

LES RÉGIONS VOISINES DE LA MER DE MARMARA

La géographie comme la géologie des régions voisines de la mer de Marmara n'est pas encore bien connue; pourtant, dans ces derniers temps, plusieurs découvertes sont venues modifier profondément l'idée qu'on s'en faisait, il y a quelques années à peine. Comme, d'autre part, cette contrée peut être appelée d'un moment à l'autre, dans les circonstances actuelles, à retenir de nouveau l'attention, je me propose de donner ici une esquisse des principaux traits de sa géographie physique, tels qu'ils résultent de leur histoire géologique. Car il est difficile, la chose fût-elle possible, de s'en tenir au côté purement géographique: une séparation des deux points de vue ne peut pas être faite actuellement, vu la pénurie de documents sur la région, où, sauf quelques courtes remarques, on est réduit à l'interprétation des cartes.

D'autre part, comme j'espère pouvoir le montrer plus loin, la topographie des environs de la mer de Marmara ne peut pas s'expliquer par le simple jeu de l'érosion, en d'autres termes par les seules causes actuelles. Les traces du passé sont fort nettes, et beaucoup plus nombreuses qu'on ne l'a cru; je ne connais pas d'autre contrée de laquelle on puisse dire, avec autant de raison, que sa géographie est la résultante de son passé géologique.

HISTORIQUE.

Je donnerai seulement un court résumé des principaux travaux sur la région. C'est plutôt une vue rapide des progrès des connaissances. La plupart du temps, d'ailleurs, on a affaire à des descriptions d'itinéraires, difficiles à coordonner, ou à des notes contenant des remarques sur telle ou telle région peu étendue. Aucun essai de synthèse n'a été tenté, jusqu'au grand travail de Tchihatcheff sur l'Asie Mineure, et on peut dire aussi, depuis; même Tchihatcheff n'envisage, sauf la région du Bosphore, que le versant asiatique de la mer de Marmara.

C'est cet auteur qui a accumulé le plus de données sur la géographie, et son œuvre considérable servira de base à toutes les études ultérieures, tant son champ a été étendu et a embrassé de directions diverses. D'autres l'ont précédé et suivi, principalement des géologues, qui, tous, ont donné des aperçus topographiques, d'autant plus intéressants qu'ils sont tels qu'ils ont été vus et compris par des géologues.

Je m'empresserai de rendre hommage aux explorateurs de la pre-

1917  
Septem-  
bre 15  
n° 143.

mière heure, Hommaire de Hell, Ami Boué, Viquessel, qui ont étudié spécialement le versant Nord de la mer de Marmara. En même temps, Strickland et Hamilton se sont occupés de régions moins étendues de l'Asie Mineure, ainsi que Spratt, qui avait beaucoup voyagé et à qui l'on doit l'idée d'un continent égeen, couvert de grands lacs à la fin du Tertiaire, et de l'âge récent de la mer Égée, de la mer de Marmara et de la mer Noire, idée que les recherches ultérieures ont confirmée.

Plus tard, des géologues autrichiens parcoururent la région. Après d'importantes études en Grèce et dans les îles de l'Archipel, plusieurs d'entre eux, Fuchs, Neumayr, Hoernes, etc., font de rapides excursions dans les environs de la mer de Marmara. Certains, comme Hochstetter, ne se contentent pas d'apporter des contributions personnelles, ils s'efforcent en outre de coordonner les recherches antérieures : la carte de ce dernier complète sur plus d'un point celle de Tschihatcheff.

Plus récemment, N. Androusov, le grand connaisseur de la mer Noire, a visité la région : il sut non seulement faire des découvertes intéressantes, spécialement celle de couches saumâtres d'âge pliocène à Gallipoli, mais on lui doit aussi l'hypothèse la plus conforme aux faits sur l'origine du Bosphore et des Dardanelles.

Toutes ces recherches permettent de se faire une idée assez approfondie du passé de la région. On peut en résumer les résultats de la façon suivante.

Le bassin de la mer de Marmara est occupé par une couverture sédimentaire d'âge tertiaire, entourée par des massifs anciens de roches cristallophylliennes et de roches sédimentaires en grande partie d'âge crétacé; c'est la *terre orientale* des géologues autrichiens. Ces massifs se disposent de manière à former un golfe dépendant des mers orientales. La série tertiaire s'y est déposée tranquillement; les eaux, d'abord franchement marines, deviennent saumâtres au Miocène, puis, pendant le Pliocène, ne nourrissent que des animaux d'eau douce.

Vers la fin du Pliocène, alors que la région n'est occupée que par des lacs, une invasion des eaux de la Méditerranée se produit, grâce à des effondrements partiels du cadre de l'ancien golfe; c'est ainsi que s'est formée la mer Égée, en pleine *terre orientale*. Les eaux s'avancent graduellement du Sud vers le Nord; l'emplacement de la mer de Marmara est occupé à son tour, puis les régions euxiniques. Le phénomène a bien eu l'allure d'un grand cataclysme : les eaux salées de la Méditerranée ont détruit l'ancienne faune lacustre de ces bassins orientaux; le fond de la mer Noire est un vaste cimetière, d'où la drague ne remonte à la surface que des coquilles mortes; au-dessous de 200<sup>m</sup>, la vie n'est pas possible, à cause du dégagement d'hydrogène sulfuré provenant de la putréfaction de cette dernière faune tertiaire.

Il ressortait surtout de ces recherches que, sauf cet accident, le

bassin actuel de la mer de Marmara, en tant qu'emplacement, représente la persistance directe d'un ancien golfe tertiaire, en partie comblé par des sédiments.

Entre temps, la connaissance de la topographie de la région avait fait de grands progrès.

Déjà, au temps de Viquessel, de nombreux matériaux ayant été accumulés, cet auteur les utilise, ainsi que ses propres données, dans un premier levé détaillé de la Thrace; la carte de Kiepert, élaborée vers la même époque, embrasse des régions plus étendues en Asie Mineure; c'est cette carte qui est utilisée par Tschihatcheff pour ses levés géologiques.

Enfin les travaux se multiplient : plusieurs levés sont faits par l'Etat-Major autrichien (cartes en hachures à 1 : 700 000, 1 : 300 000, 1 : 200 000); des recherches sur la topographie sous-marine arrivent à donner des renseignements du plus haut intérêt sur ce bassin, spécialement sur la présence de grandes profondeurs, dépassant 1000<sup>m</sup>, qui jalonnent l'axe de la mer de Marmara. C'est surtout cette fosse qui retient gravement en défaut les données des géologues et des géographes et leurs essais de synthèse; la plupart du temps, ils l'ont laissée de côté; d'autres, ayant en mains des données insuffisantes sur le passé géologique de la région, ont essayé de l'expliquer et l'ont expliquée très mal; ainsi F. de Montessus de Ballore l'a attribuée au flux de la Méditerranée, s'ouvrant avec violence, au début du Quaternaire, un chemin vers la mer Noire.

Le problème change d'aspect avec la découverte faite par Th. English, en 1902, dans la région des Dardanelles, de sédiments marins d'âge miocène. Le même auteur montrait encore que le Nummulitique se termine dans la région par un épisode de dessalure. Mais les sédiments miocènes sont marins : ils sont donc le produit d'une nouvelle invasion marine au Miocène; le bras de mer se dessale encore une fois pendant le Sarmatien, et la contrée est pour une troisième fois incorporée au domaine marin au début du Quaternaire. Il devenait évident que la région se trouve sur un segment instable de l'écorce terrestre; la fosse de la mer de Marmara acquiescrait de ce fait une signification tectonique qu'on ne lui connaissait pas.

