

La géologie du Maroc et la genèse de ses grandes chaines

In: Annales de Géographie. 1912, t. 21, n°116. pp. 130-158.

Citer ce document / Cite this document :

Gentil Louis. La géologie du Maroc et la genèse de ses grandes chaines. In: Annales de Géographie. 1912, t. 21, n°116. pp. 130-158.

doi : 10.3406/geo.1912.7192

http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/geo_0003-4010_1912_num_21_116_7192

LA GÉOLOGIE DU MAROC ET LA GENÈSE DE SES GRANDES CHAÎNES

(CARTE, PL. II)

Le moment me semble venu, après les efforts consacrés par la science au Maroc, au cours de ces dernières années, de grouper et d'essayer de synthétiser l'ensemble des observations géologiques qui y ont été patiemment accumulées. A cet effet, je me suis attaché à porter sur une carte d'ensemble les contours géologiques déjà levés, à interpréter les données douteuses recueillies par ailleurs, ou bien encore à étendre à des parties inexplorées des documents précis acquis sur des régions privilégiées. Bien que j'aie dû, en ce dernier cas, accorder une large part à l'hypothèse, j'ai été frappé de voir que les observations de tous ordres s'enchaînent, et que, si la géologie des régions déjà parcourues en tous sens permet d'expliquer les grandes lignes de leur relief, par contre, les données topographiques rapportées par les explorateurs qui les ont traversées nous autorisent à donner une première approximation sur la structure géologique de celles qui demeurent très peu connues.

Tel est le but de la Carte géologique à 1 : 2 500 000 (pl. II) que j'ai dressée, et dont le présent article constitue à la fois une sorte de conclusion, en même temps qu'une légende explicative.

La première difficulté soulevée par cet inventaire géologique du Maghreb résidait dans le choix d'un fond de carte topographique. J'ai été très bien servi, à ce sujet, par la *Carte du Maroc* à 1 : 2 500 000 contenue dans l'admirable *Atlas Universel* de Vivien de Saint-Martin et Fr. Schrader; elle a été dressée et dessinée par M^r Marius Chesneau, le distingué cartographe dont j'ai pu apprécier le talent et le dévouement dans une collaboration de plusieurs années¹.

J'ai, de plus, été un peu mêlé à l'établissement de ce beau travail : comme il fut élaboré avant que l'œuvre définitive du Service Géographique de l'Armée ne fût entreprise, son auteur a fait appel à mes modestes connaissances topographiques sur le pays, appuyées par mes levés de reconnaissance, d'ailleurs tout à fait provisoires.

La carte de M^r M. Chesneau répondait parfaitement à mes besoins

1. Je remercie vivement MM^{rs} les associés de la Librairie Hachette, en particulier M^r G. BRÉTON, de m'avoir autorisé à utiliser la carte du Maroc de leur *Atlas*. Je me sens profondément touché de l'estime qu'ils ont bien voulu ainsi me témoigner.

par son échelle suffisamment petite; de plus, elle synthétise très bien tout ce que l'on sait sur les régions marocaines qui n'ont pas encore été abordées par le topographe de profession.

Pour établir les teintes géologiques et leurs contours, j'ai mis à contribution tous les documents cartographiques publiés sur les différentes parties du Maroc qui ont été parcourues par un géologue. Ce travail était déjà préparé, en ce qui concerne le Haut Atlas occidental, par le premier essai publié ici même¹, que j'avais récemment mis à jour, à la demande de M^r Emmanuel de Margerie, pour sa belle traduction de *La Face de la Terre* d'Ed. Suess². J'avais emprunté dans ma première carte, aux documents publiés par O. Lenz, J. Thomson, P. Lemoine et A. Brives, professeur de Minéralogie à la Faculté des Sciences d'Alger, les observations ou les tracés faits en dehors de mes premiers itinéraires, et j'avais « respecté rigoureusement le tracé de mon confrère d'Alger dans les régions de l'Atlas qu'il a vues et que je n'ai pas traversées »³. J'ai pu, dans l'esquisse parue récemment dans l'édition française de *La Face de la Terre*, apporter de notables améliorations à mon premier essai, non seulement à l'aide de mes itinéraires de 1909 dans la zone littorale, entre l'Oued Tensift et Agadir, mais en utilisant la nouvelle carte de M^r Brives, notamment dans le Massif Central du Haut Atlas, où il a séparé les étages primaires dans le « Paléozoïque indéterminé » de ma première esquisse, et renoncé à la « régularité schématique »⁴ qu'il avait d'abord donnée à ses contours. Et je sais gré à mon collègue de s'être inspiré ailleurs de mes levés, notamment de la zone littorale, où j'ai apporté depuis de nombreux changements, tandis que je n'ai jamais rien modifié dans l'Est du Massif Central. Au Nord, dans les Djebilat, j'ai utilisé encore les quelques contours schématiques de M^r Brives, ainsi que du côté des Skhour. En ce qui concerne la Meseta marocaine, le Nord-Ouest marocain et la région Nord des confins algéro-marocains, j'ai représenté une réduction de mes levés, renonçant à utiliser les documents de M^r Brives dans les Chaouïa et dans le Gharb, parce qu'ils ne peuvent s'accorder avec les miens. J'ai mis à contribution, pour le Rif oriental (région de Melilla), les publications de M^r L. Fernández Navarro, professeur à l'Université de

1. LOUIS GENTIL, *Notice sur l'Esquisse géologique du Haut Atlas occidental (Maroc)* (*Annales de Géographie*, XVI, 1907, p. 70-77; carte géol. à 1 : 1 000 000, pl. II).

2. ED. SUSS, *La Face de la Terre*, trad. EMM. DE MARGERIE, Paris, Librairie Armand Colin, III, 2^e partie, 1911, p. 690 et suiv.; carte géol. col., pl. VI. On y trouvera, en notes infrapaginales, les indications bibliographiques essentielles concernant les documents publiés au moyen desquels j'ai complété mes propres observations.

3. LOUIS GENTIL, art. cité, p. 72.

4. *Id.*, *ibid.*, p. 74. — A. BRIVES, *Contribution à l'étude géologique de l'Atlas marocain* (*Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 4^e sér., V, 1905, p. 379-398; carte géol. col. à 1 : 750 000, pl. XI).

Madrid¹, complétées par mes observations dans le massif des Khebdana et la zone littorale comprise entre le cap de l'Eau et Melilla. Enfin, je me suis servi, dans la région méridionale des confins algéro-marocains, des levés de MM^{rs} le lieutenant Poirmeur et É.-F. Gautier, très bien complétés et mis au point par M^r G.-B.-M. Flamand, dans sa remarquable thèse de doctorat².

Nous possédons déjà, pour les régions du Maghreb que nous venons de passer en revue, des contours géologiques levés; aussi les ai-je couvertes de teintes plates, tandis que j'ai représenté par les mêmes teintes hachurées de vermillon les terrains que j'ai cru devoir distinguer, avec plus ou moins de doute, dans les parties du Maroc encore vierges des investigations du géologue. C'est ainsi que j'ai prolongé hypothétiquement, dans l'Anti-Atlas et le Djebel Sarro, les observations que j'avais faites dans les hautes vallées du Draa et du Sous, ainsi qu'au Djebel Siroua, mettant à profit, dans le Tazeroualt, les récits des explorateurs O. Lenz, Jannasch, Panet, Camille Douls; et que j'ai étendu à tout le Rif les données précises que j'ai pu recueillir dans la chaîne de l'Andjera et au Sud de Tétouan, sur les terrains primaires, le Permien et le Jurassique. Enfin, j'ai interprété les grandes lignes de la géologie du Moyen Atlas d'après les récits et les documents de G. Rohlf's, J. Schaudt, Ch. de Foucauld, de Segonzac, qui ont traversé cette grande chaîne de l'Atlas marocain.

Il me semble possible de jeter un rapide coup d'œil sur le passé géologique du Maroc, en partant de l'histoire du Haut Atlas, dont la partie occidentale constitue l'une des régions les mieux connues du Maghreb, au point de vue qui nous occupe. Nous passerons successivement en revue, à ce sujet, les différentes unités orographiques du Maroc.

I. — LE HAUT ATLAS.

Le Haut Atlas occidental. — Il est possible qu'une chaîne calédonienne ait été édiflée, au Maroc, sur l'emplacement du géosynclinal qui s'étendait à toute l'Europe et à l'Afrique du Nord, constituant ainsi un rétrécissement graduel de ce vaste océan primaire, pour accroître l'étendue de l'aire continentale qui le limitait au Sud; mais les preuves définitives manquent à cet égard. Par contre, l'existence d'une chaîne hercynienne ne laisse aucun doute. Cette chaîne armo-

1. LUCAS FERNÁNDEZ NAVARRO, *La península del Cabo Tres Forcas (Yebel Guork)*. *Noticia físico-geológica* (Bol. R. Soc. española de Hist. Nat., IX, 1909, p. 421-436; carte géol. col. [à 1 : 160 000; env.], pl. VIII); — In., *Estudios geológicos en el Rif oriental* (Mem. R. Soc. española de Hist. Nat., VIII, 1911, Mem. 1, p. 5-60; carte à 1 : 50 000 [lisez : 1 : 150 000], pl. [v]).

2. Voir ci-dessous p. 168 : H. SCHIRMER, *Le Haut Pays oranais et le Sahara*, d'après M^r G.-B.-M. FLAMAND,

ricano-varisque a intéressé les dépôts dinantiens (Carbonifère inférieur) et tous les autres sédiments paléozoïques. Cela résulte des observations de mes devanciers, que j'ai confirmées en les précisant, et en montrant que les dépôts rouges du Permien reposent en superposition discordante sur ceux du Carbonifère inférieur, vigoureusement plissé. Cette chaîne primaire doit être considérée comme contemporaine de la chaîne hercynienne de l'Europe centrale.

Dans le Haut Atlas occidental, la chaîne carbonifère était dirigée NNE-SSW, accusant ainsi une direction varisque; mais, plus à l'Est, au delà du col de Telouet, elle montre une branche armoricaine NW-SE, de sorte que les différents faisceaux de ces Altaïdes convergent dans une zone qui s'étend principalement aux régions inexplorées des Djebel bou Ourioul et Djebel Tidili, formant un vaste éventail qui s'épanouit vers les régions sahariennes. On sera, sans doute, frappé de voir que, dans la zone de convergence des plis carbonifères, il y a eu un métamorphisme intense par des roches intrusives, principalement granitiques, de sorte qu'on peut être conduit à y voir un rebroussement (*Schaarung*), suivant l'arête duquel se serait produite, conformément à la loi énoncée par M^r É. Haug, la sortie du magma interne.

