaissèrent le niveau de base des fleuves, eurent lieu immédiatement avant et après les temps glaciaires, d'après ses observations en Macédoine. Sans préjuger pour le moment la solution de la question, si le mouvement négatif doit être considéré, comme dû à la surrection des terres, ou à un mouvement eustatique des mers, nous avons dans l'affirmation de M. Cvijic une confirmation de nos propres observations, en ce qui concerne l'âge du mouvement négatif.

Nous avons vu que les plus hauts vestiges de la mer sont postérieurs aux éboulis du pliocène supérieur. D'autre part le conglomérat coquillier des niveaux inférieurs, aussi bien par sa position, que par l'examen des coquilles, nous conduit à admettre, qu'il est franchement postérieur au pliocène supérieur. Il repose en discordance sur les marnes levantines, là même, où à quelque distance la formation conglomératique du pliocène supérieur repose en concordance sur ces mêmes marnes. C'est ce qui arrive comme nous avons constaté à Kalamaki et à Kechriæs. Les coquilles prélevées dans ce conglomérat discordant sur le pliocène sont les suivantes :

Ostrea edulis (= lamellosa Br)	Venus multilamellosa L.
Cardium edule var. Lamarki	Spondylus gaederopus L.
Pecten jacobæus L.	Dentalium dentalis
» varius	Cerithium vulgatum L.
Arca Noè L.	Pectunculus glyceris Lin.
Venus Verrucosa L.	Cytherea chione
Bittium reticulatum D. C.	Lithodomus lithophagus de la faune actuelle.

¹⁾ Grundlinien der Geographie und Geologie von Macedonien und Altserbien p. 322.

¹⁾ Ibidem 306 et 317.

c'est une faune identique à la faune actuelle de la Méditerranée. Aussi bien par ses fossiles que par sa discordance cette formation doit être rangée dans le quaternaire : nous avons trouvé cette formation, comme il a été dit, nous-mêmes jusqu'à 146^m d'altitude: M. Philippon l'a observée jusqu'à 350^m ¹⁾.

Nous avons aussi cité une terrasse coquillière en face de Corinthe sur le mont Géraneia à 25^m de hauteur ²⁾. Cette terrasse nous a fourni les coquilles suivantes :

Spondylus gaederopus L.	Venus verrucosa var.
Ostrea edulis L.	Pecten jacobæus L.
Arca Noè L.	Pectuncul. insubricus Br.
Cerithium vulgatum L.	Turbo rugosus L. var.
Bittium reticulatum D. C.	Cladocora cespitosa.

Les spondyles ont conservé leurs couleurs ; et leurs aspérités sont encore aussi vives que dans les individus vivants : toute la faune d'ailleurs appartient à des individus vivant encore aujourd'hui. Il est difficile de ne pas reconnaître dans cette terrasse une terrasse quaternaire.

Un peu plus au Nord contre le cap St-Nicolas, sur la colline du phare, nous avons cité aussi plus haut un calcaire tuface avec *Serpula* (espèce vivante) montant jusqu'à 45^m; il est criblé de *lithodomus lithophagus* en place, d'un aspect récent.

J'ai trouvé encore le «*cardium rusticum*» sur les deux versants du mont Varassova en face de Patras, depuis l'altitude de 10^m, jusqu'à celle de 145^m à l'Ouest, et à 290^m à l'Est. Ces fossiles se trouvent isolés et pourraient avoir été transportés par l'homme. Cependant comme cette espèce de *cardium* ne se trouve pas sur les côtes voisines il y a toute présomption pour que ces fossiles aient été déposés par la mer.

¹⁾ Ce savant (der Peloponnes 138), assimile ce conglomérat, au conglomérat du pliocène supérieur de l'isthme; nous avons donné les raisons qui nous obligent à l'en séparer, parmi les quelles la discordance bien tranchée avec les couches qu'il recouvre.

²⁾ Contribution à l'étude des dernières régressions B. S.G. F. 1906 p. 525.

Enfin j'ai trouvé au-dessus de Larymna sur le canal d'Eubée à l'altitude de 40^m, dans les anfractuosités du calcaire mésozoïque, des restes d'une formation tufacée présentant les fossiles suivants :

Tellina pulchella L.

Lucina lactea (Loripes) L.

Lucina (*Divaricella*) *divaricata* L.

Cardium papillosum Poli.

Arca diluvii L.

Lima inflata Chem.

Cerithium (*Bittium*) *reticulatum* D. C.

Toutes ces espèces sont vivantes et d'après M. G. Dollfus, cette formation est très-probablement quaternaire, immédiatement préhistorique.

Je serais d'ailleurs disposé à admettre que les terrasses marines de Vlachia et de Limniona, en Eubée, à *Ostrea lamellosa* Br. et *Cardium edule* L., que non savant confrère M. J. Deprat a rangées dans le pliocène moyen, dans son remarquable ouvrage sur l'Eubée ¹⁾, font partie des terrasses dont il vient d'être question et dont l'âge quaternaire ne peut pas être mis en doute.

De tout ce qui précède on est en droit de conclure que le mouvement négatif qui est indiqué par la série des plages qui commencent à l'altitude de 836^m et s'échelonnent jusqu'au niveau actuel de la mer, a commencé à la limite du pliocène et du quaternaire, a continué pendant le quaternaire et n'a cessé qu'avec l'époque préhistorique. C'est ce qu'indiquent les fossiles de Larymna, et c'est ce que confirment les travaux de Cvijic. Reste à examiner si le mouvement négatif est eustatique ou non.

RAISONS QUI MILITENT POUR UN MOUVEMENT EUSTATIQUE

Les géologues les plus autorisés aujourd'hui sont séparés en deux camps. Les uns considèrent les dernières oscillations

¹⁾ Etude géol. et petro. de l'île d'Eubée p. 107.

des rivages comme dues uniquement à des mouvements propres des continents, qui se déforment, et considèrent le niveau de la mer stable, les autres au contraire attribuent les oscillations à des mouvements eustatiques du niveau de la mer.

Il ne semble pas qu'on soit en droit de rejeter, de prime abord, l'une ou l'autre de ces deux opinions, car l'histoire du passé, éclairée par les brillants travaux du maître de la Géologie M. Ed. Suess, nous montre les deux phénomènes se répéter à plusieurs reprises. Les déformations des continents d'une part, les transgressions et régressions de l'autre à travers les siècles, sont des choses trop connues aujourd'hui pour s'y arrêter. Il y aura plutôt à se demander si les deux causes ensemble n'ont pas contribué à amener les oscillations des rivages, que nous étudions.

Ce n'est que l'étude détaillée des phénomènes qui peut résoudre la question, et permettre de choisir entre les diverses causes possibles, celle qui a prévalu pour produire le mouvement négatif.

Étudions donc, sous ce point de vue, les phénomènes qui se sont passés en Grèce.