Une autre question se posait : quelles étaient les relations de ce bras de mer miocène avec les mers de l'époque? La réponse était toute prête. Depuis la synthèse donnée par Ed. Suess, des sédiments du même âge, découverts antérieurement dans l'Albanie et l'Ouest de la Macédoine, attendaient aussi leur justification à ce point de vue; Ed. Suess, conformément aux données d'alors, les considérait comme déposés dans un golfe s'ouvrant au Nord-Ouest, vers les contrées lombarde-piémontaises, où l'on connaît de longue date des sédiments miocènes. Th. English se prononce sans hésitation pour une continuité



primitive de tous ces lambeaux, déposés dans un même bras de mer s'ouvrant vers l'Est sur le Pont Euxin de l'époque.

L'ancienne *terre orientale* est donc plus complexe qu'on ne le croyait : un fossé tectonique la prend en écharpe ; c'est le *sillon trans-ééen*, ainsi nommé par Em. Haug, qui envisage pour la première fois la région dans l'esprit de la géologie moderne. L'histoire tertiaire du bassin de la mer de Marmara n'est que l'histoire d'un segment de ce sillon trans-ééen, sillon par lequel une communication directe avait lieu, au Miocène encore, entre les régions de la mer Noire et celles du Nord de l'Adriatique actuelle.

Pour terminer ce résumé, je dois mentionner le travail récemment paru de A. Philippson<sup>1</sup>, qui a exploré longuement l'Ouest de l'Asie Mineure, en reprenant et modifiant en partie certaines données déjà anciennes de Tchihatcheff ; ces études embrassent presque tout le versant asiatique de la mer de Marmara.

Depuis plusieurs années enfin, j'ai été moi-même amené, grâce à la bienveillance de L. Mrazec, à reprendre l'étude de cette contrée. J'ai consigné une partie de mes observations dans plusieurs notes ; mais la plupart des faits relatés ici sont, je crois, nouveaux<sup>2</sup>.

## II. — ESQUISSE TOPOGRAPHIQUE.

Le bassin de la mer de Marmara est essentiellement creusé dans des dépôts d'âge tertiaire ; ceux-ci constituent une région déprimée, entourée de massifs anciens, qui la dominent avec des hauteurs en général peu importantes ; au Nord et à l'Ouest, s'étendent les massifs de la Strandja et les derniers contreforts du Rhodope ; les massifs cristallins anciens et volcaniques de la Troade, de la Mysie et de la Phrygie, et les massifs mésozoïques et cristallins de la Bithynie la délimitent au Sud et vers l'Est, ces derniers se reliant directement au Dévonien du Bosphore.

1. A. Philippson, *Reisen und Forschungen im westlichen Kleinasien*, 5 fasc. Gotha, 1910-1913 (pour les quatre premiers, voir XXIII-XXIV, *Bibliographie géographique* 1913-1914, n° 1106).

2. En présentant cette étude, je tiens à adresser à M<sup>r</sup> L. Mrazec mes remerciements respectueux pour m'avoir facilité d'une manière si efficace mon travail sur le terrain, grâce à des subventions qu'il m'a fait obtenir de l'Institut Géologique de Bucarest. J'ai publié mes observations géologiques dans les *Comptes rendus... Académie des Sciences* (CLXII, 2<sup>e</sup> sem. 1915, p. 347-349 ; CLX, 1<sup>er</sup> sem. 1915, p. 24-27, 72-74, 693-695, 637-640 ; CLXII, 1<sup>er</sup> sem. 1916, p. 332-334, 421-426). — Voir aussi le *Compte rendu... Société Géologique de France*, 22 mai 1916, p. 92-94.

LÉGENDE DE LA FIG. 1, CI-CONTRE.

1. Profondeurs de 0 à 100<sup>m</sup> ; 2. Profondeurs de plus de 100<sup>m</sup> ; 3. Grandes fosses sous-marines ; 4. Sérizées recouvertes par la mer quaternaire ; 5. Dépressions tectoniques ; 6. Courbe de niveau de 100<sup>m</sup> ; 7. Terrasse de 200<sup>m</sup> ; 8. Terrasse de 400<sup>m</sup> ; 9. Régions dont l'altitude est supérieure à 600<sup>m</sup>.

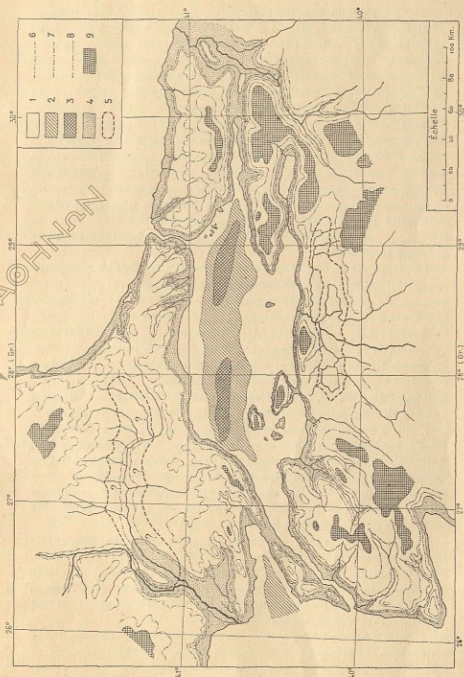


FIG. 1. — Esquisse hypsométrique des régions voisines de la mer de Marmara. Echelle de 1 : 2 500 000.



Il y a un grand contraste entre les deux rivages, européen et asiatique, de la mer de Marmara. Le premier est en général assez bas ; exceptés les deux petites chaînes du Tekir-dagh et du Kourou-dagh, qui s'élèvent au Nord-Ouest, tout près du littoral, à des hauteurs de 900<sup>m</sup>, le rivage monte rarement plus haut que 200<sup>m</sup>. La région des Dardanelles est déjà plus élevée, présentant des hauteurs de plus de 300<sup>m</sup> et, au Sud, les traces d'un plateau ancien de 400<sup>m</sup>.

On a beaucoup exagéré le peu d'élévation, l'aridité et le caractère de steppe de ce qu'on appelle en général les « Plaines de la Thrace ». « Cette vaste plaine, dit Elisée Reclus, est une des contrées les plus monotones de la Turquie ; des bas-fonds marécageux, des jachères y font penser aux steppes ; en été, quand le vent soulève des tourbillons de poussière, on pourrait se croire au désert. La morne uniformité des plaines n'est interrompue que par les silhouettes éloignées des monts et par des groupes de buttes artificielles d'origine inconnue<sup>1</sup>. »

La région est, en réalité, un plateau, et elle l'a été plus autrefois qu'à présent ; il en subsiste néanmoins des restes très nets, et même assez étendus. Ce plateau est sillonné au Nord par la vallée de l'Ergenson. C'est à celle-ci seulement que peut correspondre la description de Reclus ; elle est d'ailleurs très large, surtout là où elle conflue avec celle de la Marica. Toutes les deux sont des vallées anciennes, façonnées très probablement en grande partie vers la fin du Miocène, en même temps que le Bosphore et les Dardanelles. L'érosion, disposant alors d'un niveau de base de beaucoup inférieur à l'actuel, les a vite élargies. Au début du Quaternaire, la région a été envahie par la mer, qui a relevé d'autant le niveau de base ; certaines parties du réseau, comme le Bosphore et les Dardanelles, qui formaient l'axe maîtresse de la région, ont été submergées ; leurs tributaires ont vu leurs embouchures transformées en de véritables limans, peu à peu envahis, d'ailleurs, par les matériaux de transport, et leur lit s'est trouvé surélevé par une nappe d'alluvions que le courant n'a plus eu la force de transporter à la mer.

Pourtant, des témoins de l'ancien plateau subsistent encore ; ils forment des croupes discontinues, le long du rivage de la mer comme entre les nombreux tributaires de l'Ergene et de la Marica ; au delà de ces vallées, le terrain s'élève à nouveau et de plus en plus, se sondant d'une façon graduelle aux collines de la Strandja, au Nord, et aux contreforts du Rhodope, vers l'Ouest.

