

<b>Zeitschrift:</b>	Eclogae Geologicae Helvetiae
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Geologische Gesellschaft
<b>Band:</b>	37 (1944)
<b>Heft:</b>	2
<b>Artikel:</b>	Contribution à la connaissance géologique du Nord-Est de l'Iran (Environs de Méched)
<b>Autor:</b>	Bonnard, Emile-G.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-160504">https://doi.org/10.5169/seals-160504</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 28.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Contribution à la connaissance géologique du Nord-Est de l'Iran (Environs de Méched)

par Emile-G. Bonnard, Lausanne.

Avec 1 planche (X) et 2 figures dans le texte.

## Table des matières.

	Page
I. Introduction . . . . .	331
II. Situation géographique . . . . .	332
III. Stratigraphie . . . . .	333
1. Description des terrains . . . . .	333
2. Répartition chronologique des terrains . . . . .	338
IV. Tectonique . . . . .	341
1. Observations nouvelles dans les environs de Méched . . . . .	341
2. Lignes directrices de la géologie du NE de l'Iran. Essai de tectonique régionale . . . . .	342
V. Morphologie . . . . .	350
VI. Résumé . . . . .	352
VII. Liste des ouvrages cités . . . . .	352

## **I. Introduction.**

Engagé en été 1940 par le Ministère de l'Industrie et des Mines du Gouvernement iranien, j'ai été chargé de la direction de la prospection minière dans la province du Khorassan.

Mon programme comportait, en premier chef, la reconnaissance et la mise en valeur éventuelle des gîtes métallifères ou de charbon et, à titre complémentaire seulement, le lever de la carte géologique détaillée des régions où des gîtes de plus d'importance auraient été découverts ou présumés.

Un projet de lever de la carte géologique de l'ensemble du pays fut élaboré par tous les géologues qui collaboraient au Ministère, mais dut être bien vite abandonné, par suite de circonstances indépendantes de notre volonté. C'est sans doute le vœu intime de chacun d'entre nous — surtout des géologues suisses — que ce projet, repris et présenté au jeune Souverain par le soussigné, nous appelle à nouveau, après la guerre, dans ce paradis des géologues.

Cependant, au cours des longs voyages que je dus entreprendre dans un but minier, surtout le long des routes de Méched<sup>1)</sup> à Téhéran, de Méched à Birdjan,

---

<sup>1)</sup> La prononciation des noms de lieux est rendue ici aussi fidèlement que possible par une orthographe phonétique française. Elle peut ainsi différer parfois des orthographies anglaise ou allemande. Cet inconvénient ne pourra être définitivement écarté que lorsque l'Iran adoptera l'écriture latine et s'abstiendra de supprimer les voyelles.

vers le Sud ou de Méched à Turbat-i-Cheïk-Jam, vers le Sud-Est et la frontière afghane, je fis une certaine moisson d'observations géologiques, dont je pus tirer profit pour cette étude. Je fis même, ici et là, quelques leviers détaillés, au 1/50 000<sup>e</sup> ou même au 1/25 000<sup>e</sup>. Mais, par suite des événements politiques, les explorations lointaines devinrent assez risquées. C'est alors que je consacrai plus de temps à la carte des environs de Méched, que je présente ici (planche X). Ce travail même n'était pas sans inconvénients et, au début tout au moins, je devais toujours garder un œil attentif à ce qui se passait alentour.

Je n'avais aucune carte de base pour ma topographie. Les seuls documents que je connaissais étaient la carte du Service géographique des Indes et contrées avoisinantes, au 1/millionième à peu près, et la carte géologique de l'AMIRANIAN OIL Co., au 1/2000 000<sup>e</sup> dont je donne une copie partielle et simplifiée, d'après la publication de F. G. CLAPP (Bibl. 27). Elles ne pouvaient guère me servir que pour l'orientation générale. Partant ainsi de la page blanche, je fis un rapide réseau de triangulation avec l'excellent petit théodolithe de la maison WILD, puis dessinai tous mes leviers à la planchette. Comme presque partout en Iran (à l'exception du versant nord de l'Elbourz), le pays absolument dénudé s'y prête admirablement. J'y travaillai quelques semaines en hiver, par des froids vifs qui me mettaient les doigts en sang, mais surtout au printemps et au début de l'été 1942. C'est alors que mon contrat prenait fin et, brusquement privé de toutes commodités, je dus me rendre à Téhéran et laisser mon travail inachevé:

En dépit de ce contretemps, dont le Gouvernement iranien est, certes, loin d'être le seul responsable, je garde une profonde gratitude à l'Administration générale des Mines et surtout au chef de son service de prospection, M. l'ingénieur CHAÏD-ZADEH, de m'avoir donné l'occasion de travailler dans son beau pays et de m'avoir autorisé à emporter, avec une copie de ma carte, un souvenir des plus heureux moments passés là-bas.

## II. Situation géographique.

La province du Khorassan occupe l'angle nord-est du territoire iranien actuel. Elle confine donc à la frontière russe (pays des Turkmènes, Rép. des Kirghizes) au Nord, et à la frontière afghane, à l'Est. A l'Ouest, elle voisine avec les provinces du Mazandéran, de Téhéran et de Jezd, au Sud avec celle de Kerman. Sa capitale est Méched (ou Mach'had) (59.5/36.3)<sup>2)</sup>, la ville sainte où plus de 100.000 pèlerins affluent chaque année et d'où les routes rayonnent vers Téhéran, vers Birdjan (59.1/32.8) et les Indes, vers Hérat en Afghanistan et vers le pays des Turkmènes et les steppes kirghizes.

La ville s'étale dans une immense plaine d'alluvions, d'une vingtaine de kilomètres de largeur, orientée NW—SE. Le cours d'eau qui la parcourt n'a plus aucun rapport de grandeur avec les dimensions de la plaine; ce n'est plus aujourd'hui qu'une mince rivière, le Kachaf-rud, affluent de l'Hari-rud qui passe en territoire afghan. Faute de réseau géodésique, l'altitude exacte de Méched n'est pas connue. J'ai adopté celle, approximative, de 950 m, d'après les travaux de nivellation de l'équipe de construction de la voie ferrée.

Le versant nord-est de la vallée est formé par la chaîne du Kuh-i-Hazar-Masjid («Montagne des cent mosquées») (59/37), aussi appelée plus communément Kopet-Dagh; le versant sud-ouest est constitué par celle du Kuh-i-Binalud, de

<sup>2)</sup> Les coordonnées de lieux se rapportent à l'extrait de la carte de l'AMIRANIAN OIL Co. (fig. 1).

moindre altitude. Ces chaînes ont donc une direction NW—SE, que l'on peut suivre nettement jusque vers la petite ville de Turbat-i-Cheïk-Jam (60.7/35.2), près de la frontière afghane, et même plus au Sud, dans le Kérat-Kuh (60.5/35).

Cependant, la route menant de Méched vers Téhéran, par Nichapour (58.8/36.2) et Sabzévar (57.7/36.2), ne tarde pas à longer, au droit de ces deux villes, de hautes chaînes de direction franchement E—W. Ce sont, à mon avis, les premiers chaînons de l'Elbourz, qui va s'étaler plus largement vers l'Ouest, entre Téhéran et la Mer Caspienne. BLANCHARD (Bibl. 19) avait déjà noté cet indice de discontinuité: «Au Nord de l'Iran, la continuité des chaînes est moins nette . . . Vers l'Est, les plis de l'Elbourz paraissent se continuer directement vers Nichapour et Sabzévar et se prolonger plutôt par la chaîne intérieure du Khorassan que par les montagnes de l'Afghanistan. D'autres faisceaux viennent, à l'Est de la Caspienne, les relayer devant les plaines du Touran: le Kopet-Dagh qui, lui-même, expire à l'Est un peu avant d'atteindre le Hari-rud.» Nous verrons la contribution que la présente étude apporte à la solution de cette question.

C'est encore la direction est-ouest que l'on rencontre dans les chaînons qui, séparés par de vastes «kévirs»<sup>3)</sup>, coupent la route du Sud, vers Birdjan, à Robat-i-Séfid, vers Turbat-i-Haidari (Kuh-i-Surkht (59/35) et au Nord de Gonabad (58.7/34.3). Enfin, vers l'Ouest, la province du Khorassan est occupée par la vaste dépression du «dacht» salé.

La carte des environs de Méched que je présente ici ne représente donc qu'une infime partie de cette immense province, à peu près aussi étendue que l'Italie tout entière. Et je n'aurais jamais songé à la publier si ses levers n'avaient pas précisément mis en relief un problème de tectonique intéressant tout l'ensemble de cet angle nord-est de l'Iran. Je regrette seulement que les circonstances de l'état de guerre ne m'aient pas permis d'emporter aussi avec moi des copies de cartes partielles, levées aux environs de Chinaran (59/36.9), de Robat-i-Séfid (59.2/35.5) et de Turbat-i-Cheïk-Jam (60.7/35.2), dont les résultats viendraient compléter heureusement mon étude et mes conclusions.

### **III. Stratigraphie.**

#### **1. Description des terrains.**

##### **a) Les granites de Méched.**

Les granites forment un train de collines, dominant la plaine d'alluvions d'une centaine de mètres, depuis les environs immédiats de la ville de Méched jusque vers Sang-Bast, à l'angle sud-est de la carte. En dehors du cadre de celle-ci, après une disparition de quelques kilomètres sous les schistes métamorphiques et l'alluvion, ils réapparaissent au voisinage de la route menant à Fariman. Ils avaient déjà été notés par STAHL (Bibl. 13) et figurés très schématiquement sur la carte du Service géologique des Indes (Bibl. 20), ainsi que sur celle de l'AMERICAN OIL Co. (Bibl. 25), fig. 1.

Ce sont, dans l'ensemble, des roches très claires, découpées en pics escarpés d'un pittoresque effet. A s'en approcher, on y découvre les formes et la patine

<sup>3)</sup> On distingue trois sortes de déserts dans le Khorassan: le «kévir» ou plaine caillouteuse, le «dacht» ou plaine marno-argileuse, souvent salée («dacht-i-namak») et le «lout» ou vrai désert de sable.

les plus typiques de l'érosion éolienne: poli, saillies des filonets de quartz et alvéoles, dont certains pourraient abriter un homme entier.

Cependant, cet ensemble est loin d'être homogène. Tandis que vers Méched (Kuh-Sengui), la roche se présente comme un granite holocrystallin tout à fait normal, déjà le long de la route entre Tol-Rokh et Bazé-Hoze, elle est lardée de tout un système de filons de pegmatite, soit parallèles soit entrecroisés, du plus magnifique effet. La trace de ces filons, où l'on distingue des cristaux d'orthose de plusieurs centimètres, d'un beau rose, des lamelles de muscovite compressées, en paquets allant jusqu'à trois centimètres d'épaisseur et des plages de quartz moins bien différenciées, s'allonge parfois sur plusieurs centaines de mètres et sa largeur varie de quelques centimètres à un demi-mètre. Des filons d'aplite et de quartz sont plus rares et plus minces.