La chaîne hercynienne, qui atteignait vraisemblablement des altitudes élevées, n'a pas tardé à devenir la proie de l'érosion continentale, laquelle a pu commencer à la fin de la période carbonifère, pour se poursuivre durant le Permien et une partie du Trias. Elle a été complètement arasée, transformée en une pénéplaine, qui s'étendait, non seulement au Haut Atlas occidental, mais bien au delà. Tout ce que l'on peut dire, quant à la durée de ce travail de démantèlement, c'est que la pénéplaine ancienne est recouverte, dans la région des Chaouïa, par les dépôts horizontaux du Trias supérieur et du Rhétien, ce qui la fait remonter à la fin des temps primaires, à l'aurore de l'ère secondaire. On en trouve des vestiges, au Sud du Haut Atlas, chez les Aït Khzama, et les matériaux provenant de l'ablation de la chaîne ont fourni les matériaux des puissantes accumulations continentales de conglomérats et de grès rouges du Permo-Trias. On se croirait, dans les grandes coupures actuellement aménagées dans ces conglomérats rutilants, en face des dépôts de transport de quelque grand fleuve ou d'un torrent charriant, dans les régions élevées de la vallée, les roches arrachées aux flancs de la montagne.

A la formation de la pénéplaine a succédé le morcellement de la chaîne hercynienne. De grandes fractures se sont produites, provoquant la formation d'une série de compartiments affaissés. Il semble bien que les effondrements ainsi produits aient été en relation avec les formidables éruptions de trachytes, d'andésites et de basaltes qui, commencées à l'époque permienne, ont pu se prolonger durant les

dépôts triasiques. Ces éruptions volcaniques ont laissé des vestiges sur de vastes étendues; mais elles doivent avoir atteint leur paroxysme dans la région actuellement occupée par les crêtes les plus élevées du Haut Atlas, au Sud de Marrakech. On peut observer, en ce point de la grande chaîne, des accumulations de laves et de produits de projections, sur une épaisseur de plus de 1 500 m., aux Djebel Likoumt, Toubkal, Tamjoutt, etc. Or, il est indiscutable que ces déjections volcaniques ont été en partie la proie de l'érosion, puisqu'elles couvrent les hauts sommets, qui sont en voie de destruction sous l'influence combinée du dégel et des précipitations atmosphériques.

On est frappé, à l'examen de la carte géologique qui accompagne cet article, de voir que les affleurements jurassiques du Haut Atlas laissent un espace vide entre le col des Bibaoun et la vallée de l'Oued Aït Moussi, d'une part, le col de Telouet de l'autre, soit sur une étendue de près de 200 km. : les massifs compris entre ces deux limites sont exclusivement primaires.

On pourrait admettre, pour expliquer cette absence des terrains jurassiques, ou bien que cette région de l'Atlas formait îlot dans les mers jurassiques, qui l'auraient entourée de leurs dépôts, ou bien qu'elle correspond à un recouvrement des terrains secondaires par des « nappes de charriage » ou par une « carapace » formées de terrains paléozoïques. Mais ni l'une ni l'autre de ces deux hypothèses ne supporte l'examen critique des faits stratigraphiques et tectoniques observés dans la grande chaîne : je n'ai trouvé nulle part la trace des dépôts littoraux jurassiques qui devraient se rencontrer dans la première interprétation, tandis que la structure simple de la haute chaîne partout ailleurs ne peut s'accommoder avec la seconde; aussi bien à son extrémité occidentale qu'à l'Est du col de Telouet, le Haut Atlas n'offre que des plis jurassiens. Je suis donc conduit, pour expliquer cette lacune des dépôts jurassiques sur une aussi grande étendue, à admettre leur ablation par surrection et érosion consécutives.

Le morcellement de la chaîne armoricano-varisque a vraisemblablement tracé, sur l'emplacement actuel de la grande chaîne, un vaste sillon, sorte de fossé qui a été envahi par la mer durant la période jurassique, et dont la profondeur variable a favorisé soit des dépôts néritiques, soit des formations bathyales. Et c'est sur cette dépression secondaire que va s'édifier le Haut Atlas marocain. Nous sommes ainsi amenés à dire que la direction de la chaîne du Haut Atlas s'est dessinée dès la fin des temps primaires.

Par un événement qui nous échappe, soit par un mouvement épeirogénique, soit par un jeu contraire des failles qui avaient tracé le grand fossé jurassique, il s'est produit, vers la fin de cette période, une émergence du fond de la mer secondaire, qui a atteint son maximum entre le col des Bibaoun et le col de Telouet, et les couches juras-

siques n'ont pas tardé à être démantelées par l'action combinée de l'érosion continentale et de celle des mers du Crétacé inférieur.

Je désignerai cet îlot momentanément émergé sous le nom de « Massif Central du Haut Atlas occidental »; il constitue la première ébauche de la grande chaîne.

Ce massif a été d'abord entouré par les mers crétacées; puis la transgression cénomaniennne l'a vraisemblablement recouvert, et, à partir de ce moment, se succèdent, sans discontinuité, les dépôts du Crétacé moyen et supérieur, ainsi que ceux de l'Éocène, qui marquent une régression des mers secondaires et tertiaires. Une lacune importante s'est produite avant la fin de l'Éocène, car on retrouve ensuite des sables ou des molasses du Tortonien, recouverts par les grès coquilliers du Pliocène. Cette émergence n'est pas étrangère aux mouvements tertiaires, qui ont peut-être débuté avant la fin de la période éogène et se sont certainement prolongés durant la plus grande partie du Néogène, laissant la trace des efforts orogéniques mis en jeu dans les couches tortoniennes et même plaisanciennes. Il en est résulté la formation de plis qui sont venus se superposer aux plissements hercyniens, et dont l'allure générale a été déterminée par le bord fracturé des plis anciens, après le morcellement de la chaîne carbonifère. Il s'est établi ainsi un régime d'anticlinaux et de synclinaux plus ou moins parallèles, et qui ont imprimé à la chaîne sa direction et ses grandes lignes orographiques définitives. Ces plis sont très réguliers et sensiblement dirigés ENE-WSW à l'Est du Massif Central, tandis que, dans la région littorale, ils doivent être limités aux deux anticlinaux qui, descendant des hauteurs des Ida ou Mahmoud et des Ida ou Ziki, aboutissent au cap Rhir et à Agadir n Irir; de sorte que le Haut Atlas doit être considéré comme se prolongeant jusqu'à la côte, contrairement à l'opinion antérieurement admise, qui limitait la grande chaîne aux hauteurs du col des Bibaoun. Tous ces plissements donnent à l'Atlas les caractères d'un pays jurassien.

Il semblerait, au premier abord, que les plis de la zone littorale sont beaucoup moins accentués que ceux de la région orientale; mais, si l'on remarque que leur couverture est crétacée dans le premier cas, jurassique dans le second, on voit que la différence n'est qu'apparente et résulte de ce fait que l'intensité des plissements diminue de la profondeur vers la surface, suivant une loi établie par M^r M. Lugeon¹. Les plis tertiaires, dans les dépôts secondaires, passaient primitivement sur le Massif Central du Haut Atlas, où ils ont été effacés par l'érosion. Aussi la trace des mouvements néogènes est-elle parfois difficile à saisir dans les parties élevées de la haute chaîne, parce que

1. MAURICE LUGEON, *Recherches sur l'origine des vallées des Alpes occidentales* (*Annales de Géographie*, X, 1901, p. 295-317, 401-428, 22 fig.; pl. 30-32, 37-38).

Les plis alpins sont venus s'y superposer aux plissements carbonifères. Mais l'observation des couches rouges permo-triasiques, dont le dépôt est postérieur à ces derniers mouvements, permet de se rendre compte de l'action des efforts orogéniques les plus récents. Après la grande phase des plissements tertiaires, il s'est produit dans le Haut Atlas occidental, par rémission des forces tangentielles, des tassements sur les deux versants, de part et d'autre du Massif Central que nous avons vu se dessiner dès l'aurore des temps crétacés.

Des séries de fractures longitudinales, parfois en escalier, se sont produites du côté de la plaine de Marrakech et du côté du Sous et du Draa. Déjà entrevues et figurées par J. Thomson, elles ont été observées par M^r Brives et par moi sur le flanc septentrional de la chaîne. Je les ai vues, en outre, dès 1904, sur le flanc méridional.

Elles forment des faisceaux de fractures, dirigés, dans leur ensemble, parallèlement à l'axe de la chaîne. Mais deux d'entre elles, qui ont produit une dénivellation considérable des couches, jouent le rôle de « failles-bordières » dans ces zones fracturées. Je les ai figurées sur la carte, en partie d'après les observations de mes devanciers et les miennes, un peu aussi au juger. On voit qu'elles délimitent le massif ancien des bandes crétacées qui bordent les grandes plaines du Haouz, du Sous et du Draa. Comme les régions des plaines situées au Nord et au Sud du Haut Atlas occidental sont caractérisées par un régime tabulaire du Crétacé et parfois de l'Éocène, il en résulte qu'elles jouent le rôle de régions effondrées par rapport au Massif Central du Haut Atlas, ou, ce qui revient au même, que ce massif a été surélevé par rapport aux flancs de la chaîne.

Une conséquence de ces tassements a été la structure en éventail des plis carbonifères de la zone axiale de la chaîne, notamment chez les Aït Mdioual. Ils ont eu encore pour effet de provoquer, au Sud de la haute chaîne, des éruptions volcaniques, dont les phénomènes grandioses édifiaient, par l'accumulation formidable des laves et des produits de projections trachytiques, andésitiques et phonolitiques, l'appareil du volcan du Siroua.

Il est permis de mettre en parallèle les deux époques permienne et néogène, au point de vue des phénomènes dynamiques qui se sont produits dans les régions marocaines qui nous occupent. Les mêmes fractures et les mêmes manifestations volcaniques se sont associées à ces deux époques, si éloignées l'une de l'autre, pour laisser dans la grande chaîne du Haut Atlas la marque des événements les plus importants de son histoire géologique.

Vue d'ensemble sur la chaîne. — Les observations qui nous ont permis de faire l'essai de synthèse du Haut Atlas occidental pourront nous servir à jeter quelque lumière sur la structure du Haut Atlas

oriental. Mais nous n'aurons guère ici que des documents topographiques, rapportés par les quelques explorateurs qui ont traversé cette partie de la chaîne, et de très rares documents géologiques.

