Zeitschrift: Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles
Band: 59 (1934)

Artikel: Contribution à la géologie de l'Azerbeidjan Persan
Autor: Rieben, Hubert
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-88714

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: 29.08.2025

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

CONTRIBUTION A LA GÉOLOGIE
DE
L'AZERBEIDJAN PERSAN

PAR

HUBERT RIEBEN

AVEC 7 FIGURES DANS LE TEXTE ET 2 PLANCHES HORS TEXTE
(DONT UNE CARTE GÉOLOGIQUE)

PRÉFACE

Ayant habité depuis 1912 la ville de Tauris (Perse), j'ai cependant fait en Europe, dans le laps de temps qui nous sépare de cette date, trois séjours prolongés au cours desquels j'ai eu la bonne fortune de pouvoir étudier à Neuchâtel, en 1919, 1920, 1926, 1932 et 1933, sous l'inspiration de M. Emile Argand, professeur à l'Université, directeur de l'Institut de géologie. M. Argand voulut bien, en 1920, me suggérer l'idée de former, pour cet institut, une collection de fossiles et de roches du N.W. de la Perse. Pour procéder, sur le terrain, à l'exécution de ce dessein, je parcourus, de 1925 à 1931, un grand nombre d'itinéraires qui me conduisirent dans des régions dont les unes, du point de vue géologique, avaient été peu explorées et les autres pas du tout. Je fus en mesure de faire parvenir à Neuchâtel un premier lot de collections en 1926 et un second en 1932. Les nombreuses observations, en bonne partie nouvelles, que je fis sur le terrain dans ces conditions ont abouti, après élaboration sous les auspices de M. Argand, au présent travail. J'ai l'agréable obligation de renouveler ici à l'éminent auteur de la *Tectonique de l'Asie* l'expression de ma gratitude la mieux sentie pour les encouragements

qu'il m'a prodigués et pour les conseils dont il a bien voulu faire bénéficier mon travail. Je dois en outre à M. Argand les diagnoses de mes coupes minces de roches cristallines. M. Alphonse Jeannet, qui a été, jusqu'en mars 1932, professeur de paléontologie à l'Université de Neuchâtel, m'a donné de précieuses indications et a bien voulu déterminer, des territoires de ma carte géologique, les Echinides du Jurassique moyen et du Crétacé du Qaradagh, un Lamellibranche aptien des environs de Sofian et un Poisson pliocène des abords de Tauris; des territoires circonvoisins, un lot de Brachiopodes permiens des environs de Djoulfa, ainsi qu'un Echinide et des Lamellibranches du Néogène inférieur marin qui s'étend à l'W. du lac d'Urmia.

Je tiens aussi à exprimer ici ma très vive reconnaissance à M. le professeur M. Lugeon, qui a bien voulu m'autoriser à consulter la riche bibliothèque et les belles collections du Laboratoire de géologie de l'Université de Lausanne et du Musée géologique vaudois.

D'autres savants m'ont aidé par des déterminations de fossiles, et je suis heureux de renouveler l'expression de mes remerciements à M. le professeur H.-G. Stehlin (Bâle), qui a reconnu le genre *Hipparion* dans une dent provenant de Baghmeshe et qui m'a communiqué, après examen des échantillons que je lui avais envoyés, d'utiles renseignements sur d'autres débris de Mammifères néogènes recueillis aux environs de Maragha, localité peu éloignée de mon territoire; à M. Te-Kan Huang (Peiping et Neuchâtel), qui a reconnu avec précision l'existence du Permien dans un matériel que je considérais, avec moins d'approximation, comme appartenant en gros à l'Anthracolithique supérieur, et cela en prenant soin de déterminer un certain nombre de Brachiopodes et de Tétracoralliaires ; à M. Hsing-Chien Sze, Dr phil. (Peiping) qui a bien voulu examiner mes restes de Plantes du Gypso-salifère supérieur.

Je conserve également le meilleur souvenir des entretiens que j'ai eus à Tauris, en 1926, avec M. Aghababian, ingénieur, en 1927 avec M. E. Böhne, Dr ing., en 1929 avec M. J. Jung, professeur à l'Université de Strasbourg, en 1930 et 1931 avec M. R. Brunk, ingénieur.

*
* *

La sécurité parfaite que le Gouvernement Impérial Persan fait régner dans ses territoires a grandement facilité mes explorations.

Je dois beaucoup à la *Memorial School* qu'a fondée à Tauris la Mission presbytérienne américaine, et j'ai le devoir de rendre hommage ici à la mémoire du Rev. F. N. Jessup, autrefois directeur de cette école, lequel m'a chargé, en 1916, d'y enseigner les sciences naturelles.

Plus tard, le Rev. B. S. Gifford, qui dirige actuellement cette institution, voulut bien s'intéresser à mes recherches.

MM. Mehemmed Taghy Siapush, à Zunuz, Abbas Siapush, à Zunuz, Mehemmed Ali Aghasi, à Khoï, Khatshatur, à Norashen, et le maire de Qeshlakh, qui m'ont offert, au cours de mes séjours, l'hospitalité la plus aimable dans leurs demeures, m'ont ainsi grandement facilité l'accès des régions avoisinantes. Je garde à ces amis persans et à leurs familles un sentiment de vive obligation et je conserve également le meilleur souvenir des élèves de la *Memorial School* qui m'ont vaillamment accompagné dans bien des excursions.

*
* *

La région a été parcourue en divers sens, avant mes recherches, par un certain nombre de savants dont on trouvera les noms dans notre liste d'ouvrages. Je me borne, dans cette préface, à rappeler ceux de Abich, Tietze, Rodler, Stahl, de Mecquenem. Mes itinéraires recoupent par places ceux de ces pionniers, et l'accord est souvent convenable. Quand mes recherches m'ont conduit à des résultats différents, je n'ai pas manqué de le dire.

Les nombreux travaux de M. Pierre Bonnet sur les régions situées au N. de l'Araxe, en Transcaucasie russe, m'ont été précieux grâce à la précision de leurs datations stratigraphiques, et m'ont fourni d'utiles points de comparaison. Il en a été de même, mais dans un autre ordre qui est surtout celui de la géologie quaternaire et de la morphologie, de l'excellent travail de Kurt Kaehne.

Il n'est pas nécessaire d'esquisser ici une délimitation des régions que j'ai parcourues; il est clair que mes itinéraires de recherches tombent à l'intérieur des surfaces remplies sur ma carte géologique, à l'exclusion des surfaces vides.

J'ai formé, au cours de mes randonnées, trois collections de roches et de fossiles. L'une est déposée à la *Memorial School* de Tauris, la seconde à l'*American College* de Téhéran et la troisième, que j'ai donnée à l'Institut de géologie de l'Université de Neuchâtel (où sont également conservées les coupes minces qui s'y rapportent), est celle qui sert de matériel justificatif au présent travail.

Neuchâtel, Institut de géologie de l'Université,
le 11 juillet 1933.

Depuis que le texte de mon manuscrit a été arrêté, j'ai reçu les réponses d'un certain nombre de savants auxquels j'avais confié une partie de mon matériel et qui ont bien voulu l'examiner.

C'est avec plaisir que je remercie M. le professeur Dr W.-O. Dietrich (Berlin), qui s'est intéressé aux Polypiers que je lui ai soumis et m'a donné de précieuses indications d'âge au sujet des roches coralligènes du massif Misho-Moro, de la bordure méridionale du Qaradagh et de la région de Khanaga; M. le professeur Dr W. Gothan (Berlin), qui a bien voulu étudier mes échantillons de bois fossile du Miocène supérieur de Zunuz; et M. le Dr Wolfgang Leupold (Berne), qui a soumis à un examen attentif une partie de mon matériel nummulitique de la région de Zunuz-Harzand (voir Appendice I).

(Addition faite pendant l'impression.)

PREMIÈRE PARTIE

APERÇU DE LA STRATIGRAPHIE

Nous avons reconnu dans les territoires parcourus les formations, étages, niveaux ou repères suivants :

1) Schistes anciens. Ces schistes sont particulièrement développés dans la région de Khoï, mais on les trouve aussi dans le Misho, ainsi qu'à Kiöv aux environs de Tauris (Tabriz). Dans ces trois régions [1], ces schistes sont essentiellement des roches éruptives basiques laminées : formes étirées et partiellement recristallisées de gabbros, de diabases, de porphyrites, passant par degrés aux types originels à peu près intacts. Des serpentines apparaissent près de Kiöv et dans la région de Khoï. Nulle part encore, dans les régions de Khoï, du Misho et de Kiöv, nos coupes minces n'ont révélé de paraschistes (paragneiss, micaschistes, etc.[2]), ni d'ailleurs d'orthogneiss. Cet ensemble de roches basiques plus ou moins métamorphisées est traversé par des granites et des aplites, particulièrement bien visibles dans la région de Khoï et du Misho, où tout le complexe est recouvert en discordance angulaire (pl. II, coupes 11 et 12) par la série calcaire de l'Anthracolithique supérieur. Cette discordance fournit ainsi une limite supérieure de l'âge de la vieille série, qui est assurément prépermienne, et probablement pré-ouralienne. Quoi qu'il en soit de ce dernier point, la vieille série a toutes chances, dans ces conditions, d'appartenir au cycle hercynien, dont l'achèvement se marque ainsi, vers le haut, par une pénéplanation antérieure à la transgression de la série calcaire.

2) Nous rangeons avec quelque doute, dans la même série hercynienne, des quartzites souvent rouges, feuilletés, que nous avons observés en deux régions, savoir le Moro oriental et le Taqalty.

3) Dévonien supérieur. Nous avons découvert cet étage, bien caractérisé par ses fossiles, à Zunuz. Ce sont des calcaires compacts, roses, rouges, gris clair, bruns, accompagnés par places de schistes argileux, de grès et de psammites. Les calcaires renferment *Spirifer* cf. *Verneuili* Murch., *Naticopsis Marthae* Frech,

[1] Notre Complexe du Qaradagh (voir p. 108) dont l'âge est imprécisé, peut renfermer aussi des schistes d'âge ancien.

[2] Près de War, à l'W. de Khoï, nous avons trouvé des débris de micaschistes et de chloritoschistes dont nous n'avons pu encore constater le gîte en place.

Bellerophon cf. *Verae* Frech, *Phtomia* cf. *Loczyi* Reed, *Panenka* sp. Barr., *Tentaculites* cf. *Tietzei* Frech, *Stropheodonta* sp., *Rhynchonella* cf. *latiensis* Gosselet, etc. Il y a aussi des intercalations d'un grès rouge à Poissons.

Nous rangeons dans le Dévonien supérieur, en raison des analogies de faciès, des formations très semblables qui affleurent dans les régions de Zunuz, Harzand, Daradiz.

Dans le Dévonien supérieur de Zunuz et de Harzand s'intercalent des roches d'habitus diabasique et mélaphyrique avec tufs.

4) Le calcaire noir de Kiöv. Ce calcaire gris-noir, un peu marneux et qui ne nous a pas fourni jusqu'à présent de fossiles, a été passablement éprouvé par des actions tectoniques. Il apparaît dans la gorge de l'Adjy en amont de Tauris, où il est associé à des serpentines et à des porphyrites. L'ensemble précité, qui comprend encore des grès bruns calcareux, est recouvert en discordance par le Gypso-salifère inférieur. Le faciès propre à ce calcaire noir ne se retrouve dans aucun de nos échantillons provenant du Dévonien ou de la grande série calcaire de l'Anthracolithique supérieur. Il est d'ailleurs associé, comme le Dévonien lui-même, aux roches basiques. Pour ces raisons, nous inclinons à croire que le calcaire de Kiöv est tectoniquement solidaire du Dévonien, qu'il appartient au même cycle, le cycle hercynien, et que son âge probable est le Dinantien.

Nous n'avons pu observer nulle part les relations précises du calcaire de Kiöv avec le Dévonien, non plus que les relations de ce dernier avec le complexe des schistes anciens. Il est cependant vraisemblable que schistes anciens, Dévonien et calcaire de Kiöv constituent en grand un ensemble affecté dans toutes ses parties par le plissement hercynien.

5) La série calcaire de l'Anthracolithique supérieur. Très puissante en beaucoup de régions de la carte, cette série, dans laquelle prévalent des calcaires très fossilifères à certains niveaux, a été regardée par moi, pendant la durée des recherches sur le terrain, comme répondant en gros à l'Anthracolithique supérieur. Les déterminations de fossiles que je dois à l'amabilité de M. T. K. Huang ont porté surtout sur la partie moyenne du complexe et ont révélé, avec plus de précision, la présence du Permien. M. Huang a reconnu : *Orthothetes (Orthothetina)* sp., de Harzand; *Productus Abichi* mut. *cambodgiensis* (Mansuy), du Zira; *Schelwienella acutangula* Huang, du Misho; *Reticularia (Squamularia) indica* ? Waagen, du Misho; *Oldhamina* cf. *decipiens* Waagen, du Misho ; *Productus (Marginifera) spinocostatus* Abich, de Daradiz ; *Lonsdaleia (Wentzelella) timorica* Gerth, du Misho ; *Dibunophyllum* sp., du Zira ; *Tachylasma* sp. nov. ?, du Misho.

M. Huang a bien voulu attirer mon attention sur le fait que *Oldhamina decipiens* caractérise le sommet du Permien, et que les calcaires en plaquettes qui reposent immédiatement au-dessus,

ainsi que les calcaires compacts, ont les plus grandes chances d'appartenir au Trias.

Il n'est pas nécessaire de souligner l'analogie que prend la coupe ainsi complétée avec la série classique de Djoulfa, dont la subdivision en niveaux a fait de si grands progrès dans les vingt dernières années grâce aux travaux de M. Pierre Bonnet.

6) En outre, des calcaires gris compacts à lits siliceux gris, assez abondants à l'E. de Zunuz, et dont nous avons trouvé également des vestiges dans le Misho et le Moro, sont vraisemblablement triasiques.

7) Nous n'avons rencontré aucune trace certaine du Lias. Toutefois, les derniers calcaires précités passent verticalement à une série de schistes argilo-gréseux qui semblent répondre aux couches à Plantes de l'Elborz; celles-ci vont du Rhétien au Lias ou même au Dogger inférieur.

8) Du Jurassique moyen doit exister dans le Qaradagh, aux entours de Khanaga, à en juger par un exemplaire de *Gymnocidaris* sp. voisin de *Gymnocidaris pustulosa* Ag. *(Hemicidaris)* et par plusieurs Hémicidaridés, selon détermination de M. Jeannet. Il est cependant nécessaire d'ajouter que je dois ces échantillons à un collecteur local, et que je ne saurais, en conséquence, garantir très exactement le site du gisement.

9) Des calcaires compacts et de grain très fin, à cassure conchoïde, esquilleuse, d'un type très commun dans le Tithonique en de nombreuses régions des chaînes issues de la Téthys, ont été rencontrés par moi à l'E. de Zunuz (pl. II, coupes 8 et 9), où ils présentent des intercalations d'un jaspe rouge qui rappelle très vivement, par son aspect d'ensemble, certaines variétés des radiolarites si fréquentes aux mêmes niveaux dans les mêmes chaînes. Dans l'ensemble, les analogies mentionnées plus haut sont si frappantes qu'il n'y a guère lieu de douter de l'âge jurassique supérieur (Tithonique) de cette formation.

10) L'Eocrétacé. Le complexe semble être entièrement calcaire. Parmi les fossiles rencontrés, mentionnons : *Ostrea* cf. *Minos* Coq., du Misho ; *Alectryonia* cf. *rectangularis* Rœm., du Moro et de Zunuz ; *Terebratula* cf. *acuta* Quenst., du Moro et du Qaradagh ; *Cryptocœnia* sp., *Orbitolina* cf. *discoidea* et *Janira Morrisi* Pict. et Renev., du Moro ; *Nautilus* cf. *neocomiensis* d'Orb., *Toxaster* sp. aff. *retusus-complanatus* Ag., *Desmoceras* cf. *cassidoides* Uhl. et *Exogyra* cf. *aquila* Brong., du Qaradagh. Cette liste de fossiles permet d'admettre l'existence de l'Hauterivien et d'affirmer celle du Barrémien et de l'Aptien.

11) J'ai rencontré aux environs de Daradiz un calcaire grumeleux jaune qui renferme un exemplaire de *Polyconites* cf. *Douvillei* Di-Stefano. Ce calcaire a des chances d'appartenir à un niveau du Mésocrétacé inférieur.

12) Un ensemble très puissant, d'habitus flyschoïde, formé de grès et de marnes gris ou brun clair, à Fucoïdes, Helminthoïdes et autres empreintes énigmatiques. Cette formation, qui a certaines analogies avec les couches dites de Gosau, paraît répondre au Sénonien et peut-être aussi, à la base de l'ensemble, au Mésocrétacé supérieur.

Nous avons en outre rencontré, près d'Ispiran, au N. de Tauris, des calcaires à Polypiers avec *Astrocœnia* sp. (Turonien ou Sénonien, voir p. 62), qui semblent avoir des relations étroites avec la formation désignée ci-dessus, si même ils n'en font pas partie.

13) Le Nummulitique. Cette formation existe dans la région Zunuz-Harzand; par places, elle paraît constituer, avec le complexe flyschoïde précité, une série compréhensive. Ce Nummulitique forme un ensemble puissant de plusieurs centaines de mètres, marno-gréseux ou calcaréo-gréseux, à petites Nummulites, et qui paraît embrasser, dans ses niveaux supérieurs, des calcaires transgressifs à grandes Nummulites.

La chronologie de notre Nummulitique ne pourra être précisée que par l'étude plus complète du matériel que j'ai recueilli [1].

14) Le Néogène inférieur marin. Ce complexe comprend un conglomérat de base, des calcaires compacts, des calcaires à Polypiers, des sables coquilliers et, principalement dans les niveaux supérieurs, des gypses subordonnés. J'ai recueilli dans ce groupe de terrains : *Pecten convexo-costatus* Depéret et Roman, *Clypeaster (Oxyclypeina) Guentheri* Gregory, tous deux dans un calcaire coquillier des environs de Seyvan; *Ostrea* cf. *petrosa* Fuchs, *Ostrea (Alectryonia)* cf. *Virleti* Desh., *Astraea* cf. *Ellisiana* Defr., au N. de Khoï. Les collections de la *Memorial School* de Tauris renferment des fossiles néogènes recueillis par le Rev. Labaree et signalés comme provenant de la rive W. du lac d'Urmia, région voisine de mon territoire; M. Jeannet, à qui je les ai communiqués, y a reconnu: *Pecten urmiensis*, *Pecten (Chlamys) euphratensis* Abich, *Pecten (Neithea) lychnulus*, *Venus crassicostata*, *Pecten suburmiensis*, *Clypeaster (Oxyclypeina) Guentheri* Gregory. Ce dernier fossile a déjà été mentionné d'Urmia par Stahl.

15) La « Formation gypso-salifère ». Cette formation continentale, dont la puissance atteint par places un millier de mètres, est faite de grès gris, et surtout de grès rouges, associés à des conglomérats, à des marnes grises et plus fréquemment rouges, ainsi qu'à du sel en bancs et en imprégnations, et à du gypse. Ces dépôts se sont évidemment constitués sous un climat aride.

La limite inférieure de la formation restera difficile à dater exactement aussi longtemps que le sommet du Néogène inférieur sous-jacent n'aura pas été lui-même bien daté. Il est plus aisé d'indiquer la limite supérieure, grâce à une dent d'*Hipparion*

[1] Voir, à cet égard, l'Appendice I contenant les déterminations dues à M. W. Leupold, lequel conclut à la présence du Paléocène. *(Note ajoutée pendant l'impression.)*

(détermination de M. Stehlin) rencontrée dans la série des Couches à lignite qui recouvrent le Gypso-salifère. Cette dernière série étant avec une grande vraisemblance pontienne, comme on le verra plus loin, le Gypso-salifère paraît se terminer, vers le haut, avec le Sarmatien.

Il nous a paru possible, dans les environs immédiats de Tauris, de distinguer en gros un *Gypso-salifère inférieur* dans lequel les grès sont ordinairement d'un rouge très foncé et relativement fins, avec marnes intercalées rouge foncé, et un *Gypso-salifère supérieur*, où les grès sont généralement brun-rouge clair, les conglomérats très abondants et les marnes rougeâtres ou grisâtres. Il est évidemment impossible, en l'absence de tout fossile caractéristique, d'horizonter d'une manière satisfaisante le Gypso-salifère; il ne semble pas, pourtant, que l'on commette une bien grave erreur en attribuant, dans cette région limitée, le Gypso-salifère inférieur, approximativement, au Tortonien supérieur, et le Gypso-salifère supérieur, avec une approximation un peu meilleure, au Sarmatien. L'ensemble du Gypso-salifère répondrait ainsi, en gros, à la période qui embrasse le Tortonien supérieur et le Sarmatien [1].

Dans la région du Bahlul et du Babadagh, le Gypso-salifère montre assez nettement, dans ses niveaux profonds, une grande abondance de marnes grises, tandis que les grès sont ordinairement rouge-brun clair à la cassure, mais de patine plus foncée que la cassure et que les marnes du groupe inférieur. Ces subdivisions, qui n'ont peut-être qu'une importance locale, nous ont cependant été fort utiles pour apprécier la forme du pli couché du Babadagh.

Des alternances de marnes rouges et grises, semblables à celles qui dominent dans le Gypso-salifère supérieur, admettent en intercalations quelques bancs de grès et de marnes semblables à celles du complexe suivant. Cet ensemble forme à l'E. de Tauris, en particulier à Baghmeshe, la transition entre le Gypso-salifère supérieur et les Couches à lignite mentionnées ci-après.

16) Les Couches à lignite. Ce niveau est très vraisemblablement pontien, comme on va le voir. Il débute à Baghmeshe par un calcaire marneux avec Planorbes et Limnées. Il est fait en grande partie d'argiles jaunes finement litées avec gypse en lits minces et par places bancs calcaires jaunes ou marno-calcaires noirs très résistants. C'est dans la partie inférieure des argiles jaunes que les lignites sont intercalés. Il y en a, à Baghmeshe, deux couches principales de $0^{m},15$ d'épaisseur chacune; elles sont toutes deux exploitées.

Une dent de Mammifère a été trouvée à l'W. de Baghmeshe par M. Ardashes Khatshikian qui me l'a remise avec indication

[1] D'après un article récent de MM. Jung et Jeannet (**97**bis), il semble que les limites inférieure et supérieure du faciès gypso-salifère, dans une région voisine de la nôtre, se placent sensiblement aux mêmes niveaux. *(Note ajoutée pendant l'impression.)*

suffisamment approximative du gisement. J'ai communiqué ce fossile à M. le professeur H.-G. Stehlin qui me l'a renvoyé avec les indications suivantes : « La dent de Tabriz est une P_3 inférieure gauche d'Hipparion. Elle peut être ou pontienne ou pliocène. » La raison pour laquelle nous inclinons nous-même à ranger ce débris dans le Pontien plutôt que dans le Pliocène est la puissance assez considérable des séries qui séparent ce gisement du Pliocène fossilifère certain, représenté par les Couches à Poissons qui jalonnent le pied septentrional des collines du Sehend.

R. de Mecquenem et A.-F. Stahl ont considéré le complexe qui débute par les Couches à lignite comme antérieur au Gypso-salifère. Mais l'*Hipparion* mentionné plus haut, ne pouvant appartenir qu'au Pliocène ou au Miocène le plus récent, montre que le complexe en question doit être plus élevé que le Gypso-salifère, ainsi que nous le verrons encore plus bas.

Dans la province de Marand, le Pontien est représenté par divers sédiments (grès, marnes, etc.), avec tufs volcaniques en intercalations régulièrement stratifiées.

17) Les Couches lacustres à Poissons, que l'on rencontre seulement au pied des avant-monts du Sehend, au S. de Tauris. Ce sont de fines argiles lacustres, dans lesquelles s'intercalent par places des lits et bancs de cinérites. Les argiles nous ont fourni *Brachylebias persicus* Priem, et *Leuciscus* sp. Ce dernier, déterminé par M. Jeannet, est daté par lui du Pliocène [1].

18) Les Tufs alluvionnés. Une épaisse formation tufacée, en grande partie formée de tufs remaniés de gisement secondaire, mais qui paraît contenir aussi des cinérites de gisement primaire *in situ*, s'étale sur les rampes nord du Sehend, entre les altitudes de 1800 et 2400 m. La zone inférieure, entre 1800 et 2000 m. environ, montre par grandes étendues des surfaces planes peu inclinées que nous appelons les hautes terrasses.

19) Les terrasses moyennes, pour autant que nous les connaissons actuellement, sont en général des terrasses de dénudation ; nous n'y avons pas rencontré de dépôts. Leur altitude moyenne diffère peu de 1600 m.

20) Les basses terrasses, de 1350 à 1500 m.; elles sont en partie lacustres et correspondent à des stades de retrait du lac d'Urmia.

21) Des travertins, dus au moins en partie à des sources calcareuses, et qui peuvent recouvrir, suivant les endroits, les hautes, les moyennes et même les basses terrasses. J'ai pu observer, dans la région de Zunuz, le fait que la formation des travertins se poursuit de nos jours.

[1] En certains endroits, à la partie inférieure de ces Couches à Poissons, on aperçoit des bancs de sable renfermant des esquilles d'ossements de Mammifères. Il y a bien des chances que ce niveau soit contemporain des gisements célèbres situés au S. du Sehend, à l'E. de Maragha.

DEUXIÈME PARTIE

DESCRIPTION D'ITINÉRAIRES ET DE RÉGIONS

CHAPITRE PREMIER

Sur le Miocène de la région de Tauris (Tabriz)

Ce Miocène est presque entièrement constitué par la « Formation gypso-salifère », accompagnée par places d'un peu de Couches à lignite. Partant de Tauris, nous passerons en revue les différents terrains que nous avons rencontrés dans l'Azerbeidjan persan. C'est par le Tertiaire, et plus précisément par le Néogène, qu'il convient de commencer. Dans un rayon d'une vingtaine de kilomètres, en effet, aucun affleurement plus ancien n'est visible de la ville.