La côte d'Asie est plus élevée, toujours plus boisée et d'aspect plus pittoresque. Constituée par des roches dures, cristallophylliennes et

1. ELISÉE RECLUS, *Nouvelle Géographie Universelle, I, L'Europe méridionale*, Nouv. Edition (Paris, 1887), p. 184.



volcaniques, elle arrive très vite à présenter des hauteurs bien plus considérables ; des régions basses ne se trouvent que vers les embouchures de la Biga et du Gonen-tchai ; mais, à partir du méridien de la presqu'île d'Artaki, qui dresse à des hauteurs de 800<sup>m</sup> ses pics de roches cristallines, la côte qui s'étend à l'Est de Panderma est bordée d'une rampe continue de collines, qui dépassent quelquefois 600<sup>m</sup>. Cette série de hauteurs isole de la mer une dépression allongée, récemment étudiée par A. Philippon, dépression qui s'étend en ligne droite et parallèlement à la côte, jusqu'au delà de Brousse ; elle est jalonnée par une série de lacs, reliés entre eux par un système compliqué de déversoirs. Je n'ai pas eu l'occasion d'étudier de près ce trait topographique, mais d'après les cartes et ce que je connais sur la région, il ne peut pas être considéré comme un témoin alluvionné de l'érosion prépliocène. A. Philippon est plutôt enclin à admettre une origine tectonique ; je le crois d'autant plus volontiers que j'ai noté certains indices de cette origine en ce qui concerne le golfe d'Ismid ; le golfe de Gemlik, qui se trouve au Sud de celui-ci et qui présente la même morphologie, comporte probablement la même explication. Ce sont ces deux golfes étroits et profonds que la mer envoie vers l'Est à l'intérieur des terres ; à la pointe de chacun d'eux se trouve un petit lac, qui semble s'être individualisé aux dépens de leur extrémité.

Ces deux golfes sont creusés dans des sédiments anciens, en partie métamorphiques. Toute cette contrée présente une physionomie très particulière, en raison de son altitude, plus grande que celle du reste de la région (1200<sup>m</sup> dans la presqu'île de Samanly-dagh ; altitudes comparables plus à l'Est et au Sud-Est), et surtout du grand développement des roches cristallines et des calcaires d'âges divers. C'est grâce à ces roches que le paysage a pu être comparé à celui des Alpes ; mais, en général, ce ne sont que les mêmes formes mûres, posées comme partout sur un plateau élevé, qui s'abaisse par des terrasses jusqu'à la mer.

Tous les auteurs parlent des anciennes vallées, actuellement submergées, du Bosphore et des Dardanelles ; ce ne sont pourtant pas, à mon avis, ces traits qui donnent à la contrée sa physionomie si particulière. C'est bien plutôt l'aspect irrégulier, articulé comme on dit, des lignes du rivage, et la forme de la cuvette elle-même de la mer de Marmara, ses nombreuses presqu'îles longues et étroites, contreparties des golfes profonds qu'elle envoie au loin à l'intérieur des terres ; ce sont aussi les îles, assez nombreuses, disposées en général en archipels, qui forment des traînées le long du rivage, comme les îles des Princes, ou en relation avec les presqu'îles, comme l'archipel de Marmara ; il y en a qui se trouvent vers l'extrémité des presqu'îles, comme si elles provenaient de la fragmentation de



celles-ci. Or tous ces traits présentent un parallélisme remarquable, très visible sur n'importe quelle carte. C'est au point que l'on peut se demander si la région n'a pas subi un plissement à une date récente.

Certainement, la contrée est encore trop peu connue pour qu'on puisse le démontrer avec certitude. Chacun de ces traits, d'ailleurs, fournit des données susceptibles d'être interprétées de diverses manières. Mais je ne crois pas que certains d'entre eux, au moins, puissent être considérés comme de simples témoins d'érosion : ainsi les golfes d'Ismid et de Gemlik ou le golfe de Xéros (Saros) sont beaucoup trop larges et trop profonds pour pouvoir être considérés comme des limans ; ils sont trop larges par rapport au Bosphore et aux Dardanelles, qui, de toute évidence, formaient, reliés ensemble, l'artère principale du réseau à la fin de l'époque miocène<sup>1</sup>.

D'autres traits ne sont pas moins difficiles à expliquer dans l'hypothèse précitée : quels auraient pu être les cours d'eau qui ont creusé ces deux larges golfes, situés des deux côtés de la presqu'île d'Artaki ? A un certain moment, pendant le Quaternaire, celle-ci semble avoir été une île ; le mince pédoncule qui la relie à la terre ferme n'est pas constitué par les mêmes roches : il est formé par des dépôts meubles de sables et d'argiles ; peut-être n'est-il que le résultat d'atterrissements récents. D'autre part, il est prouvé que la mer a atteint, pendant le Quaternaire, des hauteurs de plus de 100<sup>m</sup> ; à ce moment, la presqu'île était certainement une île.

En outre, et quelque explication que l'on puisse donner pour ces accidents, il restera toujours à rendre compte de leur parallélisme.

Étant donné que les principales lignes du relief de la contrée coïncident avec des régions où des formations plus anciennes affleurent au milieu de formations plus récentes, et que ces lignes sont orientées parallèlement entre elles et au grand axe de la mer de Marmara, il devient possible d'assimiler ces lignes de relief à des plis, et de les considérer comme provenant d'un plissement de la

1. Les relations entre ces deux segments ne sont pas encore précises. N. AVANCIOR a avancé que leur liaison directe n'est pas prouvée et que l'un ou l'autre aurait pu se déverser jadis dans les lagunes internes de la Thrace. C'est peut-être en s'inspirant de cette idée que TH. ENGLISH a marqué comme pliocènes quelques lambeaux au Nord du Tekir-dagh et du Kourou-dagh ; pourtant, les fossiles qu'il a trouvés dans ces lambeaux sont non seulement miocènes, mais vindioliens ; ces couches sont donc antérieures au Samartien, tandis que l'établissement du réseau en question est sûrement post-sarmatien.

Une relation directe entre la vallée du Bosphore et celles des Dardanelles ne peut pas être affirmée, à cause de l'interposition de la fosse profonde de la mer de Marmara, dont on ne connaît pas l'âge ; mais, pour le même motif, elle ne peut pas être infirmée non plus. Quoi qu'il en soit, il semble bien que, même indirectement reliées par l'intermédiaire d'un lac se trouvant sur leur parcours, elles représentent le chenal le plus profond de la région ; il est donc très difficile d'admettre que les golfes précités soient des embouchures, transformées en limans, des affluents de l'ancien fleuve.

région, suivi d'une fragmentation de ces plis à une date ultérieure. La fosse de la mer de Marmara serait à mettre dans le nombre.

C'est ce plissement que je préciserais plus loin, quant à sa date et à son allure ; il est souligné en quelque sorte par l'oscillation positive du niveau de la mer quaternaire qui donne la caractéristique la plus saillante de la contrée.

Une dernière particularité consiste dans l'existence de terrasses. Tous les auteurs en ont parlé, malheureusement sans donner leur altitude exacte ; une liste a été dressée récemment par Th. English. Surtout évidentes dans les deux détroits, en particulier dans les Dardanelles, on en observe un grand nombre jusqu'à plus de 650<sup>m</sup>. Toutes ne sont pas des terrasses marines : Th. English fait la remarque que certaines d'entre elles, à Gallipoli et plus à l'Est, sont l'œuvre d'anciennes lagunes pliocènes. Il y a, en outre, les terrasses fluviales de l'ancien réseau hydrographique ; j'y reviendrai plus loin avec plus de détails.