Tout ce qu'il m'est possible d'affirmer, d'après mes observations, c'est que les sédiments du Carbonifère inférieur, surmontés des couches rouges permo-triasiques, s'étendent au delà du méridien de Demnat, et que l'analogie de faune et de faciès des dépôts dinantiens dans cette région des Aït Iguernan par rapport à ceux de la région de Béchar permet d'entrevoir une continuité stratigraphique sur une distance d'environ 450 km. à vol d'oiseau. J'ai pu observer, en outre, le prolongement vers le cœur du Haut Atlas des plis tertiaires à couverture jurassique qui descendent du Massif Central du Haut Atlas occidental.

L'étude des échantillons rapportés par M^r de Segonzac de son voyage en 1905 et leur repérage sur l'itinéraire de cet explorateur permettent, malgré la rareté de ces documents, quelques déductions intéressantes.

La vallée de l'Oued el Abid est, depuis le sommet jusqu'à son débouché dans la plaine, creusée dans des reliefs à couverture jurassique. Elle met à nu, dans sa partie basse, des dépôts rouges avec gypses, qui doivent représenter le Permo-Trias. En amont de la Zaouïa d'Ahansal, la vallée fait affleurer des roches volcaniques, des andésites et des diabases, vraisemblablement de cet âge.

Entre les sources de la Moulouïa et la plaine du Ferkla, M^r de Segonzac a traversé, — sur une cinquantaine de kilomètres seulement, qui représentent la largeur du Haut Atlas, à vol d'oiseau, — une série de très grandes arêtes à peu près parallèles et dirigées NE-SW. La ride centrale s'élève à environ 4000 m. au Djebel Maasker, et la ride méridionale atteint 4250 m. à l'Ari Aïach. Ces rides correspondent à trois grands plis anticlinaux à couverture jurassique, à noyau liasique et permo-triasique, et il n'est pas douteux que les axes de ces plis ne soient, à l'Ouest du méridien du Djebel Aïach, inclinés vers le Sud-Ouest, tandis que, au delà du chemin de Fez au Tafilelt par Kasba el Makhzen, les plis du Haut Atlas oriental s'abaissent rapidement vers les confins algéro-marocains, pour aller s'ennoyer sous les dépôts néogènes continentaux, pliocènes ou pontiques. Il en résulte que, de même que dans la partie occidentale du Haut Atlas, le Haut Atlas oriental peut être considéré comme un vaste bombement anticlinal à couverture jurassique, sillonné de plis droits ou déversés, qui courent sur de vastes étendues.

Ainsi, tout en faisant la part des incertitudes qui règnent sur des contrées aussi peu étudiées, le Haut Atlas nous apparaît comme composé de deux parties tectoniquement distinctes, chacune formée d'un vaste bombement anticlinal à couverture jurassique et à noyau ancien,

séparées par une zone synclinale située à l'Est du méridien de Demnat.

Ces déductions me conduisent à remettre en question une division du Haut Atlas marocain en deux ailes par J. Thomson. J'ai déjà montré comment il fallait renoncer à la conception de l'illustre explorateur, parce qu'elle était basée sur des observations géologiques insuffisantes ou entachées d'erreur¹. Il faut abandonner la considération d'une aile occidentale ancienne, à laquelle nous avons donné une autre signification (Massif Central), et d'une aile orientale récente, tandis qu'il sera possible, plus tard, de séparer dans la haute chaîne les deux aires tectoniques que nous venons de définir, et qui permettront de distinguer un Haut Atlas occidental et un Haut Atlas oriental.

Le Haut Atlas marocain ne constitue pas, dans le Nord africain, un massif complètement isolé; il appartient, en réalité, à une suite de reliefs qui se relie de la Grande Syrte à l'Atlantique par une série continue, bien que ses plis disparaissent parfois, ennoyés sous des dépôts plus récents ou encore sous les mers actuelles.

Dans l'Ouest, il est impossible, ainsi que je l'ai déjà fait ressortir par mes observations, de limiter la haute chaîne aux sommets qui dominent le col des Bibaoun. L'Atlas se poursuit, en réalité, jusqu'à la mer, avec une descente rapide des axes de ses plis tertiaires jusqu'au cap Rhir et à Agadir n Irir, ainsi que je l'ai soutenu à la suite de mon premier voyage au Maroc². J'ai rapporté d'un voyage plus récent, en 1909, l'impression très nette que les anticlinaux néogènes plongent sous l'Océan entre le cap Rhir et la forteresse d'Agadir, pour se relever aux îles Canaries³. J'ai observé, au cours de cette dernière expédition, tout le long de la côte, entre Mogador et Agadir, des grès tertiaires à *Ostrea crassissima*, qui sont antérieurs aux plis néogènes de la région. De plus, la bande plaisancienne qui borde le littoral dans ces contrées se relève depuis Mogador sur le pli du cap Rhir, tandis que ce terrain se montre également plissé en dehors de la chaîne principale. Il en résulte que, si le grand effort de plissement du Haut Atlas remonte, ainsi qu'il est assez probable, au Miocène, comme dans les Alpes, les mouvements se sont prolongés jusqu'à une époque qu'il est actuellement impossible de préciser, mais qui est post-plaisancienne. Cela nous conduit à penser que l'effondrement du chenal qui sépare le continent africain de l'archipel canarien doit être d'une date très récente : post-plaisancienne, c'est-à-dire quaternaire. Une

1. LOUIS GENTIL, *Contribution à la géologie et à la géographie physique du Maroc* (*Annales de Géographie*, XV, 1906, p. 143 et suiv.).

2. Id., *ibid.*, p. 142 et suiv.

3. Voir : *Compte rendu sommaire séances Soc. Géol. de Fr.*, 21 févr. 1910, p. 26-27; — M^{re} DE SEGONZAC, *Au Cœur de l'Atlas, Mission au Maroc 1904-1905*, Paris, 1910, p. 766.

étude minutieuse des sédiments qui bordent le littoral atlantique dans le Sud marocain, d'une part, dans les îles Canaries, de l'autre, permettra, sans doute, de préciser ces phénomènes. Elle sera, en outre, de nature à jeter quelque lumière sur le morcellement du continent effondré sous l'Océan, et dont les débris, comme le groupe insulaire espagnol, pourraient appartenir à l'*Atlantis* de Platon, si toutefois l'histoire de l'*Atlantis* et des Atlantes n'est pas un mythe.

Quoi qu'il en soit, l'ennoyage des plis de l'Atlas au delà du continent noir établit, par les Canaries, les îles du Cap Vert et les Antilles, la liaison entre les plis tertiaires du géosynclinal secondaire méditerranéen et ceux de l'Amérique centrale et septentrionale, marquant les vestiges de la *Tethys* d'Ed. Suess, sur l'emplacement de laquelle s'est édifiée la grande chaîne circumterrestre qui comprend les Alpes.

Dans l'Est, l'Atlas Saharien se trouve, malgré les apparences, sur le prolongement du Haut Atlas.

Nous savons, d'après les importantes recherches de M^r E. Ritter dans le Djebel Amour et les monts des Oulad Nail, appuyées par la remarquable thèse de M^r G.-B.-M. Flamand sur le Sud Oranais et le beau travail de M^r Roux sur la tectonique du Sud Tunisien, que l'Atlas Saharien n'est pas constitué par une chaîne proprement dite, mais par une série de massifs juxtaposés, qui s'échelonnent en escalier entre la Syrte et le Maroc. Ces massifs, assez improprement appelés amygdaloïdes par M^r E. Ritter, sont formés de faisceaux de grands arcs de plis, qui naissent en coulisse dans les régions tranquilles du Sahara septentrional. Or cette disposition, constante sur la bordure des régions désertiques algériennes et tunisiennes, se répète encore plus à l'Ouest, à la lisière du Maroc. La séparation qui semble exister entre le massif des Ksour et le Haut Atlas oriental, dans les confins algéromarocains, et qui semblerait interrompre la continuité des deux reliefs comme par un décrochement horizontal, n'est qu'apparente. En réalité, des plis très simples, qui naissent en coulisse au Sud du Haut Atlas oriental, vont relayer les plis septentrionaux du massif des Ksour. La même disposition de faisceaux de plis tertiaires se montre à l'Ouest de la zone littorale, ainsi qu'il résulte de mes recherches. Le pli d'Agadir et celui du cap Rhir s'infléchissent à partir du bord de la mer, pour aller relayer ceux des contreforts septentrionaux crétacés de la grande chaîne, au bord de la plaine de Marrakech.

Malheureusement, entre les deux extrémités du Haut Atlas, les documents manquent pour me permettre d'affirmer de façon définitive que ce grand massif reflète, dans toute son étendue, la structure de l'Atlas Saharien. Mais je suis porté à croire que les plis tertiaires qui surgissent des plaines crétacées du Draa peuvent se poursuivre à travers la haute chaîne, pour aller rejoindre les anticlinaux du versant septentrional, dans la haute Moulouïa, ce qui viendrait appuyer la

division, que j'ai été conduit à admettre dans la grande chaîne, en deux parties tectoniquement distinctes et formant deux massifs séparés par une zone synclinale.

Il est curieux de constater, en outre, que le Haut Atlas marocain est très élevé au-dessus des plateaux secondaires qui l'encadrent, de même que le massif de Gafsa-Négrine, décrit par M^r Roux, se dresse à plus de 1200 m. au-dessus des plaines désertiques. Au contraire, dans l'intervalle, le Djebel Amour n'offre que des saillies de moins de 580 m.

II. — LA MESETA MAROCAINE.

Ce que nous savons des terrains paléozoïques du Haut Atlas occidental se retrouve ailleurs chez les Zaïr et les Chaouïa, où affleurent le Silurien et le Dévonien, peut-être aussi le Carbonifère, à coup sûr le Permo-Trias.

Mes propres observations sur la chaîne post-carbonifère sont ici particulièrement instructives. Des saillies de roches dures (*sokhrat*), constituées par des quartzites siluriens ou dévoniens émergeant de schistes ou de grauwackes, donnent une image particulièrement saisissante de l'allure des « Altaïdes africaines » dans ces contrées. Les plis de cette chaîne primaire, que nous avons vus s'épanouir en éventail au Sud du Haut Atlas, se poursuivent plus au Nord, avec une direction sensiblement Nord-Nord-Est; puis, au cœur du pays des Chaouïa, la chaîne carbonifère se bifurque, par virgation de ses plis, en deux branches, l'une prenant une direction armoricaine Nord-Nord-Ouest, avant d'aller s'effondrer sous les eaux de l'Océan, l'autre s'étalant avec une direction varisque Nord-Est chez les Zaïr et les Zaïan, jusque dans les contreforts du Moyen Atlas.