La zone montagneuse la plus caractéristique permettant l'étude de ces terrains comprend le Mont Misho (Mishow) au N. du lac d'Urmia, puis le Moro (Morow) près Sofian; elle passe à proximité immédiate de Tauris puis est longée par la route de Téhéran jusqu'au col du Shibly.

La partie centrale du tronçon que nous venons de délimiter, sur un front de 25 km. et une largeur presque égale, est entièrement constituée par un complexe de marnes, grès, conglomérats, gypse et sel, appartenant au Néogène moyen. Cette série importante, souvent mentionnée en Asie Mineure, en Arménie et en divers pays iraniens, est la « Formation gypso-salifère », expression reçue depuis les travaux de Loftus, Abich, Tietze et Oswald.

Toutefois, plus encore que le sel ou que le gypse, ce qui caractérise ces terrains dans la région qui nous intéresse, ce sont des marnes grises, verdâtres, violacées, grenat, rose-brique et des grès rougeâtres, des poudingues puis des brèches. Les grès en question, patinés de rouge ou de rose, sont souvent gris clair à la cassure, sauf dans les variétés marneuses et à grain fin. Les bancs de sel ne sont pas nombreux, mais les grès et les marnes sont en général salifères. Malgré la grande aridité qui prévaut de nos jours, les sources permanentes sont assez fréquentes. Les niveaux perméables sont constitués par des grès poreux ordinairement plus puissants que les marnes imperméables qui les séparent. Les eaux, même les moins saumâtres, celles qui satisfont bergers et

troupeaux, laissent après évaporation un résidu de sel qui incruste le sol rouge.

L'altitude du Gypso-salifère au-dessus du niveau actuel du lac d'Urmia est suffisante pour que l'érosion le ravine profondément. L'ensemble de ce Miocène a subi un plissement de couverture, mais c'est seulement par places que l'inclinaison des couches est forte, en sorte qu'une grande partie du territoire considéré présente un aspect plus ou moins tabulaire, que soulignent les vires marneuses et les parois de grès.

Ce modelé caractéristique n'est nulle part mieux représenté qu'au N. de Tauris, dans le bassin inférieur de la Kiömürtshaï ainsi qu'au N.E. de cette ville, entre le faîte des montagnes taurisiennes et la plaine alluviale que construit l'Adjy en aval de Serâb. Cette dernière région se trouve en dehors du territoire de notre carte, du côté E.; les marnes, en alternances fréquentes avec les grès, y tendent à prédominer sur ceux-ci.

C'est dans l'un des secteurs précités, au N. de Tauris, que la puissance des dépôts du Gypso-salifère semble atteindre le chiffre de 1000 m. donné par Stahl comme un maximum (**182**, p. 19). C'est là que se trouve le massif du Babadagh (environ 2300 m.), qui domine l'ensemble de la région. Contrairement au Bahlul, dôme andésitique situé plus au N. et plus loin de Tauris, le Babadagh ne présente en surface aucune roche volcanique. Cette montagne jalonne une ligne de plissement dont il sera question plus loin. Les derniers hauts et le piédestal très ample qu'ils dominent de 300 m. sont entièrement faits de grès et de marnes rouges, ceux-là l'emportant de beaucoup sur celles-ci. Cet ensemble, bien que fort épais, ne représente pas tout le Gypso-salifère. Pour observer toute l'épaisseur de ce dernier, il faut remonter le canyon que l'Adjy a creusé sur une dizaine de kilomètres avant d'atteindre définitivement la plaine alluviale.

Les versants du *canyon de l'Adjy* sont souvent abrupts, notamment sur la rive droite, où des parois presque verticales atteignent par places trois cents mètres d'un seul jet. Les couches s'inclinent vers le N.N.E.; la gorge est à peu près parallèle à un synclinal très évasé dont l'axe est situé un peu plus au N., entre la zone d'accidents tectoniques marquée au N. par le sommet du Babadagh et au S. par l'escarpement qui domine la ville de Tauris (pl. II, coupes 2, 3 et 4).

Dans la partie amont du canyon, le substratum des dépôts tertiaires est entamé ; on les voit recouvrir avec discordance angulaire les calcaires vraisemblablement paléozoïques de Kiöv, dont il sera question plus loin (voir aussi pl. II, coupes 4 et 5). Ces calcaires s'élèvent jusqu'à 150 m. au-dessus du thalweg sur les deux versants.

Plus à l'W., en aval de Kiöv, au débouché d'un torrent sur la rive gauche de l'Adjy, le conglomérat de base du Gypso-salifère, sensiblement horizontal, repose en discordance sur des porphy-

rites dont les structures parallèles sont inclinées au N.W. Ce conglomérat de base, de couleur vert foncé, renferme des fragments de porphyrites. Au-dessus viennent des grès souvent bréchoïdes et des brèches gris clair à fragments anguleux d'un calcaire marneux gris bleuté. Plus haut, c'est la série monotone des grès rouges plus ou moins grossiers, avec des intercalations répétées de grès marneux à grain fin et dont la cassure est d'un rouge particulièrement foncé.

Les marnes sont ici l'exception, comme aussi les poudingues; mais des grès en dalles alternent avec des bancs massifs de 7 à 8 m. d'épaisseur. Signalons en ce lieu, dans la partie inférieure de la série en question, des intercalations de grès finement lités. A la surface de ces dalles, on voit parfois des empreintes problématiques en saillie ou en creux, de forme circulaire, cylindrique ou recourbée, larges de 3 à 6 mm. D'autres objets problématiques, sensiblement moins durs que le grès enchâssant, ont une teinte plus foncée, celle des marnes rouges. Les vestiges organiques sont d'une extrême rareté dans la formation gypso-salifère, aussi convient-il de mentionner tout ce qui peut évoquer l'apparence d'un fossile. Dans ces mêmes parages de Kiöv, sur une vire entre deux parois, il y a, dans ces grès, des imprégnations de malachite.

Sur ce premier ensemble, où les grès sont assez fins, et sur les marnes gréseuses rouge foncé, repose une série de sédiments avec alternances semblables, mais où des grès plus grossiers accompagnent des bancs épais de poudingues fortement cimentés. La patine rouge brique des grès les distingue à peine des roches de la série précédente. De part et d'autre du canyon de l'Adjy, ces grès grossiers et ces poudingues ont disparu en grande partie du socle du Babadagh; mais on voit encore, par endroits, des galets épars de nature très diverse, ce qui prouve que ces conglomérats ont eu plus d'extension qu'aujourd'hui. Sur le versant S. de l'Aynal-Zaynal, comme nous allons le voir en décrivant le pli couché de Tauris, cette série supérieure du Gypso-salifère atteint 100 à 200 mètres d'épaisseur.

Tauris (Tabriz) est situé au pied d'un alignement de hautes collines rougeâtres appartenant entièrement au Gypso-salifère (pl. II, coupes 1-5, 14). Ces hauteurs forment un escarpement de 400 à 500 m. qui domine la ville au N.N.E. et se poursuit vers l'E. jusqu'à l'échancrure du Payan et au delà de celle-ci. Le nom d'*Aynal-Zaynal* (ou Aynaly) donné au sommet occidental désigne aussi l'alignement que nous venons de décrire. A l'W., le versant recule assez brusquement vers le N.N.W., puis le front montagneux reprend sa direction première en s'abaissant jusqu'à la coupure de la Kiömürtshaï, rivière venue du N. En ce point, les assises de grès rouges sont à moins de 100 m. au-dessus de la rivière. Le front montagneux qui vient d'être décrit n'est que l'escarpement qui termine au S. et au SW. l'ample socle du Babadagh. L'ensemble est tranché de l'E. à l'W. par l'Adjy, qui délimite ainsi l'Aynal-

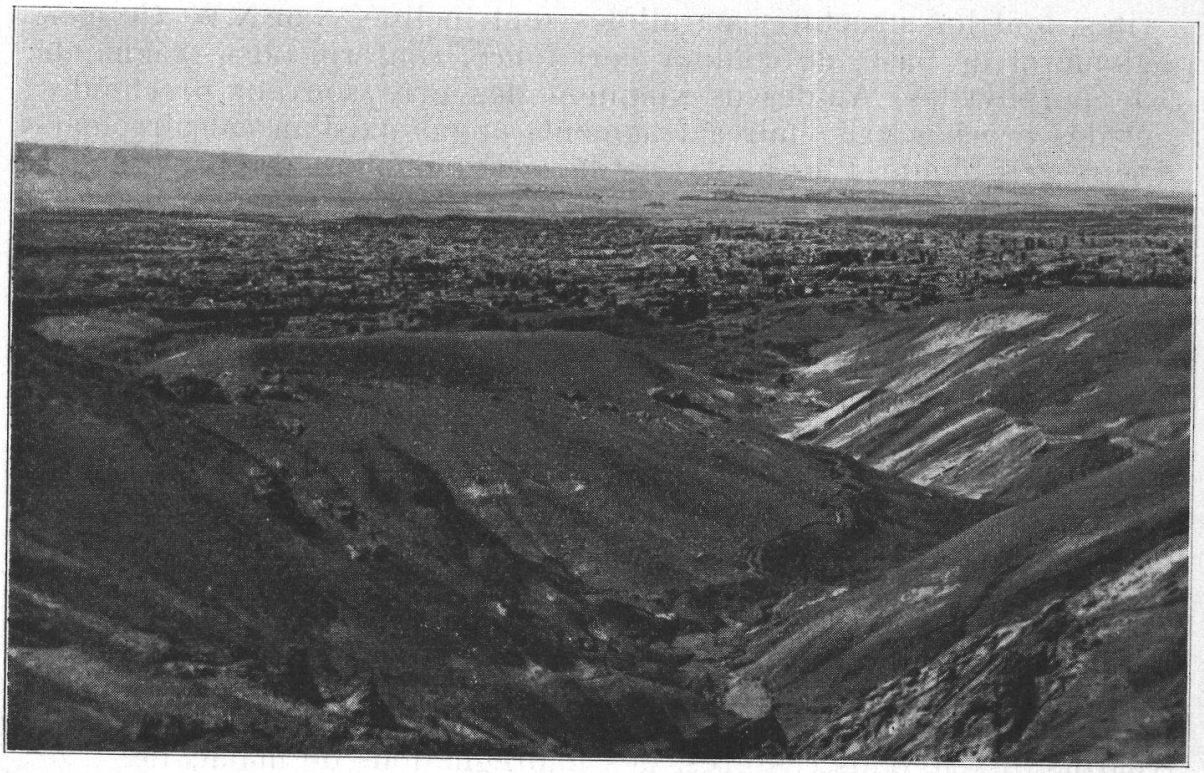


FIG. 1. Tauris et ses environs.

Vue prise des pentes inférieures de l'Aynal-Zaynal, en direction S.W. — Premier plan : Gypso-salifère de l'Aynal-Zaynal, incliné et recouvert en discordance par les cailloutis de l'une des basses terrasses. — Deuxième plan : plaine de Tauris, avec la ville. — Au delà de la plaine : Couches à Poissons (ruban clair au milieu du cliché); le fond du paysage, y compris la ligne d'horizon, est dans les Tufs alluvionnés.

Zaynal. Ce dernier atteint, par endroits, 1 à 2 km. de largeur dans les hauts. Son unité n'est que topographique. Le faîte qui domine la ville et ses faubourgs marque encore le bord du plateau qui s'étendait au S. de la pyramide du Babadagh et dont l'altitude moyenne répond à celle des hautes terrasses si nettement représentées dans le pays (p. 54). L'entaille profonde pratiquée par l'Adjy durant les temps quaternaires est totalement masquée par le massif qui comprend l'Aynal-Zaynal et le Babadagh.

La partie orientale de l'Aynal-Zaynal est un crêt avec inclinaison régulière des couches vers le N. Ce plongement se poursuit encore au delà du canyon, mais en approchant de la pyramide du Babadagh située plus au N., les bancs des grès miocènes se relèvent assez brusquement, avec pendage au S. dans l'arête méridionale de la montagne. Ils atteignent, avec le même plongement, le sommet du Babadagh, à l'altitude de 2300 m. environ.

Signalons encore, avant de quitter ces hauteurs d'où la vue s'étend à l'E. jusqu'au Savalan toujours enneigé, les différences que présente le cours de l'Adjy : on voit dans la vallée, en amont du pont de Veynar, les affleurements de grès et de marnes rouges émerger d'une plaine alluviale où l'Adjy et ses affluents tempo-

raires étalent leurs méandres, tandis qu'en aval la rivière s'encaisse dans une gorge sauvage. Elle y est retardée dans son travail d'érosion par les roches anciennes de Kiöv, plus résistantes que les grès et marnes miocènes ; elle triomphe cependant de cet obstacle pour atteindre, à quelques kilomètres de là et à 150 m. plus bas, la plaine du lac d'Urmia, lequel marque le niveau de base. Cette gorge, dans sa partie supérieure, offre un bel exemple de méandre encaissé. Celui-ci se trouve à 1 km. en aval du pont de Veynar, endroit où commence le défilé, un peu en amont des premiers affleurements des couches de Kiöv. C'est à partir de cette boucle que le défilé se rétrécit en gorge et que la rivière creuse actuellement son lit [1].

Le bel exemple d'*antécédence* que nous avons là soulève maints problèmes relatifs à l'âge des terrasses et aux derniers mouvements tectoniques subis par la région taurisienne. Nous connaissons trop peu l'Adjy en amont du pont de Veynar pour entreprendre une discussion à ce sujet. Considérons plutôt le col du Payan, passage qu'utilise le chemin muletier Tauris-Ahar. C'est une échancrure en forme de V, affectant le tiers supérieur de la falaise de l'Aynal-Zaynal sculptée dans le Miocène rutilant. Au pied de l'escarpement, des cônes de déjection s'étalent jusqu'à la rivière de Livan, qui passe à 1 km. au S., entre Barindj et Baghmeshe, premier faubourg de Tauris. Au village de Barindj, le cours d'eau précité fait un coude, en aval duquel il coule de l'E. à l'W., parallèlement à l'Aynal-Zaynal, alors qu'en amont il se dirige exactement au N.N.W., vers le col du Payan qu'il creusa jadis. La rivière de Livan montre deux ou trois captures successives (voir la carte, pl. I). Son cours primitif était S.-N., du Sehend à l'Adjy dans laquelle elle se jetait en amont de Veynar; elle coulait parallèlement à la rivière de Seydâbâd qui coupe transversalement le massif ancien du Taqalty. Au N. et au N.W. de Basmindj, deux vallées mortes traversent le Gypso-salifère qui prolonge l'Aynal-Zaynal. Celle de l'E. a été creusée par la Livantshaï (rivière de Livan); la seconde, un peu à l'W., par un cours d'eau aujourd'hui temporaire qui descend du pied du Sehend et qui coulait, lui aussi, directement vers le N. Ces vallées mortes débutent en marge et en contre-bas de la plaine alluviale de Nemetabad et de Basmindj; la vallée occidentale se dirige au N.W. et atteint le thalweg de l'Adjy en aval du pont de Veynar. Les captures qui ont abouti à la production de ces deux vallées mortes ont eu lieu à une époque relativement récente, car aux anciens points de confluence, l'Adjy et la rivière de Seydâbâd n'ont pas eu le temps d'approfondir sensiblement leur lit. L'entaille du Payan, par contre, est un vestige de vallée morte suspendue. Au

[1] Ce site semble propice à l'érection d'un barrage. Une vaste étendue à peu près inculte et inhabitée pourrait être submergée. Ainsi serait constituée une réserve d'eau considérable à deux lieues d'une ville de 230 000 habitants, laquelle, pour actionner ses quelques dynamos, consume un combustible dispendieux (**108** et note 1, p. 112).

N. et au S., l'Adjy et la rivière de Livan ont, depuis cette capture du Payan, creusé leurs lits d'environ 200 m. Il est incontestable, cependant, que des torrents du Sehend, marqués aujourd'hui par les oueds de Fatâbâd et de Pinashalvar, se réunissaient en un cours d'eau qui coupait la falaise de l'Aynal-Zaynal. On en trouve la preuve dans le plateau en pente douce qui descend du col de Payan jusqu'au bord du canyon de l'Adjy. Ce plateau, jusqu'ici épargné par le ravinement, offre par places un sol épais, propice à la culture des céréales. Les cailloux épars dans ces champs ou entassés sur les bords sont presque tous étrangers au substratum de grès rouge : ce sont des galets de roches andésitiques pareils à ceux que les torrents du Sehend déposent sur les cônes de déjection qui bordent au S. la plaine de Tauris. Nulle part ailleurs, sur les versants ou au pied même des escarpements de l'Aynal-Zaynal, ces galets volcaniques ne se rencontrent.

Nous avons vu plus haut que la formation gypso-salifère de la région de Tauris peut être subdivisée en un Gypso-salifère inférieur et en un Gypso-salifère supérieur.

Cette distinction, aisée à établir sur place, est parfois sensible même de loin, comme il se voit le long de l'accident tectonique situé à l'W. du Babadagh (p. 27 et pl. II, coupe 3) et plus encore dans le versant méridional de l'Aynal-Zaynal. On constate dans cette dernière région une démarcation nette. Si l'on se place à l'E. de la ville, en regardant au N.N.E., l'escarpement de l'Aynal-Zaynal se présente en entier. Un ravin, partant du point culminant et situé un peu à gauche, descend obliquement vers l'E. pour aboutir à l'apex d'un cône de déjection placé à droite. A l'E. de cette ligne, qui coupe la montagne en écharpe (pl. II, fig. 20), l'escarpement, jusqu'au Payan et même au delà, est de teinte uniformément rouge sombre et de structure régulière. Les couches, tranchées parallèlement à l'axe du pli comme dans la gorge de l'Adjy, ont leurs traces horizontales, mais plongent modérément au N.N.E. Cette régularité disparaît à l'approche du ravin qui marque le contact entre les deux séries, et au long de celui-ci. Dans ces parages, le Gypso-salifère supérieur s'est décollé de son substratum, avec formation d'un contact mécanique au-dessous duquel les marnes rouge sombre du Gypso-salifère inférieur sont froissées et plissotées. On observe dans ce plan de discontinuité, par places, des discordances d'origine mécanique. A gauche, à l'W. de la ligne en question, les roches rougeâtres et brun clair de la série supérieure forment la charnière d'un *pli couché;* elles se présentent comme une carapace recouvrant la série rouge sombre. Du point en question, le spectateur voit les couches s'incliner vers lui et le plongement augmenter peu à peu, jusqu'à devenir presque vertical, dans les parois qui forment la partie inférieure du versant.

Du centre de la ville, on voit, face au N.E., un éperon rocheux former l'angle S.W. du massif qui comprend l'Aynal-Zaynal et le Babadagh. A droite, et jusqu'à mi-hauteur du versant, on aper-

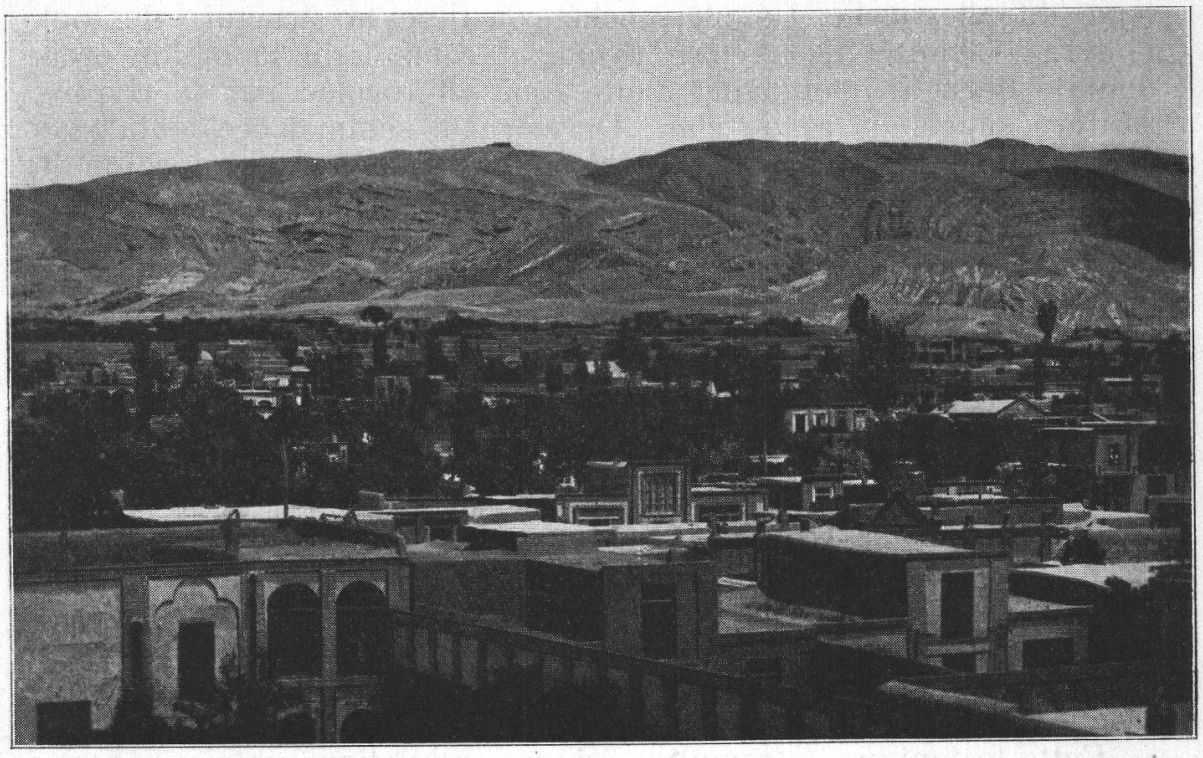


Fig. 2. Pli couché dans le Gypso-salifère de l'Aynal-Zaynal.
Vue prise de Tauris vers le N.N.E.

çoit les couches de grès diversement inclinées alors qu'elles reprennent tout à gauche leur régularité d'allure. Vers le centre du tableau, ces mêmes grès, marnes et conglomérats dessinent la charnière du pli couché précité, charnière qui apparaît ici avec une beauté unique dans toute la région taurisienne (fig. 1 et pl. II, coupe 4). Les emboîtements successifs dont elle se compose sont bien marqués par les couches dures et saillantes, alternant avec des marnes plus colorées et burinées en rigoles par l'érosion. Le dessin de la charnière commence au pied même du versant. Le front visible de la charnière est à mi-hauteur de ce dernier (fig. 1). Le flanc normal se montre plus haut ; les couches qui le constituent se recourbent à gauche et sont longées par le chemin qui conduit au sanctuaire ou imamzadé de l'Aynal-Zaynal. Sur ce flanc normal, la pente s'adoucit en un replat auquel s'élève graduellement le sentier jonché d'innombrables galets de nature très variée : ce sont les témoins, sur le flanc normal, d'un conglomérat polygénique qui apparaît dans le flanc renversé, où il forme une paroi de 4 à 5 m. de puissance. Cette paroi est visible dès le milieu du versant qu'elle traverse obliquement, et dont elle atteint le pied à 500 m. à l'W. (environ 150 m. plus bas).

Le plan axial de ce pli est ici faiblement incliné vers le N.E., et sa charnière se conforme à la direction générale des plissements : N.W.-S.E. Le versant sur lequel se manifeste la charnière s'allonge suivant une direction qui fait un angle d'environ 30° avec

l'axe du pli couché. Ce pli couché constitue la structure de tout l'ouvrage avancé de l'Aynal-Zaynal, autrement dit la moitié occidentale de cette montagne, moitié qui est formée par le Gypso-salifère supérieur rouge clair. Derrière le sommet occidental, où se trouve l'imamzadé de l'Aynal-Zaynal, un ravin s'approfondit vers l'W.N.W.; il est dans le prolongement de la combe en écharpe mentionnée précédemment. Comme cette dernière, il répond à la limite des deux divisions du Gypso-salifère; car c'est au delà qu'on retrouve les couches les plus rouges, qui sont en général peu plissées, sauf au voisinage du contact mécanique déjà mentionné un peu plus haut, contact où les marnes ont subi un froissement notable. Plus à l'E., en longeant la haute falaise rouge, entre le faubourg de Baghmeshe et le col du Payan, on aperçoit des vestiges de la série supérieure qui émerge entre les alluvions des torrents, mais l'anticlinal déversé ne s'y distingue plus.

La charnière synclinale située à flanc de côte, plus à l'E., non loin du Payan (pl. II, fig. 21), suggère le synclinal invisible qui, au pied de l'Aynal-Zaynal, doit exister en profondeur sous l'anticlinal couché. L'axe du pli se serait ainsi relevé notablement à l'E., ce qui s'accorde bien avec une dénudation plus avancée.

Cette tectonique se complique d'une ondulation subtransversale subordonnée au plissement principal dont il vient d'être question. J'ai en effet observé, à 1 km. à l'W. du col de Payan, un petit bombement anticlinal dont la direction est plus ou moins normale à celle du pli couché précité.

Près du flanc S.W. de l'anticlinal subtransversal, au N. du chemin conduisant au Payan, se trouve un petit affleurement de lave néogène du même type que les roches les plus communes au N. du Sehend.

Sur la rive droite du torrent, un peu en amont de Baghmeshe, une butte émerge des alluvions : les marnes grises et rouges qui la constituent plongent d'environ 30° au N. Ce plongement est inverse de celui que présentent, à 1 km. en aval, les mêmes couches du Gypso-salifère supérieur (pl. II, coupes 15 et 16). Cet affleurement, sur lequel nous revenons à la p. 43, est constitué par des couches qui forment le passage graduel des grès du pied de l'Aynal-Zaynal, rangés par nous dans le Gypso-salifère supérieur, aux argiles gypseuses du Sarydagh de Baghmeshe (Pontien).

En montant au col du Payan, on voit de profil la série inférieure. Les couches, qui montent doucement de la vallée de l'Adjy jusqu'à la crête, où a été creusée l'échancrure, formaient au S. de celle-ci la charnière, aujourd'hui disparue, d'un anticlinal sensiblement déjeté au S., ce dont témoignent clairement les bancs de grès taillés en biseau et inclinés vers le S., tels qu'on les observe en contre-bas du col, dans un replat situé à mi-hauteur. Ce dernier est un vestige des plateformes qui correspondent, aux environs de 1600 m., au niveau des terrasses moyennes, et qui sont dues, selon toute vraisemblance, à d'anciennes abrasions du lac d'Urmia.