En résumé, trois catégories de caractères contribuent à donner à la région de la mer de Marmara sa physionomie si particulière :

1° La présence de terrasses qui se rattachent à trois origines différentes : terrasses marines, terrasses lagunaires, terrasses fluviales ;

2° L'existence de témoins incontestables d'érosion subaérienne, en partie submergés, comme le Bosphore et les Dardanelles ; les nombreux limans ont la même origine, et une partie des lacs qui se trouvent près du littoral sont d'anciens limans isolés de la mer par des atterrissements modernes, le lac Derkos par exemple ; c'est à cette ancienne érosion qu'est dû, en général, l'aspect de « pays inondé » que présente la contrée, aspect en partie déjà masqué par le puissant alluvionnement qu'a provoqué le relèvement du niveau de base ;

3° Un dernier groupe de formes est enfin à attribuer à des dislocations tectoniques, subies par la région à une date assez récente : ce sont, avec la fosse de la mer de Marmara, quelques-uns des principaux golfes, ceux de Gemlik, d'Ismid et de Xéros, et quelques-unes des presqu'îles comme celles de Gallipoli et du Samany-dagh ; une partie au moins des îles sont à ranger également dans cette catégorie.

Ces particularités sont en grande partie le résultat d'un passé assez éloigné ; il est donc nécessaire de demander à la géologie les explications qu'elles comportent.

### III. — ÉVOLUTION GÉOLOGIQUE.

C'est surtout depuis le Tertiaire que l'histoire géologique de la contrée devient intéressante pour le géographe. C'est, en effet, vers le début du Tertiaire que prennent naissance les lignes tectoniques qui s'y retrouvent encore.



## TERRAINS ANTÉRIEURS AU TERTIAIRE.

Les terrains les plus anciens sont représentés par des micaschistes, des gneiss, des schistes argileux, sans fossiles; ils sont associés à des quartzites et à des marbres, et cet ensemble, très plissé, présente des intrusions de roches granitoïdes, souvent puissantes.

Ce sont probablement, pour une partie au moins, des sédiments paléozoïques métamorphisés. Les seuls termes de cette série qui ont été déterminés, grâce à la découverte de fossiles, sont le Dévonien et le Carbonifère, et cela seulement sur un petit nombre de points. Il est très probable, cependant, que certains quartzites avec marbres et phyllades sont plus anciens que le Dévonien, mais rien n'indique qu'ils soient d'âge archéen.

Au-dessus vient une série plus récente, à faciès moins métamorphique, de schistes généralement de couleur rouge ou verte et de calcaires d'aspect mésozoïque; ils sont la plupart du temps complètement dépourvus de fossiles; de puissantes venues de roches vertes, des gabbros, souvent serpentinisés, leur sont associés.

Des lambeaux mésozoïques, d'âge déterminable, couvrent de vastes espaces en Bithynie, dans la partie orientale du bassin; on y a reconnu le Trias et le Crétacé, et, plus loin vers l'Est, un peu de Jurassique; mais, comme précédemment, il n'est pas possible de faire la part de ces étages dans la constitution des massifs anciens de l'Ounest.

Ces deux séries sédimentaires se retrouvent avec les mêmes caractères dans toute la presqu'île des Balkans et en Asie Mineure. Plissée à plusieurs reprises, cette immense étendue formait, à la fin de la période crétacée, une zone montagneuse de direction générale NW-SE. Abaissée par l'érosion, cette chaîne se fragmente, surtout dans sa partie orientale, en une série de massifs que la transgression nummulitique envahit et transforme en un archipel.

## TERTIAIRE.

1<sup>re</sup> Nummulitique. — Cet étage est représenté par deux catégories de dépôts.

a) Des dépôts marins constitués par des calcaires à Corallines, une ceinture de récifs autour des massifs anciens. Ces calcaires sont intercalés entre deux niveaux détritiques, marnes, grès,

LÉGENDE DE LA FIG. 2, CI-CONTRE.

1. Roches éruptives; 2. Terrains paléozoïques; 3. Terrains mésozoïques; 4. Rocres marins;
5. Oligocène; 6. Nummulitique à faciès libanais; 7. Violobonien; 8. Sarmatien; 9. Pliocène;
10. Quaternaire et alluvions récentes.

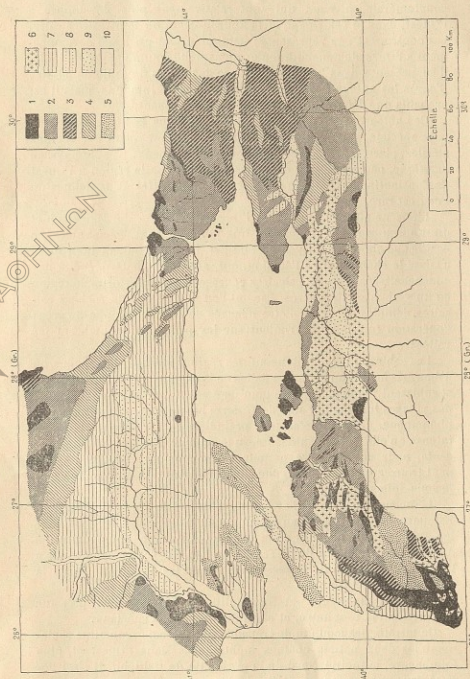


FIG. 2. — Esquisse géologique des régions voisines de la mer de Marmara.  
Echelle de 1 : 2500 000.



conglomérats, niveaux qui sont relativement plus développés à l'Ouest, dans le Tekir-dagh et le Kourou-dagh, où le niveau calcaire, par contre, est peu représenté; celui-ci prend un grand développement à l'Ouest de Constantinople, où, exploité comme pierre de taille, il se présente dans les carrières avec des fronts de taille de 30-40'. D'après les auteurs, ces dépôts seraient surtout lutétiens, mais il est probable que d'autres niveaux sont aussi représentés.

Ces affleurements éocènes introduisent dans la topographie une note spéciale, grâce à leurs calcaires; ceux-ci donnent des régions stériles, pierreuses, couvertes de buissons épineux. C'est le paysage karstique, peu représenté d'ailleurs, comme dans la région à l'Ouest de Constantinople, contrée aride, criblée de grottes et de dolines où l'eau est rare.

L'Éocène affleure aussi vers l'Ouest, dans l'axe du Tekir-dagh et du Kourou-dagh. Ses conches, très plissées, sont fragmentées en écaillés se chevauchant vers le Sud-Est. Un déboisement imprudent a laissé le champ libre à l'érosion, qui, aidée par l'hétérogénéité des couches alternativement calcaires et gréseuses, a transformé la région en un vrai chaos de pierres. Partout l'on voit de grands rochers calcaires dénudés, en train d'être dégagés de leur enveloppe de grès; l'opération terminée, ils roulent sur les pentes et encombrant les vallées.

Les sables et les grès donnent des régions stériles, desséchées, où d'énormes boules ou de larges dalles de grès, plus durs, sont mis à nu et subissent le même sort; le nom de *beckit-tach*, très fréquent près des villages turcs et qui signifie « pierre branlante », désigne bien ce phénomène. C'est un état très préjudiciable: l'érosion, aussi peu intense qu'elle soit, est suffisante, vu le manque de végétation arborescente, pour entretenir ce perpétuel désastre; les endroits où l'on peut trouver une petite étendue cultivable sont très limités; partout, le sous-sol est à nu.

L'Éocène marin, nous l'avons vu, est plissé du Nord-Ouest au Sud-Est, perpendiculairement au grand axe de la mer actuelle; aussi tous les affleurements éocènes de la Thrace ont-ils leur prolongement en Asie Mineure, au Nord de la Troade en face du Tekir-dagh et plus à l'Est dans la région de Brousse, continuant les affleurements de la région de Constantinople.

La partie supérieure du Nummulitique, ou Oligocène, présente une orientation tout autre, et aussi des caractères spéciaux.

Ce terrain, beaucoup moins répandu que l'Éocène, constitue seulement les deux petites chaînes mentionnées dans l'Ouest et, plus loin encore, la moitié Nord de la presqu'île de Gallipoli. Il s'est déposé dans une lagune qui était orientée comme l'est la mer actuelle, suivant les parallèles; et c'est la première fois que le bassin acquiert

cette forme, grâce à un ennoyage local de la chaîne priabonienne.