La Meseta marocaine offre les vestiges les mieux caractérisés de l'arasement de la chaîne carbonifère vers la fin des temps primaires ou à l'aurore de l'ère secondaire. C'est là que j'ai observé, près du gué de Mechra ech Chaïr, sur l'Oum er Rebia, les dépôts du Trias supérieur et du Rhétien, en couches horizontales reposant sur la tranche des sédiments paléozoïques. Ce qu'il y a de plus intéressant encore, c'est de voir que les dépôts crétacés qui sont venus recouvrir le Rhétien par une transgression turonienne et cénomaniennne, puis les sédiments néogènes sont demeurés horizontaux, malgré d'importantes lacunes, comme celle du Jurassique et du Crétacé inférieur. Il en résulte que la Meseta marocaine, contrairement à ce que nous avons vu dans l'Atlas, n'a subi aucun plissement sensible depuis la fin de l'ère paléozoïque. A partir de cette époque lointaine, les phénomènes orogéniques ont laissé place aux phénomènes épeirogéniques, et au régime plissé par excellence des Altaïdes marocaines a succédé

un régime tabulaire, pendant l'immense durée des temps secondaires et tertiaires. Telle est la caractéristique principale de la Meseta marocaine, comparable, au point de vue géologique, à la Meseta ibérique, ou Plateau Central espagnol, ainsi que Theobald Fischer en a eu le premier l'idée.

Nous nous trouvons, dans cette région du Maghreb, en présence d'un compartiment de la lithosphère qui n'a plus subi les effets d'écrasement des poussées latérales, mais seulement des oscillations et des mouvements de bascule, alternativement positifs et négatifs, par rapport au niveau des mers secondaires ou tertiaires. Ce pilier résistant de l'écorce terrestre a ainsi joué, pendant une très longue durée des temps géologiques, le rôle d'un horst, tel que le comprend Ed. Suess, horst né du morcellement de la chaîne hercynienne, compartiment immuable de l'immense réseau tracé par la dislocation, après arasement, de cette puissante ride montagneuse.

A ce point de vue, la Meseta marocaine est comparable au plateau saharien, où la pénéplaine primaire a été recouverte en transgression par le Cénomaniens et par des couches lagunaires à Poissons un peu plus récentes. C'est là que M^r G.-B.-M. Flamand a, pour la première fois, signalé des traces de plissements hercyniens¹. Il en résulte que les sédiments secondaires qui se sont formés sur l'emplacement actuel du Haut Atlas se sont déposés entre ces deux horsts, et il suffit d'admettre que ces derniers ont subi, l'un par rapport à l'autre, des déplacements relatifs pour expliquer les mouvements orogéniques dont nous avons suivi les épisodes dans l'Atlas, probablement dès l'aurore de la période crétacée.

Nous avons vu à quelle simplicité de forme se réduisent les plis tertiaires du Haut Atlas, qui donnent à ces « Altaïdes posthumes », suivant l'expression d'Ed. Suess, une structure qui les rapproche du Jura plutôt que des Alpes. Mais une question se pose, celle de savoir de quel côté se trouve l'avant-pays de l'Atlas : il est de toute évidence que cet avant-pays est le plateau saharien. C'est donc vers le Sahara que se serait produit un chevauchement des plis du Haut Atlas, si les mouvements orogéniques tertiaires avaient été suffisamment énergiques. Et je suis convaincu que les anticlinaux à couverture jurassique accusent, dans l'Atlas oriental, un déversement vers le Sud, alors que j'ai signalé, à l'extrémité occidentale de la chaîne, surtout dans la zone littorale, un déversement en sens contraire. La région tabulaire de la Meseta marocaine montre, en effet, au Nord-Ouest de l'Atlas, une série de brachyanticlinaux déversés vers le Nord-Ouest, et ce phénomène, notamment accusé au Djebel el Hadid,

1. G.-B.-M. FLAMAND, *Une mission d'exploration scientifique au Tidikelt : aperçu général sur les régions traversées* (*Annales de Géographie*, IX, 1900, p. 233-242; carte, pl. ix).

au Nord de Mogador, m'a fait dire que les plis récents du Haut Atlas ont une tendance à venir s'écraser contre la Meseta marocaine. Mais j'expliquerai maintenant ce phénomène par un rejet des plis, tandis que j'avais d'abord envisagé une poussée vers l'avant-pays, que je plaçais au Nord du Haut Atlas.

Un déplacement relatif assez faible de la Meseta marocaine par rapport au plateau saharien a suffi pour produire les plis de l'Atlas, parce qu'ils sont formés d'anticlinaux et de synclinaux largement étalés, et que les chevauchements sont à peu près complètement absents dans la chaîne. Un simple mouvement de bascule du plateau occidental marocain suffirait pour expliquer le rétrécissement correspondant des dépôts secondaires. Or, si l'on examine dans son ensemble les altitudes auxquelles se trouvent actuellement portés les différents points de la pénéplaine primaire de la Meseta marocaine, on se rend compte qu'un tel mouvement s'est produit à l'époque néogène. Dans le pays des Zaïr, on voit le soubassement primaire des dépôts crétacés à des altitudes de 700 à 800 m., tandis que le plateau d'Oulmès, traversé par de Foucauld chez les Zaïan, et situé plus au Nord, s'élève, d'après lui, à 1 290 m.; or il est formé par la pénéplaine primaire, recouverte par une faible épaisseur de sédiments plus récents. Au contraire, si l'on se porte vers le Sud, on voit que les terrains crétacés se trouvent, au Nord des Djebilat, chez les Rehamna, à des hauteurs comprises entre 400 et 500 m., et que, dans le Haouz de Marrakech, les horizons les plus élevés du Crétacé, parfois surmontés de la base de l'Éocène (Raïat, Ang el Djemel), ne dépassent guère la cote 500. Étant donnée l'épaisseur importante du Secondaire dans le Sud Marocain, la pénéplaine primaire, dans cette région, serait à une profondeur de plus de 500 m. au-dessous du niveau de la mer.

Ce mouvement de bascule n'est pas étranger non plus à l'existence des fractures longitudinales du versant septentrional de la chaîne, dont le faisceau correspond à une dénivellation considérable par rapport au niveau de la plaine du Haouz. Il semble aussi que le fait que la Meseta marocaine se trouve, au Nord du Haut Atlas, à une altitude notablement inférieure à celle du niveau du soubassement primaire du plateau saharien, suffise à expliquer le déversement des anticlinaux à couverture jurassique ou crétacée dans la zone littorale, entre le cap Rhir et l'Oued Tensift.

III. — L'ANTI-ATLAS.

Le nom d'Anti-Atlas a été donné par Hooker, pour rappeler les relations du Haut Atlas avec la chaîne qu'il désigne ainsi par suite de l'analogie des rapports du Liban et de l'Anti-Liban; mais ce voya-

geur reconnaît que cette analogie n'est pas complète. Nous conservons, néanmoins, la dénomination d'Anti-Atlas, parce qu'elle est consacrée par l'usage, bien qu'elle n'ait pas plus de signification, au point de vue tectonique, que celle d'Anti-Liban, d'Anti-Caucase et d'Anti-Taurus.

Si l'on est d'accord sur la dénomination de cette chaîne méridionale, il semble qu'on l'ait moins été quant à son étendue, puisque R. de Lannoy de Bissy la limite au massif montagneux qui la réunit au Haut Atlas (le Djebel Siroua), tandis que J. Chavanne incorporait à l'Anti-Atlas le Djebel Sarro. C'est ainsi que les géographes ont depuis figuré sur leurs cartes l'Anti-Atlas comme partant de l'Atlantique, pour aboutir au delà du Tafilelt, au Nord de Kenadsa, et se joignant avec le Haut Atlas par une chaîne transversale, au Djebel Siroua. Mais il résulte de mes observations dans la région des hautes vallées du Draa et du Sous et de la lecture attentive des récits de tous les voyageurs qui m'ont précédé que l'Anti-Atlas comprend deux parties distinctes. La première se détache du Haut Atlas par une série de contreforts, comprenant le plateau des Aït Khzama et le volcan du Siroua, pour décrire une courbe vers l'Ouest-Sud-Ouest, par une crête continue, qui, depuis le Djebel Fidoust (2 000 m. environ), s'abaisse vers le Tazeroualt, paraissant offrir les caractères d'une véritable chaîne, à laquelle nous réserverons le nom d'Anti-Atlas de Hooker. La seconde se poursuit, à partir de Tizin Haroun, chez les Zenaga, vers l'Est-Nord-Est, sous la forme d'un plateau, dont l'altitude moyenne de 2 000 m. va en décroissant aux abords de l'Oued Ziz et doit se prolonger au delà; c'est ce que j'ai appelé les plateaux du Draa et du Tafilelt.

Anti-Atlas. — Examinons d'abord l'Anti-Atlas proprement dit. Les documents géologiques sur cette chaîne sont malheureusement rares; mais il me semble possible, à la lumière des précieux documents rapportés par les explorateurs Rohlfs, de Foucauld, de Segonzac, O. Lenz, Panet, Camille Douls, Jannasch et Gatell, de donner une première idée de sa structure, en partant de la région du Djebel Siroua.

Une plate-forme, constituée de schistes paléozoïques, de schistes cristallins traversés par des roches granitiques et de grès bruns que j'ai placés dans le Dévonien (les grès de Tikirt), forme le soubassement des déjections acides et alcalines du Siroua. Les plissements hercyniens du Haut Atlas se poursuivent, à travers cette pénélaine, dans les Aït Khzama, faisant partie de faisceaux en éventail dont nous avons déjà parlé, et il est indiscutable que la branche occidentale de ce faisceau de plis carbonifères se poursuit vers le Sud-Ouest, c'est-à-dire suivant l'axe de la chaîne tournante de l'Anti-Atlas. Il est probable que les formations paléozoïques se poursuivent sur une partie de la crête, par le Djebel Fidoust. La belle description de l'itinéraire de de Foucauld à travers la chaîne, depuis la plaine du Draa jusqu'à

la vallée du Sous, par le Tizi Iberkaken, est fort instructive. Bien que complètement dépourvue d'indications géologiques, elle montre que l'Anti-Atlas offre, suivant cette route, un profil en escalier sur ses deux versants. Ces données, rapprochées des observations que j'ai pu faire de Taroudant, m'engagent à considérer la vallée du Sous comme une vallée symétrique, la structure du flanc septentrional de l'Anti-Atlas répétant celle des avant-monts du Haut Atlas de l'autre côté de la plaine du Sous, chez les Aït Igges, les Aït Yous, etc. D'autre part, l'existence d'un plateau cénomancien près de Tiznit, d'après M^r Brives, et le prolongement certain de ce plateau à couverture calcaire et soubassement de grès bigarrés du Crétacé inférieur dans le Tazeroualt (ainsi qu'il résulte des observations de Lenz, Panet, Douls) montrent que l'Anti-Atlas offre, de même que le Haut Atlas, un abaissement d'axe de la chaîne vers le bord de la mer.