On comprend ici comment s'est opérée la capture de la rivière qui, venue du Sehend, passait jadis par le Payan (p. 33 et 34). Le coude de capture est à Barindj, le cours captant était le torrent de Baghmeshe. Le cours capté (torrent de Fatâbâd) se continuait vers le N. au-dessus du col de Payan et jusque dans l'Adjy. La capture fut d'autant plus aisée qu'un matériel peu résistant, les argiles et le gypse pontiens de Baghmeshe, recouvrait alors les grès et les poudingues du Gypso-salifère.

D'autres plates-formes, vraisemblablement dues à l'érosion lacustre, peuvent être repérées sur le versant qui domine Tauris (pl. II, coupes 15, 16 et fig. 21).

Qu'en est-il des deux séries du Gypso-salifère dans la partie occidentale du massif que nous décrivons?

Nous avons déjà mentionné le ravin qui fait la démarcation des deux séries, derrière l'imamzadé de l'Aynal-Zaynal. Sur le versant N. de ce ravin apparaît la succession régulière des couches de la série inférieure.

A Anakhatun débouche dans la plaine la Kiömürtshaï ou « Rivière-du-Charbon ».

Au delà de ce point, dans le secteur [1] entre la Kiömürtshaï et la rivière de Mujumbar, les couches du Gypso-salifère montent en direction axiale au N.W., c'est-à-dire qu'elles se relèvent vers le Moro.

Mais entre la Kiömürtshaï et l'Adjy, au voisinage de leur confluent, la montée axiale se fait au S.E. [2].

On voit donc que pour atteindre la plaine, la Kiömürtshaï a utilisé une dépression axiale.

On retrouve dans le secteur Kiömürtshaï-Adjy le plongement modéré au N.N.E. que nous avons signalé dans la falaise qui domine Baghmeshe. Au revers de la crête principale de ce secteur, on observe par places, sur des dalles de grès, des rides de fond. Le ruisseau de Bababaghy, affluent de droite qui se jette dans l'Adjy un peu avant que celle-ci atteigne la plaine, est alimenté par des sources saumâtres, fréquentes au N.W. et au N. du Babadagh. Ce cours d'eau a creusé une gorge, profonde de 200 m., immédiatement en amont du confluent.

Dans la bordure S. du secteur entre l'Adjy et la rivière de Mujumbar, l'érosion a enlevé les grès, les marnes et les poudingues du Gypso-salifère supérieur. De part et d'autre de la Kiömürtshaï, les grès de ce niveau forment une muraille haute d'environ 150 m. A l'W. de cette rivière, à 2 km. en amont d'Anakhatun, le Gypso-salifère supérieur présente un développement caractéristique. A ce niveau appartient la crête de Shirindja, crête qui est faite principalement de grès et de poudingues, et qui se

[1] Dans ce secteur prédominent les marnes, avec un modelé en « mauvaises terres ».
[2] Cette montée axiale se complique d'un certain nombre de faillettes en gradins; le rejet de ces dernières est ordinairement de l'ordre d'une dizaine de mètres.

relève lentement vers l'W.N.W., en direction du Moro, conformément à la montée axiale que nous venons de signaler.

L'escarpement en question, finement raviné, présente dans sa moitié inférieure des alternances nombreuses de grès peu résistants et de marnes. Dans sa moitié supérieure, on rencontre des conglomérats peu cimentés. Le banc le plus élevé est particulièrement puissant; il est recouvert et protégé par un grès rouge-brun. Ce Gypso-salifère de la colline de Shirindja est vraisemblablement la continuation de la série supérieure, si bien visible dans l'Aynal-Zaynal, où nous avons constaté que les poudingues sont assez bien représentés quoique moins puissants. Par contre, les poudingues sont beaucoup plus résistants à l'Aynal-Zaynal qu'à Shirindja. Entre la Kiömürtshaï et l'Adjy, on trouve fréquemment des galets épars qui témoignent de l'ancienne continuité des poudingues.

Avant de quitter la colline de Shirindja, notons, vers 1600 m. d'altitude, une série de replats correspondant à la moyenne terrasse et que domine l'escarpement finement raviné dont il a été question plus haut. A la surface des replats affleure la succession des couches marneuses, érodées en biseau. Les restes de la moyenne terrasse, et de la falaise qui les domine, sont fréquents aussi à l'Aynal-Zaynal (voir p. 55). A l'W., une dépression de 5 km. de largeur sépare les hauteurs de Shirindja de l'extrémité du massif paléozoïque du Moro (fig. 5), extrémité qui surgit comme une proue des couches tertiaires arasées à l'altitude moyenne de 1600 m. La rivière de Mujumbar et ses affluents coulent en contrebas, dans une vallée à fond plat dont le niveau est à peine supérieur à celui de la plaine du lac d'Urmia.

Il est intéressant de noter que les conglomérats néogènes acquièrent une plus grande épaisseur précisément au point où débouchent aujourd'hui les rivières antécédentes venues du Qaradagh, et que leur puissance décroît vers l'E.

Ces poudingues sont polygéniques; ils sont remarquables par la variété de leurs éléments. Ceux-ci dépassent rarement 2 dm. de diamètre; la plupart sont de l'ordre du centimètre. Ils se montrent souvent peu aplatis. Les poudingues, ayant été pris dans le pli de l'Aynal-Zaynal, présentent parfois des cailloux déformés et fracturés. Les galets impressionnés sont fort communs. Plus rares sont ceux qui offrent une patine ou un vernis désertique. Le fait qu'il s'en trouve suggère l'idée d'une aridité plus prononcée que celle du climat actuel, car en Azerbeidjan, les cailloux exposés aux intempéries ne présentent pas ce vernis si frappant dans d'autres contrées arides, par exemple dans les déserts syriens. La variété des roches et des formations représentées dans ces cailloux est grande; elle embrasse la totalité des roches antérieures au Néogène affleurant au centre de l'Azerbeidjan. J'ai trouvé de rares galets d'un calcaire à Polypiers qui pourrait provenir des couches du Néogène inférieur marin. Un galet de cal-

caire jaune clair à petites Nummulites rappelle les roches analogues qui affleurent dans le Nummulitique du Zagros, entre Kermanshah et Kasr-i-Shirin. Ce sont là des exceptions. Les roches les plus typiques représentées dans ces poudingues sont celles du Misho, signalées plus loin (p. 64), et surtout celles du Moro que 20 km. séparent aujourd'hui de la colline de l'Aynal-Zaynal : microgranites rouges; calcaires noirs anthracolithiques et probablement aussi calcaires crétacés; calcaires blanc-crème saccharoïdes d'âge incertain, peut-être triasique, comme ceux de l'E. du Moro; quartzites de diverses couleurs, et notamment ces roches rouges schisteuses que nous ne connaissons que dans le Moro central; enfin, et en abondance, schistes d'aspect ancien, gabbros, diorites, porphyrites. La plus grande partie de ces roches se rencontre actuellement dans le Moro (p. 64-66).

La formation gypso-salifère, bien qu'extrêmement pauvre en fossiles, n'en est pourtant pas totalement dépourvue. On a trouvé à Nakhitshevan, dans des marnes, deux Poissons fossiles : *Clupea humilis* H. v. Meyer et *Clupea lanceola* H. v. Meyer, mentionnés par Stahl et Oswald (**182**, p. 19; **135**, p. 17). Oswald date ce gisement du Sarmatien.

Revenons à l'W. du massif de l'Aynal-Zaynal. Sur la crête du dernier escarpement occidental, que l'Adjy longe avant de quitter son canyon, un banc de grès surplombant recouvre une assise de $0^m,30$, moins résistante, en lits et en dalles, avec débris végétaux et nombreuses empreintes de Plantes, d'ailleurs peu distinctes, exception faite de certaines feuilles de Dicotylédones. On trouve souvent aussi des empreintes charbonneuses, et plus rarement des empreintes ferrugineuses. A un certain niveau, puissant d'environ $0^m,50$, on constate, au contact immédiat des traces végétales ou à leur voisinage, ou encore indépendamment et à distance des restes fossiles, des imprégnations d'azurite et plus rarement de malachite. C'est probablement le même niveau qui se retrouve plus au N., sur la rive opposée de l'Adjy, où, dans des éboulis accumulés au pied d'un escarpement de grès rouge, se rencontrent des fragments contenant des débris végétaux. Rappelons que dans la gorge de Kiöv, ou partie moyenne du canyon de l'Adjy, se trouvent, non loin des deux points susmentionnés, des grès à empreintes problématiques et d'autres grès à imprégnations de malachite (p. 31).

Le Gypso-salifère supérieur possède aussi un niveau à Plantes. On peut le suivre dans le flanc renversé du pli de l'Aynal-Zaynal, le long du versant S. Il est visible au pied des pentes que remonte le sentier conduisant au sommet occidental (imamzadé), à une centaine de mètres à droite de ce chemin (fig. 1). Il s'agit d'un grès lité assez fin, brun clair, dont la surface unie est d'un gris bleuté. Ce dernier repose sur des grès grossiers que supporte le conglomérat déjà signalé (p. 35) dans la description du pli couché. En suivant cet affleurement à fleur de coteau, on le retrouve, au delà d'une pente d'éboulis, un peu plus à l'E., où un torrent recoupe

les couches les plus résistantes. Ces dernières, voisines de la verticale, font partie de la charnière du pli couché de l'Aynal-Zaynal. Elles montrent en surface des rides de fond bien conservées. Dans le bas de cette paroi, on reconnaît encore ce niveau à débris végétaux. A 3 km. plus à l'E., au droit de Baghmeshe, où les affleurements de la série supérieure disparaissent sous les alluvions, un banc de 30 à 40 cm. contient en abondance des débris noirâtres parmi lesquels on distingue parfois des feuilles entières. La mieux conservée de celles que nous avons trouvées en ce point appartient probablement au genre *Quercus* [1]. On trouve aussi à ce niveau des restes de bois fossile de couleur ferrugineuse, écrasés ou aplatis suivant le plan des couches [2]. Le problème du rapport chronologique précis entre ces couches à Plantes et celles de l'Adjy ou de Kiöv se pose évidemment, mais ne peut être résolu pour l'instant.

A l'E. et au N.E. de Tauris, le Néogène marno-gréseux occupe un territoire considérable, où les escarpements, moins élevés, s'inclinent doucement et passent sous la plaine de Serâb. C'est dans ce Néogène qu'est taillée, au N. du Mont Taqalty, la terrasse supérieure qui, à 1800 m. d'altitude, s'avance en promontoire (p. 54). Les couches y gardent leur plongement au N. comme dans le massif de l'Aynal-Zaynal et sont coupées en biseau par la terrasse. A l'E., la plaine de Serâb, où coule l'Adjy, correspond aux terrasses moyennes des environs de Tauris, c'est-à-dire au niveau de 1600 m. Dans la région de Serâb comme ailleurs (dans le pays de Khoï par exemple), le caractère marécageux de la plaine décèle la présence, à peu de profondeur, du Miocène supérieur plus marneux que gréseux. Ce substratum imperméable affleure le long de la route d'Ardebil, où émerge, à l'W. de Serâb, un anticlinal qui en est entièrement formé.

Le sel, comme nous l'avons dit au début, est présent dans tout le Gypso-salifère. Les marnes et les grès en sont parfois visiblement imprégnés; au N. des localités décrites jusqu'ici, par exemple à Shordara près du Bahlul, des bancs de sel plus ou moins purs sont exploités. Ces affleurements forment un alignement parallèle au pli taurisien, à une quinzaine de kilomètres en arrière de l'escarpement de l'Aynal-Zaynal. Ils nous paraissent localisés dans le Gypso-salifère inférieur.

Quant au gypse, il est absent de toute cette région, ou presque. Sur les deux ou trois points où nous avons constaté sa présence, on a l'impression qu'il s'agit des derniers vestiges de couches plus élevées que le Gypso-salifère, autrement dit du Pontien.

[1] Détermination de M. Hsing-Chien Sze.

[2] Des vestiges assez semblables, appartenant peut-être au même horizon, se trouvent dans le Gypso-salifère du pays de Zunuz (voir IIme partie, chap. VII).

CHAPITRE II

Les collines de Baghmeshe.

Tietze (**189**, p. 44-46, et **193**, p. 612-614), de Mecquenem (**111**, p. 40-42) et Stahl (**176**, p. 63; **180**, p. 209-210; **181**, p. 3) ont mentionné et décrit le Sarydagh (« la Colline-Jaune »), qui s'élève immédiatement à l'E. de Baghmeshe, faubourg oriental de Tauris, à 5 km. du centre de la ville. Cette colline est connue dans la région pour ses mines de lignite.

Le Sarydagh s'élève sur la rive gauche de la rivière de Livan (ou Basmindjtshaï), en face de Baghmeshe. Il forme une longue falaise dominant de 80 m. le lit de ce torrent et se continue, en amont, jusqu'au coude de capture situé à Barindj.

Couches à lignite. — La maigre végétation steppique n'atténue pas le contraste qui existe entre les marnes et argiles jaune paille des Couches à lignite, jonchées de lamelles de gypse, et la muraille rutilante des grès et des marnes du Gypso-salifère de l'Aynal-Zaynal, qui se dresse en face. Plusieurs lits et deux bancs de lignite s'intercalent dans l'escarpement de Baghmeshe, sur toute sa longueur; les deux bancs, séparés par une quarantaine de mètres de sédiments, sont exploités.

De part et d'autre de l'un de ces bancs de lignite, j'ai observé de bas en haut la coupe suivante :

1) Marnes gris-bleu à empreintes de Monocotylédones;

2) Argile charbonneuse pulvérulente, riche en Limnées et en Planorbes plus ou moins écrasés, mais dont la nacre est conservée;

3) Le banc de lignite susmentionné, épaisseur 8 à 15 cm.

4) Un banc de calcaire jaune clair à petits Gastéropodes abondants.

On a mis à jour en 1927 des argiles bleuâtres contenant des Anodontes et des débris végétaux, notamment des feuilles de Dicotylédones.

Le lignite, qui dégage une forte odeur de gaz, n'est guère estimé. Il a fallu l'hiver exceptionnellement rigoureux de 1932-1933 pour le remettre en faveur. Ces couches tirent cependant quelque importance de leur situation à proximité d'une grande ville. Il est vraisemblable qu'elles s'étendent sur plusieurs kilomètres carrés.

La moitié inférieure des argiles jaunes à gypse et lignite affleure également à 1 km. environ du gisement qui vient d'être décrit, entre le faubourg de Baghmeshe et le quartier de Sheshqulan de l'autre côté de la vallée, dans un coteau appartenant au bord de la terrasse inférieure (terrasse de 1450 m.), à l'extrémité de l'un des promontoires les plus avancés vers le S. C'est

évidemment la suite des couches qu'on vient de décrire du Sarydagh. Elles ont la même direction et le même plongement que dans cette colline et sont coupées très obliquement par la rivière. C'est là qu'a été trouvée la dent d'*Hipparion* que nous avons mentionnée p. 26-27.

Il est important d'insister sur la position de cette série gypsifère et sur ses relations avec les couches de l'Aynal-Zaynal. Nos coupes 15 et 16 (pl. II), et notamment cette dernière, montrent de haut en bas, en partant de l'extrémité gauche, c'est-à-dire du S.S.W. :

3) Les Couches à lignite : argiles gypseuses et calcaires d'eau douce avec intercalations de lignite. Le plongement de cet ensemble au S.S.W. est très régulier. C'est dans cet ensemble qu'a été trouvée la dent d'*Hipparion* précitée. Le même complexe contient des argiles bleutées de plus en plus fréquentes vers le bas. Il se termine vers le bas par un calcaire gris en plaquettes à Planorbes et Limnées.

2) Les bancs à Planorbes et Limnées précités passent vers le bas, en concordance, à des marnes rouges, avec quelques intercalations de grès gris clair et de marnes jaunâtres. Cet ensemble, qui jusqu'à présent n'a pas fourni de fossiles, appartient au Gypso-salifère supérieur.

1) Au-dessous du complexe précédent, on passe, par alternances répétées et transitions lithologiques, aux grès et marnes gris, et surtout rouge-brun, de la série de l'Aynal-Zaynal, ensemble qui, à notre estime, fait encore partie du Gypso-salifère supérieur.

Au bord supérieur de la terrasse de Baghmeshe, à environ 500 m. des premiers affleurements d'argiles jaunes dont nous sommes partis (n° 3 de la coupe précédente), les couches se relèvent assez brusquement; elles deviennent verticales dans les pentes inférieures de la montagne, où prédominent des grès rougeâtres et des poudingues. Plus haut, les bancs prennent le plongement au N. signalé dans notre description de la gorge de l'Adjy.

Les coupes 15 et 16, pl. II, montrent que les plus profondes des couches précitées constituent le cœur du pli couché de l'Aynal-Zaynal.

Les Couches à lignite qui forment au Sarydagh le complexe 3 de notre description ci-dessus ont été considérées par R. de Mecquenem et A.-F. Stahl comme antérieures au Gypso-salifère. On s'est déjà rendu compte, par notre description, que c'est le contraire qui est vrai, et il nous suffit, pour finir de l'établir, de préciser les deux points suivants :

a) Le Gypso-salifère, étant tout entier compris entre le Néogène inférieur marin et les Couches à lignite avec *Hipparion*, est nécessairement antérieur à ces dernières, dont la datation, comme nous l'avons vu, répond soit au Pliocène, soit au Pontien, c'est-à-dire au Miocène le plus élevé.

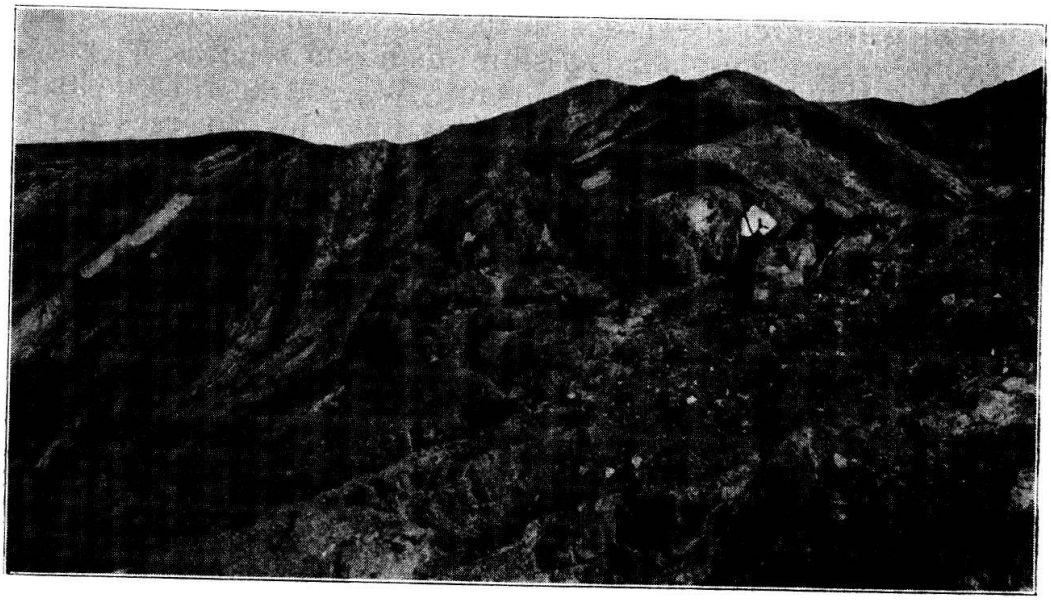


FIG. 3. Plis du Gypso-salifère dans les pentes inférieures Sud de l'Aynal-Zaynal. Vue prise vers l'Ouest, des environs de Baghmeshe.

b) Nos coupes 15 et 16, pl. II, montrent que le complexe en question, celui du Sarydagh, est en repos normal sur le Gypso-salifère [1], l'un et l'autre terme étant régulièrement pris dans le synclinal qui fait suite, vers le S.S.W., à l'anticlinal couché de l'Aynal-Zaynal.

R. de Mecquenem et A.-F. Stahl ont bien signalé, sur le versant droit du torrent de Basmindj, des couches plongeant au N.N.W., et je puis confirmer que le fait est exact entre certaines limites assez réduites; mais il s'agit seulement d'une perturbation locale dans l'allure générale du synclinal précité, en sorte qu'il est exclu que ce pointement soit formé de couches supérieures aux Couches à lignite.

On voit donc que les Couches à lignite sont plus récentes que le Gypso-salifère supérieur.

Ajoutons que l'interprétation contraire peut aisément résulter d'une erreur de perspective qui se glisse presque d'elle-même

[1] Hors du territoire que nous décrivons dans cet ouvrage, M. Jung a relevé au Kaflankuh, à l'E. de Mianeh, sur la rive droite du Kizil-Uzan, une série stratigraphique des plus intéressantes dont les termes supérieurs reposent en concordance sur les calcaires crayeux fossilifères (à Lamellibranches et Oursins) du Néogène marin. Voici, d'après MM. Jung et Jeannet (**97**bis), les derniers termes de cette série (de bas en haut) :

« 6) Marnes grises à gypse. Ces marnes passent vers le haut aux marnes bigarrées, salifères, très puissantes, assimilées aux Fars Series (Miocène) de la fosse irako-persane. Nous avons observé à leur sommet, dans la vallée du Zendjan Roud, des couches lacustres à lignites et Planorbes.

» 7) Dépôts détritiques épais ravinant les formations précédentes et faiblement plissés. L'aspect est celui des Bakhtiari Series (Pliocène) de la fosse irako-persane. »

Comme on le voit, les couches précitées à lignites et Planorbes répondent pleinement, par leur position, à nos Couches à lignite des environs de Tauris. Cette coupe montre ainsi dans quelle mesure la Fars Series des géologues anglais peut être comparée au Gypso-salifère de l'Azerbeidjan persan. *(Note ajoutée pendant l'impression.)*

lorsqu'on considère les choses de certains endroits du Sarydagh. Mais cette erreur n'est plus possible quand on regarde les choses des pentes de l'Aynal-Zaynal, soit au N.W., soit au N.E. de Baghmeshe, ce que nous avons fait maintes fois : les diverses parties de l'ensemble apparaissent alors, en une coupe des plus nettes, avec leurs vraies relations [1] (coupes 15 et 16, pl. II).

A Barindj, les Couches à lignite sont entamées par la rivière au coude de capture en face du col du Payan (p. 33-34 et 37). La même formation se poursuit au delà, à l'E. du village. Ce troisième gisement, le plus étendu des Couches à lignite, suit de près la muraille des grès rouges qui, à l'E., prolonge la falaise de l'Aynal-Zaynal; il la dépasse même en altitude et atteint 1600 à 1700 m.

L'ample ravin qui, à l'E.S.E. de Barindj, sépare les collines jaunes de la muraille des grès rouges, souligne la direction du pli qui prolonge, pensons-nous, le pli couché de Tauris. Mais les affleurements, au milieu de cette vallée, se réduisent aux alternances de marnes rouges et de marnes grises qui forment transition entre le Gypso-salifère supérieur et les Couches à lignite de Baghmeshe; on y rencontre souvent des plaquettes de calcaire à la surface desquelles s'entrecroisent des empreintes rectilignes d'origine probablement végétale, et de nombreuses valves d'Ostracodes. Au pied du versant nord, le long du ravin précité, les marnes laissent apparaître en saillie des bancs de calcaire gris de 20 à 30 cm. d'épaisseur, durs et cassants, avec des Limnées à test conservé. Nous considérons que ces couches à Limnées correspondent à celles de Baghmeshe (rive droite). Le gisement de Barindj ne semble pas plus riche en lignite que celui de Baghmeshe; il contient par contre beaucoup de gypse activement exploité et du calcaire. Les couches gypsifères affleurent près du sommet des collines, entre Barindj et Kiarga ; elles atteignent plusieurs mètres d'épaisseur. Le gypse se présente en veines qui s'enchevêtrent et se recoupent dans des marnes rouges ou gris bleuté [2].

Revenons à Baghmeshe, à l'extrémité du promontoire où se trouve le premier gisement de lignite que nous avons signalé, et avançons à l'W. et au N.W., en suivant le bord inférieur de la basse terrasse. Les affleurements que l'on rencontre ne présentent plus que les grès et les marnes grises du Gypso-salifère, sous-jacentes aux couches gypseuses; celles-ci passent sous les quar-

[1] M. E. Callaghan, géologue américain, qui a visité Tauris en 1929, relate ce qui suit (**50**) :

« ... at Tabriz are Upper Miocene red gypsum bearing conglomerates and sandstones grading into red and grey shales, the latter containing lignite seams. These beds have been somewhat crumpled and are sharply tilded to the South, »

Cette description sommaire s'accorde ainsi avec notre propre interprétation des faits.

[2] Sur le versant sud, au-dessus de Kiarga, se trouve une carrière où l'on exploite de la pierre à chaux, mais cette roche, qui a l'aspect d'un travertin, est probablement d'âge quaternaire. Au-dessous du village, au bord de la Basmindjtshaï, une source minérale continue d'édifier une vasque cratériforme.

tiers de Surkhâb et de Shuturban, puis sous les terres cultivées et sous les alluvions. Le pied de la montagne que nous suivons recule vers le N.N.W. sur une distance d'environ 2 km. $^1/_2$. Au S. du point où l'Adjy débouche de sa gorge, le terrain prend par places une teinte plus claire et présente des plaquettes de gypse. Il est possible qu'il y ait là quelques affleurements restreints des Couches gypsifères à lignite. Par contre, au N.W., de l'autre côté de l'Adjy, entre cette rivière et son affluent, la Kiömürtshaï, une série de buttes arrondies émergent de la plaine alluviale en bordure de l'escarpement régulier des grès rouges; c'est, avec une masse réduite, la répétition de ce que nous connaissons à Baghmeshe, mais on y trouve surtout des argiles et du gypse. Vers l'E., des couches de même couleur alternent avec des marnes rouges. Ces collines arrondies forment un bourrelet caractéristique bien visible de la ville et de toute la plaine.