Plus au Sud, entre Bazé-Hoze et Sang-Bast, vers Seyedabad et Kal-Tchaghoul, la roche se modifie encore: voisinant avec les pegmatites, on rencontre toute la gamme des variétés issues de la réaction d'un magma granitique avec des schistes ou des calcaires, depuis les gneiss jusqu'aux amphibolites plus ou moins franches.

Ainsi, la composition des granites de Méched se complique de plus en plus, au fur et à mesure qu'on s'approche de leur contact avec les schistes métamorphiques de Sang-Bast. Ce contact lui-même est loin d'être une ligne simple, aisément définissable sur le terrain. C'est, au vrai, toute une zone, large de 2 à 300 mètres, où alternent 5 à 6 séries de gneiss et de micaschistes. Ces alternances sont parallèles entre elles, ainsi qu'avec la direction générale des schistes dans cette région. Cette même direction se retrouvant plus au Nord, dans les collines de granite à pegmatite mentionnées à l'Ouest de la route de Tol-Rokh à Bazé-Hoze, nous y voyons la preuve que, sinon l'ensemble, tout au moins la plus grande partie des «granites de Méched», surtout vers le Sud, est en réalité des gneiss, formés en partie aux dépens d'anciens sédiments injectés par un magma granitique.

Je n'ai malheureusement pas eu le loisir ni la possibilité de me livrer à l'étude pétrographique minutieuse que cette intéressante région mérite. Cette étude, en effet, permettrait non seulement d'expliquer l'origine et le mécanisme de la mise en place des «granites de Méched» et des innombrables roches dérivées, mais encore apporterait une précieuse contribution à la connaissance de la stratigraphie et de la tectonique régionales, ainsi que des données appréciables sur la genèse des sables abondamment magnétifères trouvés dans les alluvions.

### b) Le métamorphique.

J'ai distingué, sur la carte, deux séries de métamorphique, que j'ai appelées «zone de Sar-Siah» et «zone de Sang-Bast». Cette distinction est, avant tout, fondée sur des considérations tectoniques, très apparentes sur le terrain: les schistes de la zone de Sar-Siah présentent une direction NW—SE, en nette concordance avec celle des couches liasiques s'étendant plus à l'W, tandis que ceux de la zone de Sang-Bast montrent un plissement intense, de direction WSW—ENE.

Là aussi, une étude pétrographique détaillée serait de grand intérêt. Toutefois, au cours de mes leviers, j'ai déjà pu discerner une différence pétrographique assez apparente entre les deux séries, celle de Sar-Siah étant composée d'un complexe de schistes satinés, noduleux, parfois à staurotide, avec intercalations de quartzites en bancs assez continus, tandis que celle de Sang-Bast est surtout formée de micaschistes, qui m'ont paru assez homogènes dans l'ensemble.

J'ai déjà signalé que le contact des granites (gneiss) avec le métamorphique de la série de Sang-Bast n'est pas franc, mais s'étend sur une zone assez large, pouvant aller, par places, jusqu'à plusieurs centaines de mètres. Aussi pouvons-nous considérer comme appartenant encore à la même série la bande de calcaires métamorphiques (marbres), plongeant, à l'W de la Tour d'Ahmanabad, par 80 degrés, suivant le même pendage que les schistes et que ses dimensions m'ont permis de figurer sur la carte. Ce n'est pas dire qu'elle soit le seul témoin des terrains métamorphiques dans cette zone.

Le contact du granite est plus net vers l'Ouest, avec le métamorphique de la zone de Sar-Siah. Nous verrons, toutefois, apparaître, au moins, deux petites apophyses de ces granites parmi les «grès supérieurs» de Drakhté-Tout, jusqu'à 3 km de la ligne de contact.

### c) Les schistes ardoisiers de Robat-i-Colombé.

On peut attribuer à une troisième série métamorphique le complexe des schistes ardoisiers de Robat-i-Colombé, relevé partiellement vers ce village, à l'Ouest de la carte. C'est, avant tout, un ensemble de schistes sombres, noirs ou bleutés, de patine fréquemment rouille, en lits très minces, satinés et souvent finement micacés, avec intercalations de bancs de grès fins et, par places, de gros rognons de calcaires à aiguilles de scapolite (déterm. E. DIEHL).

A Robat-i-Colombé, ces schistes sont violemment plissés, mais leur repos sous les conglomérats du Lias m'a paru évident. Je les ai suivis au delà des limites de la carte, vers l'Ouest, à l'occasion de la visite d'un petit indice d'oligiste situé à quelque 5 km de la route. Là, juste au-dessous du niveau minéralisé, les schistes sont surmontés par des quartzites clairs, lesquels supportent à leur tour des calcaires siliceux bruns ou noirs. Vers le Sud, avant d'atteindre Chérifabad, les schistes ardoisiers de Robat-i-Colombé, entremêlés de calcaires, plus ou moins métamorphisés, sont également surmontés par des quartzites rouges, très durs, plongeant fortement, par 75 à 80 degrés, vers le Sud et formant une falaise de direction ENE—WSW, qui est un trait tout à fait caractéristique de la topographie de cette région. Pour traverser cette falaise, la route figurée sur la carte fait un virage très aigu. La différence de niveau est de 100 m environ.

D'après ce que j'ai pu voir, toute la zone du métamorphique de Robat-i-Colombé ne tarde pas à disparaître, en plan, vers l'E, recouverte par les terrasses d'Ahmanabad et de Molokabad, tandis qu'elle se développe largement vers l'Ouest. On peut accepter, à titre d'hypothèse, étant donné l'identité de leur direction, que la série métamorphique de Sang-Bast représente la réapparition, vers l'Est, de la zone des schistes de Robat-i-Colombé.

### d) Les conglomérats et grès de Hoze-Hadjimehdi-Ahmanabad.

Ces terrains, marqués en Rhétien dans ma légende, s'étendent largement sur notre carte, entre la route de Méched à Chérifabad, à l'Ouest et le village d'Ahmanabad, vers le Sud-Est. Ils sont composés essentiellement d'un conglomérat clair, à grains de quartz blanc bien roulés, de 1 à 2 cm de diamètre, fortement cimentés par une pâte gréseuse. Une disposition en gros bancs, de 1 à 2 m de puissance, est visible par places.

Dans ces conglomérats sont intercalés, à des niveaux que je n'ai pas pu préciser, des bancs de grès fins, plus ou moins feuillettés, voire localement schisteux, de patine grise, gris-verte, verte ou rouge. Des empreintes de plantes y sont parfois

assez bien conservées. L'intercalation de ces grès à des niveaux variés des conglomérats nous autorisent à considérer toute la série comme appartenant au même étage. A la présence de ces grès est liée, surtout vers Hoze-Hadjimehdi, celle de minces lits charbonneux.

La série, doucement ondulée, suivant une direction NW—SE, disparaît sous les éluvions et les terrasses avant d'atteindre Ahmanabad. Vers le NW, elle se développe largement dans les premiers contreforts de la chaîne du Kuh-i-Binalud.

e) Les grès supérieurs et roches diverses de la zone de Drakhté-Tout-Kamar-Zard.

J'ai réuni sous le nom de «grès supérieurs» l'ensemble des terrains qui s'allonge entre les conglomérats, d'une part, et la série métamorphique de Sar-Siah d'autre part. Vers le NW, cet ensemble disparaît sous les graviers des terrasses bordant la route de Méched à Chérifabad; vers le SE, il sert, en partie, de soubasement aux lambeaux crétacés de la Tour, près Ahmanabad.

Si la dénomination de «grès supérieurs» m'a paru justifiée par le fait de la prédominance de cette formation, en réalité cette série se présente sous un aspect beaucoup plus complexe. Tout d'abord, les grès y sont entremêlés de bancs de vrai conglomérat, à gros éléments, auxquels ils passent graduellement. Ce conglomérat ne peut, en aucune façon, être confondu avec celui de Hoze-Hadjimehdi, qui est beaucoup plus fin, plus régulier, beaucoup mieux cimenté et, je l'ai dit, formé essentiellement de grains de quartz bien roulés. Puis, la ligne de contact de cet ensemble avec les conglomérats de Hoze-Hadjimehdi est jalonnée par des affleurements de marbres blancs ou rosés et de calcaires clairs, se dressant, au S. de Drakhté-Tout, en une petite crête escarpée dont la hardiesse fait un contraste frappant avec le modelé plus doux des terrains avoisinants. Deux autres affleurements de ces marbres ont pu être relevés au N d'Ahmanabad. L'un d'eux est situé, en plan, parmi les conglomérats de Hoze-Hadjimehdi, sans que j'aie pu en fixer les relations exactes. En plusieurs endroits, ces calcaires ou ces marbres sont accompagnés d'une roche sombre, dense, compacte, gris-verdâtre à vert, que j'ai nommée «roche basique» (indéf.), dans ma légende, sans en connaître la détermination pétrographique. Sur le terrain, cela m'a paru être un gabbro à grain très fin, voire un basalte. Je pense qu'on peut voir une relation génétique entre la présence de cette roche et celle des marbres, transformés sans doute aux dépens des calcaires.

Que toute cette zone ait subi d'ailleurs, à des degrés divers, l'action des masses intrusives sous-jacentes, cela semble être démontré par la mise à jour de deux petits dômes de granite, dont l'un est surmonté de schistes métamorphiques, au SE et à l'E de Drakhté-Tout. Nous y voyons les effets ultimes, dans cette direction, de l'action métamorphisante des granites de Méched.

f) Les calcaires fossilières de Bazé-Hoze et Ahmanabad.

C'est encore un trait caractéristique de la géologie de cette région que la présence des lambeaux de calcaire près de Bazé-Hoze et d'Ahmanabad. Par temps clair, leur patine jaune clair et leur relief ne peuvent manquer d'attirer l'attention.

A les toucher, on remarque que ce sont des calcaires durs, par places assez compacts, ailleurs farcis d'Orbitolines, ou encore spathiques, de teinte brun clair ou jaunâtre, disposés en bancs régulièrement lités (5 à 10 cm.) vers la Tour, plus

massifs (50 à 80 cm.) vers Ahmanabad et Bazé-Hoze. Outre les Orbitolines, de nombreux fossiles y ont été découverts: Oursins, Térébratules et divers débris de Gastéropodes, qui ont permis de les classer de façon certaine.

Par places, un mince conglomérat marque, à la base, la trace de leur transgression.