Nous avons admis plus haut avec Neumayr, Philippson, de Lapparent, E. Suess, et pour les raisons que nous avons exposées, que l'Égéide a commencé à s'effondrer à la limite entre le pliocène et le quaternaire, et que les phénomènes se sont continués jusqu'après le diluvium, comme le prouvent les travaux de Cvijic et la formation tufacée de Larymna. La mer, en prenant possession des parties effondrées, a laissé ses traces en des points qui se trouvent aujourd'hui à des cotes variant depuis 690 à Siphnos, jusqu'à zéro. Or il est peu logique d'admettre que, dans toute une région qui s'effondre, toutes ces traces de la mer qui sont répandues un peu partout, à Nicaïria, Siphnos, Kythnos, la côte Est de la Megaride (mont Gerania et monts de Mégare), l'Attique jusqu'au Parnès, les côtes de la Béotie (Larymna), de la Locride (Martini), le mont Olympe, et les côtes de la Macédoine (d'après Cvijic) et proba-

blement à bien d'autres endroits qui seront découverts plus tard (car mes observations ne portent que sur des points isolés), il est, dis-je, bien peu logique d'admettre que, dans une région qui s'effondre, on ait à chaque pas des points qui eux au contraire se soient élevés. Il est, au contraire bien plus rationnel de ne voir dans toutes ces manifestations de la présence de la mer que le résultat d'une submersion. La mer après avoir occupé les parties effondrées se serait peu-à-peu retirée, assez rapidement pour n'avoir pas eu le temps de déposer d'autres traces, dans les parties supérieures, que les perforations des lithophages et des terrasses sur les parties meubles ou tendres, qu'elle aplanissait facilement. Cela expliquerait pourquoi lorsqu'elle parvint à pénétrer dans la Propontide et la Mer Noire, après les dernières dislocations, elle n'a plus laissé ses traces qu'à des niveaux bas (125^m dans la Propontide, 100^m dans la Mer Noire ¹).

Les traces élevées de rivage dans l'Égéïde ne sont pas la seule preuve du mouvement Eustatique en Grèce: J'ai déjà parlé de la zone d'érosion marine qui frappe les yeux de loin en Messénie, et qui s'étend sur 10^k environ horizontalement, du Sud au Nord, sur le flanc occidental du Taygète, et qui a été produite par la mer du niveau de 180^m. L'impression que l'on a, en voyant cette belle zone horizontale, est qu'il s'agit d'un phénomène, tout-à-fait récent postérieur aux grandes dislocations de l'Égéïde, qui ont dû, sans doute, modifier singulièrement l'aspect de toute la Grèce. L'effondrement de la haute vallée de la Messénie, qui lui-même est quaternaire, et probablement contemporain de l'effondrement de la vallée de Tripolitsa parceque ces deux vallées ne présentent pas trace de couches pliocènes, se trouve à une vingtaine de kilomètres de la zone d'érosion de 180^m; cela plaide encore ici pour un recul de la mer depuis son niveau de 180^m, Il est difficile

¹) R. Hørnes, die Bildung der Bosporus und der Dardannelen 60 et 61 et de Lapparent Géologie 1716.

d'admettre que tandis qu'au nord la Haute-Messénie s'effondrait, la Basse-Messénie se serait soulevée, comme le veulent les partisans de la stabilité du niveau de la mer.

Ainsi donc les faits en Grèce plaident pour le mouvement Eustatique de la Mer. Une pareille conclusion d'autre part conduit à se demander, si les faits observés, dans le reste de la terre, ne contredisent pas les résultats observés en Grèce. Nous avons passé en revue ces faits dans notre travail précédent ¹⁾, et nous avons vu que convenablement interprétés ils sont en harmonie avec ceux qui se sont passés en Grèce. Nous avons retrouvé les rivages élevés en Angleterre et en Scandinavie, et nous avons pu constater que là aussi, le phénomène de la submersion date d'une époque comprise entre le pliocène et le quaternaire ²⁾ et qu'à la fin de l'époque glaciaire le niveau de la mer se trouvait encore dans le golfe de Bothnie à 270^m au moins ³⁾. Cela concorde avec les résultats que nous avons observés en Grèce.

Les effondrements (dont celui de l'Égée n'est qu'un exemple isolé et, peut-être, un des moins importants), suivis du recul de la mer, recul qui ne fut qu'une conséquence des premiers, nous a permis d'ailleurs de donner des explications rationnelles de plusieurs grands phénomènes, bien rapprochés de nous et cependant mal expliqués encore. Ces phénomènes sont le recul définitif des glaces vers les pôles, l'enfouissement des grands pachydermes de la Sibérie, et la transformation en déserts arides des plateaux autrefois humides et verdoyants du Nord de l'Afrique, de l'Arabie, de la Perse.

La communication de l'Océan Pacifique avec l'Océan Atlantique, lors des effondrements qui eurent lieu dans la région des Antilles, nous a permis d'expliquer, à l'aide de courants équatoriaux issus du premier Océan, l'époque interglaciaire des premiers temps quaternaires; et le recul de la mer, qui ne tarda pas à inter-

¹⁾ Submersion et Régression quaternaires en Grèce loc. cit. 425.

²⁾ Ibidem 434.

³⁾ Ibidem, 432.

cepter ces communications, l'avancement à nouveau des glaces ¹⁾.

L'effondrement définitif des terres Atlantiques du Sud ²⁾, d'autre part, a été suivi de la formation du Gulf Stream, lorsque la mer avait encore un niveau suffisamment élevé, pour permettre au Gulf Stream d'une part de s'étendre jusqu'en Sibérie à travers le golfe de Bothnie et d'adoucir le climat de ces contrées, à la végétation d'autre part de se développer et aux grands pachydermes d'y prospérer.

La continuation du recul de la mer a fermé les communications par le golfe de Bothnie et rejeté les courants équatoriaux plus à l'Est. ce qui ramena le froid de l'époque du renne sur le continent Européen, et finit par interrompre toute communication, avec la Sibérie, même par l'Ouest de la Scandinavie. Ce recul a été assez rapide pour ramener, en Sibérie, brusquement le froid et les neiges, qui enfouirent les milliers d'animaux qu'on découvre aujourd'hui intacts,

Enfin le recul de la mer explique aussi facilement la transformation des plateaux du Sud, en déserts. Tant que le niveau de la mer était suffisamment élevé, les nappes d'infiltration, qui communiquaient avec la mer, se maintenaient à des cotes assez élevées pour donner lieu à des sources abondantes. Avec l'abaissement du niveau marin les nappes d'eau s'abaissèrent au-dessous de la surface du terrain, les sources tarièrent et la surface, privée d'humidité et exposée aux ardeurs d'un soleil brûlant, fût transformée en désert ³⁾, C'est la tradition conservée par les prêtres égyptiens, que la terre à une certaine époque fut brûlée par le soleil.

Ainsi donc tous ces grands phénomènes trouvent une explication facile si l'on admet la régression quaternaire des mers, et nous ne considérons pas cette preuve à posteriori, comme sans valeur.