Du caravansérail d'Anakhatun, où la route du Qaradagh s'engage dans le défilé de la Kiömürtshaï, on a devant soi une coupe transversale fort nette (pl. II, fig. 19). La butte qui est au centre du dessin, haute d'une cinquantaine de mètres, montre une charnière synclinale assez ouverte. Le gros de cette colline est fait d'argiles jaunes où le gypse, comme au Sarydagh de Baghmeshe, s'intercale en feuillets ne dépassant pas quelques centimètres d'épaisseur. Vers le haut, sous une cape alluviale discordante, les couches les plus jeunes prises dans ce synclinal sont grisâtres; le dernier niveau, très réduit, parfaitement concordant avec la série lagunaire des couches jaunes et grises, est un banc sableux renfermant des galets d'andésite ayant le même aspect que celles de la région du Sehend et aussi de la région au S.W. du Qaradagh. C'est, de toute la région taurisienne, le seul point où nous ayons trouvé des galets de roches volcaniques tertiaires dans des niveaux plissés appartenant aux Couches à lignite. D'ailleurs, nous n'avons jamais constaté la présence de tels éléments volcaniques dans le Gypso-salifère qui forme le massif Aynal Zaynal-Babadagh ; ils manquent aussi sur les rives de l'Adjy, à la traversée de ces montagnes.

Nous pensons que ces buttes, prolongement à l'W. des collines de Barindj et de Baghmeshe, appartiennent aux Couches à lignite qui ont recouvert autrefois, plus complètement, les grès et marnes rouges du Gypso-salifère. Tietze y a d'ailleurs signalé un banc de lignite qu'il serait intéressant de retrouver, ce que je n'ai pu faire jusqu'à présent (**189**, p. 45, et **193**, p. 612-613).

A l'W. de la Kiömürtshaï et au S. de la colline de Shirindja, les couches jaunes à lignite, les marnes de transition, puis le Gypso-salifère sont enlevés par l'érosion. On en aperçoit toutefois des lèches avant d'atteindre la rivière de Mujumbar et, au delà de celle-ci, entre Tauris et Sofian.

Signalons encore un gisement qui nous paraît être contemporain des Couches à lignite. Il est situé à environ 25 km. au N. de

Tauris, à la partie amont du ravin de Shordara, c'est-à-dire à peu de distance du pied nord du Bahlul et à quelques kilomètres au S. d'Ispiran. En cet endroit, des calcaires à Planorbes forment un groupe de collines jaunes de hauteur médiocre; elles sont disposées parallèlement à une série de pointements volcaniques paraissant issus du Bahlul et qui s'avancent de 2 km. dans la direction d'Ispiran, comme une sorte de dyke très épais. Les calcaires jaunes précités s'appuient sur des roches volcaniques et leur plongement est approximativement E.S.E. Très résistants, de couleur café au lait, ils sont souvent aussi grisâtres et mouchetés de taches sombres. Ces calcaires renferment des rognons de ménilite noire et des Planorbes silicifiés, parfois en opale bleu tendre. Nous estimons que ces couches prolongeaient au N. les argiles pontiennes de Baghmeshe et d'Anakhatun.

Nous venons de voir que les traces les plus anciennes que nous connaissions du volcanisme néogène dans cette partie de l'Azerbeidjan sont contemporaines des Couches à lignite et antérieures au plissement subi par ces couches. Je n'ai reconnu ces traces, toutefois, que dans la région limitée occupée par les couches les plus récentes du synclinal d'Anakhatun, mentionnées plus haut.

Le Bahlul (environ 2200 m.) est une montagne en forme de coupole régulière. Il est fait d'une roche éruptive, de structure porphyrique et de couleur générale gris clair. L'habitus de la roche varie peu d'une région à l'autre du massif. Deux échantillons se sont révélés, en coupes minces (n°s 12 et 13), comme des andésites à augite.

La coupole du Bahlul domine de trois ou quatre cents mètres les arêtes ou les pointements gréseux et les « mauvaises terres » marneuses des collines environnantes. En plusieurs points, nous avons observé le repos des couches du Gypso-salifère sur les andésites du Bahlul (pl. II, coupes 4 et 5). Au contact de la roche éruptive, sur le versant S.W. de la montagne, la teinte rougeâtre des marnes est accentuée. La disposition périclinale de ces couches du Gypso-salifère à l'W., au S. et à l'E. du Bahlul fait songer à un laccolithe. Tout porte à croire que la masse andésitique a été entièrement recouverte par les marnes et les grès qui l'entourent encore, et qu'elle repose soit sur le Gypso-salifère inférieur, soit sur le substratum inconnu de celui-ci.

L'alignement plissé que nous avons constaté au confluent du torrent de Shordara et de la Kiömürtshaï s'éloigne du Bahlul vers l'W.N.W. Il est recoupé à peu près normalement par le dyke situé au N. de cette montagne et déjà mentionné plus haut.

A l'E. du Bahlul, de puissantes séries gréseuses appartenant vraisemblablement au Gypso-salifère supérieur s'inclinent fortement au S. Encore plus à l'E., c'est-à-dire à une quinzaine de kilomètres du Bahlul (voir nôtre carte géologique), j'ai rencontré, des deux côtés de la vallée de Nahand, dans le même alignement tectonique, deux pitons volcaniques qui émergent du Gypso-salifère,

lequel est généralement formé, ici, de marnes rouge sombre riches en sel. Ce dernier apparaît soit en bancs intercalés, soit en imprégnations. Ces montagnes sont un peu plus basses que le Bahlul. Les roches volcaniques que nous avons remarquées à leur pied, dans la vallée de Nahand, en aval du village de ce nom, sont de teinte claire, d'un jaune rosé, et se présentent souvent en plaquettes de 2 à 3 cm. d'épaisseur. Un échantillon, examiné en coupe mince (n° 14), s'est trouvé être un trachyte, le seul spécimen de cette roche que nous ayons rencontré en Azerbeidjan.

Le Babadagh. — Entre le Bahlul au N. et l'anticlinal de l'Aynal-Zaynal au S. court un autre anticlinal approximativement parallèle au précédent et déversé au S.S.W. (voir pl. II, coupes 1 à 5, et p. 27). Le Babadagh, sommairement décrit aux pages 30 et 32, est une pyramide taillée dans le flanc S.S.W. de l'anticlinal en question. Son sommet (pl. II, coupe 1) dépasse de peu 2300 m. Le versant du Babadagh tourné vers Tauris montre des couches de grès à plongement S. très accentué. Les versants E. et W. sont des talus de débris et d'éboulis. Le versant N. conserve un sol à végétation steppique assez fournie. Au N. du point culminant, et à environ 250 m. au-dessous de lui (pl. II, coupes 1 et 2), un col sépare ce dernier de deux crêtes courtes et parallèles, alignées E.-W. dont chacune porte un sommet secondaire. L'anticlinal qui forme, au N., le gros de l'édifice, est profondément entamé au pied N.W. de la montagne, où j'ai observé, au N. et à 400 ou 500 m. plus bas que la plus septentrionale des deux crêtes précitées, la charnière du pli (pl. II, coupes 1 et 2). Ce massif du Babadagh présente une série de marnes et de grès rouges très uniformes, puissants d'environ 500 m., et répondant probablement, en gros, au Gypso-salifère inférieur.

Comme nous l'avons dit, aucune roche volcanique, à notre connaissance, n'affleure sur la ligne de plissement que jalonne le Babadagh. Par contre, le long du pli de l'*Aynal-Zaynal* précédemment décrit courent deux *filons-couches* affleurant sur une petite longueur.

Le premier de ces sills suit parfois le flanc renversé du pli en question. Il est nettement visible à mi-hauteur des pentes, grâce à sa patine rose-lilas. C'est une roche bulleuse d'aspect ponceux, avec bronzite et biotite. Il se peut qu'on doive rapporter au même sill le pointement de lave gris clair que nous avons signalé entre Baghmeshe et le Payan; cette lave rappelle beaucoup les andésites du Sehend.

Au deuxième sill répond, près de l'issue de la gorge de l'Adjy, dans le dernier escarpement qui termine à l'W. l'Aynal-Zaynal, une roche à structure porphyrique, sombre, bleu d'acier. Au contact de cette roche, les marnes et les grès du Gypso-salifère sont indurés.

Ces roches intrusives, le long du pli taurisien, ainsi qu'au Bahlul et à Nahand, paraissent contemporaines de la phase du

plissement qui a affecté le Gypso-salifère et le Pontien. Nous verrons d'ailleurs que des phénomènes volcaniques du même ordre sont abondamment représentés dans les régions de Marand et de Zunuz.

CHAPITRE III

Le Pliocène et le Quaternaire dans la région de Tauris.

D'après nos observations faites à l'E. et au S.E. de Tauris, les terrains postérieurs aux Couches à lignite se présentent, de bas en haut, dans l'ordre suivant :

1) Un complexe d'argiles lacustres (Couches à Poissons) avec sables et graviers d'origine volcanique. Nous avons vu, dans l'aperçu de la stratigraphie, que ces couches sont d'âge pliocène.

2) Un complexe puissant de tufs alluvionnés avec cinérites et conglomérats à éléments andésitiques ou dacitiques. Entre les altitudes approximatives de 2000 m. et de 1800 m. se dessinent, dans la masse des Tufs alluvionnés, les hautes terrasses; et plus bas, vers 1600 m., les moyennes terrasses.

3) Les alluvions des basses terrasses.

Le revers S. du Sarydagh est creusé de ravins peu profonds à pentes douces. Un peu au-dessous de la crête, au S., s'étend une plaine correspondant à la plus élevée des basses terrasses (environ 1500 m.). Des alluvions forment cette plaine qui s'étend sur plusieurs kilomètres carrés. A l'E. du Sarydagh, près de Barindj, elles sont cimentées en un conglomérat horizontal qui domine les pentes des ravins. Une discordance angulaire fort nette se voit sous l'encorbellement de conglomérat quaternaire, entre ce dernier et les argiles jaunes à lignite. Le conglomérat [1] que nous venons de mentionner a très peu d'extension. Au S. du Sarydagh, ce même Quaternaire est réduit à une couverture fort mince que décapent les moindres ravins, et sous laquelle les argiles jaunes pontiennes apparaissent en maints endroits. On constate que l'inclinaison des Couches à lignite va en diminuant à mesure que l'on s'éloigne de Baghmeshe vers le S.; elles sont à découvert, enfin, près des jardins de Peykariye au S.E. de la ville [2]. Cet ensemble peut être observé mieux encore plus à l'E., lorsqu'on remonte, entre Barindj et Khalatpushan, le tronçon de la Livantshaï orienté N.-S.

[1] Ce conglomérat, et tout ce Quaternaire en général, sont faits de galets et de sables andésitiques venus du Sehend. Nous avons trouvé sur cette plaine de 1500 m., entre Tauris et Khalatpushan, de rares fragments des calcaires du Shibly à faciès flyschoïde.

[2] Entre Peykariye et la ville, à proximité immédiate de l'octroi, on constate la présence d'un lit bitumineux de 3 cm. d'épaisseur, qui appartient probablement aux Couches à lignite.

Les Couches à Poissons. — Des sables et des argiles recouvrent sans discordance apparente les Couches à lignite. Les argiles en question sont d'origine lacustre; elles se présentent en feuillets souvent très fins, gris clair, presque blancs. Au voisinage de Lala, ces dépôts sont souvent teintés d'oxyde de fer et recoupés par des veines de limonite. L'épaisseur des argiles peut être de 20 à 30 m. en moyenne. Cette teinte claire les décèle aisément aux flancs des coteaux où le ruissellement et la déflation ont aminci la couverture de tufs alluvionnés (sables et graviers volcaniques). Les affleurements de Couches à Poissons, dont la régularité est grande, ont une inclinaison d'environ 10 pour mille. Nous avons reconnu ces couches inclinées sur environ 20 km. de longueur au bord N. du massif du Sehend, des environs de Basmindj jusqu'au delà de Sardary. Près de Khalatpushan, entre Tauris et Basmindj, elles se tiennent un peu plus bas que la terrasse moyenne (1600 m.), tandis qu'à l'W. de Sardary, au pied de la basse terrasse, leur altitude n'est plus que de 1350 m. Les couches en question sont fréquemment recoupées de faillettes dont le rejet atteint exceptionnellement quelques mètres. Ce sont de bons indices de mouvements tectoniques postérieurs à ceux qui ont affecté le Gypso-salifère. L'inclinaison de 10 pour mille, considérable pour des couches lacustres se présentant par grandes surfaces, semble bien témoigner, elle aussi, de mouvements récents [1].

Cinq gisements (deux à Khalatpushan, au N. de Fatâbâd; un au S. de Tauris, près du cimetière arménien; un à Lala; un à l'W. de Sardary), échelonnés sur une vingtaine de kilomètres en direction E.-W., nous ont livré quelques fossiles. Nous y avons recueilli de nombreux exemplaires de *Brachylebias persicus* Priem (**144**, p. 21-22 et pl. II) et de *Leuciscus* sp.; ces derniers, déterminés par M. Jeannet, sont attribués par lui au Pliocène. Au même niveau, on voit fréquemment des empreintes de Monocotylédones hydrophiles. Du gisement situé près du cimetière arménien de Tauris, nous n'avons qu'un seul Poisson fossile appartenant à l'un des genres précités. A Lala, nous avons trouvé en outre les restes d'un Poisson dont le corps vertébral mesure 8 mm. de diamètre. La même couche a fourni de petits Gastéropodes et deux moules internes de Lamellibranches (*Unio* ou *Anodonta*). Nous avons enfin retrouvé *Brachylebias persicus* Priem à 2 km. à l'W. de Sardary. C'est plus à l'W. encore que se trouve le ravin étudié par R. de Mecquenem. Ce savant en donne une coupe détaillée (**111**), mais nous n'avons pu retrouver l'endroit qu'il décrit; nous attribuons notre insuccès à l'imprécision et aux divergences que présente la toponymie.

Ces Poissons d'eau douce sont connus jusqu'à présent dans

[1] On peut songer, en ce qui concerne ces mouvements, soit à une déformation (plissement à grand rayon de courbure) affectant le territoire, soit à une descente isostatique provenant de la surcharge due à la formation continuée de l'appareil volcanique du Sehend.

un seul et même niveau de quelques centimètres d'épaisseur, où ils abondent. Immédiatement au-dessus repose un banc argilo-sableux, très riche en cendres volcaniques, le plus ancien de ce genre que nous ayons constaté dans les Couches à Poissons. C'est probablement l'une des premières grandes éruptions du Sehend, qui dut être fatale à cette faunule.

Sur plusieurs mètres au-dessus du niveau fossilifère à *Brachylebias persicus* Priem, les argiles lacustres prédominent encore, et il y a peu de produits volcaniques à ce niveau. L'altitude du volcan relativement aux sédiments en question était bien inférieure à ce qu'elle devint par la suite. Il fallut encore beaucoup de temps avant que les sables, les cinérites et les graviers prévalussent sur les argiles.

Près de Khalatpushan et de Lala, à la partie la plus profonde des ravins, des débris mal conservés d'ossements de Mammifères sont inclus dans des sables qui gisent immédiatement au-dessous des argiles à Poissons. Il serait du plus haut intérêt d'étudier ces gisements et de montrer dans quel rapport chronologique ils se trouvent avec les dépôts à Mammifères de Maragha, sur l'âge desquels, d'ailleurs, l'accord n'est pas encore fait [1]. Nos observations, montrant que les sables précités gisent immédiatement au-dessous des argiles à Poissons, lesquelles appartiennent certainement au Pliocène, nous portent à ranger les premiers dans le même étage.

Dans notre région, les argiles à Poissons ont beaucoup facilité l'établissement des « kanat », ces galeries souterraines que les peuples de l'Iran ont su creuser depuis qu'ils se sont pliés à la vie sédentaire. Dans le territoire que nous décrivons, ces galeries sont aménagées à la face supérieure des bancs argileux imperméables. Quand elles s'obstruent, ce qui est fréquent, on en perce de nouvelles aux mêmes niveaux. Les eaux souterraines de la bordure nord du Sehend sont ainsi collectées au profit de Tauris et des villages et bourgades qui jalonnent les affleurements des argiles à Poissons.

Les Tufs alluvionnés. — Les Couches à Poissons sont recouvertes sans discordance apparente par les Tufs alluvionnés, vaste empilement de couches perméables qui divergent autour du Sehend. Les éléments de ces tufs, remaniés par les torrents, proviennent tous de ce volcan. L'épaisseur de ces dépôts est considérable. C'est probablement durant le Pliocène récent et le Quaternaire ancien qu'ils se sont accumulés. Des bancs friables de cinérites gris clair ou gris rosé, avec ou sans galets ponceux de même couleur, y alternent avec des sables à stratification entrecroisée. On voit parfois de minces lits, sans consistance et pulvérulents, d'argile kaolinisée. Seuls certains dépôts irréguliers à galets gros ou menus sont solidement cimentés.

[1] Les datations des auteurs oscillent entre le Miocène moyen et le Plaisancien (**74**; **78**; **111**, p. 48 et 54; **113**, p. 136; **121**, I, p. 6; **141**; **142**; **143**; **161**, p. 567).

La surface des tufs alluvionnés [1], à sa partie aval, s'étale largement entre les cotes de 1700 à 1800 mètres [2]. D'autre part, les méplats les plus élevés que l'on puisse observer, et qui correspondent à l'extrémité amont de ces mêmes terrasses, dans les régions plus intérieures du Sehend, atteignent 2200 à 2400 m.

En remontant les vallées, on voit, dans les nombreux ravins qui entaillent les tufs alluvionnés, les bancs de cinérites augmenter graduellement de puissance vers l'amont, c'est-à-dire vers la région centrale de l'appareil volcanique. Dans les régions amont, un banc peut ainsi atteindre quelques dizaines de mètres d'épaisseur. Au flanc des coteaux, le ruissellement a découpé des obélisques dans les cendres volcaniques. La localité la plus caractéristique à cet égard est Kenduan, en amont d'Üsky, au pied du Nurdaghy, extrémité N.W. du massif du Sehend. Sur une centaine de ces pyramides qui forment un groupe dans une côte abrupte, environ trente ont été excavées et servent d'habitations.

La crête au-dessus de Kenduan est précisément l'un de ces témoins les plus reculés vers l'amont, par lesquels se marque, à quelque 30 km. de Tauris, le bord supérieur d'une des terrasses les plus élevées, au pied du Sehend et de ses contreforts avancés. Par contre, le bord inférieur des hautes terrasses s'indique d'un trait rectiligne qui, au S.W., près de Lala, s'approche jusqu'à 6 ou 7 km. de la ville. En aval de ces promontoires, témoins d'une extension plus grande de la haute terrasse, il ne subsiste, entre les oueds, que des suites de collines arrondies qui vont mourir près des cônes d'alluvions ou se confondre avec les niveaux de la basse terrasse (« terrasse de Sardary »). Nous reviendrons plus loin (p. 54) sur les vestiges de l'extension maximale des Tufs alluvionnés.

Dans les collines brunâtres et monotones de la bordure des dépôts dont nous venons de parler, on peut observer toute la variété des roches volcaniques du versant N. du Sehend. De loin en loin, des blocs d'un calibre exceptionnel sont dispersés irrégulièrement sur les flancs des ravins. Par leur constitution, ils ne diffèrent pas des types communément représentés dans les galets qui parsèment les terrains le long du Sehend. Les plus considérables de ces blocs, à notre connaissance, sont ceux de Fatâbâd, à 10 km. au S.E. de Tauris. L'un d'eux, situé au sommet d'une éminence, a été exploité; il a dû atteindre environ six mètres de longueur. Un autre, à quelque 300 m. de là, est un sphéroïde

[1] Cette surface est fort bien caractérisée par K. Kaehne dans les lignes suivantes : « Hinsichtlich der *Gestaltung der Gehänge* ist die Nordseite besonders charakteristisch. Die Gehänge sind konkav und wenig zerschnitten und verflachen sich nach unten terrassenförmig, bis sie schliesslich in einer 100-150 m. hohen Stufe steil gegen die Ebene von Täbriz abbrechen. » (**100**, p. 114.)

Cette concavité, avec diminution, vers l'aval, de la déclivité, jusqu'au bord de l'escarpement qui domine Tauris au S., frappe tout observateur contemplant le Sehend avec un recul suffisant (voir p. 54).

[2] La cote de 1700-1800 m. marque aujourd'hui, en Azerbeidjan, l'altitude approximative du bord inférieur des hautes terrasses.

de 4 m. de diamètre, amoindri par désagrégation thermique, du côté exposé au soleil. Il se trouve dans le lit du torrent de Fatâbâd. La présence de ces blocs à 20 ou 30 km. de leurs lieux d'origine, leur isolement et la pente relativement douce du thalweg rendent inacceptable l'hypothèse d'un transport proprement fluviatile : l'hypothèse d'un transport par d'anciennes coulées de boue est plus plausible. De nos jours, les crues si souvent désastreuses que produisent les orages d'été (voir appendice III) charrient aisément, dans les régions amont, des blocs de 1 m. de diamètre [1].

Des éclats de roches siliceuses se rencontrent quelquefois au pied des collines situées au N. du Sehend, en particulier dans le lit du torrent de Shahgiöly où l'on trouve de l'opale commune, verte, brune ou laiteuse. Il a peut-être existé aux environs une source siliceuse dont nous n'avons pu établir le site exact. Tout au plus peut-on constater que les fragments siliceux en question se font moins rares lorsqu'on remonte le torrent de Peykariye et qu'ils disparaissent dès qu'on s'engage dans les collines de Shahgiöly.

Vestiges de glaciation. — Le premier aspect du Sehend diffère notablement de celui des autres grands volcans quaternaires ou néogènes de la Perse occidentale. Son démantèlement est trop avancé pour que l'on se figure aisément ce que fut le cône principal. De Tauris, on aperçoit environ huit sommets atteignant ou dépassant 3200 m. Ils sont disposés autour du Sultan à l'W. et du Karim à l'E. Ce dernier groupe, ou montagnes de Livan, est le plus élevé; il appartient au bord septentrional de ce qui fut le cratère principal selon R. de Mecquenem (**111**, p. 31). Ce cratère, profondément déchiqueté à l'W. et à l'E., est borné au S. par le Djamdaghy dont le sommet est apparemment le point culminant de tout le massif. Le Djamdaghy commande le pays de Maragha, mais est invisible de la région taurisienne.

Les versants N. des sommets que l'on voit de Tauris présentent des vestiges d'ancienne glaciation [2]. Nous avons notamment observé au Mont Sultan (3300-3400 m.) un cirque glaciaire qui se trouve en amont d'Astary. Les hauts du Mont Sultan sont constitués par une plate-forme rocheuse modérément inclinée au S.W., direction d'où viennent les vents humides. Au sommet, où se trouve un lieu saint, cette esplanade domine brusquement un cirque en forme de croissant à parois verticales, situé sur le versant N. de la montagne. Des rochers écroulés en masses chaotiques s'élèvent

[1] Non loin de Barindj, des blocs assez nombreux et de même nature que ceux dont il vient d'être question, sont groupés dans un ravin à l'E. du coude de la rivière, à l'extrémité S.W. des affleurements granitiques qui, en promontoire, terminent le massif du Taqalty vers l'W. Ce massif était fort bien placé pour arrêter les coulées de boue descendant du Sehend.

[2] A notre connaissance, le seul glacier actuel sur territoire persan se trouve près du sommet du Savalan (environ 4800 m.), sur le versant N.; il fut découvert en 1887 par Sjögren (**166**). Rappelons que des glaciers existent sur le Grand-Ararat, tout près du territoire persan.

jusqu'à une centaine de mètres du bord supérieur de la paroi : leur accumulation peut atteindre 100 m. d'épaisseur. Un peu de neige persiste dans ce cirque jusqu'au milieu d'août. Au-dessous des éboulis, le fond de la vallée est une plate-forme herbeuse (palier supérieur), après quoi la pente s'accentue de nouveau en aval. Plus bas, on arrive à un premier palier intermédiaire où jaillit, dans des pâturages marécageux, une source abondante. Plus bas encore se trouve un deuxième palier intermédiaire que les torrents latéraux ont recouvert de leurs alluvions. Toujours plus bas, vers 2350 m., entre les derniers contreforts d'andésite et de tufs andésitiques, le village d'Astary commande une large esplanade (palier inférieur) couverte de marais tourbeux.

Ces indices d'érosion glaciaire nous ont suggéré l'interprétation suivante : le palier d'Astary, ou palier inférieur, marquerait la plus grande extension du glacier, laquelle a pu être contemporaine des plus hautes terrasses du lac d'Urmia, tandis que les paliers intermédiaires correspondraient à des stades de retrait du glacier et du lac, et que le cirque supérieur daterait du Quaternaire récent ou époque des basses terrasses.

Cinq rivières permanentes que nourrissent les neiges du Sehend ont disséqué le complexe des Tufs alluvionnés.

1) Au N.E. du centre du Sehend, la rivière de Seydâbâd, poursuivant son cours vers le N., coupe le massif du Taqalty, pour rejoindre enfin l'Adjy en amont du canyon creusé dans les grès néogènes de l'Aynal-Zaynal.

2) Parallèlement au cours supérieur de la rivière précédente coule la Livantshaï [1], que nous avons décrite en amont de Tauris.

3) La rivière de Zendjenâb, qui commence au S.E. du Sultan, et dont le cours dévie peu à peu vers le N.W. pour aboutir à Sardary.

4-5) Enfin, au S.W., la rivière d'Üsky, formée de deux branches : à l'E., celle d'Astary, née au fond du cirque glaciaire qui est sur le versant N. du Mont Sultan; à l'W., le ruisseau de Kenduan, qui a sa source au S.W. du même sommet.

Chacun de ces cours d'eau commence au cœur du Sehend. Dès leur sortie de la haute montagne, ils descendent par des vallées creusées dans les Tufs alluvionnés, et profondes d'une centaine de mètres.

Des terrasses en général. — On observe de nombreux vestiges de terrasses emboîtées, représentées tantôt par des terrasses de dénudation ou par des terrasses d'accumulation, tantôt par des plates-formes d'abrasion ou par des sédiments lacustres. Nous avons classé ces formes du terrain suivant leurs altitudes approximatives et établi les divisions suivantes :

[1] On l'appelle aussi Basmindjtshaï, puis Quritshaï (Rivière sèche) de Tauris à l'Adjy.