L'Oligocène est formé par des grès micacés, généralement durs et de couleur sombre; c'est un « flysch », produit de sédimentation rapide dans une fosse dont le fond s'affaissait à mesure que les sédiments s'accumulaient par en haut; c'est seulement ainsi que l'on peut expliquer l'uniformité de son faciès et son épaisseur très grande (plus de 1000' par endroits) par rapport à la faible largeur du chenal où il s'est déposé.

Ces roches sont très dures et compactes, et les parties où elles affleurent sont complètement privées d'eau, à l'exception de celle qui s'accumule lors des pluies dans les cavités de la surface; il n'y a pas de nappe aquifère. Le pays n'étant pas habité, on y trouve un peu de végétation: ce sont des chênes, ormes, hêtres, qui, tondus par les troupeaux, présentent cette forme particulière, en boule, des pays de pâturages; il n'y a pas de forêts, sauf de petits lambeaux clairsemés.

Le Nummulitique est représenté en Asie Mineure, où les formations marines de cet étage sont peu répandues, par des dépôts d'eau saumâtre, à intercalations très nombreuses de roches volcaniques. L'âge de ces dépôts a été souvent discuté, mais sans succès, car ils ne contiennent que des fossiles d'eau saumâtre, difficiles à étudier et encore peu connus; en outre, les contacts latéraux avec les autres formations sédimentaires, d'âge déterminable, sont rares. Cette formation est constituée par des grès, sables, argiles, marnes et quelques lits de calcaires disposés en couches ou en bancs parfois épais, rappelant ceux du Flysch oligocène. Les intercalations volcaniques constituent des coulées et des produits de projection d'andésites, trachytes et basaltes; ces roches sont surtout abondantes à la partie supérieure de la formation; des dykes épais traversent ça et là cet ensemble, en redressant les couches.

Les auteurs, en général, ont cru cette formation très jeune. A. Philippon, fidèle à la tradition, en fait une *coupure* peu précise, à cheval sur le Pontique et le Pliocène, le « Jungtertiär », comme il l'appelle. Je n'ai pas pu préciser son âge dans toute l'étendue de la région; mais il est sûrement, au moins dans sa plus grande partie, nummulitique; j'y ai trouvé, en effet, sur plusieurs points de la Troade, des formes très particulières, qui n'ont pas été mentionnées ailleurs que dans les couches de l'Éocène le plus inférieur du littoral dalmate de l'Adriatique, constituant l'étage liburnien de G. Stache.

Cette formation volcanique présente un très grand intérêt, à divers points de vue.

Depuis longtemps, en effet, est entrée dans la science cette idée d'une communauté d'origine de la péninsule des Balkans et de celle de l'Asie Mineure, toutes deux étant réunies en un tout continu avant le Quaternaire; c'est la terre orientale de Mojsisovics, l'*Égée* des



autres auteurs, aire continentale comprise entre les plis des Balkans, au Nord, et l'arc taurido-dinarique, au Sud.

La continuité des lignes tectoniques, d'un bout à l'autre de cette région, ne peut pas être mise en doute : les cartes la montrent avec trop d'évidence ; mais cela ne peut entraîner avec certitude un même passé géologique pour toute cette grande étendue. On peut admettre, en effet, que le dessin actuel a été obtenu en quelque sorte avec des matériaux divers, que l'on se trouve en présence de contrées différentes, ayant en chacune une histoire différente : l'unité actuelle n'implique pas l'idée d'un passé identique. On comprend, dans ces conditions, de quelle importance est cette découverte de la faune liburnienne en Troade, avec des formes identiques à celles du littoral dalmate.

Un autre renseignement nous est fourni par l'analyse des cartes géologiques. La distribution géographique de cette formation volcanique diffère de celle des couches plus anciennes ; l'orientation des directions de plissement de ces couches anciennes a été sans doute modifiée au cours du Tertiaire : on n'en trouve pas moins des traces nettes de plis dirigés vers le Sud-Est, même dans la région de la mer Égée et dans l'Ouest de l'Asie Mineure, alors que, dans les mêmes régions, les lignes plus récentes de plissement sont dirigées au Nord-Est et à l'Est. Or cette direction, en Asie Mineure, semble apparaître dès le Liburnien, dont les dépôts sont orientés plutôt suivant les parallèles. Ces dépôts se sont formés dans des barrières provenant de la fragmentation de l'ancienne zone montagneuse anténummulitique ; cette fragmentation continue à l'époque oligocène, quand apparaît le premier indice de la fosse de la mer de Marmara, qui s'est maintenue, avec des péripéties que je noterai plus loin, jusqu'à aujourd'hui.

C'est à cette fragmentation de la chaîne antérieure que semblent liées les roches volcaniques si abondantes dans ce Liburnien. Elles sont venues consolider la région, devenue instable par la naissance de ces cassures, et cicatriser en quelque sorte ces plaies béantes de l'écorce terrestre.

Le Liburnien donne naissance à toute une famille de formes topographiques. Les coulées volcaniques, résistantes, étant dévotées à la partie supérieure de la série, supportées par des roches meubles que l'érosion attaque facilement, s'écroulent sur les flancs des vallées et donnent toujours naissance à des formes au profil hardi, qui contrastent vivement avec le relief très doux des parties où l'enveloppe volcanique a déjà disparu. Ce sont des contrées pittoresques : les roches, souvent colorées de teintes vives, ont, comme toujours, donné naissance à une foule de légendes ; ce sont tout simplement des endroits mal famés, où l'on ne se hasarde pas la nuit.

La région était autrefois couverte de magnifiques forêts de chênes

et de pins, dont on voit encore çà et là des traces. Mais on l'a par places complètement déboisée ; d'immenses incendies, très fréquents, et qui durent des mois entiers, contribuent pour une très large part au déboisement. L'érosion, quoique peu active, a suffi pour rendre ces contrées inhospitalières. C'est, un peu partout, le paysage chaotique, au vrai sens du mot, où la terre cultivable est limitée au mince liseré d'alluvions des vallées ; partout ailleurs, un épais manteau de pierres que certains conglomérats volcaniques fournissent en abondance recouvre le sol.

A ces difficultés s'ajoute le mauvais état des chemins. Des routes carrossables n'existent qu'entre les grands centres, et même celles-là, mal entretenues, consistent en un réseau très compliqué de voies différentes que les voyageurs tracent suivant leur gré et le hasard des circonstances et de la saison. Entre les villages, il n'existe que des sentiers qui courent un peu partout en d'interminables lacets, encombrés de pierres ; il n'y a que les petits ânes indigènes qui arrivent à peu près à se tirer d'affaire.

2° Néogène. — A) Miocène. — A l'époque miocène, le sillon troaïque s'agrandit vers l'Est. Le Flysch oligocène est localisé dans la région des collines de l'Ouest ; la mer miocène s'étend sur tout le bassin du Sud-Est de la Thrace ; c'est alors que se forme le détroit de Derkos, qui la met en communication directe avec la mer miocène de la région euxinique. En même temps, les eaux s'étendent sur de vastes espaces au Nord-Ouest, du côté d'Andrinople ; d'après certains indices, elles s'étendaient, en Asie Mineure, du côté de Brousse.

Le Miocène de la région comprend trois séries de couches.

a) Les plus anciennes sont des couches de sable, de grès calcaires et de calcaires coquilliers du Vindobonien inférieur ; elles ne sont que très peu développées. Ce sont ces couches qui constituent les falaises blanches du littoral, qu'on aperçoit quand on s'approche des Dardanelles.

b) Les grès, argiles et marnes de couleur bleuâtre, à nids de charbon, du Vindobonien supérieur sont stratifiées en couches qui, par leur uniformité et leur puissance (les bancs y atteignent jusqu'à 2<sup>m</sup> d'épaisseur), se rapprochent du Flysch oligocène du Tekir-dagh ; ce sont aussi des dépôts de sédimentation rapide. Ils forment un manteau épais sur tout le bassin tertiaire de la Thrace sud-orientale. C'est une formation peu consistante et très homogène, où l'érosion se poursuit très régulièrement ; de là, l'extrême vallonnement du pays, les paysages doux, aux formes mollement ondulées.