### g) Les éluvions et les terrasses.

Une grande abondance de graviers de tous calibres et de toutes compositions recouvre les parties centrale, méridionale et orientale de la carte, voilant, fort mal à propos, les relations entre les terrains sous-jacents. Je les ai distingués en graviers d'éluvions, en hautes et en basses terrasses.

1. Les éluvions sont représentées par l'ensemble des graviers occupant soit des fonds de vallées plates vers Drakhté-Tout et Kamar-Zard, soit des versants ou même les sommets des collines comme au Sud de Drakhté-Tout et dans les environs d'Ahmanabad.

Ce sont des graviers en général peu roulés, de contours et de dimensions assez grossières (en moyenne celle du poing), dont la composition varie avec les terrains avoisinants ou sous-jacents. Par exemple, au N d'Ahmanabad, ces graviers sont principalement formés de grès ou de quartzites rouges, parmi lesquels on n'a pas de peine à reconnaître de nombreux fragments, plus ou moins roulés, du conglomérat de Hoze-Hadjimehdi le plus typique. Ailleurs, ce sont des éléments granitiques (S d'Ahmanabad et de la Tour), de grès supérieurs (E de Kamar-Zard) ou même de calcaires qui dominent.

Par places, une faible cimentation a consolidé ces graviers en bancs de conglomérat assez grossier. Je pense que ces graviers n'ont subi qu'un très court transport et que nous les rencontrons aujourd'hui à peu près à l'emplacement même où ils ont été formés. Le cas le plus typique est celui des collines au N d'Ahmanabad, dont les sommets et toutes les crêtes ne sont constitués que par ces graviers, sans que rien, dans la topographie, n'autorise à raccorder ces sommets à un système de terrasses.

2. Il n'en est pas de même des graviers qui s'étendent largement à l'W et au SW d'Ahmanabad, supportant les villages de Molokabad et de Chérifabad et qui recouvrent une grande partie des terrains dans l'angle sud-ouest de notre carte. Faute de temps, je n'ai pu en cartographier que la limite est. Ce sont là nettement des graviers de hautes terrasses, cimentés par places en gros bancs de conglomérats horizontaux et dans lesquels l'érosion a mis en relief la disposition tabulaire.

Les éléments en sont divers et bien roulés, mais les quartzites prédominent, donnant au tout une belle couleur rouge. Je pense que ces hautes terrasses proviennent, avant tout, du démantèlement de la chaîne de quartzites qui s'étire plus au Nord.

3. La destruction des granites a fourni les principaux éléments des basses terrasses, figurées en partie seulement sur la carte. On y rencontre, toutefois, encore un certain nombre de galets de calcaire crétacé ou de quartzites provenant de chaînes plus lointaines. Tous ces éléments sont, en général, bien roulés.

Le niveau supérieur de ces terrasses plus récentes est situé à une centaine de mètres au-dessous de celui des précédentes. Une pente presque insensible vers l'Est les amène à se confondre graduellement dans la grande plaine d'alluvions de la vallée de Méched.

### h) Les alluvions.

Je n'ai pu cartographier que les plaines d'alluvions présentant une certaine surface. Telles sont celles de Robat-i-Colombé à Bazé-Hoze (d'en-haut), à l'Ouest de la carte, d'Ahmanabad au Sud, de Bazé-Hoze (d'en-bas) et de Kal-Tchaghouk, à l'Est.

Comme sur l'ensemble du plateau iranien, ce n'est que dans ces plaines d'alluvions que les rares eaux courantes ont permis le maintien de la végétation, la formation du sol arable, l'établissement des cultures et des villages.

C'est encore le cas pour la ville de Méched elle-même, située dans la plaine d'alluvions de quelque 20 km. de largeur, qui s'étend au delà de la limite de notre carte.

### 2. Répartition chronologique.

Parmi les terrains que je viens de décrire, deux seulement ont pu être datés d'une façon précise, grâce aux soigneuses déterminations paléontologiques de Mlle W. BIRCHER. Ce sont:

- a) les grès ou schistes gréseux de Hoze-Hadjimehdi—Ahmanabad, attribués au Rhétien;
- b) les lambeaux de calcaire fossilifère de Bazé-Hoze, d'Ahmanabad et la Tour, appartenant au Crétacé moyen.

Les «grès supérieurs» de la zone de Drakhté-Tout—Kamar-Zard appartiennent peut-être au Dogger.

Tous les autres terrains ne peuvent être datés que suivant des considérations de tectonique ou de paléo-géographie, par conséquent d'une façon relative et imprécise.

#### a) Rhétien de Hoze-Hadjimehdi—Ahmanabad.

Nous avons vu qu'il est composé essentiellement de conglomérats clairs, à grains de quartz bien roulés, dans lesquels s'intercalent, à des niveaux divers, des grès fins, voire schisteux. Ces grès, qui sont charbonneux par places, ont donné les empreintes des plantes suivantes, déterminées par Mlle W. BIRCHER:

*Cladophlebis cf. denticulata* BRONNIART

*Taeniopteris cf. vittata* BRONNIART

*Nilssonia cf. saighanensis* BRONNIART

*Nilssonia cf. Philippsi* BRONNIART.

L'étage rhétien paraît ainsi nettement établi. Des considérations de stratification nous l'ont fait accepter pour l'ensemble de la formation, conglomérats et grès.

C'est donc un faciès transgressif, avec périodes d'eaux peu profondes ou lagunaires, où la flore, puis le charbon ont pu se développer. Rappelons que c'est également au Lias que sont rapportés la plupart des gisements houilliers du Nord de l'Iran, après «un retrait général de la mer» à la fin du Trias (A. RIVIÈRE, Bibl. 21).

#### b) Crétacé moyen de Bazé-Hoze (d'en-haut) — Ahmanabad — La Tour.

Le second étage ayant pu être déterminé d'une façon certaine est le calcaire qui s'étend en lambeaux discontinus entre Bazé-Hoze (d'en-haut) et La Tour, près Ahmanabad. Comme nous l'avons vu, c'est un calcaire brun clair ou jaunâtre,

disposé par places en bancs réguliers. Certains niveaux, presque entièrement composés de fragments de coquilles de Gastéropodes, de tests d'Oursins ou de Brachiopodes, constituent de véritables lumachelles. Ailleurs, le calcaire, criblé d'Orbitolines, ne laisse aucun doute sur son âge méso-crétacé, plus précisément aptien-albien, suivant Melle W. BIRCHER.

Parmi les fossiles que nous avons récoltés, soit seul soit avec Melle W. BIRCHER, celle-ci a pu déterminer :

<i>Orbitolina subconcava</i> LAM. (?)	<i>Exogyra</i> sp.
<i>Pliotoxaster</i> cf. <i>Collegnoi</i> SISMONDA. (?)	<i>Inoceramus concentricus</i> PARK.
<i>Botriopygus</i> sp.	<i>Protocardium</i> sp.
<i>Botriopygus</i> cf. <i>orientalis</i> D'ORB. (?)	<i>Nuculana</i> sp.
<i>Orthopsis</i> sp.	<i>Hippurites</i> sp.
<i>Terebratula</i> cf. <i>biplicata</i> BROCCHI	<i>Turritella</i> sp.

J'ai signalé la présence d'un mince conglomérat que l'on rencontre, par places, à la base de cet étage. Comme celui-ci est, par ailleurs, nettement transgressif, reposant soit sur le Lias inférieur, soit sur les «grès supérieurs» (Dogger?), soit même sur le granite, on est en droit de s'étonner que ce conglomérat de base ne soit pas plus développé.

Signalons enfin, comme FURON l'avait aussi noté (Bibl. 24), que la transgression méso-crétacée semble s'être faite ici un peu plus tôt que dans l'Elbourz central, où A. RIVIÈRE la place au Cénomanien-Turonien (Bibl. 21).

### c) Dogger (?) de la zone de Drakhté-Tout-Kamar-Zard.

C'est avec beaucoup moins de certitude qu'on est amené à ranger dans le Dogger le complexe de grès et conglomérats, avec intercalations de calcaires et de roches intrusives, que nous avons appelé «grès supérieurs».

Nous avons déjà vu que ces couches reposent tectoniquement sur les grès et conglomérats liasiques, le contact étant marqué par places par une traînée de roches calcaires, partiellement métamorphisées en marbres. Si les étages supérieurs du Lias semblent faire défaut, nous n'avons, par ailleurs, aucune indication que la succession des étages soit ici renversée. Or, dans un échantillon de ces calcaires, prélevé dans les environs de Kamar-Zard, en affleurement trop petit pour être cartographié, mais nettement situé dans la suite de ceux figurés au S de Drakhté-Tout, W. BIRCHER a pu reconnaître, parmi divers fragments d'*Ostreae*, celui d'une *Alectryonia* pouvant être rapportée à une espèce du Dogger.

Nous ne pouvons pas, bien entendu, soutenir avec assurance l'attribution au Dogger de toute la série des «grès supérieurs». Puisque les calcaires n'apparaissent, au contact du Lias inférieur, qu'en affleurements discontinus, on est en droit d'imaginer un étirement tectonique, même si — comme c'est le cas — les plongements sont concordants en direction et en pendage, de part et d'autre de ce contact. Dans ce cas-là, des lacunes sont toujours possibles et les grès pourraient alors fort bien appartenir à un niveau supérieur à celui des calcaires. Faute de données plus précises, nous devons malheureusement laisser la question en suspens. Toutefois, le faciès de tout cet ensemble semble devoir l'exclure définitivement du

Jurassique supérieur, que nous savons, grâce à d'autres observations, être essentiellement calcaire.

d) Schistes ardoisiers de Robat-i-Colombé = Schistes métamorphiques de Sang-Bast.

Nous avons vu que ces schistes, nettement métamorphiques et accompagnés de quartzites et de rognons de calcaires à scapolite, reposent sous les conglomérats rhétiens.

Comme ces derniers accusent indiscutablement un faciès de transgression — et de transgression importante —; comme, d'autre part, le Trias de l'Elbourz a toujours été décrit sous un faciès calcaire, nous pensons devoir remonter en tous cas jusqu'au Permien, voire au Carbonifère — ou même plus haut — pour dater les schistes ardoisiers de Robat-i-Colombé. On peut, vraisemblablement, les homologuer aux terrains décrits par GRIESBACH (Bibl. 4) au col de Dehrud (en dehors des limites de notre carte), sur le chemin de Chérifabad à Nichapour. Ces terrains seraient formés là de «grès calcaire gris sombre à violet, avec calcaires où quelques fossiles ont été trouvés (*Productus, Orthis?*)». GRIESBACH les attribue au Carbonifère ou même à des terrains plus anciens.