1) La haute terrasse, à 1700 m. et au-dessus; elle est particulièrement bien développée vers 1800 m.;
2) Les terrasses moyennes, de 1550 à 1650 m. environ;
3) Les basses terrasses, de 1360 à 1500 m. environ.

La haute terrasse. — Nous avons vu qu'à l'E. de Barindj, le complexe gypseux des Couches à lignite est fort bien représenté dans des hauteurs qui égalent en altitude la falaise des grès rouges du Gypso-salifère de l'Aynal-Zaynal. A l'E. des carrières de gypse de Barindj, le sommet du massif Barindj-Kiarga est découpé dans un dépôt de sable et de galets qui repose en discordance sur les Couches à lignite (pl. II, coupe 1). Les plus gros éléments qui existent dans ce dépôt sont de l'ordre du décimètre et lithologiquement semblables aux cailloux volcaniques les plus communs au S. de Tauris. Il est évident que le dépôt est originaire du Sehend et appartient aux Tufs alluvionnés décrits plus haut.

Sur le versant N. des hauteurs Barindj-Kiarga, non loin du sommet, se trouve un lambeau de grès et de poudingues inclinés au N. et renfermant des galets de même nature que ceux que nous venons de mentionner. Ce témoin s'arrête au pied de la muraille des grès du Gypso-salifère. L'inclinaison de ces couches n'est pas, croyons-nous, d'origine tectonique. Il s'agit, selon toute vraisemblance, d'une stratification de delta due au remaniement des Tufs alluvionnés. Ce delta pourrait s'être formé soit dans le lac d'Urmia, et marquerait peut-être le niveau le plus élevé atteint par celui-ci, soit dans un lac en bordure du lac d'Urmia. Un examen plus attentif de ces dépôts serait toutefois nécessaire pour entraîner la pleine conviction.

Le sommet du massif Barindj-Kiarga domine au N., entre Khalatpushan et Basmindj, le plateau qui représente le niveau de la terrasse moyenne, celle de 1600 m. Au delà et en face, à 7 ou 8 km., nous retrouvons le niveau correspondant à l'altitude où nous sommes placés, c'est-à-dire le bord actuel de la plateforme qui entoure le Sehend (p. 51). Le panorama que l'on a de ce belvédère permet d'apprécier l'importance de la haute terrasse. Nous sommes à peine à 1800 m., face au Sehend dont les sommets visibles se dressent au S.S.E. et au S. Nous apercevons à l'E. et à l'E.N.E., c'est-à-dire dans la région située au N. du Mont Taqalty, ainsi qu'à l'W.S.W., au-dessus de Lala et de Sardary, deux autres témoins situés à la même altitude. Dans l'intervalle, et presque sans interruption, court le bord rectiligne de la haute terrasse. Esplanade digne de l'ampleur du massif volcanique qui a fourni le matériel, mais qu'elle masque en partie quand on le contemple de Tauris.

Des terrasses moyennes. — Les terrasses intermédiaires se placent entre 1500 et 1600 m. environ. L'observateur attentif distingue des ruptures de pentes et des paliers exigus dans le profil des collines qui s'étendent au S. de Tauris. Ces indices sont nom-

breux et se répètent à des altitudes à peu près constantes. Pour les bien discerner, il est convenable de se placer à l'altitude de 1600 m. environ. D'autre part, rappelons qu'au N. de Tauris, le long des escarpements du Gypso-salifère, des méplats caractéristiques (p. 36 et 38) répondent aux mêmes niveaux. On aperçoit ces méplats lorsque les versants de l'Aynal-Zaynal se présentent de profil. L'altitude approximative de 1600 m.[1] est indiquée par des encoches : le pied d'une falaise marque l'ébauche d'une plate-forme (pl. II, fig. 21). Les vestiges que nous venons de signaler au S.W. et au N.E. de Tauris répondent, par leur altitude, au plateau de Nemetâbâd, lequel s'étend, nivelé sur plusieurs kilomètres carrés, entre Fatâbâd, Kiarga et Basmindj (Vasmitsh). Des plates-formes situées en gros à la même altitude occupent l'ample vallée d'Ispiran au N. du Mont Bahlul. Nous avons noté des faits analogues entre le Moro et le Misho et, en dehors du bassin actuel du lac d'Urmia, dans la région de Zunuz-Harzand, ainsi que dans la cuvette d'Ardebil, au S.E. du Savalan.

Des basses terrasses (entre 1370[2] et 1500 m. environ). — Des vestiges de ces terrasses, étagés à des niveaux de plus en plus bas, subsistent au pourtour du bassin de Tauris, et notamment aux environs de la ville. Nous pensons que ces terrasses marquent les derniers stades de retrait d'un lac intérieur dont le lac d'Urmia est le reste[3].

Il existe aussi, dans les vallées tributaires du bassin, des terrasses qui se relient, vers l'aval, aux précédentes ; il s'agit vraisemblablement de dépôts fluviatiles, dus à des affluents de l'ancien lac.

Nous avons déjà signalé en certains endroits, près de Barindj (p. 48), des bancs de conglomérats qui forment le bord aval d'une terrasse d'alluvion doucement inclinée à l'W. L'altitude moyenne de cette terrasse est voisine de 1500 m. Ce témoin paraît se raccorder à la plus élevée des basses terrasses ; il s'étend sur plusieurs kilomètres carrés au S. du Sarydagh de Baghmeshe. Plus au S., la même terrasse est coupée, de l'E. à l'W., par un oued collecteur qu'emprunte la route de Teheran. Au delà de celle-ci, vers le S., le même niveau, s'élevant graduellement, atteint à Shahgiöly le pied de collines à pentes modérées taillées dans les Tufs alluvionnés.

[1] D'après K. Kaehne (**100**, p. 112 et 124), l'altitude du col le moins élevé passant du bassin actuel du lac d'Urmia à celui de l'Araxe, par la plaine de Khoï, se trouve entre 1558 et 1579 m., au N.E. de Shahpur (Diliman). Au S. d'Ushnu, le seuil que l'on franchit pour descendre dans la vallée du Petit-Zâb est entre 1579 et 1600 m. Il est donc très probable que le dernier émissaire du lac se déversait au N. dans l'Araxe par la plaine de Khoï. C'est donc aussi au voisinage de l'altitude 1558-1579 m. que doit être recherchée, d'après K. Kaehne, une terrasse dont l'existence a déjà été supposée par N. von Seidlitz en 1858 (**165**).

[2] La limite inférieure donnée par K. Kaehne (**100**, p. 123) d'après la carte au 84 000e est 1366 m.

[3] K. Kaehne (**100**, p. 122) constate l'existence d'une terrasse dite de *Sardari*, au voisinage de 1460 m., soit à environ 155 m. au-dessus du niveau actuel du lac d'Urmia, et d'une terrasse dite de *Tabriz* située entre 1366 et 1387 m.

A la base de l'Aynal-Zaynal se poursuit une terrasse d'environ 1 km. de largeur formée par des cailloutis qui recouvrent en discordance les marnes et les grès du Gypso-salifère supérieur taillés en biseau. Le revêtement de cailloutis, puissant de 1 à 10 m., est visible à la partie amont des ravins qui se creusent dans le socle tertiaire (pl. II, fig. 16 et 17). La terrasse en question domine de peu la plaine de Tauris ; elle pénètre d'ailleurs dans les quartiers N. de la ville.

Sur la rive droite de la Basmindjtshaï, au N. et à proximité immédiate de Baghmeshe, se trouve une terrasse fort bien marquée par une cape horizontale d'un conglomérat grossier discordant sur les marnes du Gypso-salifère supérieur (couches de transition, voir p. 27, 42 et pl. II, coupes 15 et 16). Ce banc à gros éléments, qui atteint environ 3 m. de puissance, forme par places des encorbellements en surplomb. On trouve dans ce conglomérat des fragments de grès rouge issus de la falaise orientale de l'Aynal-Zaynal située à 1 km. au N., et de gros galets provenant des roches andésitiques du Sehend. A la même altitude (environ 1450 m.), mais plus en aval et au S. de Baghmeshe, un conglomérat horizontal à éléments andésitiques repose en discordance sur les argiles gypseuses des Couches à lignite et forme la terrasse de Qulla.

Au S. de la ville, la terrasse que nous décrivons est à peine discernable. Elle a été, pour une part, oblitérée par le ruissellement et les glissements de terrain ; pour une autre part, disséquée par des oueds. Mais au S.S.W. de la ville, il en subsiste des vestiges. C'est le cas, notamment, près du cimetière arménien, au pied des premières hauteurs, en un point voisin de l'extrémité amont de la plaine alluviale qui remonte doucement de Tauris. Ce point est dominé par un versant haut d'une dizaine de mètres, aboutissant à un replat qui occupe quelques centaines de mètres carrés. Ce versant montre, de bas en haut, des argiles pliocènes à Poissons faiblement inclinées, recouvertes en discordance par un banc gréseux noir d'habitus particulier, que surmontent enfin des Tufs alluvionnés éboulés et remaniés constituant la surface du replat.

Poursuivons notre enquête au long de la bordure méridionale de la plaine taurisienne. Au S.W. de la ville, cette terrasse se montre de nouveau avec une grande netteté ; elle commence à 1 km. $^1/_2$ du faubourg de Shaharno [1] et s'étend jusqu'au promontoire de Ravassan, à 5 km. plus à l'W. Sa largeur moyenne est de 400 m. Elle est recouverte en maints endroits par un tuf calcaire brun de 30 cm. à 1 m. d'épaisseur. Sous le tuf affleure par places le niveau de grès noir signalé un peu plus haut. La formation du

[1] En 1930, nous avons trouvé un grattoir néolithique en opale vert jaune, semblable à l'opale commune que l'on rencontre au S.E. de la ville (p. 52). Le tranchant de l'instrument résulte d'un polissage particulièrement soigné. Cet objet se trouvait dans un fragment éboulé provenant d'un niveau ayant la consistance du lœss et situé à 2 ou 3 m. au-dessous du replat de la terrasse.

tuf peut avoir été favorisée par l'aridité du climat. Le tuf, irrégulier et d'aspect vacuolaire, est de même couleur que le sol sablonneux qui le recouvre. La terrasse en question se poursuit, au delà du promontoire de Ravassan, jusqu'à Khilidjan où nous atteignons l'oasis de Sardari (Sardrud [1]). A l'W. de cette bourgade, la terrasse se continue avec la même netteté.

La grande oasis de Tauris (voir Appendice III) est située en contre-bas de la terrasse de 1450 m. Mais, comme nous l'avons vu un peu plus haut, la terrasse en question pénètre dans la bordure N. de la ville. Les quartiers de Sheshqulan et de Shuturban recouvrent le talus de la terrasse ; par places, ils en atteignent aussi le replat.

La cote 1364 m. indiquée par la carte de K. Kaehne (**100**) est celle du poste établi à l'extrémité N. du pont qui traverse l'Adjy, à 6 km. du centre de la ville, tout à fait en dehors de celle-ci. A 2 km. en amont de ce pont, vers l'E., la rivière quitte les montagnes et débouche sur sa plaine alluviale. Ce point est dominé de quelques mètres par une terrasse que nous considérons comme la ligne de rivage la plus récente (ou l'une des plus récentes) du lac d'Urmia. L'altitude de ce témoin est voisine de 1400 m.; il se trouve donc à environ 100 m. au-dessus du niveau actuel du lac, niveau qui est voisin de 1300 m. La terrasse, au point susmentionné, est constituée par un conglomérat à gros éléments, puissant de quelques mètres. Ce dépôt est discordant sur les grès rouges inclinés du Gypso-salifère entamé par la rivière.

Nous regardons aussi comme lacustre un conglomérat semblable qui est nettement visible au bord de la Kiömürtshaï (rive gauche), le long du pied des collines jaunes d'Anakhatun (pl. II, fig. 19). Les galets présents dans cette couche sont de même nature que ceux des poudingues du Gypso-salifère des hauteurs voisines, mais ils ont été remaniés et aplatis, pensons-nous, par l'action des vagues.

En remontant vers le N. la vallée inférieure de la Kiömürtshaï à partir d'Anakhatun, à droite et à gauche de la rivière, on distingue les restes d'une terrasse. Dans celle-ci, on peut suivre une couche de plus d'un mètre d'épaisseur, composée de menus galets amincis. Une bonne part de ces derniers sont faits de roches cristallines. Ce sont, en partie du moins, des galets provenant de con-

[1] En deux localités, entre Tauris et Lala, et au-dessus de Sardari, la basse terrasse est parsemée de fragments d'un tuf volcanique noir. Ce tuf est composé (coupe mince nº 43) d'éléments anguleux cimentés par un oxyde de fer. Ces éléments, qui sont des produits de projection, comprennent : *a)* des fragments d'une andésite à hypersthène, avec plagioclases en phénocristaux à composition voisine de 55 % An, enveloppés par une pâte à microlithes d'andésine; *b)* des fragments de la pâte seule; *c)* des phénocristaux isolés, intacts ou brisés, de plagioclase ou de quartz; ces derniers, assez abondants par places, peuvent provenir d'un magma dacitique. A une trentaine de kilomètres de l'ancien cratère du Sehend, la présence si localisée de tels fragments peut cependant s'expliquer. Ce sont vraisemblablement des produits issus d'un cratère adventice dont les vestiges sont aujourd'hui recouverts par des alluvions postérieures. Le banc gréseux noir et grossier signalé p. 56 paraît être fait d'éléments analogues.

glomérats polygéniques du Gypso-salifère et ultérieurement repris dans le conglomérat récent.

En remontant encore plus au N. la vallée de la Kiömürtshaï, nous avons suivi des cailloutis, à galets amincis et non cimentés, jusque dans les parages des mines de sel de Shordara, où la route du Qaradagh quitte l'ample vallée de la Kiömürtshaï pour se diriger vers Ispiran. Ces vestiges sont à une altitude un peu plus élevée que le conglomérat susmentionné d'Anakhatun, situé au débouché de la vallée, et auquel ils se relient vraisemblablement vers le S.

Conclusions relatives aux terrasses. — La question se pose de vérifier, pour chacune des époques afférentes aux hautes, aux moyennes et aux basses terrasses, si ces changements de niveaux de base sont en rapport avec les descentes successives du lac d'Urmia. Nous pensons qu'il en est bien ainsi pour les basses et les moyennes terrasses. Le problème est plus délicat à l'égard de certaines des hautes terrasses ; ces dernières pouvant impliquer l'existence de niveaux de base au voisinage de 1700 m. ou au-dessus de cette cote. Nous rappellerons à ce propos certains faits relatés plus haut, en particulier la vaste surface des Tufs alluvionnés entourant le Sehend, la plate-forme de dénudation tranchant en biseau le Gypso-salifère au N. du Taqalty, enfin le plateau Babadagh-Aynal-Zaynal (pl. II, coupes 1 à 4) qui est également une surface d'érosion tranchant obliquement les couches du Gypso-salifère. Nous verrons par la suite que des indices de même nature sont visibles aux mêmes altitudes, entre Sofian et Marand et aussi hors du bassin actuel du lac d'Urmia, dans le pays de Zunuz et dans le Qaradagh.

Si certaines des données que nous venons de mentionner militent en faveur de l'existence de niveaux de base supérieurs à 1700 m., il est cependant d'autres faits qui compliquent la recherche d'une solution du problème ; aussi bien la question appelle-t-elle de nouvelles recherches.

CHAPITRE IV

Le soubassement du Néogène de la région taurisienne.

La boutonnière de Kiöv. — Nous avons vu que l'Adjy a coupé, jusqu'au conglomérat de base, tout le Gypso-salifère inférieur (p. 30 et 33). En aval du méandre encaissé dans cette formation, la rivière a entamé, sur 2 à 3 km. de longueur, le socle paléozoïque. Dans la partie amont de cette boutonnière d'érosion, le socle en question s'élève jusqu'à près de 150 m. au-dessus du thalweg, tandis que plus en aval il ne monte qu'à quelques dizaines

de mètres. On rencontre, de l'amont à l'aval, une bande [1] de porphyrites [2] associées à de la serpentine, puis, après des éboulis, un calcaire noir un peu marneux [3] (calcaire de Kiöv), en bancs dirigés en gros N.-S. et plongeant de 30° à 40° à l'E., après quoi viennent, au delà d'autres éboulis accompagnés d'alluvions, des porphyrites en plusieurs têtes rocheuses distinctes [4].

Le calcaire de Kiöv est vraisemblablement d'âge dinantien (voir p. 24).

La région du Taqalty. — Du N.E. de Basmindj au N.E. de Shibly s'étend, sur une longueur d'environ 20 km., un alignement montagneux dirigé W.N.W.-E.S.E. et comprenant un massif ancien, une couverture de calcaires vraisemblablement mésozoïques et une couverture tertiaire. C'est cet ensemble que nous appelons, du nom de son point culminant, la région du Taqalty. Cette région répond en gros à une culmination d'axe dans un alignement qui se continue au long de l'Azerbeidjan et qui présente d'autres culminations, d'ailleurs plus élevées, dans le massif du Misho-Moro et dans celui du Bozgush. Les terrains anciens se dégagent du Gypso-salifère au N.E. de Basmindj. Ils sont représentés dans ces parages par une masse granitique et par des quartzites rouges ; ces derniers affleurent au N.E. de Qezeldjamaydan. D'après nos récoltes et une plaque mince (n° 2), on y observe, comme roche dominante, un granite tonalitique (à biotite et hornblende) qui forme, non loin de Basmindj, une colline assez élevée aux formes adoucies ; on observe aussi, en quantité subordonnée, des microgranites pauvres en biotite. Plusieurs pointements d'une roche mylonitisée, dont le matériel originel était peut-être une tonalite analogue à celle dont il vient d'être question, percent dans un ravin au N. de Qezeldjamaydan. D'autres affleurements semblables apparaissent dans la gorge d'Iskandariye.

Le gros du Mont Taqalty, à l'E. de la gorge d'Iskandariye, est une longue croupe constituée en grande partie par des calcaires marneux gris qui semblent apparentés à ceux de Shibly. D'après Stahl, ce massif contient du Jurassique et du Crétacé (**180**, p. 210), mais pas de fossiles. Je n'en ai pas non plus rencontré. Le sommet du Taqalty est fait d'une roche porphyritique à structure amygdaloïde.

[1] La partie de la gorge où affleurent ces roches vertes porte, dans la toponymie, le nom turc de *kiöv*, qui signifie vert ou bleu.

[2] Sous le microscope, quelques plaques minces (coupes minces n°s 36, 37 et 38) permettent de déceler des porphyrites augitiques avec serpentinisation plus ou moins avancée des augites et saussuritisation des plagioclases.

[3] Ces couches ne nous ont pas fourni de fossiles. Par leur aspect, elles rappellent certains calcaires anciens du Moro ou du Misho.

[4] Nous avons rencontré au voisinage de Kiöv trois sources minérales de faible débit; l'une de celles-ci se trouve à peu près à la base du Gypso-salifère de la rive gauche de l'Adjy, au débouché d'un torrent descendant du plateau situé au N. du Payan; une deuxième, plus en aval, à une centaine de mètres au-dessus du thalweg, suinte au contact discordant du Gypso-salifère et des couches de Kiöv. La troisième enfin ne peut être observée qu'en temps de basses eaux; elle est située sur le thalweg, rive droite, au pied d'un à pic formé par les calcaires de Kiöv.

Au N. du Taqalty, près d'Iskandariye, les grès du Gypso-salifère débutent par un conglomérat de base bréchoïde [1], qui repose en discordance angulaire, jusqu'au tiers de la hauteur du versant, sur des calcaires marneux gris mésozoïques. Tout cet ensemble plonge au N.E., le Mésozoïque étant plus incliné que le Gypso-salifère.

Une caverne, dont la longueur ne dépasse pas une centaine de mètres, se creuse dans les calcaires mésozoïques au contact des deux formations. D'après une tradition populaire, il s'en dégagerait des effluves délétères. Ces émanations, auxquelles plusieurs auteurs ont fait allusion (**86**, p. 51; **161**, p. 553; **176**, p. 63) ont apparemment cessé de se produire. Lorsque nous avons visité cette grotte, en octobre 1927, elle servait de refuge aux bergers et à leurs troupeaux.

Sur le versant S. du Taqalty, des deux côtés de la gorge de la rivière de Seydabad, affleurent des marnes brunes à lits gréseux. Ces couches ont un plongement S.S.W. Nous avons l'impression qu'elles continuent, vers l'E., le Pontien de Baghmeshe (Couches à lignite).

Les grès et marnes rouges du Gypso-salifère paraissent manquer au bord S. du secteur du Taqalty tel qu'il est délimité dans le présent paragraphe.

La région de Shibly et d'Arishtenâb. — Ce territoire, qui s'étend du Taqalty au lac Qurigiöl, est formé d'un complexe flyschoïde à groupement de faciès plus ou moins analogue au type de Gosau, de Néogène inférieur marin et d'un peu de Gypso-salifère.

Le complexe flyschoïde précité forme un territoire montueux qui est traversé, des environs de Shibly à Arishtenâb, par la route d'Ardebil. Ce puissant ensemble est en général marno-gréseux ; toutefois, les calcaires dominent au voisinage du col de Shibly [2]. Le plongement des couches est très variable et se rapproche parfois de la verticale. Leur direction est W.N.W.-E.S.E. et l'inclinaison au S.S.E. semble prévaloir. Entre le Qurigiöl et le col, les couches ont subi un plissement particulièrement intense ; on trouve des calcaires jaunes à cassure conchoïde [3] et des calcaires gris, laminés et plissotés. Ces derniers contiennent de la pyrite en cubes. Mais le gros de la formation, situé au N. de la route Shibly-Arishtenâb, est fait de bancs gréseux régulièrement lités, de quelques centimètres d'épaisseur, offrant à leur surface des empreintes problématiques variées. On y trouve parfois des Helminthoïdes. Les veines de calcite, épaisses de 1 à 2 cm., sont fréquentes. Ce complexe présente en général le même faciès que les couches de la bordure S. du Qaradagh, au N. de Tauris (p. 62 et 26), et nous retrouverons une formation semblable entre Zunuz

[1] Cette roche est exploitée comme pierre meulière.
[2] Ce col se trouve entre la localité de Shibly et le Qurigiöl.
[3] Des calcaires semblables, veinés de calcite, affleurent dans la gorge qui est en amont d'Iskandariye.

et Harzand (p. 92). Dans les trois régions précitées, il rappelle par plus d'un trait les couches de Gosau.

A une vingtaine de kilomètres à l'E. d'Arishtenâb commence le massif du Bozgush qui passe entre Serâb au N. et Miane au S., et constitue, dans le prolongement de l'alignement Misho-Moro et Taqalty, une nouvelle et importante culmination d'axe. Pour autant que nous sachions, ce massif, déjà mentionné par Stahl (**180**, p. 211), est inexploré.

J'ai observé à 8 km. à l'E. du Taqalty, et suivi d'Arishtenâb à un point situé à 2 km. au N. de Kheirimasdjid, la discordance angulaire du Néogène inférieur marin sur la formation flyschoïde. La discordance des deux formations se manifeste en outre, en plan, par la différence de direction des couches : approximativement W.-E. pour la formation flyschoïde et N.W.-S.E. pour le Néogène inférieur marin.

Sur les argiles schisteuses gris sombre du complexe flyschoïde vient d'abord, avec la discordance signalée, un conglomérat de base à ciment rouge ferrugineux [1]. Ce conglomérat est recouvert par des calcaires massifs jaune-crème à Pectinidés et Polypiers. Ce calcaire répond sans doute aux « Urmi-beds » des géologues anglais (**138**, p. 22-25). Près de Kheirimasdjid, nous avons trouvé des galets de calcaire marno-gréseux de la formation flyschoïde, pris dans le calcaire néogène précité. L'épaisseur du calcaire néogène, y compris le conglomérat de base, est d'environ 30 m.

Les gisements de ce calcaire se présentent en une série de crêts alignés N.W.-S.E., voire même N.N.W.-S.S.E. Leurs bancs massifs s'inclinent doucement au N.E. Il est fort possible que le Miocène marin se prolonge par d'autres affleurements, en particulier au S. par ceux que mentionnent Grewingk (**86**), Tietze (**189**, p. 46) et Stahl (**181**) [2]. Les collines basses sous lesquelles ces calcaires disparaissent au N.E. appartiennent vraisemblablement au Gypso-salifère.

A la descente du col de Shibly vers le S., dans un ravin situé un peu au N.W. de Yusufâbâd, les calcaires de la formation flyschoïde sont recouverts, vraisemblablement en discordance, par un lambeau de grès rouges du Gypso-salifère, passant vers le haut à des conglomérats. Plus généralement, formation flyschoïde et Gypso-salifère sont recouverts directement, et sans doute en discordance, par la formation des Tufs alluvionnés. La surface topographique des Tufs alluvionnés descend, à cette périphérie N.E. du Sehend, à une cote de peu supérieure à 2000 m.

La bordure méridionale du Qaradagh. — Les notes qui suivent se rapportent à un territoire délimité au S.S.W. par une ligne E.S.E.-W.N.W. allant de Nahand à Sar par Ispiran, et au N.E. par la vallée d'Ushqumbar. Dans le sens longitudinal, le territoire en

[1] J'ai retrouvé à Sofian et au N. de Khoï ce conglomérat ferrugineux.
[2] Voir également **59**, p. 98-99.

question s'étend de la vallée de Nahand au Mont Aghdash de Mujumbar (voir notre carte géologique).