Le revers Sud de la chaîne paraît se comporter de la même façon que le flanc Nord. A l'Ouest et à l'Est de l'itinéraire de de Foucauld s'étend encore, chez les Ida ou Izid et les Aït Jellal, une plate-forme dont la signification tectonique paraît être la même que celle du versant du Sous, et qui semble se relier aux plateaux crétacés décrits par Lenz, Panet, Jannasch, dans la vallée du Draa. De sorte que nous sommes portés à voir, de ce côté, s'établir, par une série de failles ou de flexures du flanc méridional crétacé de l'Anti-Atlas, la continuité avec les plateaux crétacés horizontaux de la vallée du Draa, de même que nous avons vu le Crétacé des avant-monts septentrionaux du Haut Atlas se relier au Crétacé tabulaire du Haouz de Marrakech et, par suite, à la Meseta marocaine. Or il est indiscutable que la basse vallée du Draa, qui est formée d'un soubassement primaire hercynien recouvert par le Crétacé transgressif tabulaire, fait partie du plateau saharien. Si donc cette interprétation, qui conserve une part d'hypothèse, était confirmée, nous devrions comprendre, avec le Haut Atlas occidental, sa chaîne parasite, l'Anti-Atlas, dans l'idée que nous nous sommes faite de la genèse de la première par une compression de ses sédiments entre la Meseta marocaine et le plateau saharien. Dans cette conception, la vallée du Sous serait comme effondrée entre le Haut Atlas et l'Anti-Atlas.

Quelle que soit la part qu'il faille accorder à l'hypothèse dans l'interprétation que nous venons de donner de la structure encore assez problématique de l'Anti-Atlas, il n'en demeure pas moins certain que la ligne de crêtes qui part du Haut Atlas et du Djebel Siroua, pour s'abaisser vers le Tazeroualt, appartient à une véritable chaîne.

Les plateaux du Draa et du Taflelt. — Voyons maintenant la série des reliefs que J. Chavanne avait incorporés à l'Anti-Atlas, au delà du Tizi n Haroun.

Il semble bien que la chaîne que nous venons d'examiner doive être limitée aux « grès de Tikirt », que j'ai placés, avec quelques légers doutes, dans le Dévonien; au delà, s'étendent le désert de Tarouni et le Djebel Tiferin; puis, entre l'Oued Draa et l'Oued Ziz, le plateau que les indigènes désignent sous le nom de Djebel Sarro.

Ces régions sont très peu connues, mais les descriptions des quelques explorateurs qui les ont traversées : Rohlf, de Foucauld, de Segonzac, s'accordent pour montrer une série de reliefs plats, de 2000 m. d'altitude en moyenne, s'étendant à de grandes surfaces, mais n'offrant plus, comme l'Anti-Atlas sur son versant septentrional, une avant-chaîne que nous avons envisagée comme un plateau crétacé. Ces reliefs sont arrêtés, sur leur rebord méridional, par un escarpement souvent abrupt qui regarde le Sahara. Chez les Aït Seddrat, on se trouve au bord d'un plateau très étendu, surmonté d'un autre plateau plus étroit atteignant son maximum d'altitude au Tizi Trik Iril n Oittob (2280 m.). A l'Est du Todrha, en approchant du Tafilelt, le Djebel Sarro diminue rapidement de hauteur. Il se poursuit au delà de l'Oued Rheris et de l'Oued Ziz, par la Hammada, vers Bou Denib et Kenadsa, dans les confins algéro-marocains.

Aucun document géologique, pas même lithologique, ne permettrait de donner à ces reliefs une interprétation tectonique, si l'allure des couches de la plaine de Haskoura et de Tikirt et le parallélisme étroit que j'ai pu établir entre ces régions et celle du Haouz de Marrakech ne m'autorisaient à conclure, avec une très grande vraisemblance, à l'architecture tabulaire du Djebel Sarro.

On ne peut être plus favorisé que je ne l'ai été dans mon voyage au Siroua, pour se faire une idée d'ensemble sur la structure de ces immenses étendues désertiques, parce que, en partant du col de Telouet, j'ai atteint la plaine de Tikirt par le plateau d'Ounila, tandis que j'avais déjà approché la plaine de Haskoura, plus à l'Est, chez les Aït Merran.

Le plateau d'Ounila est constitué par le Crétacé, formé d'assises légèrement inclinées vers la plaine. Il est couronné par l'entablement des calcaires cénomaniens et montre, dans les coupures profondes de l'Asif Imarhen, les dépôts arénacés et gypseux du Crétacé inférieur. En approchant de la plaine, on voit les couches prendre une horizontalité parfaite, sauf de très légers anticlinaux, puis le Crétacé inférieur s'étale dans les parties basses des plaines, s'appuyant en transgression, à Tikirt, sur les grès bruns dévoniens, et recouvrant les grandes plaines des Aït Zaïneb, de Ouarzazat, de Haskoura, pour se perdre vers l'horizon immense de ces régions désertiques. Ça et là se montrent de petits plateaux, aux flancs escarpés, couronnés par les calcaires cénomaniens, et constituant des *gour* identiques à ceux qui existent dans la plaine du Haouz de Marrakech, et

l'on voit nettement à l'horizon les plateaux du Djebel Tifernin et du Djebel Sarro se placer rigoureusement sur le prolongement de ces témoins tabulaires, qui apparaissent comme les témoins minuscules d'une grande table déchiquetée par l'érosion au pied des flancs ravinés de l'Atlas.

J'ai été ainsi amené à détacher de l'Anti-Atlas, chaîne plissée, cette série de reliefs, d'architecture tabulaire, que j'ai désignés sous le nom de « Plateaux du Draa et du Tafilelt ».

Le Djebel Bani. — Le vicomte de Foucauld a distingué, parmi les chaînes marocaines, une longue file de collines étroites, peu élevées, commençant, à l'Océan, au Nord de l'Oued Noun, se prolongeant au delà de l'Oued Draa, pour se continuer sur d'immenses étendues jusqu'aux approches du Tafilelt, et que les indigènes désignent sous le nom de Djebel Bani.

Cette prétendue chaîne se développe plus ou moins parallèlement à l'Anti-Atlas et à la falaise méridionale du plateau du Sarro, sur une étendue de plus de 600 km. Elle est recoupée, en une dizaine de points, par des gorges qui laissent passer des cours d'eau, le plus souvent des affluents de droite de l'Oued Draa, et que les indigènes appellent des *kheneg*.

On ne sait rien de la géologie du Djebel Bani, à part l'observation de de Foucauld, qui y signale un « grès calciné ». Mais ce grès calciné peut être accompagné de calcaire, car la « patine du désert » est commune à toutes les roches sédimentaires ou cristallines de ces régions brûlées. Je serais plus disposé à admettre que les grès de Tissint de de Foucauld sont crétacés, et qu'ils forment le prolongement vers l'Est des grès observés par Panet et Jannasch à sa terminaison occidentale, où ils sont accompagnés des calcaires de la série crétacée. Un seul fait me semble acquis, en ce qui concerne la structure du Djebel Bani : c'est que cette interminable colline est plissée ; je m'en suis assuré d'après les nombreuses photographies rapportées par M^r de Segonzac de son voyage au Sud de l'Atlas.

On se demande quelle peut être, dans le système de l'Atlas, la signification de cette chaîne étroite, de 1 à 2 km. de largeur seulement, qui serpente dans les grandes plaines du Draa et du Tafilelt, sur une étendue de près de 700 km. Je n'en vois pas d'autre que celle d'une ride anticlinale s'élevant dans le régime tabulaire des couches crétacées. Cette interprétation simple d'un relief qui ne peut être compliqué s'est fortifiée, depuis que je l'ai émise, par les documents que j'ai étudiés avec soin, notamment par ceux qu'a consignés M^r de Segonzac dans son bel ouvrage : *Au Cœur de l'Atlas*. Il semblerait que le Crétacé du bord septentrional du plateau saharien se soit comporté comme celui du bord méridional de la Meseta marocaine,

c'est-à-dire que les mouvements orogéniques tertiaires qui ont plissé le Haut Atlas et sa chaîne parasite, l'Anti-Atlas, aient eu, au Sud comme au Nord, la même répercussion dans les couches secondaires horizontales qui doivent exister dans la vallée du Draa. Je verrais très volontiers dans le Djebel Bani un anticlinal analogue à ceux du Bou Zergoun, du Mramer, du Djebel el Hadid, etc., qui, dans le Haouz de Marrakech, surgissent du Crétacé tabulaire et se montrent sensiblement déversés sur la Meseta marocaine. La seule différence résiderait dans la longueur démesurée de l'anticlinal de la plaine du Draa, tandis que nous avons vu les rides de la plaine septentrionale du Haut Atlas formées d'anticlinaux très courts, parfois même de dômes. Mais l'analogie ne serait pas moins parfaite, si l'hypothèse que nous venons d'envisager était confirmée par l'observation directe.

D'ailleurs, il convient de remarquer que le Bani ne forme pas une suite continue, mais une ligne brisée en plusieurs points, comme à Foug Akka, à Tintazart, à Foug Zguid, à Foug Takkat, etc., et il est possible qu'il ne constitue pas un seul anticlinal, mais une file d'anticlinaux.

Il est bon de remarquer encore que cette étroite suite de reliefs n'est pas l'unique ruban montagneux qui se développe dans les régions du Draa et du Taflelt. Au Sud-Est de l'Oued Draa, il semble qu'il y en ait une autre, qui s'étendrait sur une grande longueur dans l'Erg Marir, chez les Aït Atta. Il en est même un qui se développe presque parallèlement au Bani et qui a été recoupé par René Caillié, puis, en 1862, par Rohlfs, au Djerf Hammou Allal. Il n'est pas douteux qu'il y ait d'autres rides encore insoupçonnées, dans ces régions désertiques si peu explorées.

Quelle que soit la justesse de l'interprétation hypothétique que nous venons de donner de la structure du Djebel Bani, il me paraît impossible de laisser à cette suite de collines l'importance qui lui a été donnée, après les voyages de Foucauld, dans le système de l'Atlas marocain. Les géographes qui ont utilisé avec tant de profit, à l'exemple de M^r Paul Schnell, les itinéraires et le texte si nourri de l'illustre explorateur, ont exagéré l'importance de cette suite de reliefs, qui doit être considérée comme un accident d'ordre tout à fait secondaire, de même que les rides du Haouz de Marrakech, qui n'ont pourtant jusqu'ici jamais frappé ceux qui se sont occupés de la géographie physique du Nord Africain.