D'autre part, la transgression liasique n'est pas un fait inconnu. Elle a été citée par tous les auteurs. Chez FURON (Bibl. 24), nous trouvons même la précision suivante : «Au Trias et au Lias, l'érosion est intense et des couches épaisses de conglomérats, de schistes et de grès se déposent. Ce sont là les couches à charbon du plateau iranien. L'érosion, dis-je, était intense, car si dans la plupart des cas, elle a enlevé une partie de l'Anthracolithique, dans d'autres cas, près de Méched par exemple, l'érosion a atteint le Précambrien.»

Ces schistes sont visiblement plissés en anticlinal plongeant axialement vers l'ESE et j'ai déjà signalé, à titre d'hypothèse, que les schistes de la série de Sang-Bast pourraient représenter leur réapparition dans cette direction. Malheureusement, là aussi le métamorphisme enlève tout espoir d'une détermination paléontologique et on en est réduit à des suppositions sur les seules données d'une tectonique encore imparfaitement connue.

e) Schistes métamorphiques de la zone de Sar-Siah-La Tour.

On en est réduit à des suppositions encore plus vagues en ce qui concerne l'âge des schistes métamorphiques de cette zone. Car ici, dans l'état actuel de nos connaissances, même les données tectoniques sont insuffisantes pour cela. Toutefois, nous avons vu le parallélisme de direction de ces couches avec celle des «grès supérieurs» et, par conséquent, avec celle des conglomérats et grès liasiques. On est donc en droit de supposer que tout cet ensemble a été plissé à la même époque.

Faut-il voir dans la présence de bancs de quartzites, continus dans la série métamorphique, la preuve d'une contemporainité avec les «grès supérieurs»? Ou peut-on, sur la foi de trop rares indications de plongements, placer la série métamorphique à un niveau immédiatement supérieur à celui de ces grès? C'est ce qu'il est difficile de résoudre pour le moment.

D'autre part, la carte révèle un plissement beaucoup plus intense dans les schistes métamorphiques que dans les «grès supérieurs». Mais, je pense qu'il ne faut voir là que les effets bien connus de la disharmonie de plissement entre des roches de compacité différente.

En conclusion, nous ne courrons pas grand risque de nous tromper en plaçant les schistes métamorphiques de Sar-Siah-La Tour entre le Jurassique moyen (Dogger) et le Crétacé, peut-être même encore dans le Jurassique moyen.

#### f) Age des granites de Méched.

Les granites de Méched avaient déjà été notés par GRIESBACH (Bibl. 4 et 6), s'étirant en une bande plus ou moins continue le long du flanc sud des chaînes de l'Estoï (= Kuh-i-Jamchid), jusqu'à Sang-Bast. Mais il considère que leur mise en place a eu lieu après le dépôt de la série du «Red-grit», attribuée d'abord au Jurassique supérieur, puis au Néocomien.

Or, nous avons vu que le métamorphisme dû à la mise en place des granites de Méched a affecté aussi bien la série des «grès supérieurs», probablement mésojurassiques, que les schistes de Sang-Bast, supposés paléozoïques. Ces granites sont donc post-Jurassique moyen. D'autre part, on voit nettement, à l'Est de La Tour, les calcaires du lambeau crétacé reposer sur des conglomérats représentant la surface d'érosion de ces mêmes granites. Ceux-ci sont donc anté-Crétacé moyen.

En l'absence de tout témoin sédimentaire de Jurassique supérieur et de Crétacé inférieur, probablement manquant ici, voilà toute l'approximation avec laquelle on peut actuellement dater les granites de Méched.

### IV. Tectonique.

#### 1. Observations nouvelles dans les environs de Méched.

(Pl. X.)

##### a) Les plissements NW — SE.

Cette direction est marquée d'une manière indiscutable par les couches liasiques qui recouvrent la partie centrale de notre carte, ainsi que par les terrains qui les bordent immédiatement à l'E et au NE, «grès supérieurs» et métamorphique de la zone de Sar-Siah-La Tour d'Ahamanabad. Les couches liasiques présentent des plis à large rayon de courbure contrastant avec les plis serrés de Robat-i-Colombé et de Sang-Bast. Au moins un anticlinal majeur y a été relevé, jalonné par des indices de charbon.

Selon toutes apparences, les «grès supérieurs» reposent en concordance sur le flanc nord-est de ce pli. Des failles et des étirements tectoniques ont probablement marqué le contact, où les calcaires, partiellement métamorphisés, se présentent maintenant en affleurements lenticulaires. Plus à l'E, la série métamorphique — schistes et quartzites — de la zone de Sar-Siah-La Tour est plus intensément plissée, mais toujours suivant la même direction. Quoique je n'aie pas eu le loisir d'étudier les granites qui la bordent encore plus à l'Est, les plongements relevés dans les gneiss qui en constituent l'auréole laissent supposer que la même direction s'y retrouvera encore sur une certaine étendue.

J'ai déjà écrit que les couches liasiques s'étendent largement vers le NW et divers indices m'ont convaincu qu'elles y suivaient toujours la même direction. Ces couches liasiques représentent donc l'extrémité plongeante, vers le SE, de la chaîne du Kuh-i-Binalud. Dans cette direction, elles ne tardent pas à disparaître — dans les limites de notre carte — sous les graviers et les lambeaux crétacés.

Si l'on considère, d'une part, l'âge probablement jurassique moyen des «grès supérieurs» et, d'autre part, le fait de la transgression mésocrétacée, on peut dater, d'une manière assez certaine, les plissements NW—SE comme anté-aptiens.

Nous verrons plus loin la situation de ces éléments dans le cadre des grandes unités tectoniques de la région.

### b) Les terrains à plissement WSW—ENE.

Ces terrains sont, d'une part, les schistes métamorphiques de Sang-Bast avec la partie sud des granites de Méched, d'autre part, les schistes ardoisiers de Robat-i-Colombé.

La direction générale WSW—ENE est bien apparente dans les premiers, au moins dans leur ensemble. Par contre, l'orientation des schistes de Robat-i-Colombé, là où nous les avons cartographiés près de leur contact avec le Lias, reste assez confuse, tant leur plissement y est intense. Toutefois, quelques kilomètres plus à l'Ouest ou plus au Sud, nous avons vu ces schistes surmontés par des quartzites rouges, dont la direction générale WSW—ENE ne peut être mise en doute. Enfin, plus au SW encore, au col de Dehrud entre Chérifabad et Nicchapour, GRIESBACH avait relevé à peu près la même direction sur les grès qu'il attribue au Carbonifère et que nous avons homologués avec la série de Robat-i-Colombé (Bibl. 6).

Tant à Sang-Bast qu'à Robat-i-Colombé, le plissement des schistes a été très intense, à en juger par l'indice des plongements (70, 75, 80 degrés ou même vertical), ainsi que par diverses charnières bien apparentes vers Robat-i-Colombé. Cette intensité, en elle-même, fait un contraste frappant avec les plissements beaucoup plus amples du Lias.

Nous avons vu que les schistes de Robat-i-Colombé semblent devoir être rapportés au Paléozoïque et que la série métamorphique de Sang-Bast pourrait leur être contemporaine. Quant aux directions relevées dans la zone voisine des granites de Méched, elles ne seraient que l'indication de l'extension de ce même plissement dans les anciens sédiments, avant la mise en place du granite.

C'est ainsi que nous sommes amenés à considérer ces plissements comme anté-liasiques. Nous verrons plus loin, par la comparaison avec les régions voisines, quelles conclusions on en peut tirer.

### c) La transgression apto-albienne.

Etablis sur des données stratigraphiques et paléontologiques, le caractère transgressif et l'âge des lambeaux crétaciques ne laissent aucun doute. Leur discordance tectonique sur les couches liasiques est particulièrement frappante entre Bazé-Hoze et Ahmanabad. A l'E de ce village, à la Tour et au N de celle-ci, les calcaires crétaciques ont la forme d'une auge synclinale de large rayon de courbure, en direction NNW—SSE, ayant vraisemblablement occupé une dépression de l'ancienne surface.

Aucun témoin ne semble être resté ici des mouvements orogéniques post-crétaciques, si apparents ailleurs.

## 2. Lignes directrices de la géologie du NE de l'Iran.

### Essai de tectonique régionale.

(Fig. 1 et 2.)

Essayons maintenant de situer nos observations dans le cadre des grandes unités tectoniques de la région et examinons, pour cela, la carte au 1/2.000.000<sup>e</sup> de l'AMIRANIAN OIL Co. (Bibl. 27), dont on trouvera une esquisse réduite au 1/4.000.000<sup>e</sup> ci-incluse. Quoique ses contours aient été levés par des collaborateurs

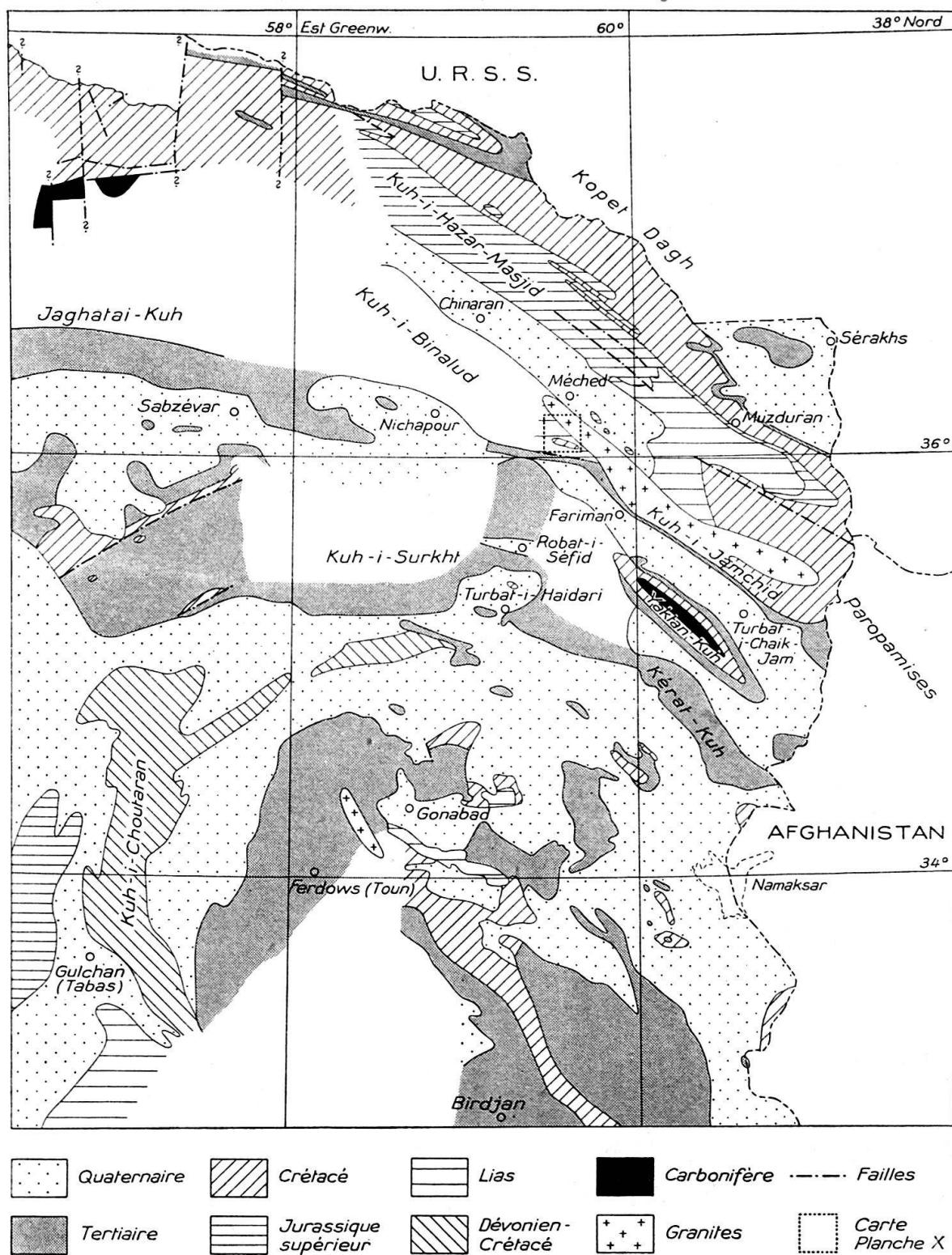


Fig. 1. Esquisse géologique du Nord-Est de l'Iran.