¹⁾ Dernière Régression des Mers, B. S. G. F. 1904, p. 592-594.

²⁾ Ibidem, 595.

³⁾ Ibid. 163 et Régression et Transgression de la mer, Revue Univ. des Mines etc. Liège 1903 p. 270.

EXAMEN DE QUELQUES OBJECTIONS CONTRE LE MOUVEMENT EUSTATIQUE

J'ai déjà traité cette question ¹⁾ et je ne reviens à elle que pour insister sur certaines objections qui n'ont pas été suffisamment éclaircies.

Je rappelle d'abord que T Cvijic qui donne les preuves les plus décisives d'un mouvement négatif récent, répugne à admettre qu'il s'agit d'un mouvement eustatique, parceque, dit il, ce n'est pas un phénomène général sur toutes les côtes de la Méditerranée ²⁾ Or nous avons amplement démontré, au contraire, que ce mouvement négatif est un phénomène général et les réserves de M. Cvijic n'ont plus leur raison d'être : ses propres observations sont ainsi une confirmation éclatante du phénomène eustatique.

Aussi M. R. Hoernes, dans un travail qui jette la plus vive lumière sur la formation du Bosphore et des Dardanelles, après avoir décrit les plages récentes que l'on a observées sur les côtes de la Propontide, accepte, sans réserves, que ces niveaux élevés ne peuvent provenir que d'un mouvement eustatique de la mer ³⁾.

¹⁾ Submersion et régression quaternaires en Grèce loc. cit. p. 439.

²⁾ Grundlinien der Geogr. und Geolog. Macedonien und Altserbien, etc. loc. cit. p 346 et 390.

³⁾ Die Bildung des Bosporus und der Dardanellen. Wien, 1909, p. 62.

Je viens d'ailleurs de lire dans le compte rendu sommaire des séances de la Société Géologique de France du 6 Juin 1910, que M. Depéret s'exprime d'une manière aussi catégorique à propos des terrasses d'âge pliocène supérieur et quaternaire admirablement développées en Roussillon.

Pour le mouvement eustatique plaide aussi la correspondance remarquable, découverte par l'amiral de Lamothe, entre les terrasses fluviales et les terrasses marines, à l'importance de laquelle M. W. Killian a consacré une magistrale étude. (L'érosion glaciaire et la formation des terrasses. La Géographic 1906 p. 261).

Il est juste de rappeler ici que c'est l'illustre géologue Albert Gaudry, qui le premier arriva à la conclusion, à la suite de ses observations en Chypre, que dans les derniers temps géologiques eut lieu un abaissement géné-

Dernièrement cependant les observations remarquables de Günther, dans les environs de Naples, ont paru ébranler la théorie du mouvement eustatique, aussi devons-nous nous arrêter sur l'interprétation à donner à ces travaux. M. Günther ¹⁾ se basant sur divers monuments d'époque romaine, qui portent les traces d'une submersion, soit des perforations de lithophages, soit une simple érosion par la mer, a pu conclure qu'à l'époque romaine le niveau de la mer, dans la baie de Naples, était 17 pieds plus bas qu'aujourd'hui; que, depuis, ce niveau s'est élevé de 35 à 37 pieds, pour revenir aujourd'hui au niveau actuel. Il s'agirait donc ici d'oscillations de rivages ne dépassant pas 35 à 37 pieds. M. Günther, partant de ces données, s'est cru autorisé à rapporter à des mouvements locaux de l'écorce les traces de la mer même aux cotes les plus élevées. Dans cette manière de voir, les plages marines d'Epoméo, à Ischia, à 500^m d'altitude, les perforations de lithophages dans la vallée du Tibre à 268^m et 276^m, les traces marines que nous avons trouvées en Grèce à 836^m dans le Péloponèse à 690^m à Siphnos, à 550^m dans l'Attique, ne seraient dues qu'à des mouvements de l'écorce, qui se déformerait sans cesse. Si cependant nous admettons avec Ed. Suess ²⁾, que les mouvements de l'écorce à Naples doivent être attribués à la présence des volcans en activité dans le voisinage, que ce soit l'approche de la lave qui dilate l'écorce, et la soulève ou la pression des vapeurs, ce qui nous paraît plus probable, les phénomènes dans la baie de Naples ont dû être les suivants. Avant l'éruption terrible de 79, l'écorce se trouvait gonflée pour les raisons ci-dessus, et les rivages soulevés, ou la mer en recul. Le Vésuve

ral du niveau de la mer, accompagné de mouvements du sol. A la même conclusion, à la quelle je me suis rangé depuis longtemps à la suite de mes observations en Grèce, vient de donner toute la valeur de son autorité, M. W. Ramsay, dans son dernier travail, paru tout récemment «Orogenesis und Klima» p. 12.

¹⁾ Earth, mouvements in the Bay of Naples. The Geogr. Journal. Août 1909 p. 121 et Sept. 269.

²⁾ Der Antlitz der Erde loc. cit. II. 637.

resta en activité pendant de longs siècles et les circonstances durent se maintenir sensiblement les mêmes. Mais après 1139 les éruptions cessent ¹⁾. Il est naturel de supposer que l'écorce alors se dégonfla, soit que la lave en ignition se fût éloignée, soit que la pression des vapeurs souterraines eût diminué. C'est le moment, où la surface des terres dut s'affaisser et où furent submergés les anciens monuments, parmi lesquels le célèbre temple de Sérapis. Mais en 1538, nouvelle éruption terrible du monte Nuovo, qui fut suivie en 1631 de la reprise des éruptions du Vésuve. On comprend alors que la surface de la terre se fût gonflée de nouveau, avant ces éruptions, comme elle s'était gonflée avant l'éruption de 79, et ainsi les monuments romains submergés furent de nouveaux exondés.

Mais si des éruptions aussi terribles que celles du Vésuve en 79 et du Montenuovo en 1538 ne purent produire que des oscillations dont l'amplitude ne dépassa pas 37 pieds, on a peine à se figurer des éruptions qui feraient osciller la surface de la terre de plusieurs centaines de mètres, jusqu'à 836^m. D'autant plus qu'on ne trouve pas dans le voisinage des points, où les traces de la mer sont le plus élevées, comme au Nord du Péloponnèse, ou dans l'Attique, des vestiges de volcans. Il ne nous paraît pas donc juste de donner aux oscillations des rivages dans la baie de Naples plus de valeur que n'en a donné M. Suess, mais il convient de considérer ces oscillations comme des phénomènes très-intéressants, mais locaux et limités dans les pays où l'action volcanique s'est manifestée à des époques récentes.