IV. — LE MOYEN ATLAS.

Il résulte des récits de voyages et des levés d'itinéraires de tous ceux qui l'ont traversé, G. Rohlfs, de Foucauld, J. Schaudt, de Segonzac, que le Moyen Atlas forme une série de crêtes plus ou moins

parallèles, dont l'orientation est comprise entre les directions NE-SW et ENE-WSW.

Dans sa partie la plus méridionale, depuis la plaine de Sidi Rehal jusqu'à la région des sources de la Moulouïa, la chaîne est soudée à celle du Haut Atlas.

La crête qui sépare, au Djebel Amhaouch, la vallée de l'Oued el Abid de celle de l'Oum er Rebia, est en grande partie formée par des terrains jurassiques, ainsi qu'on peut s'en convaincre à la lecture du récit de l'itinéraire de de Foucauld entre Kasba beni Mellal et Ouaouizert. L'itinéraire de de Segonzac entre les sources de l'Oued el Abid et celles de la Moulouïa, très intéressant, est tracé sur des marnocalcaires à *Harpoceras opalinum* du Lias ou pétris de Brachiopodes jurassiques. Il n'est pas douteux que ces couches secondaires forment la couverture d'une série de plis, dont les anticlinaux éventrés laissent affleurer le Permo-Trias, formé de grès et de gypse ou des roches volcaniques qui les accompagnent. Et l'Oued el Abid, entre Inguert et la Zaouïa d'Ahansal, semble bien couler au fond d'une vallée anticlinale. On doit se trouver aussi au centre d'un autre pli entre Tanooufi et les gorges de Titelouïn n Atta.

Aussi est-il prématuré d'affirmer que « le Moyen Atlas et le Haut Atlas sont séparés par une vallée orientée suivant la bissectrice de l'angle formé par les deux chaînes, et dont la direction prolonge la haute vallée de la Mlouya »¹, puisque la vallée de l'Oued el Abid, à laquelle il est fait allusion, intéresse plusieurs plis tertiaires, dont le plus méridional fait indiscutablement partie du Haut Atlas. La séparation des deux grandes chaînes doit être conçue différemment par la virgation des plis tertiaires du Haut Atlas, qui doivent se détacher de la haute chaîne dans une zone qui reste indéterminée. Rien ne dit qu'à Demnat on ne se trouverait pas déjà dans le Moyen Atlas. D'ailleurs, en partant de l'idée que nous sommes en droit de nous faire d'un Haut Atlas composé de deux massifs distincts, on se trouverait de ce côté dans la zone synclinale de séparation de ces deux massifs, et il est encore possible que des plis nés en coulisse dans la région du Draa puissent, par une double inflexion, se prolonger dans le Moyen Atlas. Aussi le problème de la séparation des deux grandes chaînes de l'Atlas demeure-t-il entier.

Au delà du Djebel Amhaouch, on se rend compte, d'après les itinéraires, que le Moyen Atlas s'épanouit en une série de rides jusqu'au contact des dépôts miocènes, entre Taza et le Djebel Keddamin, vers la Moyenne Moulouïa.

La route suivie par Rohlf s en 1864, à peu près reprise par M^r de Segonzac en 1901, entre la plaine des Beni Mtir et la haute vallée de

1. M^{re} DE SEGONZAC, *Au Cœur de l'Atlas*, p. 40.

la Moulouïa, est très instructive. Jusqu'aux approches d'Azrou, on demeure dans la région jurassique d'architecture tabulaire, qu'il m'a été donné d'observer à Kasbat el Hadjeb, et qui s'étend chez les Beni Mtir et les Beni Mguild. Puis l'Ari Boudaa, qui fait suite à l'Ari Bougader, offre une muraille de 700 m. de hauteur, au pied de laquelle M^r de Segonzac a recueilli des roches volcaniques, qui appartiennent très vraisemblablement aux formations permo-triasiques. Je ne serais pas surpris qu'on se trouve, en cet endroit, en présence d'une faille à grande dénivellation, qui serait l'analogue de la faille bordière que nous avons vue limiter le massif central du Haut Atlas dans l'Ouest. Depuis l'Ari Boudaa jusqu'à la vallée de la Moulouïa, la chaîne offre une série de crêtes plus ou moins rectilignes, et l'on est frappé de voir, en repérant soigneusement sur son itinéraire les échantillons rapportés par M^r de Segonzac, que, partout où ce voyageur a recoupé ces arêtes, affleurent des roches anciennes (des schistes, des grès paléozoïques ou, plus fréquemment, des grès rouges avec gypse et roches volcaniques du Permo-Trias)¹, qui doivent être considérées comme appartenant aux noyaux des plis anticlinaux. Ailleurs, sur les flancs de ces plis ou dans le fond des synclinaux, ce sont des marno-calcaires et des calcaires dolomitiques, renfermant parfois des débris de fossiles plus ou moins déterminables, mais toujours d'âge jurassique. On est ainsi à peu près assuré que le Moyen Atlas, le long de la route du Tafilelt, est formé de rides tertiaires à couverture jurassique, de même que le Haut Atlas oriental.

La vallée de la Moulouïa, du moins à partir de Kasbat el Makhzen, se trouve à la limite Sud-Est du Moyen Atlas et, à partir de la chaîne, subit un redressement vers le Nord, prenant une direction SW-NE. Elle paraît constituée par trois rides principales : la plus centrale semble prolonger le Djebel Amhaouch par le Djebel Bou Iblan, le culminant de la chaîne (4 000 m. env.), pour s'épanouir dans la Moyenne Moulouïa ; la plus septentrionale forme le prolongement de l'Ari Boudaa de la région d'Azrou, pour constituer, dans le Nord-Est, le promontoire de Taza ; enfin, la ride méridionale va se terminer au delà du Djebel Keddamin, à l'entrée de la Moyenne Moulouïa, sur la rive gauche du fleuve. Il n'est pas douteux que, dans cette région septentrionale du Moyen Atlas, les plis tertiaires sont le plus souvent formés dans les dépôts jurassiques, et que leurs noyaux sont permo-triasiques ou formés de schistes paléozoïques avec roches granitiques, comme au promontoire de Taza.

Au point de vue stratigraphique, nous devons donc nous attendre à voir dominer, dans le Moyen Atlas, les dépôts jurassiques, sans exclure cependant les sédiments crétacés, sur lesquels nous n'avons encore

1. M^r DE SEGONZAC, *Voyages au Maroc (1899-1901)*, Paris, 1903, Détermination des échantillons géologiques, par E. FICHEUR, p. 345-352.

aucun document. Au point de vue tectonique, nous ne pouvons nous livrer qu'à des suppositions. Mais, quelque surprise que puisse nous réserver dans l'avenir la structure de cette grande chaîne, un fait me paraît désormais indiscutable : les plis du Moyen Atlas s'ennoient sous les dépôts miocènes de la Moyenne Moulouïa et de la région de Taza. J'ai été frappé de voir dans la Moyenne Moulouïa, notamment au gué de Merada, les rides du Moyen Atlas disparaître sous les sédiments néogènes entre la Gada de Debdou et Taza : l'éperon du Djebel Keddamin et celui des Beni Azziz s'enfoncent visiblement sous les dépôts miocènes, légèrement relevés à leur contact. Un golfe miocène pénétrait entre le Keddamin et le Djebel Tirechen, tandis qu'un autre golfe, comblé à la même époque, séparait le Djebel Tirechen du promontoire de Taza.

On remarquera, en outre, à la simple lecture de la carte, l'abaissement rapide des axes des principales rides du Moyen Atlas à leur approche des rives de la mer tertiaire : c'est ainsi que le Djebel Bou Iblan fait une chute de plus de 2 500 m., sur un court espace de 50 km., à partir du Djebel Moussa ou Salah (4 000 m). Et ces brusques inclinaisons d'arêtes montagneuses sont bien d'origine tectonique, puisque les éperons qui s'enfoncent sous les sédiments néogènes se terminent invariablement par les dépôts secondaires (Jurassique), tandis que les sommets sont formés de roches anciennes, ce qui implique que l'abaissement d'axe des plis du Moyen Atlas est, à sa terminaison septentrionale, plus accusé encore que le relief ne semble l'indiquer.

Le vicomte de Foucauld a distingué dans l'Atlas marocain, avec le Djebel Bani, une autre chaîne secondaire, à laquelle il n'a pas donné de nom, et qu'il place au Nord du Moyen Atlas. Elle comprendrait le Djebel Oulmès, au Sud de Meknès, le Djebel Riata et, au delà de la Moulouïa, le Djebel Merguechoum et les monts des Beni bou Zeggou. Mais, bien que l'illustre explorateur français compte cette chaîne parmi les cinq grandes rides qui, d'après lui, constituent l'Atlas marocain¹, il n'est pas bien fixé sur sa composition.

On doit à P. Schnell d'avoir, avec un sens critique remarquable, par l'étude et la comparaison des itinéraires de Rohlf's, d'Ahmed bou Mohammed el Mtioui et de Schaudt, montré que l'opinion de de Foucauld sur l'existence de cette chaîne secondaire septentrionale n'était pas acceptable. J'ai, au cours de mes voyages, touché la prétendue chaîne en plusieurs points : à Kasbat el Hadjeb, dans l'Ouest ; à la Gada de Debdou et chez les Beni bou Zeggou, dans l'Est. Mes observations confirment nettement l'opinion de P. Schnell : la chaîne de de Foucauld est constituée par une série de reliefs ayant des caractères

1. Vicomte CH. DE FOUCAULD, *Reconnaissance au Maroc 1883-1884*, Paris, 1888, p. 101.

tectoniques qui ne permettent pas de les rapprocher, mais qui marquent une limite géographique d'une signification importante, le bord méridional du détroit Sud-Rifain.

Depuis le plateau d'Oulmès, chez les Zaïan, et même depuis le pays des Zaïr, il est possible de suivre, jusqu'au delà de Tlemcen, le rivage des mers miocènes, qui battaient parfois en falaise le rebord septentrional de ces régions émergées. La prétendue chaîne de Foucauld comprend à la fois des reliefs plissés et des plateaux tabulaires. Les premiers appartiennent indiscutablement au Moyen Atlas : c'est le Djebel Riata, qui forme ce que nous avons appelé le promontoire de Taza; le Djebel Tirechen et le Djebel Keddamin, que nous avons considérés comme la terminaison septentrionale de la chaîne centrale de l'Atlas. On ne peut pas dire grand'chose de la bordure du bassin miocène au pied Nord des montagnes des Beni Ouaraïn; mais ce que l'on peut affirmer, c'est que, plus à l'Ouest, depuis Sefrou jusqu'au Djebel Oulmès, s'étend un plateau continu ou séparé en deux parties par la vallée de l'Oued Beht, qui descend de la région d'Azrou vers les plaines tertiaires du Gharb, formant ainsi le plateau d'El Hadjeb à l'Est, celui d'Oulmès à l'Ouest.