1 : 4000000.

D'après F. G. CLAPP, 1940, bibl. 27.

(Tertiaire simplifié.)

de valeur très inégale, et qu'elle présente encore de vastes lacunes, cette carte nous permet, toutefois, de distinguer les grandes lignes directrices de la région.

### a) Les chaînes de direction NW—SE (Système du Kopet-Dagh).

Au N et à l'E de Méched, la chaîne du Kuh-i-Hazar-Masjid forme, avec d'autres chaînons parallèles sur la frontière russe, l'ensemble orographique appelé communément Kopet-Dagh. Cet ensemble, formé de Jurassique et de Crétacé, est nettement orienté NW—SE.

A l'W de Méched, le Kuh-i-Binalud, dont nous ne connaissons guère que la partie sud, lui est strictement parallèle. J'ai dit que cette partie, représentée sur ma carte des environs de Méched par des plis du Lias, en constituait l'extrémité plongeante. En réalité, cette chaîne semble se continuer vers le SE, soit par celle du Kuh-i-Jamchid (61/35.2) — en partie voilée par l'intrusion granitique — soit par celle du Yaktan-Kuh (60/35), sur l'autre versant de la vallée du Jam (Jam-rud), après un ensellement à la hauteur de Fariman (59.9/35.7). J'ai, en effet, retrouvé la direction NW—SE dans les premiers plis de ces deux versants, à quelques kilomètres de part et d'autre de Turbat-i-Cheïk-Jam, dans les couches du Lias à charbon, que l'auteur de la carte de l'AMIRANIAN n'avait sans doute pas vues et a faussement cartographiées en Crétacé.

Nous avons donc ici au moins trois chaînes parallèles, trois coulisses, comme les appelle SUESS (Bibl. 12), dont l'orientation est indiscutable. Cette orientation les rattache, vers le NW, aux chaînes du Balkhan puis, au delà de la Caspienne, à celles du Caucase, à la hauteur de Bakou. Vers le SE, le système s'incurve dans les Paropamises, en Afghanistan, pour remonter vers le NE dans l'Hindou-Kouch.

Nous avons vu que l'âge de la chaîne du Kuh-i-Binalud, dans la région étudiée par notre carte, était anté-aptien, probablement du Crétacé inférieur, car j'ai trouvé du Jurassique supérieur marin plissé, à Ammonites, près de Chinaran, au NW de Méched.

Il en est vraisemblablement de même de la chaîne du Yaktan, où j'ai aussi fait quelques leviers. A ce propos, je dois signaler deux erreurs assez graves dans le dessin, par trop schématique, de cet anticlinal. D'abord, il n'est pas exact que le Crétacé y repose directement sur le Carbonifère. Déjà GRIESBACH (Bibl. 6) avait vu plus juste en y figurant du Trias et du Jurassique. Il existe bien du Crétacé-calcaires à Orbitolines et débris coquilliers, probablement apto-albiens comme au Kuh-i-Binalud —, mais qui repose en lambeaux et en discordance sur des brèches et des grès rouges, en grande majorité métamorphisés et probablement liasiques (traces de plantes et de charbon). Ces grès passent, à leur base, à des schistes sombres, azoïques, que j'attribue encore au Lias. Ces couches reposent sur des calcaires dolomitiques très clairs, formant de grands escarpements et que je considère comme triasiques. Sous eux et occupant le cœur de l'anticlinal, la récolte d'une importante faune de Brachiopodes a permis de reconnaître le Dévonien moyen.

Ensuite, le dessin de cet anticlinal suggère que toute la série, du Carbonifère (en réalité: du Dévonien) au Miocène, a été plissée, comme un ensemble, par un mouvement orogénique post-miocène, de direction NW—SE. Or, tout ce que nous avons observé, tant ici même qu'au Kuh-i-Binalud, nous autorise à le mettre très fortement en doute. Comme pour le Kuh-i-Binalud, l'âge du plissement principal du Yaktan-Kuh est certainement anté-aptien.

Je n'ai, malheureusement, pas d'observations personnelles dans la chaîne du Kuh-i-Hazar-Masjid (Kopet-Dagh). La carte de l'AMIRANIAN nous y montre de

larges plis de Lias et de Jurassique, surmontés de Crétacé. Toutefois, ce Crétacé, très étendu à l'E et au SE de la chaîne, ne semble pas toujours épouser strictement les plis liaso-jurassiques, puisqu'il s'appuie tantôt sur l'un, tantôt sur l'autre de ces deux étages. La question reste donc ouverte de savoir si nous n'avons pas encore affaire ici avec un Crétacé transgressif sur des plis d'âge infra-crétaciques, comme au Kuh-i-Binalud et au Yaktan-Kuh. Plus à l'E encore, entre Muzdurian et Serakhs (61/37), la carte montre des plis de l'Eocène qui, par leur orientation WNW—ESE, ne semblent pas non plus «jouer» avec ceux de la chaîne principale.

b) Les relations des chaînes de direction NW—SE (système du Kopet-Dagh) avec celles du système de l'Elbourz.

Le mode de raccordement des chaînes du Kopet-Dagh avec celles du Balkhan-Caucase au NW, avec les Paropamises et l'Hindou-Kouch au SE, enfin avec celles du système elbourzien, qui s'étendra largement plus à l'Ouest, a fait l'objet de nombreuses études. Citons pour mémoire les noms de BLANFORD (Bibl. 1), TIETZE (Bibl. 2), HOUTUM SCHINDLER (Bibl. 3), OBROUTCHEV (Bibl. 7) et J. MOUCHKETOV (Bibl. 8), dont les travaux ne se rapportent pas précisément à ce problème, mais à des régions voisines. Les conclusions essentielles de GRIESBACH (Bibl. 4 et 6) et de BOGDANOVITCH (Bibl. 5, 9 et 11) ont été reprises par ED. SUESS (Bibl. 12), qui distingue ici, nous l'avons vu, trois coulisses appartenant au système Hindou-Kouch-Paropamises-Kopet-Dagh-Balkhan-Caucase :

- 1<sup>o</sup> la coulisse du Davendar-Doshak-Yaktan-Binalud, la plus méridionale, qui court à l'W de Méched, au delà de cette ville, mais n'atteint pas la Mer Caspienne;
- 2<sup>o</sup> la coulisse intermédiaire du Band-i-Baba (Paropamises)-Estoï (= Poucht-i-Kuh, Djam, Kuh-i-Jamchid) qui n'atteint pas Méched;
- 3<sup>o</sup> la coulisse du Kopet-Dagh (= Kuh-i-Hazar-Masjid), la plus septentrionale, qui se prolonge dans le Balkhan et le Caucase.

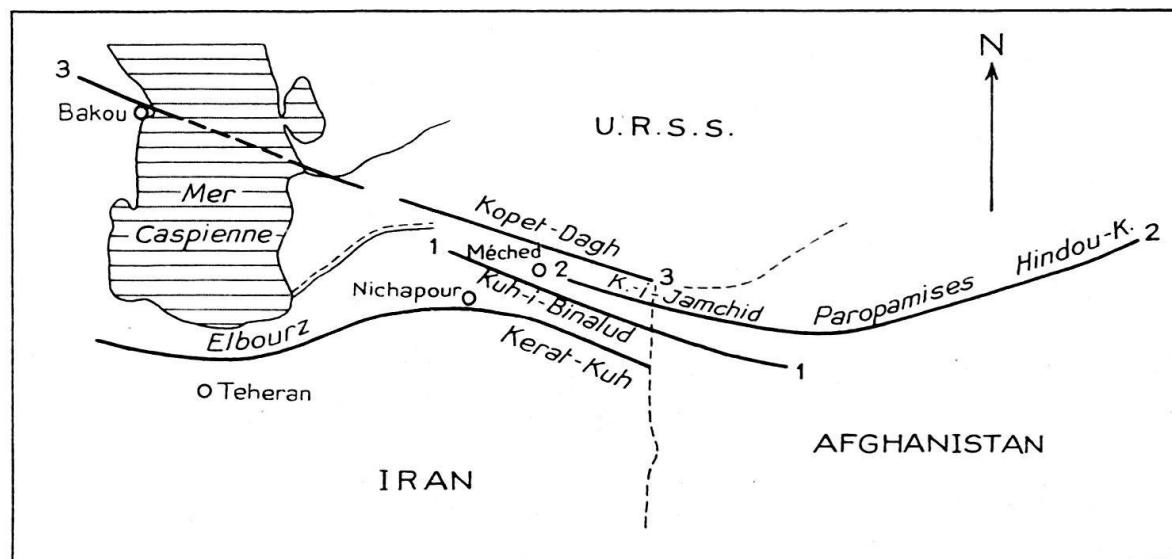


Fig. 2. *Lignes directrices du Nord-Est de l'Iran.*

Mais, plus au Sud encore que la coulisse la plus méridionale, se dresse une nouvelle chaîne — le Kérat-Kuh (60.5/35) — qui semble se prolonger, vers l'W, par le Kuh-i-Surkht, au N de Turbat-i-Haidari (59.2/35.2). La carte de l'AMIRANIAN

la figure, d'une façon globale, en Eocène métamorphisé. Je ne connais, malheureusement, cette chaîne — s'il s'agit bien toujours d'elle — qu'entre Turbat-i-Haidari et Robat-i-Séfid (Kuh-i-Surkht), où elle présente des plis majestueux dans les grès et les congolomérats probablement oligocènes, d'orientation E—W. Je ne puis donc trancher la question de savoir si le Kérat-Kuh appartient déjà au système de l'Elbourz, ainsi que le pensait SUÈSS (Bibl. 12), ou s'il constitue un ultime chaînon, vers le Sud, de l'ensemble du Kopet-Dagh-Paropamises. Dans cette dernière hypothèse — et pour autant que l'attribution stratigraphique donnée par la carte de l'AMIRANIAN soit exacte — il serait, pour le moins, étrange qu'un nouveau pli du système Kopet-Dagh se soit formé à une époque beaucoup plus récente que ses voisins.