Mais si l'objection contre le mouvement Eustatique des Mers, fondée sur les oscillations récentes des rivages, le long du littoral volcanique d'Italie, peut être combattue facilement, il n'en est pas de même de l'objection que soulèvent les observations, si remarquables du savant professeur du Museum M. Marcellin Boule, sur les fouilles des grottes de Grimaldi, sur la côte d'Azur. Ces fouilles ont mis à découvert les produits de l'in-

¹⁾ De Lapparent loc. cit. 418.

dustrie humaine de l'époque Chelléenne, et en particulier des cendres de foyer et M. Boule en tire la conclusion que depuis le pleistocène inférieur la mer n'a jamais dépassé le seuil des grottes c'est-à-dire l'altitude de 10^m environ ¹⁾. Cela est en pleine contradiction avec les plages à coquilles récentes que nous avons décrites, dont quelques unes à 40^m dateraient de l'époque pré-historique, et avec les observations de Cvijic, d'après les quelles le mouvement négatif aurait continué après le diluvium et avec les autres preuves que nous avons données de la continuation d'un mouvement négatif jusqu'à une époque très-récente.

Cependant la contradiction cesse, si nous admettons, comme nous allons tâcher de le prouver dans la deuxième partie de cette note, que le continent européen, à la suite de la pression des glaces, avait fléchi au Nord pour gonfler au Sud, dans les parties libres de glace. Le recul des glaces dut avoir pour résultat la rémission des efforts qui maintenaient le gonflement : le dégonflement dut être la conséquence de cette rémission. Les grottes de Grimaldi se seraient trouvées encore, à l'époque Chelléenne à un niveau bien supérieur : elles se seraient abaissées peu-à-peu avec le recul des glaces, pour atteindre leur niveau actuel après le recul définitif. Cette explication s'impose même, si l'on admet l'effondrement, ou l'ennoyage de la Tyrrhénide : car comment admettre que cette dernière ait pu s'affaisser jusqu'à des profondeurs de 3000^m, tandis que les côtes, dont elle se détachait, restaient immobiles ?

Dans cette manière de voir la plateforme sous marine, au devant des grottes, de Grimaldi, si bien étudiée par M. Boule, aurait été aplanie pendant l'époque du gonflement de l'écorce, en deçà des glaces, époque pendant laquelle la mer aussi s'élevait, comme nous allons montrer au chapitre suivant, et atteignait les grottes où elle laissait comme traces de son passage des perforations du *lithodomus lithophagus*, et la corniche marine. Puis la mer aurait reculé, les grands pachydermes, dont

¹⁾ Les grottes de Grimaldi 127 et Compte rendu sommaire de la Société Géol. de France 18 Août 1910 p. 66.

on a retrouvé les vestiges dans les grottes, auraient circulé facilement sur la plateforme exondée et ce n'est qu'à l'époque de l'effondrement de la Tyrrhénide que les côtes de Grimaldi auraient suivi l'affaissement général, et que la plateforme pré-existante aurait été submergée.

ESSAI D'INTERPRÉTATION DES PHÉNOMÈNES

Nous avons vu plus haut que les marnes pliocènes, avec les conglomérats qui leur font suite, furent portées à l'altitude considérable de 1759^m, en Grèce, au Mavron Oros. Le travail d'émergence se préparait déjà avant : du moins c'est ce qui prouve la formation considérable de conglomérats, qui recouvrent les marnes.

Sur les couches ainsi soulevées nous avons reconnu les traces non équivoques de la mer jusqu'à 836^m, au moins

Nous avons en plus, constaté que ces phénomènes datent de la limite entre le pliocène et le quaternaire.

Si de la Grèce nous passons à l'Italie, nous voyons encore ici les couches pliocènes s'élever au pied de l'Aspromonte jusqu'à l'altitude de 1200^m ¹⁾ et à 1050^m près de Rome ²⁾.

Peut-être devons-nous reconnaître dans les terrasses observées par M. Agostino Galdieri sur les monts Picentins, à des altitudes diverses, allant jusqu'à mille mètres et au-delà, et datant probablement d'après le même auteur des derniers temps pliocènes, les vestiges de la mer en Italie, à cette époque ³⁾.

En France, pendant le pliocène supérieur, la mer abandonne le bassin du Rhône, malgré le niveau élevé que nous lui avons reconnu en Grèce. Il en est de même de la Belgique et de la Hollande qui émergent ⁴⁾.

¹⁾ Suess, loc. cit. I, p. 430.

²⁾ De Lapparent, loc. cit. 1641 : Dans ce dernier endroit les couches plaisanciennes sont même d'eau profonde.

³⁾ Osservazioni geologiche sui Monti Picentini nel Salernitano. Rendiconti della R. Accademia dei Lincei 20 Octobre 1907, vol. XVI, série 5^e 2^e sem. fasc. 8^o.

⁴⁾ De Lapparent Géologie 1648.

Ainsi donc l'émerision qui se préparait même avant le pliocène supérieur, est en plein développement et se manifeste dans la partie la plus méridionale de l'Europe, en se prolongeant, dans les régions occidentales, au Nord. On ne peut pas ne pas être frappé, d'une part, de la coïncidence du phénomène de l'émerision, ainsi que du phénomène simultanée de l'élévation du niveau de la mer, avec la grande glaciation de la fin du pliocène et du commencement du quaternaire, et en second lieu, de la localisation de l'émerision dans les régions non atteintes par les glaces du Nord ¹⁾).

Monsieur Sevastos qui a admis, le premier cette relation, y reconnaît un phénomène d'isostasie ²⁾). Pour moi, sans exclure l'hypothèse de M. Sevastos, je vois dans l'excès de pression exercé par les glaces, au Nord, l'explication des phénomènes qui se sont passés au Sud pour les raisons suivantes. Messieurs Lœwy et Puiseux ont montré que l'épaisseur de l'écorce terrestre serait complètement insuffisante pour supporter une surcharge additionnelle, telle que celle des massifs montagneux, même avec une épaisseur, bien supérieure à l'épaisseur présumée de l'écorce de 60 k. ³⁾. C'est ce qui explique comment lors de l'émerision des couches pliocènes en Grèce, ces dernières s'inclinèrent vers la ligne des crêtes du Ziria et du Chelmos, en se fracturant, comme nous avons exposé. C'est la ligne des crêtes du Ziria et du Chelmos qui a fléchi et les couches pliocènes, adossées à ces montagnes, ont suivi le mouvement ⁴⁾).

La surcharge des glaces du Nord dont nous pouvons avoir

¹⁾ L'émerision ne s'arrêta pas en Europe : en Algérie on trouve le pliocène horizontal à 500 et 570^m (De Lamothe Note sur les relations stratigraphiques qui paraissent exister entre les anciennes lignes de rivage de la côte Algérienne et celles signalées sur la côte Niçoise, B. S. G. F. 1904 p. 17.

²⁾ B. S. G. F. 1906, 233 sur l'origine des terrasses fluviales.

³⁾ C. A. R. 23 Janvier 1905.