Je n'ai vu ce dernier qu'à distance, de Souk el Arba ez Zemmouri; mais je ne doute pas qu'il ne forme le prolongement du plateau d'El Hadjeb vers l'Ouest; d'autre part, il se trouve dominer, au bord de la tribu des Zaïan, la grande pénéplaine primaire que j'ai pu suivre au Nord-Est des Chaouïa, chez les Zaïr, et que j'ai vue s'étendre chez les Zemmour, aux abords de l'Oued Grou. J'ai pu, par contre, examiner de près la structure du plateau d'El Hadjeb. On retrouve dans cette région la succession d'assises marno-calcaires et dolomitiques d'âge jurassique qui surmonte les calcaires du Lias plus au Nord, dans le massif du Djebel Zerhoun; mais à Kasbat el Hadjeb, cette série secondaire se montre en bancs horizontaux ou très légèrement ondulés; autrement dit, elle appartient à une région tabulaire du Jurassique.

Ces terrains secondaires forment un plateau qui se poursuit à perte de vue, dans l'Est par le Djebel Outiki, dans l'Ouest par le Djebel Agouraï, et paraît s'enfoncer vers le Sud sur une cinquantaine de kilomètres, du côté d'Azrou, c'est-à-dire jusqu'au pied du Moyen Atlas. Il n'est pas douteux que ce plateau établit, par le pays des Zaïr, la continuité avec la Meseta marocaine; celle-ci s'étend au moins jusqu'à l'Est de Sefrou, sous les dépôts transgressifs du Miocène, encadrant la chaîne du Moyen Atlas sur son flanc Nord-Ouest, de même qu'elle va s'adosser au Haut Atlas, à son pied septentrional.

Sur la rive droite de la Moulouïa, à partir de la Gada de Debdou, apparaît le régime tabulaire du Jurassique, que nous avons vu s'étendre par les monts des Beni bou Zeggou, des Zekkara, des

Mehaïa, jusqu'aux monts de Tlemcen, qui font partie, on le sait, de la région tabulaire de Saïda. Je ne doute pas que tout ce pays d'architecture tabulaire ne se poursuive dans le Sud-Ouest par le plateau d'Er Rekkam, longé par de Foucauld sur la rive droite de la Moulouïa. Et je considère que la vallée de ce fleuve est creusée à la limite de ces régions tranquilles et de la zone plissée du Moyen Atlas, de sorte que nous voyons cette dernière chaîne encadrée à l'Est comme à l'Ouest par deux régimes tabulaires, celui de la Meseta marocaine d'un côté, celui de la Meseta sud-oranaise de l'autre¹. Cette dernière s'enfonce comme un coin entre le Moyen Atlas et le Haut Atlas oriental.

V. — LE RIF.

On désigne généralement sous ce nom la chaîne côtière qui, depuis la presqu'île de Melilla (Ras Ouark), encadre, au Sud, la Méditerranée occidentale jusqu'au détroit de Gibraltar.

Le Rif constitue, avec le Moyen Atlas, la partie la moins connue du Maroc. Il s'élève depuis le cap des Trois-Fourches jusqu'au Djebel Tiziren, à près de 2 500 m., pour s'incliner ensuite jusqu'au Mont aux Singes, qui domine Ceuta, à l'entrée du détroit.

Nous ne savons que très peu de chose sur le Rif oriental. Les documents recueillis par M^r L. Fernandez Navarro² fournissent de précieuses indications sur la région de Melilla et de Selouen et nous signalent notamment les vestiges d'éruptions andésitiques au cap des Trois-Fourches, au Djebel Gourougou, à l'Atalayón; mais elles ne permettent pas de donner une idée de la structure de cette partie du Maroc. On ne sait absolument rien sur la région centrale du Rif. Nous avons, par contre, quelques données précises sur la structure de la presqu'île nord-marocaine, qui s'avance vers le détroit de Gibraltar et qui comprend le Rif occidental.

J'ai montré comment l'axe de la chaîne entre Tétouan et le Djebel Mouça était jurassique, contrairement à ce que pensait H. Coquand, qui plaçait les calcaires de l'Andjera dans l'Urgonien³, alors qu'ils sont en grande partie liasiques. Cette série secondaire repose sur les schistes et quartzites primaires (Silurien), recouverts par la succession puissante de couches rouges, poudingues, grès et argiles bariolées, du Permo-Trias (cette importante formation avait été confondue par H. Coquand avec l'*Old Red Sandstone*). J'ai pu suivre à la lorgnette, d'un sommet élevé au Sud de Tétouan, la grande extension de ces

1. É.-F. GAUTIER, *La meseta sud-oranaise* (*Annales de Géographie*, XVIII, 1909, p. 328-340, 5 fig.).

2. Voir ci-dessus, p. 132, note 1.

3. H. COQUAND, *Description géologique de la partie septentrionale de l'empire du Maroc* (*Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 2^e sér., IV, 1846-1847, 2^e partie, Paris, 1847, p. 1188-1249; coupes, pl. x).

formations dans la chaîne, et je crois pouvoir affirmer que l'axe du Rif est en grande partie jurassique.

La constitution géologique de la chaîne est différente de part et d'autre de cet axe. Les roches paléozoïques se montrent presque partout du côté de la mer, non seulement les couches rouges et les schistes siluriens, mais des schistes métamorphiques, micaschistes et gneiss, traversés par des intrusions granitiques, comme au Cabo Negro et à la pointe de Ceuta. Vers l'extérieur de la chaîne se montrent les formations récentes, le Crétacé et l'Éocène, qui s'étalent sur de vastes surfaces, recouverts en transgression, à une assez grande distance de la zone axiale, par les dépôts néogènes.

Au point de vue tectonique, j'ai montré comment la disposition en dômes donnait au Rif occidental sa caractéristique principale : le Djebel Kelti (Mont Anna des cartes hydrographiques), le Djebel bou Zeïtoun, le Hafat el Kebira, le Djebel Touaïla, le Djebel Mouça constituent des dômes séparés par des cuvettes synclinales. Cette structure se complique des traces manifestes de poussées vers l'extérieur de la chaîne. J'ai pu, en effet, au cours d'un voyage à Tétouan et Ceuta, en 1910, relever une coupe de la chaîne de l'Andjera, suivant le parallèle de Cabo Negro (Ras Tarf). Ce profil géologique intéresse la succession complète des formations du Rif : ce sont, de l'Est vers l'Ouest, les micaschistes granitisés, les schistes ardoisiers avec quartzites du Silurien, les poudingues et grès rouges avec schistes bariolés du Permo-Trias ; puis des calcaires massifs du Lias moyen, surmontés de marno-calcaires toarciens (Lias supérieur) ; enfin, la série argilo-gréseuse éocène, avec lits calcaires à *Nummulites Fabianii*.

Les calcaires et les marnes jurassiques forment une série de plis imbriqués, déversés et chevauchés sur l'Éocène de l'Est vers l'Ouest. Ces phénomènes tectoniques ont leur répercussion jusqu'au delà de Tanger, car la falaise côtière, jusqu'au cap Spartel, montre encore, dans les ondulations des couches éocènes, les plis avec leur flanc redressé du côté extérieur de la chaîne.

Toutes ces observations géologiques confirment d'une façon décisive l'idée de Ed. Suess sur la continuité du Rif et de la Cordillère bétique à travers le détroit de Gibraltar. Et pourtant l'illustre géologue de Vienne ne pouvait s'appuyer, à ce sujet, que sur les documents, très imparfaits, rapportés par H. Coquand de son voyage dans le Nord-Ouest africain et sur des considérations orographiques. Il suffit de consulter la carte qui accompagne ce travail pour se rendre compte de la continuité stratigraphique des deux chaînes africaine et espagnole, tandis que la continuité tectonique apparaît non moins évidente. Le régime de dômes se retrouve au delà du détroit, et il est frappant de voir que le Rocher de Gibraltar forme le pendant du

Djebel Mouça par sa structure. De plus, les plis imbriqués poussés vers l'extérieur du Rif, vers l'avant-pays de cette chaîne, sont à rapprocher des nappes charriées vers l'avant-pays de la Cordillère bétique, nappes dont l'existence nous a été révélée, en deux points distincts de l'Andalousie, par les beaux travaux de MM^{rs} R. Nicklès et Robert Douvillé. Je m'attends à voir, en d'autres points du Rif, vers le Centre de cette chaîne, des phénomènes analogues, témoignant de poussées vers l'extérieur, de plis imbriqués ou même de nappes poussées vers la dépression du détroit Sud-Rifain.

Je m'empresse d'ajouter que je fais là une simple supposition; mais cette hypothèse est fondée sur la continuité tectonique que je serais surpris de ne plus retrouver au cœur du Rif, alors qu'elle est déjà assurée dans le Rif occidental et dans la Cordillère bétique, qui forme un prolongement de la péninsule ibérique.

Aussi me semble-t-il assez difficile de souscrire à l'idée ingénieuse de M^r Pierre Termier, qui voit dans la partie la plus occidentale de la Méditerranée une grande « carapace », chevauchée du Sud vers le Nord et actuellement effondrée en son centre; ses débris sur le continent seraient représentés par la chaîne hispano-africaine, Rif-Cordillère bétique¹. Toutes les observations qu'il m'a été permis de faire jusqu'ici plaident contre cette brillante conception, car, si la structure de la Sierra Nevada lui apporte un semblant de confirmation, par contre, celle de la chaîne de l'Andjera lui oppose une grave objection, puisque j'aurais dû voir dans le Rif occidental les couches plonger vers l'Ouest, tandis qu'elles plongent manifestement vers l'Est. Mais cet important problème ne pourra être définitivement résolu que par l'étude du Rif central et des deux bords du détroit Sud-Rifain, au voisinage de la trouée de Taza. Il s'agit de savoir si, de ce côté, il y a poussée du Sud vers le Nord, et si la dépression de l'ancien détroit correspond bien à une zone de racines, ainsi que l'exigerait la théorie de M^r Termier. La question est passionnante; elle vient ajouter encore à l'intérêt scientifique de la géologie de la grande voie de communication nord-africaine. J'avoue que, sur ce point, la plongée des plis du Moyen Atlas, sous les dépôts miocènes de la région comprise entre Taza et la Moyenne Moulouïa dont nous avons parlé plus haut, me laisse assez peu d'espoir de voir se vérifier l'idée ingénieuse de l'éminent académicien.