Nous avons rencontré à l'intérieur de ce périmètre :

a) Des calcaires blancs ou jaune pâle à surface rugueuse, qui affleurent dans les hauts du Mont Aghdash (en turc : « pierre blanche »), au N. de Mujumbar. D'une part, ces calcaires ont un faciès qui rappelle celui du Néocomien au N.E. de Zunuz (p. 91), et il est possible qu'ils soient de même âge. D'autre part, ils appartiennent, comme le montre ma carte géologique, au même alignement tectonique que les calcaires *b*, lesquels sont d'un Crétacé plus élevé. J'ai pris, sur la carte, le parti de les marquer en « Mésocrétacé à Néocrétacé », mais cette attribution, que n'appuie encore aucun fossile, est sujette à révision.

b) Des calcaires jaune clair compacts, coralligènes, avec *Astrocoenia*, accompagnés de calcaires bréchoïdes à Polypiers. Nous avons constaté la présence de ces calcaires dans le versant S. du Mont Tshaharshambe où ils forment des affleurements assez importants, près du sommet [1]. Il est possible que d'autres pointements, dans la montagne d'Aghadjaghly qui s'élève à l'E. d'Ispiran, appartiennent à la même formation. En amont de Mujumbar, on rencontre dans les murs d'assez nombreux mœllons de même faciès.

Nous avons dit, dans la première partie de cet ouvrage (p. 26), que ces calcaires semblent se rattacher étroitement à la formation flyschoïde *c*, si même ils n'en font pas partie.

c) Le complexe flyschoïde à affinités Gosau. Cette formation, très puissante, est de beaucoup la mieux représentée dans ce territoire. Elle est faite en général de calcaires gréseux en bancs résistants, de 5 à 10 cm. d'épaisseur en moyenne, alternant avec des marnes et des argiles. Les calcaires sont foncés et olivâtres à la cassure. La surface des bancs est fréquemment ponctuée ou sillonnée d'empreintes problématiques, en entrelacs ou en réseaux. Ces terrains sont partout plissés et ont en général un plongement bien marqué au S. ou au S.W. Leur patine, assez uniforme, varie du jaune clair au gris-brun.

d) Des conglomérats d'âge imprécisé. Parmi les éléments qui proviennent de ces poudingues, nous avons trouvé au N. d'Ispiran des galets à Spirifers. En amont de Mujumbar, les conglomérats renferment surtout des éléments provenant du Crétacé. Par leur ciment rouge, ces dépôts détritiques rappellent singulièrement le conglomérat de base du Miocène marin.

[1] M. le professeur W.-O. Dietrich a bien voulu étudier deux échantillons que j'ai rapportés du Mont Tshaharshambe. Dans l'un d'eux, les Polypiers les mieux conservés appartiennent au genre *Astrocoenia*. Il s'agit probablement, d'après M. Dietrich, d'*Astrocoenia decaphylla* Michelin, espèce qui se rencontre le plus souvent dans le Turonien et le Sénonien. L'autre échantillon est un fragment de calcaire bréchoïde à Polypiers, renfermant des débris de Gastéropodes, de Bryozoaires et de Foraminifères indéterminables.

e) Le Gypso-salifère. Cette formation est abondamment représentée entre Ispiran, Sar et Mujumbar. Près de Sar, à la limite des « mauvaises terres » de la région taurisienne, prévalent des marnes rouge foncé, souvent salifères, alternant avec des marnes bleues.

f) Une microdiorite à hornblende et augite [1]. Cette roche, dont nous ne connaissons qu'un seul gisement, forme une butte escarpée au pied S. du Mont Tshaharshambe. Nous avons trouvé de nombreux galets de même nature à la surface de la plate-forme à dépôts quaternaires qui se trouve à l'altitude d'environ 1650 m. au N.E. d'Ispiran. On nous a rapporté d'autres échantillons de cette roche, trouvés dans la vallée de Mujumbar, en amont de ce village.

g) Les roches andésitiques de la zone Daratshin-Uzundil, ou bordure méridionale du Qaradagh (cf. p. 107). Celles-ci ont le même aspect que les andésites du Sehend. Au N. d'Ushqumbar, ces roches reposent sur le complexe flyschoïde. Elles débutent par un escarpement ou par des parois assez élevées et s'étendant très loin vers le N. dans le Qaradagh.

h) Un complexe de tufs volcaniques stratifiés. Celui-ci est vraisemblablement la continuation, à l'E., des terrains dont nous parlerons en décrivant la zone de Yam (p. 74-75 et note 1, p. 99) et son âge serait ainsi le Pontien. Nous rattachons à ce complexe des grès et des conglomérats à éléments d'origine volcanique fréquents entre Mujumbar et Sar. Ils plongent au N. ou au N.N.E.

Plusieurs rivières conséquentes, dirigées N.E.-S.W., traversent la zone occupée par le complexe flyschoïde. Ce sont entre autres la rivière de Mujumbar et la Kiömürtshaï avec trois de ses affluents de gauche. La rivière d'Ushqumbar et de Nahand est subséquente dans son cours amont où elle suit, près d'Ushqumbar, une combe qui passe entre des escarpements volcaniques au N.E. et la formation flyschoïde au S.W. Au travers de cette dernière, toutes les rivières mentionnées coulent dans de longues vallées monotones, profondes d'environ 600 m. dans la région où elles quittent la zone. Ces cours d'eau sont faibles mais permanents grâce à de nombreuses sources dont plusieurs émergent à la base des laves tertiaires situées plus au N.E.

Un front montagneux assez régulier, bornant au N. l'horizon de Tauris, s'étend du dôme de l'Aghdash aux montagnes d'Ispiran,

[1] La structure est panidiomorphe-grenue, avec quelques cavités miarolitiques. A l'œil nu : nombreux prismes allongés, presque aciculaires, d'une hornblende vert sombre; les plagioclases entourent la hornblende; dans les cavités miarolitiques, ils font saillie et leurs faces cristallographiques apparaissent, nettement terminées.

Sous le microscope (coupe mince n° 10), on constate un peu de magnétite, de sphène et d'apatite. La hornblende, parfois mâclée suivant (100), présente une extinction maximum de 22° et le polychroïsme suivant : *a* vert-jaune clair; *b* brun tabac; *c* vert-brun. Il y a un peu d'augite : maximum des extinctions mesurées 42°. Le plagioclase est une andésine à 38 % d'anorthite [extinction 20° dans l'angle aigu, en section perpendiculaire à (001) et (010)]. Un mica blanc remplit une partie des cavités miarolitiques.

puis s'incurve quelque peu au S.E. au voisinage de Nahand. Ce haut escarpement marque la limite S.W. du complexe flyschoïde. Les sommets découpés dans ce dernier complexe se maintiennent entre 2200 et 2700 m.

CHAPITRE V

La région du Misho-Moro.

Le massif du Misho (Mishow) est dirigé approximativement E.-W. entre Seyvan, à l'W.N.W. de Sofian, et un point situé au S.E. de Khoï, à une quinzaine de kilomètres de cette ville. Nos itinéraires recoupant seulement la partie N.E. de ce massif, nous ne décrirons que les montagnes situées en gros au S. de Merend (Marand), et plus particulièrement les environs de Yam (voir note 1, p. 99). A cette région se rattachent à l'E.S.E. les collines de Sofian et le Mont Moro (Morow)[1] massif qui, par ses terrains anciens comme par ses couvertures, présente de grandes analogies avec le Misho. Le territoire décrit dans les pages qui suivent se termine au S.E. au village d'Ammad, à une vingtaine de kilomètres au N.W. de Tauris.

Nous avons rencontré dans cette région les formations suivantes :

a) Des gabbros ;
b) Des schistes anciens ;
c) Des granites et des porphyres ;
d) Un complexe de grès lie-de-vin, parfois associés à des quartzites ;
e) Un complexe calcaire qui comprend pour le moins le Permien supérieur et probablement du Trias ;
f) Un complexe de calcaires et de grès d'âge imprécisé, complexe dont une partie au moins semble jurassique ;
g) De l'Eocrétacé (Barrémien-Aptien);
h) Le Néogène inférieur marin ;
i) Le Gypso-salifère ;
j) Des grès et des tufs volcaniques stratifiés, d'âge vraisemblablement pontien, avec des roches andésitiques;
k) Des alluvions anciennes et des alluvions récentes ;
l) Des dépôts éoliens.

La région se compose d'un socle ancien vraisemblablement hercynien, comprenant les formations *a* à *c*, et d'une couverture comprenant les formations *e* à *l*. L'état actuel de nos observations ne permet pas encore de dire si la formation *d* doit être rangée dans le socle ou dans la couverture.

[1] Altitude 2205 m., d'après K. Kaehne (**100**). Une description du Moro avec croquis est donnée par Abich, **4**, p. 436-438.

a) Des terrains cristallins à patine sombre dans lesquels prédominent des *gabbros* [1] constituent un important secteur montagneux au S.W. de Marand, en particulier près de Qulidjan. Ces roches sont à tel point désagrégées que les détritus très fins qui en proviennent s'élèvent parfois jusqu'aux cols des crêtes (2800 m. environ)[2]. Les gabbros se prolongent à l'E. en diminuant d'importance et passent sous les calcaires permiens ou permo-triasiques du sommet central du Misho situé au S.S.W. de Marand.

Dans le Misho oriental, les gabbros s'associent, en quantité subordonnée, à des roches granitiques et aux schistes anciens décrits plus bas.

Un pointement important de gabbros existe au pied du versant S.E. du Moro. On en trouve aussi de nombreux fragments dans les ravins de la partie orientale de ce massif.

b) Un complexe comprenant des *schistes anciens* se poursuit à l'intérieur du Misho oriental. Il est souvent représenté par des micaschistes à biotite qui prédominent et qui par places alternent avec des intercalations parallèles et répétées de gabbros [3], épaisses de 30 à 50 cm. Les schistes se brisent en fragments anguleux, à surface très altérée. Ces roches sont fortement redressées et présentent le plongement N.N.E. qui caractérise en général le Paléozoïque du Misho oriental. Les torrents qui entament ces terrains anciens sont, de l'W. à l'E., ceux de Fal et de Tendil (au S.W. et au S. de Yam), puis ceux de Qandara et de Seyvan (au S.E. de Yam). A l'extrémité orientale du Misho, en amont de Seyvan, on trouve des schistes ardoisiers noirs.

c) Les granites et les porphyres microgranitiques rouges (fig. 4). Dans l'intérieur du Misho oriental, en remontant le torrent de Qandara (au S.E. de Yam), et à l'amont du ravin de Tendil (au S. de Yam), nous avons rencontré fréquemment un granite gris clair à ségrégations basiques, ainsi que des gabbros recoupés par des veines d'aplite.

Sur la rive droite du torrent de Tendil, un peu en amont de son débouché, nous avons observé des microgranites vert clair ou rosés (coupe mince n° 83), avec traces d'actions mécaniques.

Un microgranite rouge (coupe mince n° 85) se rencontre fréquemment dans le N.E. du Misho, où il est accompagné de porphyres quartzifères de même couleur, et de filons d'aplite à feldspaths colorés en rouge. Ce microgranite constitue un puissant contrefort situé au S. de Marand entre le sommet central du Misho et le débouché du torrent de Fal. La même roche forme le socle du Misho de Yam [4], du côté E., notamment dans les contreforts [5]

[1] Il s'y rencontre notamment des gabbros à olivine (coupe mince n° 80).

[2] Cette partie du versant nord reçoit moins de précipitations que le revers sud et que l'extrémité orientale du massif du Misho, régions beaucoup plus ravinées.

[3] Ceux-ci comprennent des gabbros à olivine (coupe mince n° 78).

[4] On y trouve également du porphyre rouge pauvre en quartz (coupe mince n° 84) et des diorites quartzifères (coupes minces n°s 77 et 87).

[5] Le plus élevé de ces contreforts forme l'éperon N.E. du Misho de Yam; il atteint environ 2500 m.

qu'entament profondément le torrent de Tendil, le torrent de Qandara et son principal affluent de gauche.

Nous avons également observé dans les contreforts précités des gabbros recoupés par des microgranites rouges et par des filons d'aplite.

Près du village d'Ammad, à l'extrémité orientale du Moro, des microgranites rouges voisinent avec des gabbros, mais les rapports précis, à l'endroit que j'ai visité, sont masqués par des dépôts superficiels.

d) Un complexe de *grès lie-de-vin*, souvent micacés, parfois associés à des *quartzites* de même couleur, constitue le cœur du Moro oriental [1]. Ces sédiments se débitent souvent en plaquettes dont l'épaisseur moyenne est de quelques millimètres. On trouve en petites quantités, dans cette formation, des quartzites gris clair ou blancs mouchetés de jaune. Un peu à l'E. du sommet du Moro, nous avons rencontré un quartzite à lits alternativement roses et bruns, avec stratification entrecroisée.

De profonds ravins en V, aux pentes régulières, sont creusés dans cette formation.

Au S.E. de Yam, dans les alluvions du torrent de Tendil, on rencontre des fragments de quartzite rouge à grain grossier.

Stahl, qui a déjà mentionné les quartzites du Moro (**181**, p. 2), les considère comme probablement paléozoïques, opinion qui est vraisemblable. Rappelons à ce propos les quartzites du massif du Taqalty.

e) Un complexe calcaire comprenant le *Permien supérieur* et probablement du Trias [2]. Ces calcaires, particulièrement leurs couches les plus basses, constituent le sommet central du Misho et la couverture méridionale du massif, au S. et au S.E. du sommet précité.

Ils se trouvent aussi dans le Misho de Yam et dans les contreforts qui le prolongent, à l'E., au long du versant N. Nous les retrouverons enfin dans l'éperon oriental du Moro.

Dans le gisement du sommet central, nous avons relevé, du côté E., de bas en haut :

1) Des calcaires gris à Polypiers avec *Lonsdaleia (Wentzelella)* aff. *timorica* Gerth et *Dibunophyllum sp.* D'après M. Huang, à qui je dois ces déterminations, la première de ces espèces caractérise le « Maokou limestone », du Permien moyen de Chine (**94**, p. 30-40, 114).

2) Des bancs brunâtres, bitumineux et noirs à la cassure, de calcaires à Productidés, Spiriféridés et Fenestelles; ce sont vrai-

[1] Nous rapprocherons également de cette formation un quartzite assez grossier visible au col de Rahmane, à 3 km. au S.E. de Zunuz. L'affleurement est trop petit pour figurer sur notre carte.

[2] Stahl pense que les horizons supérieurs de ces calcaires sont probablement jurassiques (**176**, p. 63 et **181**, p. 2).

FIG. 4. L'extrémité orientale du massif du Misho.

Vue prise de Yam vers le Sud-Ouest. — A gauche, granite et porphyres microgranitiques rouges. A droite, calcaires clairs comprenant du Permien marin. Au pied de la montagne, dans des pentes molles, affleure le Néocomien. La gorge de Tendil est située derrière les contreforts de gauche; le torrent de Fal débouche à droite, un peu en dehors de la photographie.

semblablement les « Calcaires à Oldhamina » du Permien supérieur (voir p. 68 et note p. 69).

3) Des calcaires gris jaunâtre, en plaquettes [1], à empreintes cylindriques, avec petits Gastéropodes écrasés et Lamellibranches indéterminables, rappelant *Myophoriopsis gregaria* von Münster, du Muschelkalk moyen, suivant une appréciation de M. A. Jeannet.

Sur la rive droite du torrent de Fal, parmi les éboulis du pied N.W. du Misho de Yam, nous avons trouvé :

1) Des blocs de calcaires noirs massifs avec sections claires de Gastéropodes rappelant le genre *Euomphalus* [2] ;

[1] Ces calcaires en plaquettes, que nous aurons maintes fois à signaler dans le Misho, dans le Moro ainsi que dans la région de Zunuz et de Harzand sont vraisemblablement les mêmes que ceux auxquels font allusion Abich (**7**, II, p. 26) et P. Bonnet (**22**, p. 216, 319, 325; **42**, **43**). Voici la description qu'en donne Bonnet (**22**, p. 319) : « ... ces plaquettes présentent en relief à leur surface des sortes de tiges, en lacis réticulé : c'est sans doute ce qu'Abich a signalé comme « hieroglyphische Plattenkalke » peut-être permo-triasique de la gorge de l'Araxe. »

Selon M. Huang, nos calcaires en plaquettes de l'Azerbeidjan persan rappellent les « thin-bedded limestones » qui en Chine reposent en concordance sur le niveau à *Oldhamina* du Permien supérieur (**94**).

[2] Ce calcaire noir à Gastéropodes existe également à l'E. du sommet central du Misho et au S.E. de Yam, entre les torrents de Tendil et de Qandara ; nous l'avons trouvé aussi au N. de Khoï (Mont Tshillakhana).

2) Des fragments de calcaires en dalles avec empreintes de Productidés ; et fréquemment

3) Des plaquettes avec moulages problématiques.

Au S. du Misho de Yam, dans le cirque d'alimentation du torrent de Tendil, affleure le faciès vaseux caractérisé par les calcaires en plaquettes [1]. Ces derniers, à cet endroit, sont de couleur lie-de-vin (comme à Daradiz et à Harzand), et leur puissance atteint une trentaine de mètres. Ils supportent une série de calcaires gris clair, compacts, puissants de 200 à 300 m., inclinés au N.N.E.[2]. Autant que nous sachions, ces calcaires ne sont pas fossilifères. Toutefois, au sommet du Misho de Yam (2900 à 3000 m. environ) se trouve un banc de calcaire noir à Brachiopodes et un calcaire à cassure conchoïde avec de nombreuses structures concentriques. La puissante série formant le gros de cette montagne descend fort bas sur le versant N., jusqu'à l'apex des anciens cônes qui forment des replats entre 2000 et 2100 m., au S.W. de Yam.

Des calcaires appartenant au Permien supérieur à *Oldhamina* sont présents à l'issue de la gorge de Tendil, particulièrement entre le torrent de ce nom et celui de Qandara. Le gisement le plus caractéristique que nous ayons observé se trouve à 3 km. environ au S.E. de la gare de Yam, au bord d'un sentier qui s'élève sur la rive droite du torrent de Tendil et conduit à des replats emblavés situés sur les premiers contreforts, à 2100 m. environ. Voici, de bas en haut, la succession que nous avons relevée dans un affleurement de quelques mètres carrés, au bord du chemin :

1) Un calcaire noirâtre et fétide, épais de quelques décimètres, à gros Brachiopodes avec *Reticularia (Squamularia) indica* (?) Waagen ;

2) Un calcaire gris foncé, patiné d'oxyde de fer, présentant des réseaux de Bryozoaires *(Fenestella)* et des empreintes de Productidés et d'autres Brachiopodes avec *Oldhamina* cf. *decipiens* Waagen (**95** [I], p. 79, pl. VII-VIII). Ce calcaire se débite en lits de quelques centimètres d'épaisseur ;

3) Un calcaire vaseux, gris clair ou bleuté, en plaquettes, avec entrelacs et empreintes problématiques.

Dans les divers gisements du versant N. du Misho oriental, où nous les avons observées, ces couches ont partout approximativement la même direction et le même plongement. Elles affleurent à des altitudes décroissantes de l'W. à l'E., ce qui s'accorde avec la descente si caractéristique de l'axe du Misho dans le même sens.

On retrouve dans l'éperon oriental du Moro (fig. 5), à 20 km.

[1] C'est le niveau 3 de la coupe de Yam, mentionnée un peu plus bas, p. 69.

[2] Ce plongement est beaucoup moins accusé que celui des schistes anciens visibles plus bas dans la gorge de Tendil.

au N.N.W. de Tauris, des faits stratigraphiques analogues à ceux que nous avons relevés dans le Misho. L'escarpement, tourné au S.S.W., offre de bas en haut :

1) Des calcaires noirs bitumineux à Productidés, avec *Linoproductus* cf. *sinensis* (Frech);

2) Des lits de calcaires en dalles à surface couleur de rouille, avec *Schellwienella acutangula* Huang et de nombreuses Fenestelles ;

3) Des calcaires en plaquettes. Ces derniers ont quelques mètres d'épaisseur, mais se réduisent par places à moins d'un mètre. Leur présence est indiquée à l'W. par un couloir creusé dans cette roche peu résistante ;

4) Une puissante série de calcaires gris-blond où nous n'avons pas trouvé de fossiles. Ces couches ont un plongement N.N.E.

Le complexe que nous venons de décrire repose sur les porphyres microgranitiques rouges et sur les gabbros mentionnés plus haut.

Nous retrouverons le complexe *e* au Mont Zira près Zunuz (p. 87-88), ainsi qu'en divers gisements au N. de Harzand, dans le défilé de Daradiz et dans le Mont Tshillakhane, au N. de Khoï.

Les calcaires paléozoïques qui, selon Stahl (**181**, p. 2), recouvrent les porphyres microgranitiques rouges du Misho, répondent évidemment au complexe anthracolithique augmenté du Trias inférieur probable dont nous avons parlé plus haut. Les fossiles que nous avons recueillis permettent d'affirmer la présence du Permien supérieur [1] dans ce complexe.

f) Calcaires et grès d'âge imprécisé. Dans le contrefort du Misho situé au S.E. de Yam et au-dessus du gisement de Permien supérieur à *Oldhamina*, nous avons trouvé des fragments d'un calcaire dolomitique gris-jaune et d'un calcaire de même couleur avec lits de silex intercalés. Ce calcaire est comparable à ceux du Seyfaly, à l'E. de Zunuz.

A l'W. du complexe calcaire et des quartzites qui constituent le tiers oriental du Moro s'élève, au-dessus du village de Hadjymurdjan, un contrefort conique de calcaires blancs. Ce contrefort marque la partie centrale du versant orienté au S.S.W. Un peu en arrière, dans les hauts, un calcaire de même couleur forme deux ou trois croupes situées à l'W. et au N. du sommet. Autour de ce dernier, et immédiatement au S. du point culminant, affleurent des grès à concrétions ferrugineuses et empreintes problématiques d'un rouge grenat, qui paraissent d'origine végétale. Plus à l'W., dans la crête, nous avons trouvé un fragment de Nérinée (?). Stahl conjecture l'existence du Jurassique dans la montagne de

[1] D'après M. Huang, la succession mentionnée p. 66-69 rappelle dans une large mesure celle que l'on observe en Chine méridionale et dans l'Himalaya. En Chine, le niveau à *Oldhamina decipiens* Waagen marque le dernier horizon du Permien supérieur (**94**, p. 62, 120 et pl. 1). Voir, en outre, note 1, p. 86.

Hadjymurdjan (**176**, p. 63). Il est possible qu'il ait eu en vue une partie du complexe que nous mentionnons dans ce paragraphe.

g) L'Éocrétacé est représenté dans la région Misho-Moro par un complexe assez puissant où prédominent des calcaires gris-noir. Quelques niveaux inclus dans ce complexe sont riches en Orbitolines, Lamellibranches et Polypiers. Ils contiennent également des Brachiopodes et des Crinoïdes. La présence de *Janira Morrisi* Pictet et Renevier [1] indique l'existence de l'Aptien, et les Orbitolines [2] en question sont très probablement barrémiennes.

Cette formation constitue en gros l'extrémité N.W. du Mont Moro, plus exactement le versant S.S.W. de cette montagne, à proximité des deux villages de Tshillakhane-supérieur et de Tshillakhane-inférieur, à 5 km. à l'E.S.E. de Sofian.

Nous avons observé à proximité de Tshillakhane-supérieur, au S.E. et au N.W. de ce village, des bancs riches en Orbitolines (peut-être *O.* cf. *discoidea* et *O.* cf. *conoidea-discoidea*), sur lesquels reposent des calcaires à Polypiers [3] gris foncé plus massifs et plus résistants que le niveau riche en Orbitolines. Ces calcaires sont bitumineux et contiennent de nombreux Lamellibranches, en particulier *Janira Morrisi* Pict. et Renev., *Alectryonia* cf. *rectangularis* Rœmer, *Ostrea* cf. *Minos* Coquand, et de gros Pectinidés (Hinnites ?) de forme ovale, à côtes empâtées de Serpules et d'Orbitolines. Enfin, parmi les Brachiopodes, *Terebratula* cf. *acuta* Quenst. (ou *T.* cf. *Sella* Sow.).

Ces calcaires se continuent le long du versant méridional du Moro dans la direction du village de Hadjymurdjan, situé plus à l'E. L'affleurement des couches à Orbitolines de Tshillakhane-supérieur monte obliquement à l'E. jusqu'à la crête du Moro où nous avons trouvé, associés aux Orbitolines, des Pectinidés pareils à ceux de Tshillakhane et des sections de Gastéropodes.

A une certaine distance à l'W. du sommet, la crête présente une échancrure d'où l'on peut descendre au N.E. Dans le versant septentrional du Moro, au fond d'un ravin, nous avons trouvé des calcaires gréseux brun foncé, à plongement S.W., avec empreintes de grands Pectinidés et d'*Alectryonia*. La même roche contient des Polypiers et des objets problématiques, peut-être des Spongiaires, formant des rognons silicieux. Sur ces bancs reposent de fines argiles noires à petits Lamellibranches. Enfin au pied du versant N.E., au village de Zeinalâbâd, nous avons trouvé un

[1] Détermination faite obligeamment par M. A. Jeannet en 1928.

[2] D'après M. A. Jeannet (1928), les Orbitolines en question ne peuvent guère être que barrémiennes; il s'agit probablement d'*Orbitolina discoidea*.

[3] Nous avons soumis à M. le professeur W.-O. Dietrich (1933) deux échantillons des calcaires à Polypiers de Tshillakhane-supérieur. Ce savant a reconnu dans l'un des spécimens *Thamnastraea* sp.; en raison de la présence simultanée d'Orbitolines, il considère cet échantillon comme appartenant certainement au Barrémien-Aptien. Dans le second spécimen, M. Dietrich a reconnu *Cryptocoenia* sp., espèce fréquente dans le Néocomien. On voit que ces datations se rencontrent bien avec celles que je dois à M. le professeur A. Jeannet pour d'autres échantillons de la même formation.

échantillon de marne bariolée avec l'empreinte fragmentée d'une Ammonite qui peut appartenir au genre *Hamulina*.

Une couverture de calcaires gris sombre à Orbitolines se révèle au pied N. du Misho de Yam. Nous signalerons un petit affleurement à 2 km. au S. de la station, dans le ravin d'un torrent. Un plan de stratification fortement incliné au N.N.W. est mis à nu sur quelques mètres carrés. Nous avons trouvé en ce point une valve d'*Ostrea* cf. *Minos* Coq., des Polypiers et des fragments de Lamellibranches. Cette couche repose sur un calcaire compact riche en Orbitolines. L'ensemble n'a guère plus d'un mètre d'épaisseur.