Depuis longtemps, les forêts, autrefois très développées dans cette formation, n'existent plus, sauf sur quelques points comme dans la région des bourgs de Tchiorlou et de Malgara ; également, au Nord-



Est, les contrées boisées ne sont pas rares; on est ici sur la limite des grandes forêts de la Strandja qui couvrent, impénétrables à ce qu'on m'a dit, le grand massif ancien du Nord-Est, et qui ont tout autant retardé les armées bulgares, lors de la guerre de 1912, que les fils barbelés et les baïonnettes des Turcs; elles ont été, naturellement, en grande partie détruites à cette occasion. Le pays souffre beaucoup, pendant l'été, du manque d'eau. Les nappes aquifères sont pourtant nombreuses, et l'on voit des villages s'élever à toutes les hauteurs; mais elles s'épuisent pendant les longues sécheresses de l'été. La terre n'est pas très fertile, mais elle satisfait les besoins de la population, qui est rare; avec le temps, celle-ci apprendra à mieux faire, à se débarrasser notamment des invasions de criquets, qui, pendant certaines années, vers la fin du mois d'août, ont dévoré jusqu'au dernier brin d'herbe.

e) Le Sarmatien, qui vient par-dessus, se rapproche beaucoup, par son faciès, du Vindobonien inférieur. Il consiste en calcaires coquilliers, souvent oolithiques, intercalés entre deux séries très épaisses de grès, de sables et d'argiles diversement colorées; ces séries se sont déposées dans des eaux plus dessalées que les calcaires; la série inférieure est même d'eau douce.

Ces couches débudent par des conglomérats très épais (20 à 30"), qui présentent des intercalations de tufs volcaniques de couleur blanche. L'ancien étage thracien, que Hochstetter mentionne sur différents points de la Thrace, n'est probablement pas autre chose que ces conglomérats de base, débarrassés de leur couverture sarmatienne. Le Sarmatien est réduit, actuellement, à quelques lambeaux dans la partie orientale du bassin; il est mieux développé dans la région des Dardanelles, où il atteint 400" de puissance.

Les calcaires sarmatiens, largement exploités un peu partout, fournissent la meilleure pierre de construction; ce sont eux qui forment la falaise blanche qu'on longe en bateau en s'approchant de Constantinople.

C'est au Sarmatien que l'on peut attribuer quelques-unes des hautes terrasses de la région : l'une de celles-ci, particulièrement développée, se trouve à une altitude de 400-420"; elle est très vraisemblablement l'œuvre de la lagune sarmatienne, dont les dépôts atteignent cette altitude. Très constante dans la région des Dardanelles, elle échancure profondément, au Sud, les massifs anciens du Nord-Ouest de la Troade; dans la région de Brousse, des collines dont l'altitude est comparable représentent probablement encore des lambeaux de cette terrasse.

*L'ancien fleuve du Bosphore.* — L'altitude de cette plate-forme est en moyenne de 400 à 420"; les régions centrales du bassin n'étaient pas sensiblement plus basses que ces rives, car le Sarmatien se termine

par des couches minces et discontinues de sables et de marnes à petits *Cardium* et *Anadontes*, couches déposées dans des lagunes sans profondeur; c'est sur cette plate-forme que s'est formé, en s'encaissant progressivement, l'ancien réseau hydrographique du Bosphore et des Dardanelles.

Les anciens auteurs croyaient que ces deux détroits suivent des fractures de l'écorce terrestre. Dans leur voisinage, en effet, se trouvent des roches éruptives; de plus, leurs rives ont un tracé légèrement brisé; enfin, les dislocations locales des couches qu'ils traversent s'expliquent mal dans l'hypothèse exclusive d'un creusement tranquille par des cours d'eau, explication proposée d'ailleurs depuis très longtemps.

Il y a encore sans doute des influences tectoniques, sur lesquelles j'espère revenir à une autre occasion. Mais on peut affirmer que ces détroits ont été essentiellement l'œuvre de l'érosion; la présence sur leur lit de trous profonds, caractéristiques pour l'érosion fluviale, ne permet plus de doute à cet égard.

Une autre question tout aussi importante est le sens de l'écoulement du fleuve qui les a creusés. S'écoulait-il vers la mer Noire, comme la majorité des auteurs le croient, ou était-il tributaire de la mer Egée, ainsi que J. Cvijic l'a admis? A. Philippson réserve son avis. Th. English se prononce pour une hypothèse transactionnelle, en quelque sorte. Il introduit en outre dans le débat l'idée, un peu négligée par les autres, de la fosse de la mer de Marmara. Il y aurait eu, au début, un fleuve du Bosphore s'écoulant vers la lagune qui se trouvait sur son emplacement; de la mer Noire, un autre fleuve s'écoulait en même temps par les Dardanelles dans la mer Egée, et, séparant les territoires ainsi drainés, s'étendait la fosse. C'est alors que survint un relèvement du niveau de la lagune euxinique, dont les eaux empruntèrent le chenal du Bosphore et se répandant dans le bassin actuel de la mer de Marmara : à ce moment, le seuil, en recul continu, qui la séparait du bassin du petit fleuve des Dardanelles, était assez bas; le niveau montant de la lagune l'atteint et le dépassa, se lit est rapidement élargi dans les roches peu résistantes du Sarmatien, et il est encore une fois forcé en sens inverse, par le flux de la Méditerranée, au début du Quaternaire.

Dans cette hypothèse, Th. English part de l'étude de la position des grandes marmites du fond du Bosphore, par rapport aux étranglements que celui-ci présente en plusieurs endroits. Je n'ai pas eu à ma disposition la carte dont Th. English a tiré ses observations; mais, d'après lui, les faits sont tels — les marmites se forment toujours en aval des étranglements d'un cours d'eau — qu'on doit admettre un écoulement vers la mer Egée.

Pour résoudre cette question, il faudrait posséder une bonne carte



topographique à grande échelle. On ne peut, en effet, presque rien tirer des cartes autrichiennes, pas plus que de l'ancienne carte de Kiepert; la carte du Bosphore, en courbes de niveau, de von der Goltz est trop chargée; elle manque du coup de main final qui, en réduisant les détails, en rend la lecture possible; en outre, elle est mal imprimée. Beaucoup meilleure est la carte anglaise à 1 : 250 000, en courbes de niveau également; ses auteurs se sont visiblement inspirés de la réalité dans le tracé des courbes, dont l'allure change avec les roches. Peut-être aurait-on pu donner quelque chose de mieux encore si l'on avait tenu compte aussi de l'existence des terrasses, dans les schématisations indispensables pour une carte à une aussi petite échelle.

L'existence des terrasses est la caractéristique essentielle de la topographie. Elles sont très nombreuses, et nettement visibles un peu partout. Une grande partie, comme je l'ai indiquée, est évidemment due au fleuve de la fin du Miocène; comme l'altitude maximum des dépôts marins quaternaires ne dépasse pas 180", il convient d'attribuer toutes les terrasses comprises entre cette altitude et celle de 400", qui représente en moyenne la surface structurale du Sarmatien, à cet ancien réseau hydrographique. Je n'y ai jamais trouvé de dépôts en place.

Une de ces terrasses, bien développée du côté du Bosphore et que l'on rencontre aussi du côté des Dardanelles, coupe toutes les formations à une même altitude de 200", comme d'un immense coup de rabot. Presque tout le seuil compris entre le Dévonien du Bosphore et l'extrémité Sud-Est du massif de la Strandja lui appartient. Elle n'est dépassée que par quelques pics de quartzite du Dévonien et les collines au pied desquelles se blottit le bourg de Tchataldja. C'est à sa surface que, vers la fin du Miocène, l'ancien cours du Bosphore étalait ses méandres, avant de les encaisser entre les roches dures du Dévonien.