⁴⁾ Les fractures ONO à ENE parallèles à la ligne des crêtes furent accompagnées d'autres fractures normales représentées aujourd'hui par les nombreux torrents qui se déversent dans le golfe de Corinthe avec la direction moyenne NNE.

une faible idée par les glaces actuelles du Groenland ¹⁾ a du produire la même flexion de l'écorce ; mais il est naturel de penser qu'une telle flexion, au Nord, a du avoir pour contrecoup un gonflement, au Sud, en deçà du domaine des glaces. Si l'on remarque d'ailleurs que c'est sur le méridien du Ténare que les glaces fin pliocène commencement quaternaire se sont le plus avancées, on comprend que le phénomène de l'émersion ait été le plus considérable sur ce méridien, c'est-à-dire en Grèce.

Mais l'émersion a dû intéresser l'écorce terrestre aussi bien au fond des mers, comme à la surface des terres et l'on s'explique ainsi que le niveau des mers se soit aussi élevé, dans une proportion bien entendu moindre, car le mouvement d'émersion ne s'est pas étendu sur tout le globe et la mer soulevée en un point se déversait sur les parties du globe restées tranquilles. C'est ainsi que nous trouvons le niveau de la mer à 836^m, tandis que le fond formé des bancs de conglomérat pliocènes fut soulevé à 1759.

Pendant malgré le niveau élevé des Mers l'émersion l'emporte et d'amples communications permettent à la faune de l'*éléphas antiquus*, du *Rhinocéros Mercki* etc. qui existaient déjà dans le pliocène supérieur, ou étaient représentés par des formes voisines, de circuler et de s'établir, dans les îles et les divers continents ²⁾.

Cette émersion, qui dut être générale, en deçà du domaine des glaces, jusqu'à une latitude déterminée, explique que l'on ne trouve pas les traces de la mer des niveaux élevées, qu'en des points spéciaux, qui se sont maintenus stables, avant comme après la rémission des efforts que dut amener le recul des glaces, tandis que le reste de la surface s'était maintenue, sous ces efforts, au dessus du niveau de la mer : et ainsi s'explique que la mer du pliocène supérieur, ou quaternaire inférieur, malgré son niveau élevé, a été si rarement transgressive, quoique ce

¹⁾ L'épaisseur des glaces du Groenland d'après Nansen attendrait 1500 m. de Lapparent 1728.

²⁾ Boule. Les grottes de Grimaldi 151.

soit à cette mer que se rapporte le *quatrième étage méditerranéen* de Suess.

Nous venons de constater les phénomènes qui se sont passés à la limite du pliocène et du quaternaire, c'est-à-dire à l'époque de la plus grande extension glaciaire. Tachons de suivre les phénomènes à l'époque interglaciaire du quaternaire ancien. Nous avons précédemment attribué le recul des glaces, aux effondrements qui eurent lieu dans la région des Antilles, et qui permirent, sans doute, à des courants équatoriaux, issus du Pacifique, de pénétrer dans l'Atlantique. L'invasion de la mer Moséenne à la même époque en Belgique, la formation des vallées Scandinaves qui plus tard après la dernière glaciation devinrent les fjords actuels, sont les indices d'un ennoyage du continent nord Atlantique, ou Atlantide du Nord, qui existait auparavant entre l'Europe et l'Amérique.

D'autre part, à la même époque sans doute, les faunes s'individualisent dans la Sardaigne et la Corse, à la suite de la dislocation de la panchina de la Toscane, dont les traces se trouvent sous la mer, comme à 200^m au-dessus : 7 espèces de mammifères vivent dans ces deux îles et en Algérie tandis qu'elles manquent dans la péninsule italienne ¹⁾. C'est la preuve que la Tyrrhénide aussi a commencé à s'effondrer.

A la suite de ces effondrements et d'autres probablement, qui nous sont encore inconnus, eut lieu un appel d'eau considérable, car, comme l'a admirablement formulé l'éminent professeur de Géologie E. Haug ²⁾, des fosses profondes se sont formées sur l'emplacement d'anciennes terres aujourd'hui immergées. Aussi avons nous vu les vestiges de la mer s'abaisser de 836^m au niveau actuel, sinon au-dessous.

Nous arrivons ainsi à la dernière époque glaciaire. Le seul phénomène nouveau que nous observons en Grèce pendant que le mouvement négatif se poursuit, est un ralentissement du mouvement, permettant à la mer de déposer des amas de coquilles;

¹⁾ Suess loc. cit. I p. 446.

²⁾ Traité de Géologie I 499.

sous la forme de congloméral coquillier à faune actuelle, jusqu'à la hauteur de 350^m.

Faut-il admettre que ce ralentissement ait été produit par l'avancement des glaces, ou quelque chose de plus que le niveau de la mer soit, dès cette époque, descendu au-dessous du niveau actuel, pour remonter, de nouveau, à la suite du nouvel avancement des glaces? M. Boule a émis l'idée que le socle continental des géographes ¹⁾ serait l'indice d'une pareille oscillation de la mer. Pour faire concorder nos observations en Grèce avec celles de M. Boule, aux grottes de Grimaldi, nous avons dû précédemment attribuer un âge plus ancien à la formation de la plateforme sous-marine de la côte d'Azur, un âge pliocène supérieur. Elle aurait été aplanie, au moment du gonflement de l'écorce, par la mer qui suivait le gonflement de son fond et atteignait des hauteurs considérables jusqu'à 836^m, comme nous avons vu en Grèce.

Mais indépendamment de la solution à donner à la question du socle continental, il se peut que la mer soit descendue au-dessous du niveau actuel, même avant la dernière glaciation, pour remonter après jusqu'aux niveaux où elle a déposé le conglomérat coquillier récent du Nord du Péloponnèse. Cela correspondrait à une nouvelle surrection du fond des mers, qui aurait eu son contre coup encore sur le niveau des eaux marines. Mais sur ce point nous sommes obligés de nous en tenir à des hypothèses.

Ce que nous savons, d'après les travaux de Cvijic, c'est que le mouvement négatif s'est continué dans l'Égée, même après le diluvium: le tuf coquillier de Larymna à 40^m nous conduit au même résultat. D'autre part les observations au Nord, nous ont prouvé que la mer a laissé ses traces, dans le golfe de Bothnie, après le recul définitif des glaces, à 270^m. Nécessairement donc depuis l'époque où la mer se trouvait à ces altitudes un nouveau mouvement négatif s'est produit.

C'est aux nouveaux effondrements qui suivirent, sans doute, le nouveau recul des glaces, comme ils avaient suivi la grande glaciation de l'origine du quaternaire, qu'il faut attribuer la reprise de ce mouvement négatif. Parmi ces effondrements nouveaux citons les suivants : l'effondrement des dernières terres Atlantiques, après la disparition des quelles l'Atlantique prit sa forme actuelle et le Gulf Stream put s'établir ¹⁾

Puis vient l'effondrement ou ennoyage du Nord de l'Afrique, qui d'une part permet au Nil de se déverser dans sa vallée actuelle, à une époque où le niveau de la mer était déjà bas, comme nous avons exposé ailleurs ²⁾, et, d'autre part, sépara probablement définitivement le continent africain de la Tyrhénide ³⁾.