J'envisagerais plus volontiers, dans l'état actuel de nos connaissances sur la Méditerranée occidentale, la chaîne du Rif établissant la continuité du Rif et de la Cordillère bétique, non seulement à l'Ouest, ainsi que je le crois démontré, mais aussi à l'Est. La pres-

1. Voir notamment, à ce sujet, la remarquable conférence de P. TERMIER : *Les problèmes de la géologie tectonique dans la Méditerranée occidentale* (Rev. générale des Sciences, XXII, 1911, n° 6, p. 223-234, 1 fig. carte).

qu'île de Guelaïa (Melilla) est tournée vers le Cabo de Gata, et les cartes hydrographiques accusent entre ces deux points une crête sous-marine, crête qui pointe à l'île d'Alborán, où le géologue A. Osann a décrit une andésite (alboranite) qui marque les vestiges d'éruptions volcaniques analogues à celle des côtes africaine et espagnole. De telle sorte que la Méditerranée occidentale nous apparaîtrait comme un noyau hercynien, comparable aux massifs amygdaloïdes des Alpes, effondré entre la zone plissée tertiaire qui l'entourait primitivement, et dont la plus grande partie est accessible à l'observation, au Maroc et en Espagne. De fait, le Rif m'est apparu, en 1910, lors de mon premier voyage dans la Moyenne Moulouïa, comme indépendant de l'Atlas, et, sans que je puisse encore l'affirmer d'une façon définitive, il m'a semblé que cette chaîne partait de la région de Guelaïa, pour s'incurver vers le Sud-Ouest, avant de décrire la courbe gracieuse qui la dirige vers le détroit de Gibraltar. J'ai alors pensé que la continuité n'existe pas entre les chaînes côtières de l'Oranie et le Rif, qui se séparerait ainsi de l'arrière-pays marocain.

Nous verrons tout à l'heure que la dépression du détroit Sud-Rifain apporte son appui à cette manière de voir. Mais avant d'aborder cette importante question de paléogéographie, je désire faire une remarque sur les conditions tectoniques qui ont présidé à l'ouverture du détroit de Gibraltar. J'ai montré comment la chaîne du Rif s'abaisse graduellement en approchant de cette communication, pour se relever ensuite sur le continent espagnol. L'abaissement d'axe des plis du Maroc est surtout sensible à partir du Mont Anna (Djebel Kelti), accusant une descente de plus de 1200 m. sur une étendue de 60 km. jusqu'au Djebel Mouça; de sorte que la région du détroit correspond à une aire d'ennoyage des plis de la chaîne du Rif. Et c'est dans cette zone déprimée, entre deux dômes liasiques tout à fait comparables, — les deux Colonnes d'Hercule, — que s'est produite la rupture qui a ouvert la communication actuelle de la Méditerranée et de l'océan Atlantique.

VI. — LE DÉTROIT SUD-RIFAIN.

La chaîne plissée du Rif est séparée du Moyen Atlas et des plateaux d'architecture tabulaire que nous venons d'étudier par des dépôts miocènes horizontaux ou légèrement relevés au contact des massifs plissés. Les terrains néogènes étalés du côté de la zone frontière algéro-marocaine et du côté de la côte atlantique, se montrent très resserrés au voisinage du méridien de Taza, marquant un profond sillon qui sépare l'Atlas du Rif et sur lequel l'attention des géographes a été appelée à la suite des voyages de Badia (Ali Bey el Abbassi), il y

a déjà un siècle¹. Cette dépression a une signification géologique très importante : elle mettait en communication, à l'époque miocène, la Méditerranée avec l'océan Atlantique.

On sait depuis longtemps, par suite de l'analogie entre les formations littorales atlantiques et les dépôts méditerranéens, qu'il a toujours existé, durant la période néogène, une libre communication entre les deux mers. On a cherché de quel côté pouvaient se faire tout d'abord les mélanges marins, et l'on a renoncé à l'existence d'un passage au fond du golfe de la Gironde². R. Tournoüer a appelé « détroit Andalou » une communication comprise entre la Meseta ibérique et la Cordillère bétique, qu'on désigne plus généralement sous le nom de « détroit Nord-Bétique », tandis que Ed. Suess pensait qu'il existait peut-être, à la même époque, une autre communication plus méridionale, par Fez³.

Mon attention a été, dès mon premier voyage au Maroc, attirée vers la solution de cet important problème. J'ai d'abord confirmé la notion capitale, acquise à la suite des travaux de la remarquable Mission française de l'Andalousie⁴, que le détroit de Gibraltar était ouvert tout au début de l'époque pliocène, et, comme le détroit Nord-Bétique était fermé dès la fin du Miocène inférieur, il fallait forcément qu'un autre passage fût ouvert ailleurs, sur le continent africain. Mes observations s'accordent à démontrer qu'il réunissait l'Océan à la Méditerranée néogène par l'emplacement actuel de Taza et de Fez, au Sud de la chaîne du Rif. Nous le désignerons sous le nom de « détroit Sud-Rifain ».

L'étude des dépôts tertiaires de part et d'autre de la trouée de Taza jette un jour lumineux sur l'histoire de ce précurseur du détroit de Gibraltar.

Du côté algérien, j'ai suivi pas à pas, depuis Oran jusqu'à la Moulouïa, les formations néogènes. Les sédiments burdigaliens (Miocène inférieur) semblent disparaître à partir de Nemours et de Lalla Maghnia, alors que les dépôts transgressifs du Miocène moyen se montrent partout dans la zone frontière jusqu'au delà de la Moulouïa. Le Miocène supérieur, d'abord formé, à Oran, de calcaires blancs avec couches à Poissons (Sabélien), prend un faciès gréseux et argileux plus à l'Ouest, à partir de Nemours, débutant toujours dans la vallée de la Moulouïa par un conglomérat de base qui témoigne d'une transgression de l'Est vers l'Ouest.

Du côté atlantique, les dépôts synchroniques des précédents sont

1. *Voyages en Afrique et en Asie pendant les années 1803, 1804, 1805, 1806 et 1807*, Paris, 1814.

2. EMM. DE MARGERIE, *Note sur la structure des Corbières* (*Bull. Services Carte géol. de la Fr.*, II, 1890-1891, n° 17, 1890, p. 29, pl. 1).

3. ED. SUESS, *La Face de la Terre*, trad. EMM. DE MARGERIE, I, Paris, 1897, p. 397.

4. *Mission d'Andalousie*, Paris, 1889.

non moins intéressants. Le Miocène inférieur est invisible dans le Gharb, recouvert par les argiles helvétiques et les grès tortoniens du Miocène moyen, lesquels sont surmontés de marnes et de calcaires blancs, dont l'âge sahélien ne peut faire de doute, et qui rappellent, par leur faciès, les couches à Poissons d'Oran. De sorte que nous sommes amenés à voir, depuis l'époque helvétique, une transgression de la Méditerranée néogène vers Taza, tandis que, du côté atlantique, la même transgression s'est produite en sens inverse, de l'Ouest vers l'Est.

Il m'est difficile d'affirmer que les argiles helvétiques n'offrent pas de solution de continuité entre le bassin méditerranéen et le bassin atlantique, car, si loin que j'aie pu le suivre, je n'ai pas encore franchi le seuil de Taza; mais cette continuité est très vraisemblable parce que les dépôts du Miocène moyen accusent un même faciès dans la Moulouïa et du côté de Fez. Il semble que, comme pour le détroit Nord-Bétique, on assiste, dans le détroit Sud-Rifain, à une sédimentation de mer de moins en moins profonde; si bien que, vers la fin de l'époque miocène, avant l'émersion définitive du détroit, les échanges entre les deux mers étaient devenus superficiels.

Si l'on envisage, au point de vue chronologique, les détroits qui ont mis en relation l'Atlantique et la Méditerranée, on est conduit, à la suite des observations qui précèdent, à voir comme un balancement entre ces différentes communications: le détroit Sud-Rifain s'est ouvert dès la formation du détroit Nord-Bétique; il était définitivement obstrué au moment où le détroit de Gibraltar s'est ouvert.

Il paraît indiscutable que le chenal de Gibraltar n'a plus l'importance des deux autres, lesquels établissaient, du moins à leur début, un échange beaucoup plus facile des eaux des deux mers. Il est intéressant, en outre, de voir que le Sahélien, depuis Oran jusqu'à la côte occidentale du Maroc, offre partout des faciès de mers très peu profondes, représentés notamment par les calcaires sublittoraux du Sahel d'Oran, de la Tafna et du Gharb, tandis que, dans l'Est, ce terrain est argileux, affectant le faciès à Pleurotomes dans la province d'Alger. Il en résulte que, à ce moment, le chenal qui reliait l'Atlantique à la Méditerranée était très étendu, tandis que la partie profonde du bassin était considérablement réduite par rapport à ce qu'elle était antérieurement, depuis le début de l'époque néogène.

Enfin, s'il me paraît inutile d'insister sur le rôle capital joué par les dépôts de comblement du détroit Sud-Rifain dans l'orographie du Nord-Ouest africain, je crois devoir signaler à l'attention des géologues la question importante des relations des chaînes marocaines avec celles du Tell algérien. J'ai déjà fait remarquer que la chaîne du Rif semble indépendante de l'Atlas et de l'orographie du littoral algérien. Mais je pense que le Moyen Atlas doit se poursuivre par les

chaînes des Mtalsa et du Guiliz, sur la rive gauche de la Moulouïa, et celle des Beni Snassen, sur sa rive droite, qui l'unit, sous les dépôts miocènes de la Moyenne Moulouïa, avec la chaîne plissée du Tell. Le plongement des plis tertiaires du Moyen Atlas se montre identique au Nord de l'ancien détroit : de sorte que, si la continuité que je présume est définitivement établie, il nous faudra admettre que le détroit Sud-Rifain correspond à une aire d'ennoyage des plis de la chaîne continue du Moyen Atlas et du Tell algérien, de même que les plis de la chaîne côtière du Rif et de la Cordillère bétique s'annoient sous le détroit de Gibraltar.

La portée des différents problèmes que nous venons de soulever n'échappera à personne ; nous devons reconnaître, cependant, qu'ils sont à peine effleurés. Aussi, lorsque la civilisation française aura étendu son œuvre dans le Nord africain par l'ouverture définitive de la grande voie romaine, depuis si longtemps fermée, de la Syrte à l'Atlantique, ce jour-là sera vraisemblablement marqué par l'une des plus belles conquêtes des sciences géologiques dans le bassin méditerranéen.

LOUIS GENTIL,

Président de la Société Géologique de France.