Il est possible, d'autre part, que son cours, à un autre moment de sa longue histoire, se soit continué vers l'Est, en empruntant, pour se déverser dans la mer Noire, le cours inférieur de la vallée du Sakaria; le seuil qui sépare ces deux vallées et qui se trouve à l'Est d'Ismid n'est, actuellement du moins, qu'à 40". On ne doit pas, d'autre part, perdre de vue l'ancienneté de ces accidents et le temps qu'ils ont eu à leur disposition pour devenir ce qu'ils sont aujourd'hui.

**B) Pliocène.** — Dans tout le bassin de la Méditerranée, le Pliocène débute par d'importants mouvements du sol. A la fin du Miocène, ce bassin était réduit à des lagunes et à des lacs, si l'on fait abstraction du sillon sahélien, très réduit en largeur, et où les eaux conservaient, comme les fossiles en témoignent, un caractère marin; ce n'est qu'au

Pliocène que se forme, à la suite de dislocations très étendues, le bassin actuel de la Méditerranée.

Les premières traces de Pliocène dans la région de la mer de Marmara ont été rencontrées par N. Androusov. Ce sont les conglomérats, avec bancs de sable, sur lesquels est bâtie la ville de Gallipoli; leur âge est de la fin du Pliocène.

J'ai récemment trouvé sur un autre point du bassin, près de la ville d'Ismid, des couches très vraisemblablement plus anciennes. Ce sont également des dépôts meubles de sable, avec lits de conglomérats; ils sont peu fossilifères; d'après leur faune, ces couches sont plus anciennes que celles de Gallipoli, et l'on peut les paralléliser avec le Dacien, tandis que les couches de Gallipoli sont l'équivalent saumâtre du Levantin.

Ces couches daciennes nous révèlent l'état des choses au moment de leur dépôt. Je rappelle l'apparence de plissement, indiquée plus haut, que présente la région; ces couches daciennes sont très développées dans la région du golfe d'Ismid, qu'elles semblent avoir rempli jadis, en s'étendant à la fois vers l'Ouest et vers l'Est. D'autre part, la direction de ce golfe coïncide avec celle de la fosse de la mer de Marmara, qui s'y enfonce par son extrémité orientale; le golfe lui-même n'est que la terminaison de cette fosse vers l'Est. On peut en conclure que cette fosse est née au Pliocène; cela simplifie le problème du creusement du fleuve miocène: ce n'est qu'après sa formation que la fosse aurait pris naissance.

Au Sud du golfe d'Ismid se trouve celui de Gemlik, dont la morphologie est exactement la même, et, plus au Sud encore, la dépression des lacs Manyas et Apollonia; ces traits se continuent vers l'Est et vers l'Ouest par des dépressions jalonnées de lacs ou par des îles et des presqu'îles, toujours alignées suivant la même direction; en outre, ces traits sont parallèles, au point qu'on peut assimiler la région à une succession d'anticlinaux et de synclinaux, actuellement plus ou moins fragmentés et discontinus.

Certains d'entre eux sont incomplets. La fosse elle-même est dans ce cas; elle bute vers l'Ouest contre l'extrémité Est du Tekir-dagh; mais elle reprend, au delà de cette chaîne, dans le golfe de Xéros; le Tekir-dagh est placé comme un barrage en travers de ce trait.

Mais j'ai noté certains indices, d'après lesquels la fosse en question poursuivrait de nos jours sa formation. J'ai eu, en effet, l'occasion de me trouver sur le terrain au moment du tremblement de terre du mois de septembre 1912. Après la catastrophe, toute la région du Tekir-dagh était crevasée; or ces accidents, souvent compliqués d'effondrements locaux, étaient orientés Ouest-Sud-Ouest, comme la fosse elle-même, et allaient jusqu'au golfe de Xéros; si, d'autre part, on a en vue le fait que cette région constituait l'épicentre de la partie



ébranlée, on peut considérer ce tremblement de terre comme attestant une tendance de la fosse à s'agrandir et à se compléter.

Un tremblement de terre plus ancien est celui de Constantinople, qui a eu lieu le 10 juillet 1894 et a été étudié, ici même, par D. Eginitis, directeur de l'Observatoire d'Athènes<sup>1</sup>. Or les épicentres de ces deux sismes se placent dans le prolongement l'un de l'autre; ils jalonnent le même accident tectonique, qui n'a évidemment pas terminé son évolution.

En assimilant, comme je l'ai fait plus haut, ces traits à une succession d'anticlinaux et de synclinaux, je comprenais ces termes dans un sens très large. Il ne semble pas qu'il s'agisse d'une ondulation régulière de l'écorce; d'après certaines données que j'ai pu recueillir dans la partie orientale de la Thrace, il semble, au contraire, qu'il s'agisse d'une série de fosses d'effondrement intercalées entre des horsts allongés, ces éléments étant séparés les uns des autres par des régions fracturées, où les fractures sont parallèles à la direction de leur grand axe.

Moins connus encore sont les dépôts pléistocènes de la région. Ceux-ci sont représentés par des alluvions anciennes, du loess et des dépôts marins de terrasses. Leur étude n'est que tout à fait à ses débuts.

Des alluvions anciennes ont été remarquées par beaucoup de géologues. Viquesnel en a noté de très épaisses dans différents endroits; elles n'ont malheureusement jamais rien fourni, sauf un couteau en silex trouvé près des Dardanelles (Calvert et Neumayr), sans d'ailleurs que l'on connaisse les conditions précises de gisement.

On doit, à mon avis, être très prudent vis-à-vis de trouvailles de cette nature. Le travail du silex continue en effet dans la région: on en fabrique des instruments très primitifs, qui servent à battre le blé. Les silex, taillés à éclats, en forme de couteau, sont fichés dans un treillis très serré, tissé avec des baguettes de bois choisies; le tout est solidement fixé sur une grande plaque en bois, rectangulaire et épaisse; on répand la moisson sur une surface durcie, préparée d'avance, et l'instrument décrit, auquel on attelle des chevaux, est promené par-dessus en tournant comme un traineau. Aussi les silex travaillés sont-ils les objets les plus communs.

Il en est de même des poteries grossières, à faciès primitif: on en fabrique aujourd'hui encore dans plusieurs localités; ce sont de

1. D. EGINITIS, *Le tremblement de terre de Constantinople, du 10 juillet 1894* (Annales de Géographie, IV, 1894-1895, p. 151-165, 3 fig. phot.; carte à 1:500 000, pl. 2).

grands flacons allongés, de plus d'un mètre de haut, en argile mal cuite, mais où l'eau se conserve très bien.

Le loess est très peu représenté. Je n'en ai trouvé que des traces insignifiantes, et seulement sur quelques points; il n'y a que sur le littoral Sud de la mer Noire, près du village de Karabouroun, que se trouvent des lambeaux de quelque importance.

Plus importantes pour l'histoire de la région et pour sa morphologie sont les terrasses marines. On en a noté un grand nombre, mais, la plupart du temps, sans donner leur altitude exacte, de sorte qu'il ne peut pas être encore question de les fixer sur une carte. Ne pouvant pas entrer dans tous les détails sur cette question, je me bornerai à l'examiner à deux points de vue : l'ancienneté et l'altitude maximum de ces terrasses.

Le premier nous donnera l'âge de la mer de Marmara, autrement dit, de la prise de possession par la mer des anciennes surfaces et des lagunes pliocènes. Ce moment est très reculé, dans certains dépôts, Neumayr a trouvé *Tapes Diana*, forme éteinte ou extrêmement rare dans la Méditerranée; d'autre part, on connaît dans la faune de la mer Noire des formes qui semblent être des descendantes de celles que Ed. Suess a appelées les « immigrées du Nord »; c'est donc depuis le Quaternaire le plus ancien que la mer a occupé la région.