Dans notre travail précédent ⁴⁾, nous comprenions dans les effondrements récents la fosse Adriatique. Depuis, M. C. de Stefani dans son bel ouvrage sur la «Tectonique des Deux Versants de l'Adriatique» a nié l'existence d'un pareil effondre-

¹⁾ D'après M. Louis Gentil, l'explorateur infatigable du Maroc, qui a jeté une si vive lumière sur la Géologie et la Tectonique de cette région, (Compte rendu sommaire de la séance du 23 Mai 1910 de la Société Géol. de France), le chenal qui sépare l'archipel des Canaries du Continent africain est une aire d'ennoyage, datant du pliocène supérieur ou quaternaire, comme le prouvent une série de plages soulevées de 0 à 100 m., sur les côtes sud-marocaines et aux îles Canaries. M. Gentil serait d'après cela disposé à accepter comme authentique l'histoire de l'Atlantide de Platon. J'ai été plus catégorique à cet égard que mon savant confrère ; au Congrès international d'archéologie (session d'Athènes 1905), j'ai soutenu cette question, sous le titre la *Question de l'Atlantis de Platon*.

²⁾ Submersion et Régression quaternaire en Grèce, loc. cit. 425. C'est de cette époque aussi que doivent dater les terrasses de 25 et 6 m. décrites par M. D. E. Pachundaki dans la Marmarique, à l'Ouest d'Alexandrie. (C. R. A. Sur la constitution géologique des environs de Mirsa Matrouh 3 Août 1903).

³⁾ Ibid. 426 D'après Neumayr (Kos loc. cit. 276), au temps diluvial, la similitude des faune et flore de l'Afrique du Nord avec les régions du nord de la Méditerranée était complète. Il n'en est par de même des formes vivantes d'Espagne et du Nord de l'Afrique, tandisqu'on retrouve à Gibraltar, Sicile et Malte les formes diluviales d'Ethiopie.

⁴⁾ Submersion et Régression Quaternaires en Grèce loc. cit. p. 440.

ment. Il admet¹⁾ que l'Adriatique était formée dès le pliocène, plus large alors qu'aujourd'hui, et qu'elle s'est retrécie pendant le post pliocène. Contre l'opinion admise généralement le post pliocène marin existerait en plusieurs points de la côte occidentale et des îles, ainsi que des cavités de lithophages, à des cotes il est vrai basses. Il ne nous semble pas cependant que l'éminent professeur ait répondu à l'argument de M de Lapparent²⁾, des tufs calcaires à *héliz*, et faunule terrestre qu'on observe au dessus du pliocène dans les îles Pianosa et Tremiti, au large de Gargano, et qui paraissent être les vestiges d'un ancien continent disparu. J'ajouterai qu'un affaissement général serait trahi par l'absence ici des vestiges élevés de la mer que nous avons observés en Grèce, à moins que les cavités qu'on rencontre³⁾ sur les calcaires crétacés à toutes les hauteurs, et qui simulent des perforations, soient, en effet, des perforations de lithophages. A des cotes plus basses, ces vestiges de la mer paraissent sous la forme de terrasses marines de 10 à 100^m d'altitude des deux côtés de l'Adriatique⁴⁾.

CONTINUITÉ DU MOUVEMENT DE RÉGRESSION

C'est peut-être à tort que nous avons employé l'expression d'effondrement, au lieu d'affaissement, car tout prouve que la régression eut lieu peu-à-peu, aussi bien les terrasses du Nord du Péloponnèse, que celles de la Messénie, aussi bien que les perforations observées à toutes les altitudes et sur tous les rivages de la Grèce. Un pareil fait nous a conduit à donner l'explication suivante. A la suite de la surrection de la fin du pliocène il se serait formé sous l'écorce des vides considérables. Ces vides durent se remplir de vapeurs à haute pression, telles qu'il s'en dégage pendant les éruptions volcaniques: c'est grâce à cette pression, sans doute,

¹⁾ Ibid. p. 68.

²⁾ Géologie 1716.

³⁾ Tectonique des Deux Versants de l'Adriatique loc. cit. p. 41.

⁴⁾ Ibid. 82.

que l'écorce pouvait se soutenir au-dessus des vides. Or, à chaque éruption volcanique, il y a départ de vapeurs aussi bien que de laves, départ qui a pour conséquence de diminuer la force élastique des vapeurs, confinées dans les vides, et d'amener, par conséquent, un affaissement correspondant de la partie de l'écorce soutenue par ces vapeurs. L'affaissement correspondant ne peut être considérable et ne peut être sensible qu'à la longue, mais la rupture d'équilibre ne s'en manifeste pas moins par les tremblements de terre désastreux, auxquels nous assistons tous les jours, et qui durent être autrement terribles lorsqu'à la suite du recul des glaces l'écorce vomissait des déluges de laves, soit en Amérique, dans l'Orégon et le territoire de Washington ¹⁾, soit en Europe, où, en particulier, en France, pendant le Sicilien, on a eu l'inondation basaltique des plateaux, ainsi que les éruptions considérables de la chaîne du Velay ²⁾. Dans cette manière de voir l'isostasie serait intervenue pour provoquer les éruptions et ainsi s'explique que la déformation de l'écorce ait eu lieu peu-à-peu, comme l'indiquent les vestiges de la mer continus à toutes les altitudes.

DIRECTIONS SUIVIES DE PRÉFÉRENCE PAR L'ÉMERSION

Dans ce qui précède nous avons subordonné l'émergence de la fin du pliocène aux phénomènes glaciaires, et plus exactement aux efforts exercés par la glace sur l'écorce terrestre, efforts, qui se traduisirent par un gonflement de l'écorce dans les parties libres. Il est naturel de penser que ce gonflement devait se produire sensiblement suivant les parallèles limitant la calotte de glace d'Europe en Amérique. Et, en effet, en Grèce, nous voyons les couches pliocènes soulevées le long du golfe de Corinthe, ou du canal d'Eubée, sinon suivant une direction exactement EO, suivant des directions voisines, variant de l'EO à l'ENE et l'ONO, c'est-à-dire parallèlement aux lignes structu-

¹⁾ Suess, loc. cit. I. 800.

²⁾ De Lapparant, loc. cit. 1782 et 1788.

rales antérieures, les plus voisines, de la direction EO. Dans le prolongement du golfe de Corinthe, et du canal d'Eubée, nous trouvons encore les couches pliocènes soulevées en Italie, sur l'Aspromonte en Calabre à 1200^m comme nous avons déjà exposé, et à 1050^m près de Rome.