Malheureusement, le texte de CLAPP (Bibl. 27) ne nous apporte aucune précision sur ces problèmes. Reprenant les vues de H. DE CIZANCOURT (Bibl. 26) sur les traits communs aux deux chaînes, l'auteur attribue à l'Elbourz et à l'Hindou-Kouch un même axe principal, de direction E—W, bordé par des chaînons extérieurs parallèles ou quelque peu divergents («to somewhat divergent trend») vers les plaines turkmènes. Ainsi, la chaîne de l'Elbourz dont l'aire est élargie pour comprendre le Kopet-Dagh et les montagnes de la frontière turkmène, ferait partie de l'ensemble du système Alpes-Caucase-Himalaya.

Pourtant les conclusions du très intéressant article de H. DE CIZANCOURT (Bibl. 26) montrent nettement que cet auteur distingue au moins deux zones de régime tectonique tout à fait différent dans l'Hindou-Kouch, en Afghanistan :

- a) Une zone septentrionale, à la tectonique d'allure germanique (STILLE, Bibl. 18), représenterait le bord du continent de l'Angara, intégré dans le domaine des plis alpins et pourrait être suivie jusqu'à Méched et au delà. Le Trias y repose en discordance sur le Paléozoïque. Il est surmonté lui-même par le Rhétien à plantes et à charbon (couches de l'Angara). Le Jurassique supérieur manque et une nouvelle transgression fait reposer l'Albien soit sur le Jurassique moyen, soit directement sur le Paléozoïque.

Voilà qui s'accorde assez bien, la question du Jurassique supérieur mise à part, avec nos propres observations dans le système du Kopet-Dagh.

- b) Une zone axiale, prolongation de celle du Karakorum et liée aux plis de l'Hazarajat, mais ne dépassant guère la frontière irano-afghane, serait issue du vaste fossé de subsidence situé plus au Sud. Le faciès de mer profonde de ses dépôts en ferait clairement une chaîne de géosynclinal.

C'est cette zone qui, d'après nous, serait non pas continuée, mais peut-être relayée en direction, par celle de l'Elbourz.

### c) Les chaînes du système de l'Elbourz.

D'accord avec SUÈSS, je suis donc enclin à considérer le Kérat-Kuh et sa continuation, le Kuh-i-Surkht, comme l'ultime chaînon, vers l'Est, de l'ensemble des plis de direction elbourzienne.

A vrai dire, cette direction est loin d'être rectiligne, mais dessine une immense convexité vers le Nord, avant de se raccorder, vers Charoud (55/36.4), au massif de l'Elbourz, sensu stricto.

Cette convexité est due, selon ARGAND (Bibl. 15), à «la liberté relative des jeunes chaînes de l'Iran dans le sens de l'écoulement dominant (ici vers le Nord),

au sein du grand couloir touranien<sup>4)</sup>). De SE—NW, dans le Kérat-Kuh, l'orientation passe à l'E—W dans le Kuh-i-Surkht et dans le Jaghatai-Kuh (57/36.8), pour s'incurver vers le SW au N de Damghan (54.3/36.2) et Semnan (STAHL, Bibl. 13). Au delà de Firuskuh (52.8/35.8), une autre convexité, vers le S cette fois, ramène la direction E—W, au N de Téhéran, où elle a été bien étudiée par RIVIÈRE (Bibl. 21).

Malgré ses vastes lacunes<sup>5)</sup>, la carte de l'AMIRANIAN fait ressortir ces faits assez clairement. J'ai relevé moi-même la direction E—W dans les calcaires éocènes d'Abbas-Abad (entre Charoud et Sabzévar (57.7/36.2), ainsi que dans ces mêmes couches à Robat-i-Séfid, dans un chaînon parallèle au Kuh-i-Surkht.

Mais l'interprétation synthétique d'ARGAND est loin d'avoir rencontré l'assentiment général. On en trouvera une discussion très serrée dans l'Introduction par laquelle GREGORY fait débuter sa «Structure of Asia» (Bibl. 16). La lecture de ce livre est essentielle pour celui qui s'intéresse à la géologie de l'Iran. Une autre critique se retrouve aux conclusions du 3ème chapitre du même livre, dû à la plume de DE BOECKH, LEES et RICHARDSON (Bibl. 17), suivi d'une liste bibliographique très complète jusqu'en 1928.

La discussion porte essentiellement sur les trois points suivants, que je résumerai brièvement :

#### 1<sup>o</sup> Le rôle des Altaïdes dans les plissements alpins.

Les Altaïdes, telles qu'elles ont été définies par ED. SUESS, sont représentées en Iran par le Kopet-Dagh, chaînon de liaison entre le Caucase et l'Hindou-Kouch. Formées essentiellement de roches paléozoïques, elles résulteraient d'un cycle orogénique nettement plus ancien que le cycle tertiaire alpin, ayant formé les chaînes situées plus au Sud. D'accord avec ED. SUFSS, GREGORY admet que les témoins des Altaïdes, respectés par l'érosion, ont servi de soubassement aux plis alpins, comme «des murs ou même le chœur d'une église de style roman, supporterait un toit de style gothique», tandis que pour ARGAND, le paroxysme alpin, bousculant l'ancienne structure, aurait reconstruit tout l'édifice en se servant du vieux matériel, comme «un maçon peut employer des briques de l'époque romaine pour éléver un bâtiment entièrement moderne». La distinction de plis de fond (anciennes Altaïdes) et de plis de couverture (Alpes tertiaires), fondée sur une simple différence de structure, serait insuffisante à expliquer l'écart chronologique de la formation des deux chaînes.

Or, nous avons vu que les chaînes à direction NW—SE du système du Kopet-Dagh en Iran ont été, d'une part, incontestablement plissées avant le paroxysme tertiaire alpin, puisque le Méso-Crétacé y transgresse en discordance et semblent, d'autre part, totalement indépendantes de celles du système elbourzien. D'accord avec DE CIZANCOURT (Bibl. 26), nous les rattachons à la zone septentrionale de l'Hindou-Kouch, c'est-à-dire au bord méridional de l'ancien continent de l'Angara.

<sup>4)</sup> Faut-il rappeler qu'ARGAND désignait par les noms de «couloir touranien» ou de «segment touranien» la vaste dépression, de direction NNE—SSW, s'étirant à l'Est de l'Oural, depuis la mer de Kara jusqu'à celle d'Oman et comprenant, entre autres, la mer d'Aral et les Steppe kirghizes? Voir la figure 9 de la «Tectonique de l'Asie».

<sup>5)</sup> L'étendue de ces lacunes augmente, évidemment, la part d'hypothèse dans mes conclusions. Mais, avec ARGAND, nous avons porté la discussion sur une telle échelle que ces lacunes deviennent presque négligeables. En fait, en plus d'observations précises à Abbas-Abad, j'ai également pu me rendre compte de la direction est-ouest des chaînes de Jaghataï que la route suit parallèlement entre ce village et Sabzévar.

## 2<sup>o</sup> Le rôle de la «Median Mass» dans la tectonique alpine.

La «Median Mass» des géologues anglais représente toute le haut plateau iranien entre la zone des nappes (Fars et Zagros), au S et l'Elbourz, au N. A l'W, elle est coincée à la jonction de ces deux systèmes; à l'E, elle est brusquement limitée par la chaîne de l'Oman. N'y ayant fait aucune observation personnelle, je n'en aurais même pas fait mention ici, si son interprétation n'avait pas joué son rôle dans celle de la courbure de l'arc iranien septentrional (Elbourz).

La figure 14 de la «Tectonique de l'Asie» (Bibl. 15) en fait, en somme, l'espace central de la double chaîne géosynclinale iranienne, analogue aux espaces thibétain, anatolien et pannonien. Cet espace aurait été plissé, plus ou moins passivement, lors de l'orogénèse alpine, dont les filets d'écoulement, ici dirigés vers le N par le fait de la poussée du bloc arabe, auraient pu librement s'étaler en éventail dans l'Elbourz, lui donnant ainsi sa forme arquée actuelle.

Mais cette interprétation semble fort critiquable aux auteurs du chap. 3 de «Structure of Asia» (Bibl. 17), qui nient l'existence de tout mouvement de type alpin dans la «Median Mass». Celle-ci aurait existé depuis des temps très anciens. On y révèle une transgression cambrienne sur de vieux plis arasés, puis une série de mouvements épilogéniques, avec des transgressions partielles et temporaires jusqu'à la grande transgression crétacique. Le paroxysme tertiaire alpin l'aurait, sans doute, intégrée dans son domaine, mais sans lui imposer son propre style, la masse médiane ayant aussi tenu un rôle actif, par son pouvoir conducteur («driving power»). Elle aurait, en somme, en arrière de l'arc de l'Elbourz, joué un rôle comparable à celui de l'avant-pays constitué par les noyaux hercyniens de la Sibérie.

## 3<sup>o</sup> Le couloir touranien.

Il n'est pas très clair jusqu'où, en Iran, ARGAND concevait la largeur de son couloir touranien. Il semble bien, d'après sa «Carte de l'Eurasie» (Bibl. 14), qu'il doit occuper la majeure partie de l'Iran oriental, donc une bonne part aussi de la «Median Mass», puisqu'il englobe les virgations de Yezd et de Bidjistan. Or GREGORY (Bibl. 16), comme les auteurs du chap. 3 de «Structure of Asia» (Bibl. 17) nient l'existence de cette dépression. Ils y voient, au contraire, la présence d'une vieille chaîne, de plissement anté-cénomanien, dirigée N—S, et s'étirant jusque dans le centre de l'Iran.

Faut-il rapprocher de cette conception les observations que FURON (Bibl. 22 et 23) a rapportées de son voyage de Yezd à Méched? On peut en suivre la partie la plus intéressante pour nous sur la carte de l'AMIRANIAN, reproduite à la Fig. 1. L'auteur a traversé, entre Tabas (Gulchan, 56.8/33.6) et Toun (Ferdows, 58.2/34), une chaîne à direction N—S, le Kuh-i-Choutaran, où il a observé une série de terrains allant du Dévonien (?) au Lias. C'est la bande marquée D-Cr. (Age indéterminé: Dévonien à Crétacé) de la carte de l'AMIRANIAN. FURON voit dans cette chaîne le témoin d'un grand axe orogénique hercynien, l'axe ouralo-iranien, que l'on pourrait suivre, sauf sur quelques flexures, depuis l'Oural jusqu'en direction de Madagascar. Si ces conclusions — bien que fondées sur des observations hâtives et incomplètes — devaient être acceptées, elles élèveraient, d'accord avec celles de GREGORY, de sérieuses objections aux interprétations d'ARGAND.