Comme pour la mer Noire, ce phénomène s'est produit brusquement, et a eu pour effet la destruction de l'ancienne faune pliocène. La drague, en effet, rapporte à la surface des coquilles vides et blanchies de cette même *Dreissensia rostriformis*, var. *distincta*, de N. Androusov, qui se trouve aussi sur le fond de la mer Noire; c'est un représentant de la dernière faune pliocène de la région.

Cette destruction a eu pour résultat, comme dans le cas de la mer Noire, un dégagement plus ou moins considérable d'hydrogène sulfuré, qui aura rendu la vie impossible aussi dans ce bassin. Les choses se sont arrangées dans la suite, grâce aux courants qui sillonnent sans cesse les deux détroits. Comme on le sait, en effet, le Bosphore et les Dardanelles sont parcourus continuellement par deux courants, dirigés en sens inverse : l'un, superficiel, portant à la Méditerranée les eaux moins salées et plus légères de la mer Noire et de la mer de Marmara; l'autre, inférieur, amenant dans ces deux bassins les eaux salées et lourdes de la Méditerranée. Ce sont ces eaux lourdes qui ont, peu à peu, assaini les grands fonds inhabités et ont rendu possibles ces grands courants de convection, qui brassent les eaux des grands bassins. C'est un fait qui, certainement, se produira un jour, et grâce à la même cause, pour la mer Noire.

Une autre question est celle de l'altitude maximum atteinte par cette mer à l'époque quaternaire. Il semble que ce niveau a été assez



élevé, et qu'il dépasse en tout cas le niveau maximum de la Méditerranée à la même époque. En effet, R. Hoernes a mesuré à Samothrace, île qui, de toute évidence, appartient à la région, le niveau d'une terrasse qui atteint 180<sup>m</sup>; or la plus haute terrasse de la Méditerranée, dans les parties considérées comme stables, atteint à peine 100<sup>m</sup>. Il est donc évident que ces terrasses ont été *déformées* par les mouvements du sol; cela entraîne comme conséquence nécessaire que toutes les autres soient déformées aussi parce qu'antérieures: aucune d'entre elles ne donne donc plus le niveau primitif où elle a pris naissance.

### CONCLUSION

Il est difficile de trouver dans les sédiments anciens, suivant le dessin compliqué que les levés géologiques ont fait connaître, quelque chose qui puisse correspondre aux lignes actuelles du bassin de la mer de Marmara. Celui-ci est caractérisé par des directions orientées plus ou moins suivant les parallèles, et ce n'est que vers le début du Tertiaire que de telles directions apparaissent.

Le Nummulitique s'est déposé dans de grands sillons, séparés par des barres, en général discontinues, de terrains anciens, jusqu'au Crétacé inclusivement. Ces sillons proviennent de la fragmentation d'une ancienne zone montagneuse, aux plis orientés vers le Sud-Est; une partie au moins des roches éruptives de la région peuvent être interprétées comme le résultat de cette fragmentation. Ces sillons ont joué comme des géosynclinaux. Il y a très peu de dépôts marins du début du Nummulitique; la mer ne touchait alors la région que sur quelques points du littoral actuel de la mer Noire; le reste du pays n'était occupé que par des lacs et des lagunes. Ensuite survient, au Lutétien, une transgression de la mer nummulitique vers le Sud et le Sud-Ouest, transgression qui dure jusqu'à la fin de l'Éocène; puis la région se plisse, et le plissement se fait suivant l'ancienne direction du Sud-Est, la direction du cadre cristallin. Ce plissement est suivi d'une recrudescence des éruptions; la fragmentation continue, atteignant, au début de l'Oligocène, l'emplacement même de la mer de Marmara actuelle; c'est alors qu'apparaît la première ébauche du sillon transégéen, qui est rapidement comblé par les dépôts, à faciès de Flysch, du Tekir-dagh.

La part du Miocène a été également considérable dans la constitution du bassin, avant tout grâce à la formation de la dernière couverture sédimentaire importante du bassin de la Thrace, les marnes bleues (« Molasse à points verts » des anciens auteurs), qui font pendant aux affleurements nummulitiques, à faciès liburnien, du versant asiatique. Des formes de terrain qui jouent encore un grand rôle dans

la morphologie de la région sont également l'œuvre du Miocène : c'est la terrasse de 400<sup>m</sup> et le réseau hydrographique du Bosphore et des Dardanelles, qui s'est développé à sa surface vers la fin de cette époque.

Mais c'est au Pliocène que revient la part la plus importante. C'est alors que prend naissance le bassin lui-même de la mer de Marmara, bassin qui consiste en une série de fosses d'effondrement, séparées les unes des autres par des bandes de terrains plus ou moins fragmentées en îles, fosses partiellement colmatées par les dépôts pliocènes qui y sont localisés; c'est donc au Pliocène que la morphologie de la région acquiert sa note la plus saillante et la plus caractéristique.

En partie oblitérés pendant le Pliocène, ces traits sont remis en valeur et comme soulignés au Quaternaire, grâce au relèvement du niveau des eaux; plus tard encore se produit un dernier façonnement des rivages en terrasses; ces terrasses sont, ou bien d'anciennes terrasses fluviales miocènes, ou des terrasses de l'âge pliocène remaniées par la mer quaternaire.



N. ARABU.

AKAΔHMIA



## PROGRESSION DU DESSÈCHEMENT DANS LES RÉGIONS SÉNÉGALAISES

Dans les parties septentrionales de l'Afrique occidentale, y a-t-il dessèchement progressif, ou, si l'on aime mieux, observe-t-on l'extension continue des zones désertiques aux dépens des régions cultivées? Pour le Soudan, les idées sont partagées, et, comme la question est déjà encombrée par une littérature abondante, il semble préférable d'attendre l'occasion de recueillir de nouveaux arguments pour la reprendre utilement. Pour le Sénégal, au contraire<sup>1</sup>, la discussion n'ayant pas encore été engagée, les quelques renseignements qui suivent permettront au moins de l'amorcer<sup>2</sup>.

**Manteau ferrugineux fossile.** — Au Sud du 15° parallèle, le sous-sol du Sénégal est caractérisé notamment par l'existence d'un manteau de roches ferrugineuses surmontant les plus récentes formations en place (Éocène à Pléistocène)<sup>3</sup>. Il est constitué par des grès ferrugineux, des conglomérats ferrugineux, des latérites d'alluvion<sup>4</sup> : c'est, en somme, un véritable chapeau de fer. Mais, alors qu'il affleure normalement en Guinée, il se trouve recouvert, à partir de la Casamance, d'une épaisseur de sable, d'abord insignifiante, mais qui augmente rapidement vers le Nord. Il est donc fossile au Sénégal, ce qui indique qu'à la période humide, au cours de laquelle il a pu se former, a succédé une période plus sèche dont il n'est pas possible de dater le début, mais qui dure encore et qui est caractérisée par

1. Dans un pays tropical à pluies régulières, comme l'est le Sénégal, il faut entendre par dessèchement progressif l'ensemble des phénomènes caractérisés au cours de l'année par la circulation et le maintien des eaux à la surface pendant une durée de plus en plus courte, et par l'absence d'humidité du sol et du sous-sol (humidité observable ou utilisable) pendant une période de plus en plus longue.

2. Parmi les arguments invoqués dans cet article, on n'en trouvera pas qui soient relatifs aux précipitations. Il faudrait, en effet, avoir des observations beaucoup plus anciennes que celles qu'on possède actuellement pour savoir si les variations constatées au cours de ces dernières années ne peuvent être que passagères ou si elles accusent au contraire une modification profonde dans le régime normal des pluies. On notera, du reste, que le dessèchement peut se poursuivre indépendamment de ces variations.

3. HENRY HUBERT, *Esquisse préliminaire de la géologie du Sénégal* (C. r. Ac. Sc., t. 164, 22 janv. 1917, p. 184-186).

4. Exceptionnellement des latérites en place au-dessus des basaltes dans la presqu'île du cap Vert. Par rapport à l'ensemble de la colonie, elles n'occupent qu'une surface insignifiante.