Cependant indépendamment de cette direction de soulèvement, qui est bien nette, on ne saurait méconnaître en Grèce le soulèvement suivant la direction NS, sur le quel, sous le nom de soulèvement du Ténare, nous nous sommes étendus longuement ailleurs ¹⁾. C'est sur ce soulèvement que le pliocène du golfe de Corinthe atteint son altitude la plus grande de 1759, au Mavron Oros. Je renverrai pour les détails de ce soulèvement à l'ouvrage dont il vient d'être question, et me contenterai ici de signaler les points suivants. Faut-il voir dans ces manifestations l'application de la loi formulée par Marcel Bertrand, que tout système de plis principaux est accompagné d'un système de ridements perpendiculaires ²⁾? Cela me paraît douteux, car le plissement NS, ou du Ténare, paraît souvent avoir beaucoup plus d'importance que le plissement orthogonal EO, comme nous allons le voir et c'est ce qui m'avait fait considérer autrefois le premier comme plissement principal.

Je me demande encore aujourd'hui s'il ne faut pas considérer le plissement NS, comme connexe de la formation des glaces. Personne n'ignore que les phénomènes glaciaires sont caractérisés par une disposition symétrique par rapport à l'axe de l'Atlantique, qui lui même a une direction méridienne, et il semble que les glaces aient suivi un ou plusieurs synclinaux méridiens, donnant lieu à des anticlinaux correspondants. Ajoutons à cela que l'Atlantique est une aire d'ennoyage de tous les plissements antepliocènes ³⁾: on comprend alors que M. Haug

¹⁾ Plissements et dislocations de l'Écorce Terrestre en Grèce Athènes 1901 p. 75 à 134.

²⁾ Continuité du phénomène de plissement dans le bassin de Paris B. S. G. F. 1892 p. 120.

³⁾ Haug loc cit. 531.

ait pu dire, qu'elle représente aujourd'hui un géosynclinal avec ride médiane en forme de géantielinal. Toutes ces conclusions semblent confirmées par la direction NS des stries de la grande glaciation, qui était la direction du ou des sillons directeurs des glaces. Il ne semble pas impossible que la fracture NS, à l'Est du Groenland, et la direction aussi NS de la côte la plus occidentale de l'Afrique ne soient des dérangements subordonnés à un pareil plissement, d'autant plus que nous trouvons entre les deux méridiens limitant ces côtes une zone, aussi NS, de volcans, Jean Mayen, Hecla, volcans des Hébrides, des Açores, des Canaries, comprenant l'axe de l'Atlantique.

Ces plis de direction NS, plus au Sud, interfèrent avec les plis EO, occasionnés par le gonflement de l'écorce en deçà des glaces, et ainsi dut se produire un enchevêtrement des deux directions NS et EO, dans le quel la direction NS, souvent l'emporte. On est vraiment frappé lorsque d'un point élevé on domine une pareille interférence de plis.

Un point d'où l'on peut facilement se rendre compte de ces interférences est le plateau de Sagma à 749^m, qui se dresse à l'Est des effondrements de la vallée de Thèbes et du lac Copais. On voit des plis NS, segmentés, se succédant à l'Ouest et interrompus brusquement à la rencontre des plis transversaux, qui ici sont des plis pyrénéens ONO à EO. On a la même impression, du monastère de Jérusalem sur le Parnasse, lorsqu'on jette un regard vers l'Est. Cependant souvent il faut être sur ses gardes, car plus d'une fois les plis Pindiques ou Alps, dirigés en Grèce, NNO, se dévient contre les plis plus anciens NE, de manière à se redresser vers le méridien et peuvent être pris pour des plis récents NS. C'est ce qui arrive, par exemple, pour les Alpes d'Ætolie, qui par leur prolongement dans le Péloponnèse se dévient contre les plis NE de l'Olonos, en passant de la direction NNO, à la direction NS, puis NNE ¹⁾.

Généralement les lignes NS se présentent comme des lignes

¹⁾ Sur la nappe charriée du Peloponnèse C. R. A. 15 Janvier 1906.

de dérangement très-modernes, laissant voir, par les fractures produites l'infrastructure. C'est le long de lignes NS et EO, qu'est souvent ramené au jour le granit dans les îles de l'Archipel. Je ne serai pas étonné, que le granit qui affleure à l'extrême Nord, sous les moraines du Tjoalma Vagge, le long d'une dislocation NS, ne soit dans le même cas ¹⁾.

Rappelons aussi qu'Élie de Beaumont remarque ²⁾, qu'on ne peut manquer d'être frappé des alignements, à peu près NS, qui se manifestent dans la disposition de plusieurs groupes trachytiques dans la Hongrie, où passe précisément le méridien du Ténare et d'autre part T Cvijic ³⁾ a observé sur le versant occidental de la Morava, au Sud, des cassures méridiennes, avec roches éruptives récentes, qui appartiennent de préférence aux rejets méridiens qui de la plaine de Hongrie continuent en Bosnie et Servie et qui ont préparé la vallée de la Morava. Plus au Sud nous avons les fosses des lacs Ochrida et Prespa, produites par des cassures méridiennes ⁴⁾ et plus au Nord sur les Carpathes, les monts Tatra atteignent 2666 ⁵⁾ avec orientations NS, en même temps que des orientations EO.

D'autre part nous apprenons par Suess ⁶⁾ que les couches tertiaires récentes ont été soulevées à des hauteurs considérables dans le Sud du Banat.

Si à tout cela on ajoute que les deux caps extrêmes de l'Europe, le cap Nord et le cap du Ténare, se trouvent aussi sur un alignement sensiblement NS, c'est à dire, sur le pli même du Ténare que nous avons constaté en Grèce, on est tenté d'admettre, que le long de cet alignement on a eu, sinon un anticlinal unique, une série d'anticlinaux en chapelets, le long des quels se sont produites les fractures NS qui sont éparpillées dans le voisinage de cet alignement.

¹⁾ Suess, loc. cit. II, 91.

²⁾ Notice sur le système des Montagnes, p. 474.

³⁾ Die dinarisch-albanesische Scharung, 15.

⁴⁾ T. Cvijic, Tectonische Vorgänge in der Rodopemasse, 8.

⁵⁾ Der Antlitz der Erde loc. cit. I p. 422.

Mais cette manifestation de la direction NS, ou d'une pression latérale, venant de l'Est, n'est pas limitée autour du méridien du Ténare. En France le retrécissement de la mer pliocène, tout le long du bord oriental du Plateau central, trahit une pression venant de l'Est. La vallée du Var, dirigée NS, dans sa partie inférieure, est une véritable ligne structurale d'après Marcel Bertrand ¹⁾. La disposition des chaînons NS sur la rive gauche, EO sur la rive droite, dans la même région, les dépressions aussi NS dont est hachée la région au Nord de la Basse Provence, d'après le même savant ²⁾, ne peuvent encore, laisser aucun doute sur la direction EO de la pression latérale. Ces résultats ont été confirmés par M. A. Guébard ³⁾. A tous ces phénomènes on doit rattacher sans doute la direction NS si caractéristique des côtes de la Corse et de la Sardaigne.

On retrouve d'ailleurs à l'Est de l'Europe les mêmes circonstances. De nombreux accidents récents NS se trouvent entre l'Oural et le Caucase. Au coude du Volga un pli anticlinal orienté à peu près NS se poursuit sur environ $2\frac{1}{2}$ degrés de latitude ⁴⁾.