On trouve en outre au N. du Misho de Yam, sur les pentes inférieures des contreforts et à la surface des cônes d'alluvion, des fragments de calcaires à Orbitolines, Lamellibranches, Polypiers et Crinoïdes.

D'autres fragments de ces calcaires à Orbitolines se rencontrent dans les terrains superficiels à 8 km. à l'W. de Yam, entre des affleurements de Gypso-salifère rouge et les roches cristallines du Misho. Nous en avons trouvé aussi au pied du contrefort qui s'élève entre le torrent de Tendil et celui de Qandara. Ce dernier, en amont de son débouché, entame des calcaires d'âge probablement permien. Mais à l'issue même de la gorge, les blocs qui gisent dans le lit du torrent appartiennent vraisemblablement à l'Eocrétacé ; nous avons constaté à leur surface des Coraux en relief, notamment *Astrocoenia* sp.

Mentionnons encore, dans la région de Sofian, des calcaires gris-noir de puissance notable qui forment au S.E. du Misho et à l'E. de Sofian un sommet élevé (2600 m. environ), mais écarté de la zone axiale du massif. Les calcaires qui le constituent plongent au S. ou au S.E.; certains niveaux, par les traces de Lamellibranches visibles à leur surface, rappellent les calcaires de Tshillakhane ; nous sommes porté à les rattacher au même complexe. Nous retrouverons au Qaradagh des calcaires de faciès semblable, contemporains du Néocomien supérieur du Moro et du Misho.

h) Le Néogène inférieur marin. — Plusieurs gisements de cette formation existent dans la dépression de Sofian, entre le Misho et le Moro. Les plus caractéristiques par leurs fossiles sont situés à l'extrémité du Misho, entre le débouché du torrent de Seyvan et le village de ce nom. Ils se trouvent sur le versant gauche du ravin, où des calcaires jaune clair souvent redressés atteignent une vingtaine de mètres de puissance. Nous avons trouvé là un niveau contenant de nombreux Lamellibranches appartenant pour la plupart aux genres *Pecten* [1], *Ostrea* et *Pectunculus*, un calcaire récifal avec *Astraea* cf. *Ellisiana* Defr., et un calcaire compact qui représente probablement le niveau supérieur de la formation telle qu'elle est représentée par les gisements de Seyvan. Ce dernier

[1] Le fossile le plus intéressant que ce gisement nous ait fourni est une valve bien conservée de *Pecten* cf. *convexo-costatus* Depéret et Roman, non Abich (**57**, p. 55-57 et **7**, II, pl. 8).

calcaire renferme de nombreux Echinides [1], en particulier *Clypeaster (Oxyclypeina) Guentheri* Gregory, déterminé par M. A. Jeannet, et, sous toute réserve, *Clypeaster* cf. *imperialis* Michelin (**82**, **88**). Plusieurs de nos échantillons montrent des empreintes de Vers et des Operculines. Nous avons découvert ce gisement durant l'été 1929.

Le conglomérat de base du Miocène inférieur marin occupe une surface assez étendue au N. et au N.N.E. de Sofian. Il se décèle par la teinte rousse qui le caractérise en général. Cette teinte prévaut dans les collines adoucies qui sont situées au N. de la station de Sofian. La transgression néogène s'est faite en cet endroit sur une roche sombre fragmentée en rhomboèdres de clivage, et plus au N.E. vraisemblablement sur les terrains néocomiens du Moro. Ce conglomérat est faiblement cimenté. Parmi ses éléments les plus caractéristiques, on trouve diverses roches paléozoïques et en particulier des quartzites, des calcaires à Orbitolines identiques à ceux du Moro et du Misho, et surtout des porphyrites vertes généralement en gros blocs sphéroïdaux. C'est le même conglomérat, pensons-nous, qui recouvre le versant N. de l'extrémité occidentale du Moro jusqu'au-dessus de Tshillakhane-supérieur, où il domine le versant méridional profondément entamé. Les éléments de gros calibre dont nous venons de parler sont mis en saillie dans ces parois et protègent contre le ruissellement le ciment roux dans lequel ils sont enrobés.

Aux environs de Sofian, un calcaire compact à Polypiers repose sur le conglomérat de base à ciment ferrugineux, comme nous l'avons aussi constaté près d'Arishtenâb et au N. de Khoï. Partant du cimetière de Sofian, on voit quelques lèches de ces calcaires jaune-crème dans de faibles éminences. Aux alentours de celles-ci, on trouve fréquemment des Polypiers en boule avec *Heliastraea* cf. *Defrancei* Reuss et des fragments du calcaire susmentionné, épars dans des jachères à terre rousse. Un peu plus au N.N.E., à 2 ou 3 km. du bourg de Sofian, des bancs de calcaires à Polypiers jaune clair et poreux affleurent dans des crêts orientés comme le Moro, W.N.W.-E.S.E., et situés dans le prolongement de celui-ci. Dans ces collines, j'ai observé la tendance des axes de plissement à se relever vers l'E, à l'approche du Moro. Le plongement des couches est au N.N.E. Les Lamellibranches que nous avons vus dans ces calcaires appartiennent aux genres *Ostrea*, *Pecten* et *Pectunculus*.

[1] M. le professeur Jung, de Strasbourg, qui a parcouru l'Azerbeidjan en 1929 (**97**bis et note p. 43), a bien voulu m'écrire, le 11 septembre 1933, au sujet d'un autre gisement du Miocène marin, situé hors du territoire de ma carte, entre Tauris et Téhéran, des lignes que je suis heureux de reproduire avec son autorisation. Ce gisement renferme « une petite faune d'Oursins et de Lamellibranches récoltée exactement à la *base* des couches gypsifères miocènes à la passe de Kalaa-i-Dochter entre Zendjan et Mianeh. Ces fossiles établissent l'âge miocène moyen, ce qui est plus récent que les mêmes assises de base du « Fars » de la Mésopotamie ou de Semnan, qui sont [du] Miocène inférieur. M. Jeannet a bien voulu déterminer les Oursins et les Lamellibranches en question ». *(Note ajoutée pendant l'impression.)*

Dans les derniers gisements situés au N.E. de Sofian, le Miocène marin peut avoir 40 m. de puissance. Il se termine vers le haut par des calcaires gréseux à Operculines ; dans ces couches sont intercalés des bancs de gypse grenu, d'un gris bleuté. Cet ensemble terminal est fortement redressé et atteint presque la verticale. Le gypse en question est régulièrement exploité au N.E. de la station de Sofian.

Le contact du Néogène inférieur marin et du Gypso-salifère passe le long d'une ligne qui entoure Sofian par le N.W., le N. et le N.N.E. (voir notre carte géologique et notre coupe 7, pl. II). J'ai visité les portions de cette ligne qui sont situées du N.N.E. au N.E. de Sofian. Le Gypso-salifère y est représenté par des marnes rouges et grises, mais son contact avec le Néogène inférieur marin est masqué par des éboulis et par des pentes cultivées. Ce secteur ne permet donc pas d'élucider la question des rapports précis des deux complexes [1].

i) Le Gypso-salifère. — Le Miocène moyen avec grès et marnes rouges prédominants est abondamment représenté aux environs de Marand et de Sofian. Cette formation longe le pied méridional du Moro et du Misho.

Dans ce Gypso-salifère, comme nous l'avons vu aussi au pied de l'Aynal-Zaynal et de la colline de Shirindja, est découpée une plateforme de dénudation. Les couches, taillées en biseau, plongent en général au S.W. et au S.[2] et sont recouvertes en discordance angulaire par les alluvions des anciens cônes de déjection. Entre Sofian et le lac d'Urmia, le Gypso-salifère s'élève assez haut, formant par places le versant méridional du Misho.

Entre le Misho et le Moro, une zone de « mauvaises terres » modelées dans du Gypso-salifère est traversée par des oueds venant du N.N.E. et par la vallée à fond marécageux où s'écoulent les torrents issus du N.E. du Misho (Tendil, Qandara et Seyvan). Au-dessous du village de Seyvan affleurent des marnes très salifères. A l'E. de cette localité, une vallée confluente porte le nom caractéristique de Shordara (vallée amère), nom assez répandu d'ailleurs dans les contrées où affleure le Miocène moyen continental. Dans ces parages, les grès ne sont pas communs ; signalons toutefois un banc redressé visible en aval de la station de Seyvan, entre deux étendues alluviales arides. Ce grès contient des traces de Végétaux et des imprégnations cupriques.

La zone de Gypso-salifère dont il vient d'être question passe au N. du Misho et du Moro. Cette formation constitue le socle d'une suite d'éminences que nous appellerons les collines ou « hauteurs de Yam » (p. 99, note 1). Ces collines, orientées E.-W.,

[1] Rappelons toutefois la présence, dans le Gypso-salifère de l'Aynal-Zaynal près Tauris (p. 38 et conclusions, p. 118), de galets provenant du Néogène inférieur marin. Ces vestiges montrent que des érosions se sont produites au passage d'une époque à l'autre.

[2] Au S.E. du Moro, mais à une distance assez grande du pied de la montagne, le Gypso-salifère plonge au N.N.E.

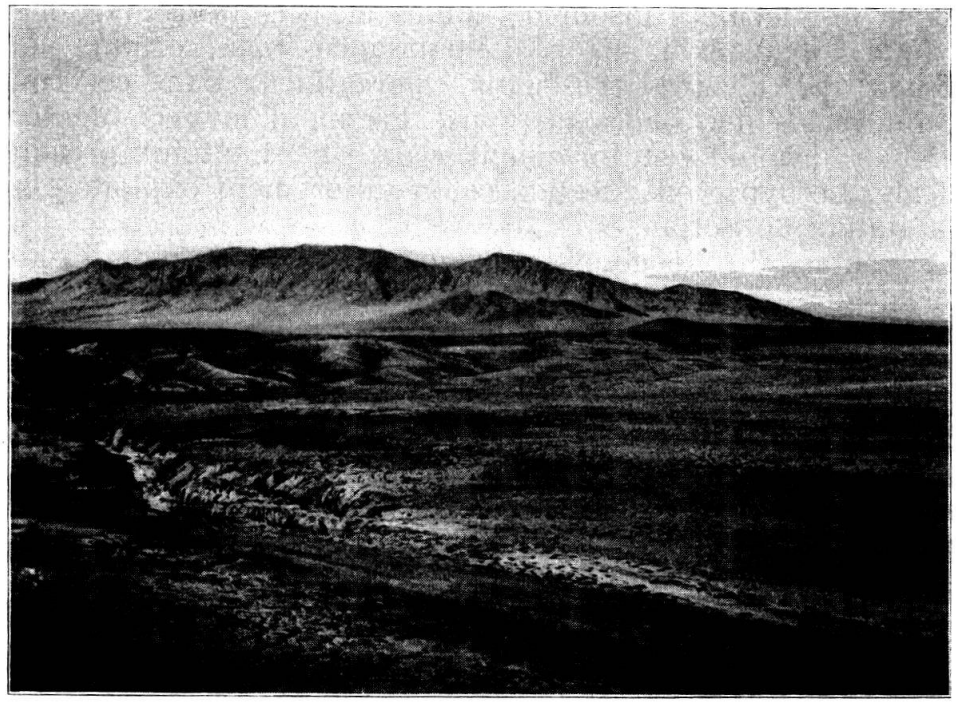


FIG. 5. Le centre et l'extrémité orientale du massif du Moro.
Vue prise vers le Nord-Ouest. — Premier et deuxième plan : Gypso-salifère incliné, disséqué par la rivière de Mujumbar. Au fond, les terrains anciens (voir la carte pl. I, les coupes 6 et 7, pl. II, et le texte, p. 38, 65, 66, 68, 69, 73).

après avoir passé au N. du Moro, se prolongent jusqu'au district de Sar-Mujumbar et rejoignent la bordure méridionale du Qaradagh (p. 63). A l'W., les hauteurs de Yam passent au S. de Marand, longent le Grand Misho, puis, à une vingtaine de kilomètres à l'W. de Yam, s'élèvent considérablement (2552 m., voir **100**) pour former le Misho de Khoï. D'après nos observations, ce dernier est taillé en grande partie dans les grès et marnes rouges du Gypso-salifère. Toutefois cette montagne ne rentre pas dans le cadre du présent travail [1].

j) Des *tufs volcaniques* associés à des roches andésitiques en pitons, dykes et filons-couches. Ces tufs, en général grossiers et de teinte gris clair, sont régulièrement stratifiés ; ils passent vers le bas aux marnes du Gypso-salifère. On les observe notamment au N. et à l'E. de Yam, ainsi qu'au N.W. de Sofian ; le plongement est S.S.W. Près de Djavash, au fond d'un ravin situé à l'E. de Marand et au N. de Yam, un banc gris, inclus dans cette série, renferme des lits charbonneux.

[1] Le Grand Misho ou Misho proprement dit se termine assez brusquement à l'E. du bourg de Tasutsh, au N. du lac d'Urmia. Entre cette localité et le port de Sharafkhane, les hauts du Misho forment un large dôme où se trouve, à 3172 m. d'altitude d'après la carte de K. Kaehne (**100**), le point culminant de tout le massif. Cette altitude est de peu supérieure à celle des quatre ou cinq autres sommets, qui ont une forme plus déchiquetée. Nous nous sommes borné à décrire le versant N. de la moitié orientale du Grand Misho et les deux sommets qui s'y trouvent : le sommet central (3100 m. environ) et le Misho de Yam (2900 à 3000 m,).

Les hauteurs du voisinage immédiat de Yam, au N., présentent des tufs à plongements S.S.W., recoupés par des dykes minces et injectés par des filons-couches. A l'W. de Qulidjan, un dôme volcanique repose sur des marnes rouges et grises. Encore plus à l'W. se dresse une montagne en pain de sucre, probablement un piton. Il est vraisemblable que les tufs volcaniques précités sont contemporains des Couches à lignite de Baghmeshe, et par conséquent d'âge pontien. Rappelons à ce propos les bancs sableux d'Anakhatun et la présence de galets andésitiques dans un niveau qui a pris part au plissement subi par le Pontien des environs de Tauris.

k) Les *alluvions anciennes* et les *alluvions récentes* sont représentées surtout par des cônes de déjection emboîtés, à des altitudes décroissantes, au pied du Misho et du Moro. A Yam, par exemple, les cônes plus anciens sont marqués par des niveaux [1] voisins de 2100 m., tandis que l'apex des cônes actuels, au S. de la même localité, est de 100 à 150 m. plus bas. Au pied N. du Misho, ils sont entravés dans leur expansion vers le N. par les hauteurs de Yam. Mais à l'W. de cette localité, la vallée transversale du torrent de Fal permet aux alluvions de s'étaler largement sur la plaine de Marand, en un complexe de cônes aplatis.

Au S. du Misho et du Moro, comme nous l'avons déjà signalé plus haut, on voit les alluvions anciennes reposer en discordance angulaire sur le Gypso-salifère coupé en biseau. Les torrents actuels, à l'aval de leur débouché hors des montagnes proprement dites, coulent à 100 m., ou plus encore, en contre-bas des alluvions anciennes ; leurs cônes, très aplatis, débutent à plusieurs kilomètres des escarpements du Misho et s'étalent finalement vers le S., sur la plaine.

A une certaine distance de la gare de Seyvan existe une colline tabulaire faite d'anciennes alluvions demeurées horizontales. L'altitude approximative de cette esplanade est de 1650 m. De ce belvédère, on aperçoit au N. une région montueuse où dominent, dans les « hauteurs de Yam », les tufs gris clair à plongement S.S.W. précédemment décrits. En avant de ceux-ci et les masquant par places, d'autres esplanades se dessinent vers 1800 m.; on voit que ces terrasses s'harmonisent, par leur altitude, aux terrasses alluviales anciennes de Yam, qui en moyenne dépassent de peu 1800 m.

l) Les dépôts éoliens. — La plaine désertique qui s'étend entre le Misho et l'Adjytshaï est l'ancien fond évacué du lac d'Urmia. Entre 1350 et 1300 m., cette plaine est occupée par des sédiments lacustres finement argileux et salés [2]. A la marge du bassin, les oueds sortis des montagnes construisent des cônes de déjection dont les dépôts, conformément à la règle, sont de plus en plus

[1] Ces terrasses sont en général d'excellentes terres à blé.

[2] D'après K. Kaehne (**100**, carte et p. 123), le niveau moyen actuel du lac d'Urmia est de 1294 m. et la terrasse lacustre la plus basse est entre 1366 et 1387 m.

grossiers à mesure qu'on s'approche des montagnes et de plus en plus fins à mesure qu'on s'en éloigne. Comme l'étude de ce désert et de ces marges ne rentre pas dans le sujet du présent travail, nous jugeons convenable de nous borner, à cet égard, aux mentions qui précèdent.

Nous entendons, par contre, marquer la présence de dunes formées à partir de ce matériel désertique. Au bord S. de nos montagnes, ces dunes sont localisées dans un petit territoire situé à quelques kilomètres au S.E. de Sofian (village de Qumtapa), et peu nombreuses. Leur hauteur est d'une quarantaine de mètres et leur longueur peut atteindre 300 à 400 mètres. Elles se situent à l'endroit où la plaine désertique passe à l'extrême base des cônes de déjection. Les vents du S.W., qui dominent à l'époque des équinoxes, jouent, sans doute en compromis avec l'influence de l'obstacle opposé par le Moro, le rôle principal dans la localisation de ces appareils éoliens (**131**).

CHAPITRE VI

Notes sur la région de Khoï.

Dans les aperçus qui suivent, il sera question des montagnes qui forment la bordure de la plaine de Khoï, à partir de la région de War et de Pera à l'W., jusqu'en des parages situés à 10 km. au delà de Yarimqaya au N.N.E. Nous ajouterons quelques observations faites dans les collines alignées E.-W. qui émergent de la plaine alluviale et passent à 4 km. au S. de Khoï.

Les formations que nous avons rencontrées dans la bordure montagneuse et dans les collines en question peuvent être groupées comme suit :

a) Des schistes argileux d'aspect ancien ;
b) Un ensemble dans la composition duquel entrent beaucoup de gabbros plus ou moins laminés ;
c) Des roches éruptives acides parmi lesquelles prédominent des microgranites ;
d) Un complexe de calcaires et de schistes, s'étendant à l'W. de War, et d'âge indéterminé ;
e) Un complexe calcaire comprenant probablement le Permien;
f) Le Néogène inférieur marin ;
g) Un conglomérat à gros éléments : c'est probablement le conglomérat de base du Gypso-salifère ;
h) Le Gypso-salifère ;
i) Des roches volcaniques d'habitus dacitique et andésitique ;
j) Un calcaire lacustre ;
k) Des alluvions anciennes et des alluvions récentes.

* * *

a) Des schistes argileux, d'aspect ancien, et fragmentés en rhomboèdres, affleurent en quelques points [1] au pied du Mont Tshillakhana et des hauteurs qui font suite à cette montagne, en bordure de la plaine, plus au N.E. Ces terrains semblent apparentés aux schistes du Misho et aux terrains anciens qui affleurent au N.E. de Sofian.

b) Les collines de Qaraqoshun qui forment le secteur montagneux situé au N.W. de Khoï sont constituées par un complexe dans lequel se montrent fréquemment des gabbros plus ou moins laminés (coupe mince n° 7). Dans un promontoire avancé, à Alamdar, à 4 km. au N.N.W. de Khoï, ces roches sont traversées par de nombreuses veines d'aplite.

c) Les contreforts S. du Mont Tshillakhane, à l'W. de Qezqala [2], sont faits en bonne partie de roches éruptives acides dont l'habitus macroscopique diffère peu de celui des microgranites rouges du Misho, du Moro ou de Daradiz; leur teinte est rouge brique ou pourprée.

d) Calcaires et schistes d'âge indéterminé. A une dizaine de kilomètres au S.W. de Khoï, des hauteurs alignées E.-W., se dégagent de la plaine alluviale et s'élèvent graduellement vers l'W. dans la direction du Mont Avrin, haut massif volcanique (3600 m.) situé dans le Kurdistan, entre Khoï et la frontière turque.

Dans ce complexe qui paraît être très varié, nous avons rencontré de l'E. à l'W., en partant du village de War, d'abord des calcaires rouges, puis des calcaires semi-cristallins gris, gris-vert ou jaune-brun, enfin des marbres saccharoïdes blancs plongeant au S.S.W. Les éboulis du voisinage, de provenance peu éloignée, montrent des marbres saccharoïdes vert clair plus ou moins laminés et des schistes argileux de même couleur. Des éboulis rencontrés plus à l'W., et de provenance encore plus occidentale, montrent des schistes micacés, du gabbro, de la serpentine à filonnets d'amiante et des chloritoschistes.

e) Complexe calcaire comprenant probablement le Permien. Ce sont des calcaires noirs veinés de calcite ; par leur faciès, certains d'entre eux rappellent les calcaires permiens à Gastéropodes du Misho et du Zira près Zunuz. A environ 7 km. au N.N.E. de Yarimqaya, ils forment le socle du promontoire qui domine la source vauclusienne de Qainar, et ils paraissent, en ce point, reposer sur les schistes argileux du groupe *a)*. Au pied du Tshillakhane, nous avons trouvé quelques vestiges des calcaires en plaquettes à empreintes problématiques, calcaires qui, nous l'avons vu, représentent probablement le Trias inférieur. Au point indiqué, ces calcaires gisent notablement au-dessus des microgra-

[1] A l'W., au N. et au N.N.W. de Yarimqaya sur notre carte géologique.
[2] La localité de Qezqala, non indiquée sur notre carte, est à 3 km. au S.E. de Yarimqaya.

nites du groupe *c)*, mais les rapports précis ne sont pas visibles en raison de la présence d'éboulis.

f) Le Néogène inférieur marin, puissant de 200 à 300 m., repose en discordance angulaire sur les terrains paléozoïques, en particulier sur les calcaires du complexe *e)*. Il débute par un conglomérat de base à ciment rouge. Tous les éléments de ce conglomérat nous ont paru d'origine paléozoïque ; les galets de calcaires noirs du groupe *e)* y prédominent. Au pied S.E. du Mont Tshillakhane, nous avons constaté la présence d'un niveau à Lamellibranches sur lequel reposent des calcaires massifs jaune pâle formant une paroi d'une centaine de mètres de hauteur. Parmi les fossiles que nous avons recueillis à ce niveau se trouvent *Ostrea* cf. *Virleti* Desh., *Ostrea* cf. *petrosa* Fuchs, *Pecten* (cf. *Oopecten)* cf. *rotundatus* Lk.

Au N.E. de Yarimqaya, à la surface de calcaires massifs s'ennoyant sous la plaine alluviale, nous avons remarqué des sections de Clypéasters ; ces calcaires se continuent probablement dans la partie supérieure de la haute paroi mentionnée plus haut. Ils sont recouverts par des calcaires moins résistants et coralligènes avec *Astraea* cf. *Ellisiana* Defr.

Au N. de la source vauclusienne de Qainar se trouvent des calcaires blanc-crème à Lithothamnies qui appartiennent à des horizons élevés du Néogène inférieur marin. Mentionnons encore une *Venus Aglaurae* Brong. que j'ai recueillie près de Yarimqaya.

Le Néogène inférieur marin forme le revers septentrional du Mont Tshillakhane et recouvre un secteur montagneux complètement dénudé, très étendu vers le N. et le N.E., entre la route de Khoï à Maku et la plaine alluviale qui s'étale à l'altitude d'environ 1100 m. en aval de Khoï. Le long de sa bordure méridionale, cette formation plonge au N.N.E. A partir du sommet du Tshillakhane (environ 2300 m.), dans l'arête E. de cette montagne, la paroi des calcaires blanc-crème s'abaisse régulièrement jusqu'à la plaine quaternaire sous laquelle elle s'ennoie à l'E. de Yarimqaya. Près de Qezqala, au S. de Yarimqaya, le Néogène inférieur marin émerge de la plaine et forme une butte [1] de quelques hectares de superficie.

Cette bordure montagneuse est jalonnée par des sources vauclusiennes abondantes. Les plus importantes que nous connaissions sont la source de Qezqala et celle de Qainar. La source de Qezqala émerge directement des calcaires néogènes au pied E. de la butte précitée. La source de Qainar, beaucoup plus importante, émerge avec turbulence d'une vasque d'environ 30 m. de diamètre située dans les alluvions de la plaine, à quelques mètres seulement du pied du versant, lequel est constitué en cet endroit par quelques dizaines de mètres de calcaires anciens du groupe *e)* surmontés par une paroi de Néogène inférieur calcaire, puissant

[1] Cette butte paraît avoir été occupée par l'homme aux temps préhistoriques (**121**).

d'environ 200 m. Cette source est à grand débit [1] et donne naissance à une rivière permanente, affluent indirect de la Qoturtshaï. En quelques points de la périphérie de la vasque émergent des sources minérales de débit beaucoup plus modeste, sources dont la teneur en sel paraît provenir du délavage des alluvions circonvoisines, elles-mêmes vraisemblablement salifères.

g) Dans les collines situées à 4 km. au S. de Khoï, sur la rive droite de la Qoturtshaï [2] et à l'E. du pont où passe la route conduisant à Shahpur [3], se trouve un conglomérat à gros éléments, avec plongement au S.S.W. Ce conglomérat paraît constituer ici la base du Gypso-salifère. A proximité du monument de Vartan, qui commande ce défilé, nous avons trouvé, dans le conglomérat en question, certains galets provenant d'un poudingue plus ancien [4].

h) Des marnes appartenant au Gypso-salifère, avec lits de sel intercalés, affleurent dans les collines qui passent au S. de Khoï. A l'extrémité occidentale de ces collines, le sel est exploité en carrière [5].