En ce qui me concerne, je n'ai malheureusement, à ce propos, que quelques observations très sporadiques, faites dans un rayon d'une soixantaine

de kilomètres au S de Ferdows (Toun). La contrée y est formée de vastes kévirs ou recouverte de témoins d'abondantes coulées volcaniques. J'y ai, toutefois, découvert quelques éléments de chaînes, fortement arasées, faites de quartzites blanches ou rosées, sur lesquels reposent, en concordance, des calcaires oolithiques sombres, bien lités, qui peuvent être rapportés au Dogger (Mlle W. BIRCHER). Leur direction générale est N—S ou NW—SE. Il est, en tous cas, intéressant de noter — en plus de la nette différence de direction — que l'on n'y retrouve aucune des formations tertiaires connues plus au N, vers Turbat-i-Haidari et Robat-i-Séfid.

#### d) Conclusions.

En conclusion, les observations de tous les géologues qui y ont travaillé s'accordent avec les miennes pour reconnaître, au sein de ce qui devait être le grand couloir touranien en Iran, des éléments de chaînes de direction N—S ou NW—SE, plissées avant la grande transgression du Crétacé moyen. Ces conclusions, jointes à celles que nous avons tirées de l'étude des chaînes du NE de l'Iran (Kopet-Dagh—Kuh-i-Binalud) nous ont donc amenés à reviser ici les magistrales conceptions d'ARGAND.

Imaginons maintenant, à la lumière de ces faits, comment les choses ont dû se passer. On sait que RIVIÈRE (Bibl. 21) a distingué au moins 8 phases orogéniques dans le plissement de l'Elbourz au N. de Téhéran. D'autre part, frappé par l'abondance et la répétition des formations détritiques, il a été amené à l'idée que l'Elbourz se serait formé sur l'emplacement d'une ancienne zone plissée calédonienne, qui se serait peu à peu affaissée mais juste assez pour ne permettre que le dépôt de sédiments de faible profondeur, interrompu par de fréquentes émersions. Il n'y aurait ainsi aucune difficulté à admettre que certaines parties de cette «immense ondulation synclinale» se soient fermées avant d'autres, notamment aux extrémités et nous voyons là l'explication des terrains à direction WSW—ENE de Sang-Bast et de Robat-i-Colombé. Ainsi, dès la fin du Paléozoïque, cette région aurait cessé d'appartenir à l'histoire stratigraphique de l'Elbourz. Celle-ci ne se serait poursuivie qu'à l'W et au S, dans le Kuh-i-Surkht et le Kérat-Kuh, dans un sillon relativement étroit, parce que resserré, sur son bord sud, par d'autres massifs antécénomaniens, le Kuh-i-Choutaran et d'autres chaînes plus au Sud.

Dès le début des temps secondaires, c'est alors l'histoire stratigraphique du Kopet-Dagh qui prédomine, avec la transgression des conglomérats liasiques du Kuh-i-Binalud. Elle aboutira, dans la région des environs de Méched, au plissement anté-aptien.

D'après ce que nous avons vu, des plissements du même âge auraient affecté les régions situées beaucoup plus au S (Oman, etc.).<sup>6)</sup>

<sup>6)</sup> Cette note était déjà rédigée lorsque a paru l'intéressante synthèse de mon ami J. W. SCHROEDER: Essai sur la structure de l'Iran (Ecl. geol. helv. Vol. 37, No. 1, 1944).

Nous aboutissons, en somme, par des chemins bien différents, aux mêmes conclusions d'ensemble, en considérant, après RIVIÈRE, l'Elbourz comme une «immense ondulation synclinale», relativement peu profonde et en rattachant les chaînes de la frontière NE (Kopet-Dagh, Kuh-i-Hazar-Masjid = Monts turkmènes-Khorassan) au bord méridional du continent de l'Angara.

Le désaccord principal consiste dans l'attribution du Kuh-i-Binalud, que SCHROEDER rattache «morphologiquement» au segment oriental de la chaîne de l'Elbourz (loc. cit. page 58), tandis que je considère comme un des résultats les mieux établis par mon étude détaillée d'être arrivé à l'attribuer au système Hindou-Kouch-Paropamises-Kopet-Dagh-Balkhan, ceci en dépit d'un parallélisme «morphologique» avec les chaînes elbourziennes, qui passeraient ici plus au Sud.

### e) La transgression méso-crétacique.

Tous les auteurs ont signalé la généralité de la transgression du Crétacé moyen, tant sur la «Median Mass» (*Structure of Asia*, Bibl. 17; FURON, Bibl. 24), que dans l'Elbourz (STAHL, Bibl. 13; RIVIÈRE, Bibl. 21; CLAPP, Bibl. 27). Elle est également bien connue en Afghanistan (GRIESBACH, Bibl. 4 et 6; DE CIZANCOURT, Bibl. 26). Enfin, nous en avons trouvé la preuve incontestable dans le Kuh-i-Binalud et dans le Yaktan-Kuh.

La transgression ne semble pas, toutefois, avoir recouvert la totalité des chaînes ni s'être effectuée partout à la même époque. Les cartes de RIVIÈRE et de STAHL — en partie reproduites par celle de l'AMIRANIAN — montrent fréquemment l'Eocène ou même l'Oligocène reposant directement sur le Jurassique; la mer crétacique, dans l'Elbourz, n'aurait occupé que certaines rides, soit dès le Néo-comien, soit surtout au Cénomanien-Turonien.

D'après GREGORY, la transgression sur la «Median Mass» aurait débuté soit à l'Aptien-Albien, soit au Cénomanien. Dans la chaîne de l'Oman, elle ne daterait que du Crétacé supérieur (Maestrichtien).

A l'extrême NE de l'Iran, au delà du Kuh-i-Hazar-Masjid, CLAPP situe la transgression à l'Albien-Cénomanien.

En Afghanistan, dans la zone nord de l'Hindou-Kouch, qui ferait suite à cette chaîne, DE CIZANCOURT la fait débuter à l'Albien.

Enfin, nous-mêmes l'avons datée de l'Aptien-Albien, d'après l'opinion de Melle W. BIRCHER, qui a déterminé nos fossiles récoltés près de Méched.

Malheureusement, il semble qu'une partie importante du Crétacé ait subi les effets du métamorphisme, qui l'a transformé, conjointement avec le Paléocène, en gabbro-porphyrite ou en serpentines. J'en ai eu l'intuition au cours de mes recherches de chromites à Robat-i-Séfid et LADAME (Bibl. 28) le suppose aussi dans l'étude de la mine de cuivre d'Abbas-Abad, que nous avons visitée ensemble.

Quoiqu'il en soit, il ressort nettement de l'ensemble de ces observations, que la transgression crétacique est loin d'avoir trouvé devant elle un fossé continu. Des mouvements orogéniques antérieurs avaient laissé des témoins de chaînes dont certaines sont restées émergées encore plus ou moins longtemps.

La mer crétacique elle-même ne semble pas avoir atteint de grandes profondeurs, du moins dans son ensemble, puisque les divers auteurs déjà cités ont reconnu une nouvelle phase orogénique anté-lutétienne. Mais nous avons vu qu'il ne subsiste aucune preuve de ces mouvements dans les chaînes que nous avons spécialement étudiées aux environs de Méched.

### V. Morphologie.

Revenons, enfin, à la carte des environs de Méched (Pl. X) et, à la lumière des données tectoniques exposées au Chap. IV, 1, prenons un aperçu de la morphologie de cette région.

Les traits dominants de la tectonique ont, en effet, fourni les données fondamentales du relief et du réseau hydrographique actuels. A ce point de vue, ces traits peuvent être ramenés aux quatre principaux suivants:

- 1) la direction NW—SE du Lias de Kuh-i-Binalud et des roches voisines;
- 2) le plongement de cette chaîne vers le SE;
- 3) l'orientation NW—SE de l'affleurement des granites de Méched;
- 4) la dépression, à l'E, de la grande plaine de Méched.

Les cotes d'altitude, calculées au théodolite et contrôlées à l'altimètre, sont d'une approximation de 50 mètres. Elles se rapportent au niveau de base de 950 m.,

attribué à la ville de Méched par l'Administration de construction des chemins de fer.

Le point culminant de tout le territoire est à 2 km. 750 à l'W de Hoze-Hadji-mehdi et atteint 1.750 m. De là, le relief s'abaisse vers l'E, le SE et le S, tandis qu'il s'élève, au contraire, au NW et à l'W, vers la crête beaucoup plus élevée du Kuh-i-Binalud. Toutefois, cet abaissement n'est pas uniforme, car il épouse, dans une certaine mesure, comme nous l'avons dit, les traits dominants de la tectonique.

Vers le SE, les crêtes formées par le conglomérat liasique se relayent jusque vers Ahmanabad, où tout le massif disparaît assez brusquement. Une crête secondaire et parallèle, mais bien individualisée, s'étire en lentilles sur les calcaires et les marbres de Drakhté-Tout et de Kamar-Zard. Les vallées, d'allure torrentielle, y ont un tracé soit longitudinal soit transversal, où elles ont alors taillé des gorges assez profondes, signe probable d'un rajeunissement récent.

Dans l'ensemble, la zone des «grès supérieurs» marque une dépression occupée soit par un segment de vallée longitudinale en aval de Drakhté-Tout, soit par de larges plaines de graviers descendant en pente douce vers les calcaires de La Tour.

Le versant est de la vallée longitudinale de Drakhté-Tout se relève brusquement pour atteindre un nouveau train de collines, moins élevées que celles du Lias, constituées par les schistes métamorphiques. Le relief de ces collines est bien marqué par le cours divergent des ruisseaux; leur plongement axial vers le SE est souligné par le cours transversal des vallées de Drakhté-Tout, de Hoze-Hadjimehdi et de Kamar-Zard réunies, puis, plus loin, par la disparition des collines sous les plaines de graviers.

Plus à l'E encore, les granites forment une sorte de pénéplaine, de 5 à 6 km., jusqu'au pied des collines granitiques que nous avons décrites au début de cette note et dont les sommets escarpés dominent la grande plaine d'alluvions de Méched. Ces collines, formant barrage, commandent le cours moyen de toutes les vallées mentionnées jusqu'ici, les obligeant à diverger dans les deux vallées principales de Tol-Rokh et de Bazé-Hoze (d'en-bas), avant d'aller rejoindre la vallée maîtresse dans la plaine de Méched. Toutefois, ces collines s'abaissent à leur tour vers le SE, faisant place, dès Bazé-Hoze (d'en-bas) et même de plus au N, jusque vers Sang-Bast, aux terrasses de Ghachlaghe, de Séyedabad et de Kal-Tchaghoulk.