Nous avons montré dans notre ouvrage précité que les mêmes phénomènes se sont passés en Amérique, et nous renvoyons pour ce sujet à ce travail ⁵⁾.

Il semble donc bien difficile après tout cela d'échapper à la conclusion, que, comme phénomènes concomitants de l'époque glaciaire, nous avons eu des mouvements du sol importants, qui de préférence indiquent des pressions venant du Nord et de l'Est. Le mouvement NS aurait précédé, il aurait sans doute amené la formation des glaces, à la suite de la surrection de l'écorce, le 2^e aurait été une conséquence de la formation des glaces et aurait plus particulièrement influé sur les mouvements de la mer.

¹⁾ La Basse Provence. *Annales de Géographie* 15 Mai 1897, p. 216.

²⁾ *Ibidem*, p. 217.

³⁾ B. S. G. F. 1904, p. 168.

⁴⁾ Suess loc. cit. III 476.

⁵⁾ *Plissements et Dislocations de l'écorce terrestre en Grèce* loc. cit. p.

TROISIÈME PARTIE

POINT LE PLUS BAS QU'AIT ATTEINT LA MER DANS SON DERNIER MOUVEMENT NÉGATIF

Nous avons déjà traité cette question dans la *Revue Universelle des Mines* etc. de Liège ¹⁾, et dans les *Comptes Rendus de l'Académie* ²⁾. Nous avons montré alors que les formations éocènes qui s'étendent le long des côtes occidentales du Péloponnèse de Modon au Cap Gallo, sont arasées par la mer, depuis le rivage jusqu'à une profondeur limite de 3 brasses (5^m·48), au plus, et, qu'à partir de cette limite, le fond de la mer s'abaisse brusquement vers la grande fosse de la Méditerranée qui longe le Péloponnèse de ce côté. Nous en avons conclu que nous avons là le point où la mer s'était arrêtée dans son recul et que depuis elle est remontée jusqu'au niveau actuel.

Depuis, plusieurs savants distingués ont donné d'autres chiffres que nous devons discuter.

Et d'abord M. L. Collot dans une note très intéressante ³⁾ fait observer qu'à un moment donné le niveau de la mer a dû être inférieur au niveau actuel pour permettre aux cours d'eau qui aboutissent à l'étang de Berre de creuser la dépression au fond de laquelle il est logé. Ce mouvement négatif a dû être de plus de dix mètres, parce que le fond de l'étang, malgré les apports qu'il reçoit, a encore une profondeur de 10^m· au-dessous du ni-

¹⁾ Régression et Transgression de la mer etc. (p. 261 et 263).

²⁾ Observations concernant les variations du niveau de la mer depuis les temps historiques et préhistoriques. 20 Juillet 1903.

³⁾ Pliocène et Quaternaire de la Région du Bas-Rhône B. S. G. F. 1904. p. 415.

veau de la mer. Nous ferons à cela la même réponse que nous avons faite pour les Grottes de Grimaldi. L'étang de Berre a dû être creusé lorsque le continent Européen était gonflé, et ce n'est que plus tard qu'il s'est affaissé sous les eaux de la mer.

De même M. Paul Castelnau ¹⁾ signale un mouvement positif sur la côte SO de l'île de Corse. La petite baie de Figari présente une vraie petite *ria*, ou ancienne vallée submergée, qui atteint 30^m. de profondeur. D'autre part au devant de la côte SO entre les isobathes de 60 et 80^m. existe un plateau d'abrasion nettement accusé, qui interrompt sur 5 à 10^k de large la chute du fond sous-marin. M. Castelnau en conclut que le niveau de la mer occupait, lors du nivellement de cette plate-forme, un niveau d'une soixantaine de mètres inférieur à celui qu'elle atteint aujourd'hui. La réponse sera la même que pour l'étang de Beere et les grottes de Grimaldi: nous sommes encore ici dans une région qui s'est affaissée: et ces indices d'anciens rivages, aujourd'hui submergés, ont pu être produits non sur place, mais lorsque la côte était soulevée. On est d'autant plus autorisé à admettre cette conclusion que le même savant a constaté lui-même des profondeurs de 800 à 1000^m. au centre des golfes de la Corse, profondeurs qu'il assimile à des morsures à l'emportepièce, corrélatives des effondrements qui ont morcelé l'ancienne Tyrrhénide.

Enfin Monsieur G. de la Noë ²⁾ estime que le niveau rocheux du fond de la Loire est à 33^m au-dessous des hautes mers actuelles. En attribuant à la profondeur des eaux de la Loire, à l'époque, où le mouvement négatif avait atteint sa limite, une valeur de 12 à 13^m. double de celle qui correspond aujourd'hui à la plus grande profondeur du fleuve, un peu en amont de son embouchure, c'est encore au moins à 20^m qu'il faut estimer l'amplitude du mouvement positif depuis cette époque. L'estimation de

¹⁾ C. R. A. Sur les traces d'un mouvement positif le long des côtes occidentales de Corse etc. 21 Décembre 1908.

²⁾ Note sur la Géographie ancienne de l'embouchure de la Loire. Bulletin de Géogr. hist. et descriptive. Année 1889, IV, p. 26.

la profondeur des eaux étant arbitraire, il ne semble pas juste de se fonder sur une pareille estimation pour contester les preuves basées sur les phénomènes si clairs que présente la côte de Modon. Aujourd'hui la Gironde a une profondeur d'eau de 25^m. Qui peut dire que la Loire n'avait pas une profondeur égale ou supérieure à une époque où le climat pouvait être sensiblement différent, et où son lit n'était pas remblayé comme aujourd'hui sur plus de 25^m ?

Ainsi donc, jusqu'à preuve du contraire, il n'y a aucune raison pour admettre que la profondeur de 3 brasses, que nous avons constatée à Modon, n'est pas la profondeur la plus grande qu'ait atteint la mer, avant de commencer à remonter.

Il est d'ailleurs intéressant de rappeler ici les quantités dont la mer monte, depuis cette époque par année, d'après les diverses observations. D'après les observations de M. Kerviler, rapportées par M. G. de la Noë ¹⁾ l'ascension de la mer atteint 3^m/7 par an depuis l'époque Gallo-romaine.

D'après M. Anton Gnirs ²⁾ l'amplitude du mouvement serait de 1^m/m par année d'après les mesures faites à Pola, sur l'Adriatique, sur un laps de temps de 29 années.

D'après mes propres observations cette amplitude serait de 1 1/2^m/m par année, pour les deux mille dernières années et 1^m/m pour les 500 années précédentes ³⁾

On voit en se basant sur ces chiffres combien est peu éloignée de nous l'époque où la mer avait atteint son point le plus bas avant de commencer à remonter.

¹⁾ Ibid. p. 25.

²⁾ Beobachtungen über den Fortschritt einer saecularen Niveauschwankung des Meeres, Wien 1908 p. 55-56.

³⁾ Athen. Mittheilungen, 1904, p. 357-360.