Avec les schistes métamorphiques de Sang-Bast et la zone des granites contigus, dont les crêtes peu élevées s'allongent suivant une direction E—W, nous retrouvons des vallées longitudinales descendant soit vers Bazé-Hoze, au N, soit vers Sang-Bast, au S.

Nous avons déjà dit combien les lambeaux de calcaires crétaciques de Bazé-Hoze (d'en-haut) et d'Ahmanabad constituent un des traits saillants du relief de ce pays. Toutefois, ils ne semblent pas avoir eu d'effet majeur sur l'évolution du réseau hydrographique, qui les contourne ou les traverse sans effort apparent.

Il en va autrement de la falaise des quartzites que nous avons dû nous contenter d'indiquer entre Robat-i-Colombé et Chérifabad. De part et d'autre de sa crête, culminant à 1.600 m., elle sépare, d'une façon nette, la vallée de Robat-i-Colombé, taillée en partie dans les schistes ardoisiers, de celle de Chérifabad, jusqu'à leur jonction, 8 km. plus à l'E.

Par le fait du climat et du relief, tous les cours d'eau ont un régime torrentiel, avec débit saisonnier de quelques semaines au plus, lors de la fonte des neiges et des pluies de printemps. Seule, la longue vallée qui, débouchant des montagnes de l'W, est jalonnée par les plaines d'alluvions de Robat-i-Colombé à Bazé-Hoze

(d'en-haut), d'Ahmanabad et de Séyedabad à Bazé-Hoze (d'en-bas), semble conserver au moins un mince filet d'eau toute l'année.

D'autres plaines d'alluvions, en aval de Ghachlaghe et de Kal-Tchaghouk, ont cependant pu se former parmi les terrasses presque planes, en dépit d'une très grande rareté d'eau. Sur ces plaines d'alluvions ont été établies les cultures permettant l'existence des villages les moins pauvres. Tous les autres villages, tels que Sar-Siah, Drakhté-Tout, Kamar-Zard et Ghachlaghe, ont été construits près de points de résurgence à tout petit débit. Certains sont franchement misérables.

La fonte des neiges et les pluies de printemps laissent derrière elles, en avril et en mai, un splendide tapis de verdure et de fleurs de montagne. Dès le mois de juin, tout est jauni et brûlé par un soleil implacable, qui ne sera plus voilé jusqu'en octobre ou novembre. Tout le pays, à part les rares points d'eau, est alors d'une aridité extrême. Tout l'horizon tremble dans la vibration de l'air chaud et, dans le paysage flou où montent des colonnes de poussière tourbillonnante, l'œil cherche, avec anxiété, un point de verdure où se reposer.

## VI. Résumé.

La carte géologique détaillée des environs sud de la ville de Méched (Iran), au 1 : 100.000<sup>e</sup> (levée au 1 : 50.000<sup>e</sup> par l'auteur en 1941/42), met en évidence le fait des deux grandes transgressions du Rhétien et du Crétacé moyen. Elle autorise à situer vers le Crétacé inférieur la mise en place de l'importante intrusion granitique, qui a métamorphisé partiellement le Jurassique moyen.

Au point de vue tectonique, la carte fait ressortir deux directions de plissements, l'une NW—SE, datant probablement du Crétacé inférieur, l'autre WSW—ENE, antérieure à la transgression rhétienne. Enfin, le Crétacé moyen transgresse en discordance sur l'un ou l'autre de ces plissements.

Puis l'auteur cherche à situer ses observations dans le cadre des grandes unités tectoniques reconnues dans le NE de l'Iran. Il a particulièrement recours, pour cela, à la carte publiée au 1 : 2.000.000<sup>e</sup> par F. G. CLAPP, à la suite des travaux de l'AMIRANIAN OIL Co.

Il met en parallèle les plissements NW—SE du Kuh-i-Binalud — dont ceux de la carte des environs de Méched constituent l'extrémité plongeante — avec tout le faisceau des plis qui s'étirent depuis l'Hindou-Kouch jusqu'au Caucase par les Paropamises, le Kopet-Dagh et le Balkhan. Par contre, il rattache les plissements WSW—ENE au système de l'Elbourz, beaucoup plus largement développé vers l'W et le S.

Contre l'interprétation d'ARGAND d'un plissement d'ensemble de l'arc iranien septentrional au sein du grand couloir touranien, l'auteur s'accorde avec ED. SUESS, GREGORY et DE CIZANCOURT pour maintenir l'idée de l'indépendance des deux systèmes de plissements reconnus sur sa carte.

## VII. Liste des ouvrages cités.

1. BLANFORD, W. T.: *Eastern Persia: an account of the journeys of the Persian boundary commission (1870—1872)*, Vol. II, London 1876.
2. TIETZE, E.: *Bemerkungen über die Tektonik des Albursgebirges in Persien*. Jahrb. K. K. Reichsanstalt, Bd. XXVII, Wien 1877.
3. SCHINDLER, H.: *Die Gegend zwischen Sabzavar und Mesched in Persien*. Jahrb. K. K. Reichsanstalt, Bd. XXXVI, Wien 1886.

4. GRIESBACH, C. L.: Afghan and Persian Field-Notes. Rec. geol. survey of India, Vol. XIX, Calcutta 1886.
5. BOGDANOVITCH, C.: Cpte.-rendu prélim. sur les recherches oro-géologiques dans la partie montagneuse de la région transcaspienne et des provinces boréales de la Perse. Bull. Comité géol. russe, Tome VI, St. Petersbourg 1887.
6. GRIESBACH, C. L.: Field-Notes to accompany a geological sketch map of Afghanistan and North of Eastern Khorassan with a map. Rec. geol. survey of India, Vol. XX, Calcutta 1887.
7. OBROUTCHEV, V.: Dépression transcaspienne; aperçu géologique et orographique. Mém. Soc. imp. russe de géogr. Vol. XX, No. 3, St. Petersbourg 1890.
8. MOUCHKÉTOV, J.: Esquisse sur la structure géologique du territoire transcaspien. Verhandl. K. Miner. Gesell. z. St. Petersburg, 2<sup>e</sup> série XXVIII, St. Petersburg 1891.
9. BOGDANOVITCH, C.: Application du phénomène de glissement aux dislocations du territoire transcaspien. Izv. Soc. imp. russe de géographie, Vol. XXXI, St. Petersburg 1895.
10. SUESS, ED.: La Face de la Terre (trad. Em. de Margerie). Tome I, Paris 1897.
11. BOGDANOVITCH, C.: Notes sur la géologie de l'Asie centrale. Verhandl. K. Miner. Gesell. z. St. Petersburg, 2<sup>e</sup> série XXVI, St. Petersburg 1899.
12. SUESS, ED.: La Face de la Terre (trad. Em. de Margerie). Tome III, part. 1, Paris 1902.
13. STAHL, A. F.: Persien. Handb. des Regionale Geologie. Vol. V, Heft 6, Heidelberg 1911.
14. ARGAND, E.: Carte tectonique de l'Eurasie (1928), Bruxelles 1922.
15. ARGAND, E.: Tectonique de l'Asie (1924). Cpte.-rendu XIII<sup>e</sup> Congr. géol. intern., Bruxelles 1922.
16. GREGORY, J. W.: The Structure of Asia, Introduction, London 1929.
17. GREGORY, J. W.: The Structure of Asia, Chap. III: Contribution to the stratigraphy and tectonics of the iranian ranges, by DE BOECKH, LEES, RICHARDSON. London 1929.
18. STILLE, H.: Tektonische Formen in Mitteleuropa und Mittelasien. Zeitsch. Deutsche Geol. Gesell., Bd. 81, Berlin 1929.
19. VIDAL DE LA BLACHE, P.: Géographie universelle. Tome VIII, Asie occid. par RAOUL BLANCHARD, Paris 1929.
20. GEOL. SURVEY OF INDIA: Geological map of India and adjacent countries. 5<sup>e</sup> édition Calcutta 1931.
21. RIVIÈRE, A.: Contribution à l'étude géologique de l'Elbourz. Revue de géogr. physique et de géologie dynam., Vol. VII, fasc. 1 et 2, Paris 1934.
22. FURON, R.: Premiers résultats d'une exploration géologique du grand désert iranien. Cpte.-rendu Acad. Sc., Tome 203, N° 9, Paris 1936.
23. FURON, R.: Sur l'existence d'un axe ouralien déterminant la structure du plateau iranien. Cpte.-rendu Acad. Sc., Tome 203, N° 10, Paris 1936.
24. FURON, R.: La géologie du plateau iranien. Revue générale des sciences, Paris 1937.
25. AMIRANIAN OIL Co.: Geological map of North-Eastern Iran 1937<sup>7)</sup>.
26. DE CIZANCOURT, H.: Remarques sur la structure de l'Hindou-Kouch. Bull. Soc. géol. de France, Sér. 5, Tome VII, Paris 1937.
27. CLAPP, F. G.: Geology of eastern Iran. Bull. of the geol. Soc. of America, Vol. 51, N° 1, 1940.
28. LADAME, G.: La mine de cuivre d'Abbas-Abad, en Iran. Bull. suisse de Minér. et Pétrogr., Tome XXII, 1942.

<sup>7)</sup> Nous nous référons ici à l'original de la carte levée par les principaux collaborateurs de l'AMIRANIAN OIL Co., dont une copie avait été remise au Ministère des mines à Téhéran. Ce n'est que plus tard que nous avons appris que cette carte a été publiée par F. G. CLAPP (Bibl. 27).

Autres ouvrages se rapportant à la région étudiée.

- DAVIES, W. M.: Archaeological and physio-geographical reconnaissance in Turkestan.  
Carnegie Institute, Publ. 26, Washington 1905.
- DE MORGAN, J.: Mission scientifique en Perse. Etudes scientifiques, Tome III, livr. 1 et 2,  
Paris 1907.
- HEDIN, S.: Eine Routenaufnahme durch Ostpersien. Stockholm 1927.
- STAUB, R.: Der Bewegungsmechanismus der Erde. Berlin 1928.
- MOUCHKÉTOV, D.: Données nouvelles sur la géologie de l'Asie centrale. Bull. Soc. géol. de  
France, Sér. 5, Tome I, Paris 1931.
- MOUCHKÉTOV, D.: Modern conceptions of the tectonics of central Asia. Cpte.-rendu XVI<sup>e</sup>  
Congr. géol. intern., Washington 1933—(1936).

Manuscrit reçu le 14 juillet 1944.