Les avant-monts du Kurdistan, au N. et à l'W. du bourg de Para, sont modelés dans des terrains où prédominent les marnes rouges de la même formation. Celles-ci règnent également à la bordure orientale de la plaine de Khoï.

i) Au débouché d'une vallée descendant du Kurdistan, à l'E. de Para, nous avons vu en place des roches dacitiques vert foncé; elles sont vraisemblablement d'âge tertiaire.

j) A une centaine de mètres à l'W. du pont mentionné plus haut, j'ai rencontré un calcaire siliceux lacustre à *Pupa* et *Planorbis* faiblement incliné au S.S.W., et reposant en discordance augulaire visible sur les marnes du Gypso-salifère qui ont un plongement beaucoup plus accusé (**7**, II, p. 274). Du pont même, le contact discordant peut être suivi à l'œil dans les collines de la rive gauche. On peut suivre en outre le banc calcaire dans le haut de l'escarpement qui regarde Khoï. Nous l'avons retrouvé à l'extrémité occidentale de cet escarpement, tout près de la carrière

[1] Une source vauclusienne de cette importance, en une région aussi aride, correspond évidemment à un périmètre d'infiltration karstique très étendu. D'après ce qui précède, on voit que le volume perméable afférent à la source de Qainar ne comprend pas seulement des calcaires néogènes, mais encore, et d'ailleurs en moindre proportion, des calcaires anciens du groupe *e*.

[2] Voir Abich : **7**, IIme partie, p. 271-272.

[3] Jusqu'en 1930, époque où elle fut détruite par un tremblement de terre (**49**), cette localité, qui est située dans le pays de Salmas, s'appelait *Diliman*.

[4] Au pied de l'escarpement que forment ces conglomérats, à proximité du pont, on trouve dans les éboulis de gros blocs arrondis, de 0,50 à 1 m. de diamètre, d'un calcaire à Polypiers blanc jaunâtre et compact.

[5] A l'endroit où ces collines s'ennoient sous la plaine quaternaire se trouve un monticule avec cendres contenant des tessons de poterie. Nous y avons trouvé un fragment d'obsidienne d'apparence éclatée. Les monticules de ce genre sont nombreux dans les plaines de l'Azerbeidjan, en particulier dans le bassin du lac d'Urmia. Un peu partout, on en exploite les cendres comme engrais agricole. C'est le cas, en particulier, du monticule que nous venons de signaler (**121**, I).

de sel mentionnée plus haut. Nous ne savons rien de précis touchant l'âge de ce dépôt lacustre, qui se révélera peut-être contemporain des Couches à lignite ou des Couches à Poissons des environs de Tauris.

k) Dans les collines qui traversent la plaine au S. de Khoï, la couverture la plus élevée est faite d'alluvions anciennes qui reposent sur les calcaires lacustres que nous venons de signaler.

Nous y avons trouvé en abondance des galets originaires du complexe *d)* et aussi des galets d'une roche d'habitus andésitique. Dans sa partie S.W., la plaine où coule la Qoturtshaï est faite d'alluvions récentes formées en grands cônes de déjection. La ville de Khoï, avec ses faubourgs et ses terres irriguées, est située sur ces alluvions.

CHAPITRE VII

La région de Zunuz et de Harzand.

Dans la région Zunuz-Harzand, nous distinguons deux zones tectoniques :

A) *La zone de Zunuz* [1], orientée approximativement E.-W. Nous y avons rencontré :

1) Le Paléozoïque (Dévonien), qui affleure dans des boutonnières : celle du Dehrgâh au S. de Zunuz et quelques autres assez étendues, situées plus à l'E. (Öwly, et pied W. du Sultansandjar).

2) Le Mésozoïque, dans la boutonnière du Seyfaly-Navassar à l'E.S.E. de Zunuz.

3) Le Tertiaire, représenté surtout par des couvertures de Gypso-salifère et par des intrusions et des épanchements de roches volcaniques post-sarmatiennes [2], avec tufs.

Dans sa moitié orientale, la zone de Zunuz est jalonnée par une rangée de sommets qui s'abaissent graduellement du massif du Sultansandjar à l'E. (3100 m. environ) aux collines de Tsheltshel à l'W. et qui comprend entre autres, à l'E.S.E. et au S.E. de Zunuz, les Navassar, le Seyfaly et le Dehrban (Girdakiöwül), sommets qui mesurent de 2500 à 2200 m.; au S.S.E., au S. et au S.W. de Zunuz, le Dehrgâh, la Qibla et l'Oyukhly, allant de 2100 à 1700 m. On voit que la hauteur des sommets va en décroissant de l'E. à l'W., des Navassar à l'Oyukhly.

Les terrains volcaniques qui prolongent cette zone à l'W. de Tsheltshel (montagnes de Liwar) se relèvent graduellement pour aboutir à un sommet d'environ 2500 m. situé à peu près à la même distance de Marand, Khoï et Gargar (Gerger).

[1] Prononcer : *Zounouz*.

[2] La zone de Zunuz, par son orientation et par ses terrains néogènes, est très analogue à la zone de Yam (voir p. 73-75).

La zone que nous venons de définir paraît se souder à la suivante à l'E., un peu au S. du massif volcanique du Sultansandjar.

B) *La zone de Harzand* [1]. — Cette zone est orientée S.E.-N.W. Ses affleurements paléozoïques sont représentés surtout par du Permien; elle comprend en outre des couvertures crétacées, nummulitiques et néogènes, ainsi que des roches volcaniques tertiaires.

Les sommets, voisins de 2700 m., qui du S.E. au N.W. jalonnent cette zone sont : l'Aghdash, le Zira [2], le Tshengel (Tshinghil) [3], le Mont Harzand [4], le Nishan [5] et enfin le Mont Duvan [6].

Composition des zones de Zunuz et de Harzand.

Les terrains que nous avons rencontrés dans la région de Zunuz et de Harzand peuvent être subdivisés comme suit:

a) Un complexe principalement calcaire comprenant le Dévonien supérieur et peut-être la base du Carbonifère. Dans le Dévonien se rencontrent des roches éruptives d'habitus diabasique ou mélaphyrique avec tufs.

b) Des microgranites.

c) Un complexe calcaire renfermant le Permien supérieur et probablement une partie du Trias. Dans le Permien se rencontrent des diabases avec tufs.

d) Une formation comprenant, de bas en haut: 1) des calcaires à silex gris, probablement triasiques; 2) une série de schistes argileux avec grès intercalés pouvant représenter le Jurassique inférieur, voire même le Jurassique moyen; 3) des calcaires clairs à silex rouge correspondant peut-être au Tithonique.

e) Des calcaires éocrétacés et, en partie peut-être, mésocrétacés.

f) Un complexe flyschoïde plus profond que *h*.

g) Un poudingue inférieur à *h*, qui est ou bien le conglomérat de base de *h*, ou bien celui de l'ensemble formé par *f* et *h* (voir nos *Remarques*, p. 95-96).

h) Un ensemble d'âge nummulitique, à faciès principalement argilo-gréseux, avec calcaires subordonnés.

i) Le Gypso-salifère.

j) Des terrains volcaniques d'âge tertiare [7] représentés en particulier par des roches andésitiques néogènes et des tufs volcaniques stratifiés de même âge.

[1] Zunuz ayant été notre principal centre d'excursion en 1927 et en 1928, nous décrivons plus en détail la moitié orientale des deux zones. En partant de Harzand-e-Djadid, nous avons fait une seule excursion à Daradiz, aussi notre carte est-elle très schématique dans cette direction. Le versant N. des montagnes de la zone de Harzand nous est mal connu; nous avons cependant cru devoir relater quelques observations faites à distance concernant les massifs du Djallamaydan et du Qaratshy (Kemkuh) situés en réalité dans une autre zone tectonique passant au N. de celle de Harzand.

[2] L'Aghdash et le Zira sont au N.E. de Zunuz.

[3] Au N.N.E. de Zemharir.

[4] Au N.N.W. de Harzand-e-Djadid.

[5] A l'E. de Daradiz.

[6] A l'W. de Daradiz.

[7] Et, par places, d'âge quaternaire ancien. Ainsi la coulée située à l'E. de Zunuz, discordante sur du Gypso-salifère plissé et raviné, est probablement postérieure aux plus anciens travertins; cette coulée ne peut donc remonter au delà du Quaternaire.

Une partie importante des tufs s'intercale, comme on le verra plus bas (p. 99), dans une formation sédimentaire d'âge vraisemblablement pontien.

k) Des travertins quaternaires, qui continuent à se déposer de nos jours.

Nous passons maintenant à la considération plus détaillée des formations susmentionnées.

a) Le *Dévonien supérieur* de Zunuz et des environs est représenté par des psammites et par des grès rouges fossilifères, ou par des conglomérats à éléments de roches basiques à deux temps de consolidation, conglomérats qui passent, vers le haut, à des marnes irisées, lesquelles supportent des calcaires oolithiques ferrugineux fossilifères, recouverts à leur tour par des calcaires à Brachiopodes très fossilifères.

Boutonnière du Dehrgâh. — Tout autour de cette boutonnière qui se trouve immédiatement au S. de Zunuz, sur la rive gauche de la Zunuztshaï, le Dévonien supérieur, vraisemblablement accompagné des premières couches dinantiennes, est recouvert en discordance par le Gypso-salifère.

Le Dévonien supérieur, attesté par des fossiles, constitue, à 1 km. au S.S.E. de Zunuz, le contrefort N. du Mont Dehrgâh. Ce contrefort, en forme de dôme, s'élève à 200 m. au-dessus de la rivière de Zunuz, qui le longe sur une distance d'environ 500 m. L'ensemble montre la charnière d'un anticlinal modérément déjeté au N. ou au N.N.E. Les couches paléozoïques plongent ordinairement au N.W. Mais plus en amont, les mêmes couches, après s'être incurvées, en plan, de la direction S.W.-N.E. à la direction N.W.-S.E., plongent au N.E. (fig. 6 et 7; pl, II, coupes 10 et 11).

Dans le versant N. se trouve, à mi-hauteur, un affleurement de grès psammitiques rouges, qui nous a fourni quelques échantillons d'une brèche à Poissons avec des fragments de plaques osseuses, les unes attribuables à *Holoptychius* cf. *Flemingi* L. Agassiz, les autres référables aux genres *Bothriolepis* et *Dinichthys* (**104**). Par son faciès, la roche se rattache nettement à l'*Old Red Sandstone.*

Dans les arêtes N.W. et N.E. du Dehrgâh inférieur, nous avons observé, de bas en haut, la série suivante:

1) Des bancs de calcaires bruns gréseux et micacés avec empreintes de Lamellibranches et de Brachiopodes.

2) Des calcaires grenat ou pourprés avec *Spirifer* cf. *Verneuili* Murch.

3) Des bancs d'oolithe ferrugineuse rouges ou lie-de-vin avec des calcaires grumeleux bruns et des lumachelles altérées.

Aux Spiriféridés et aux Rhynchonellidés sont associées des *Pterinea* ainsi que d'autres Lamellibranches, *Avicula* et cf. *Myophoria.*

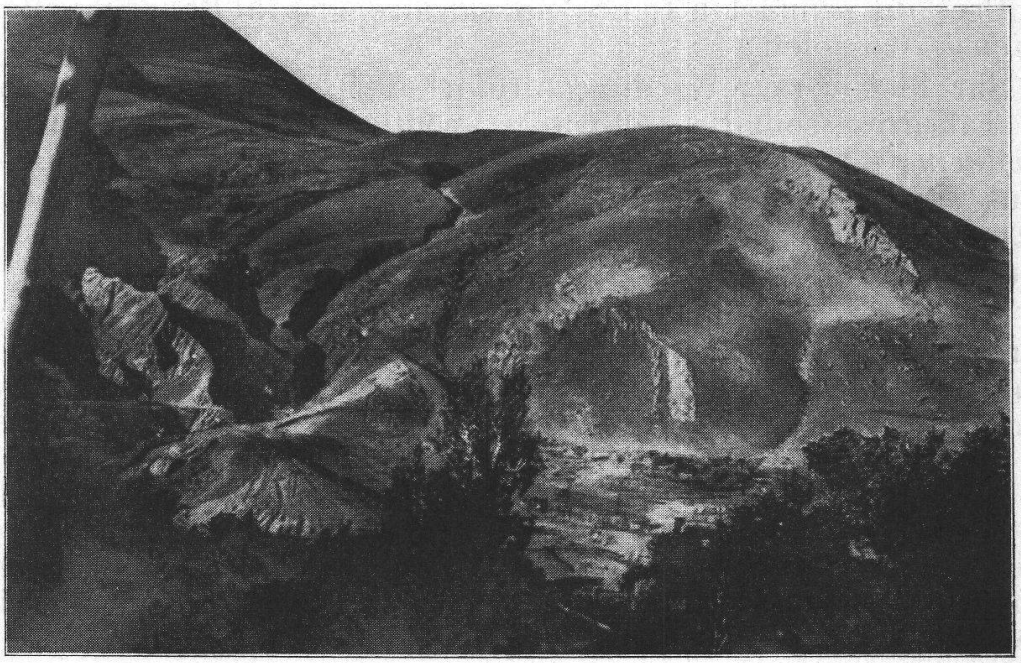


FIG. 6. Anticlinal dans le Dévonien supérieur du Dehrgâh
(cf. pl. II, coupes 10 et 11; texte, p. 82-84).

Vue prise de Zunuz (quartier E.) vers le Sud-Ouest. — Au premier plan, à gauche en bas, marnes et grès du Gypso-salifère, qui se continuent en direction de l'autre côté de la vallée, où on les voit reposer en discordance angulaire sur le Dévonien, puis aboutir à l'épaulement horizontal. Le Gypso-salifère est recouvert par des andésites qui forment la pente sombre à gauche en haut de la photographie.

Les bancs les plus riches en hématite rouge sont caractérisés par la présence du genre *Panenka* Barr. que nous avons rencontré à trois niveaux différents, compris dans une série puissante d'environ 10 m. (fig. 7). Les valves de ces Lamellibranches atteignent 7 à 8 cm. de longueur sur 5 à 6 cm. de hauteur; elles sont ornées de côtes nombreuses, vigoureusement marquées.

Dans l'un des niveaux à *Panenka*, nous avons trouvé en outre *Discina* sp., *Naticopsis Marthae* Frech et des Stromatopores. Dans un replat situé à mi-hauteur du versant N.E. du Dehrgâh, on rencontre des calcaires rouges oolithiques, ou parfois spathiques, avec nombreuses sécrétions de calcite. Ces calcaires nous ont fourni plusieurs *Orthoceras*, dont *O.* cf. *planeseptatum* Sandb., ainsi que *Bellerophon* cf. *Verae* Frech (ou peut-être *B.* cf. *Leda* Hall).

Sur les calcaires rouges [1] à *Panenka*, reposent, sur le versant E. du Dehrgâh, des calcaires compacts gris foncé à patine brune, avec Brachiopodes et Lamellibranches. Ils contiennent *Spirifer* cf. *Verneuili* Murch., *Rhynchonella* sp., *Athyris* sp., *Palaeosolen* sp., *Phtomia* cf. *Loczyi* Reed, et des articles de Crinoïdes ainsi que des empreintes de Bryozoaires.

[1] Au N.E. du Dehrgâh les calcaires ferrugineux à *Panenka* reposent sur des marnes rouges qui comprennent quelques bancs de grès et de conglomérats à éléments d'une roche éruptive à structure porphyrique.

Près du sommet affleure un calcaire gris à *Rhynchonella* cf. *latiensis* Gosselet.

Sur le revers S.W. du contrefort déjà mentionné, des bancs de calcaires sombres, olivâtres, contiennent des Productidés: *Productus (Avonia)* cf. *praelongus* Sow. associés à des Spirifers. Nous sommes porté à synchroniser ce niveau avec les couches d'Etrœungt ou couches de transition entre le Famennien et le Tournaisien **(56)**.

Au même endroit le Paléozoïque disparaît sous les grès tabulaires du Gypso-salifère, dont les bancs sont recouverts à leur tour par des éboulis d'andésites récentes provenant de la pyramide du Dehrgâh supérieur [1] (fig. 6).

Boutonnière d'Öwly. — A 7 km. en amont de Zunuz, à l'E., le Paléozoïque est mis à jour dans une boutonnière plus étendue que celle du Dehrgâh, mais où les affleurements fossilifères sont plus restreints. La Zunuztshaï, à qui est due cette boutonnière d'érosion, coule ici de l'E. à l'W. Seul le versant droit, situé au N. de la rivière, nous a montré des gisements de fossiles. Ceux-ci débutent sur la rive droite, au-dessous des vergers de l'oasis d'Öwly, par des calcaires à Brachiopodes reposant sur des bancs de psammites blancs. Le faciès des calcaires à Brachiopodes est le même qu'au Dehrgâh, mais en général de teinte plus claire. On y rencontre aussi des niveaux à *Panenka.* Un peu plus haut, à l'altitude du verger d'Öwly et à l'E. de celui-ci, affleurent des grès psammitiques en bancs moins épais que ceux du fond de la vallée, et des calcaires lie-de-vin; ces couches forment un lambeau synclinal dont l'axe est incliné vers l'Est [2]. Le complexe dont nous venons de parler est profondément entamé par la Zunuztshaï, mais les couches, qui sont notablement plissées dans le versant opposé, situé au S. de la rivière, ne nous ont livré aucun fossile.

Un peu plus à l'E., des pentes d'éboulis sont dominées par une paroi de calcaires à plongement N., peu prononcé, et puissants d'environ 100 m. Ils débutent, vers le bas, par un niveau à petites Rhynchonelles, avec *Tentaculites* cf. *Tietzei* Frech et *Styliotites* sp. Beaucoup plus haut dans la même série se trouvent des calcaires gris-noir avec *Stropheodonta* sp. [3], des articles de Crinoïdes et des moules internes de Gastéropodes (cf. *Holopella).* La série se termine par un banc de calcaire sombre, olivâtre, lumachellique, avec *Spirifer* cf. *Verneuili* Murch. Cette couche supérieure rappelle beaucoup le calcaire à Productidés qui paraît être, dans la boutonnière du Dehrgâh, le niveau paléozoïque le plus élevé.

[1] Au pied S.E. du Dehrgâh, nous avons constaté la présence de nombreux blocs de calcaires à Brachiopodes et de calcaires rouges à empreintes problématiques, ainsi que des calcaires jaune-brun présentant en relief des valves de *Kochia* (?) sp.

[2] De ce même côté, des pentes d'éboulis descendent jusqu'au fond de la vallée, où l'on remarque un dyke andésitique jaune, probablement néogène. En cet endroit, particulièrement dans les calcaires de la rive gauche, jaillissent des sources ferrugineuses.

[3] Je dois cette détermination à l'obligeance de M. Huang.

En amont des sources minérales situées en contre-bas d'Öwly, et sur plus de 2 km., la rivière entame une série de calcaires gris, brun foncé ou rosés, en gros bancs inclinés au N.E. Ces calcaires, par leur aspect, semblent appartenir au même complexe que le Dévonien dont il a été question, mais nous n'y avons pas trouvé de fossiles. Ils sont recouverts par des roches volcaniques néogènes, par du Gypso-salifère ou par des travertins quaternaires. Au voisinage du contact du Paléozoïque avec le Tertiaire, la rivière fait un coude [1]. Au S. de celui-ci s'ouvre le ravin de Sarkash dont la partie aval est creusée dans des calcaires bréchoïdes rouges et gris. En face, au N., débouche un ravin de moindre importance ; à la partie inférieure de celui-ci affleure le complexe paléozoïque dont nous venons de parler; nous y avons rencontré des calcaires spathiques rouge foncé. Plus en amont, le torrent qui a creusé ce ravin entame des roches andésitiques néogènes.

Toujours plus à l'E., au pied occidental du Sultansandjar, où coule le premier affluent de droite de la Zunuztshaï, apparaît un complexe de roches rouge sombre dans lequel sont compris des diabases (coupe mince n° 102). Ces terrains anciens disparaissent, à l'E., tantôt sous des conglomérats d'âge probablement nummulitique, tantôt sous le Gypso-salifère gréseux ou sous des roches andésitiques tertiaires. J'ai observé en plusieurs points le repos direct, avec discordance angulaire, du Gypso-salifère sur les terrains anciens.

Au pied W. du Sultansandjar, nous avons rencontré, en gros galets dans le conglomérat que nous venons de signaler, des calcaires rouges dévoniens à Brachiopodes.

Des terrains rouge sombre très riches en oxyde de fer, appartenant selon toute vraisemblance au Dévonien, jalonnent le pied des montagnes de Harzand. On y trouve des conglomérats, des grès psammitiques, des calcaires rouges et des roches d'habitus diabasique avec tufs. Ces dernières roches ont un faciès analogue à celui que nous avons constaté dans les boutonnières d'érosion de la vallée de Zunuz.

Nous avons vu affleurer ces terrains rouges dans les collines situées au N. de Bövra, près de Harzand-e-Atiq où ils plongent au S., puis à Qarabulakh où ils ont été mentionnés par Stahl (**181**, p. 2). Enfin nous les signalerons encore au défilé de Daradiz [2].

Nous n'avons pas suivi le Dévonien à l'E. de la région de Zunuz [3]. Rappelons toutefois qu'au pied du Mont Tshaharshambe,

[1] En ce lieu, sur la rive droite, à l'extrémité de l'escarpement des calcaires précités, se trouve une source minérale à effervescence gazeuse.

[2] Des calcaires noirs à petits Brachiopodes, parmi lesquels abondent les Spiriféridés, affleurent à l'issue du défilé de Daradiz; ils sont bien visibles à la sortie N.E. du tunnel de Gargar (Gerger).

[3] Nous avons discerné, de loin, à l'E.N.E. de Marand, près de Binâb, un pointement de roches sombres qui se rattachent peut-être au Paléozoïque de Zunuz.

à 25 km. au N. de Tauris, nous avons signalé un galet de calcaire à Spirifer provenant d'un conglomérat (p. 62).

Les roches éruptives à structure porphyrique les plus anciennes que nous connaissions ne sont représentées que par des galets inclus dans des bancs marno-gréseux et conglomératiques du Dévonien au pied S.E. du contrefort du Dehrgâh. Un conglomérat vraisemblablement de même âge, contenant des galets de la même roche, est bien représenté entre Qarabulakh et Harzand-e-Atiq. Au S. de ce village, sur le chemin de Halaki, affleurent des roches d'habitus diabasique ou mélaphyrique en gros bancs intercalés dans le gisement des environs de Harzand-e-Atiq, à plongement S., mentionné un peu plus haut. Des roches amygdaloïdes altérées (coupe mince n° 121) sont bien visibles au débouché du torrent de Daradiz, particulièrement au pied des versants de la rive gauche. Des roches d'habitus diabasique, avec traces de structure ophitique (coupe mince n° 102), sont étroitement associées au complexe de calcaires et autres sédiments rouge sombre, d'âge très probablement dévonien, que nous avons signalé au pied W. du Sultansandjar, dans la vallée du premier affluent de droite de la Zunuztshaï.

b) Des *microgranites* rouges pointent dans le milieu de la gorge de Daradiz. Ils présentent le même habitus que les microgranites du Moro oriental, du Misho de Yam et du Tshillakhane au N. de Khoï. Leur âge est vraisemblablement antépermien.

c) Dans la zone de Harzand, l'ensemble calcaire qui comprend le *Permien supérieur* (et qui s'étend probablement, comme nous l'avons dit, dans le Trias) présente ordinairement, de bas en haut, les termes suivants:

1) Des calcaires gris assez puissants à l'W.N.W. et au N. de Harzand-e-Djadid;

2) Des calcaires noirs à Fusulinidés, Fenestelles et Productidés que nous avons rencontrés particulièrement dans la partie orientale du Mont Zira;

3) Des calcaires en plaquettes à empreintes problématiques, concordants avec 1 et 2;

4) Des calcaires rosés affleurant dans le versant méridional du Zira.

Au milieu de la gorge de Daradiz [1], non loin de la station du chemin de fer, nous avons trouvé des bancs de calcaire gris 1.

[1] Divers fossiles trouvés aux environs de Djoulfa (Perse), en particulier à Daradiz et à Darasham, nous ont été remis par nos élèves. Ce sont en général des Brachiopodes remarquablement bien conservés.

M. Jeannet a déterminé d'un premier lot (1926) : *Spirifer (Reticularia) Waageni* Loczy (**75**, p. 268, pl. XX et XXI), en plusieurs exemplaires trouvés à Daradiz; *Spirigera* cf. *protea* Abich (**75**, pl. XXII), *Enteletes* sp. et *Spirifer* sp. (se rapprochant de *Spirifer disjunctus* Sow. du Dévonien).

Le Brachiopode le plus intéressant nous a été rapporté de Daradiz avec quelques exemplaires de *Spirifer (Reticularia) Waageni* Loczy, du même niveau (Permien supérieur). Il s'agit, selon M. Huang, de *Parenteletes sinensis* Huang (**95**. II, p. 10 et pl. II).

Ces derniers fossiles nous ont été donnés par M. N. Siapush en 1930; ils sont vrai-

Il s'agit probablement des calcaires « carbonifères » mentionnés par Stahl (**181**, p. 1-2). L'anticlinal dont parle cet auteur reparaît au N.E. du massif andésitique du Mont Harzand, soit au N. de Harzand-e-Djadid. Dans la montagne constituée par ces calcaires gris (Pl. II, coupes 11, 12 et 13), nous avons observé une inclinaison axiale au S.E.; les bancs de la série en question plongent généralement au N.E. Nous avons constaté cette inclinaison d'axe, plus à l'E. encore, dans le ravin de Mizar.

Ces terrains sont recouverts, à l'W., par la masse andésitique du Mont Harzand; à l'E., et au N.E., par du Gypso-salifère, par des tufs, ou par les éboulis du Qeledjdaghy, éperon occidental du Qaratshy. Les calcaires mis à jour à la jonction des branches supérieures de la rivière de Harzand [1] appartiennent vraisemblablement, en partie du moins, au même niveau 1.

Au S.W. et à l'W. de Bövra, des calcaires gris 1 supportent, à leur bord S., une couverture discordante de Nummulitique. A leur bord N., les mêmes calcaires sont recouverts par le Gypso-salifère discordant et plus ou moins horizontal, lequel se continue au N. jusqu'au pied S. du Mont Harzand. Les calcaires 1 plongent modérément au N.E. et au S.W. en constituant un synclinal très évasé avec inclinaison axiale au S.E.

Au N. du vallon d'Abel (Abeldarasi), à l'W.N.W. de Harzand-e-Djadid, les calcaires 1 nous ont fourni quelques fossiles: Goniatites indéterminables, fragments d'*Orthoceras* et quelques Brachiopodes, parmi lesquels *Orthothetes (Orthothetina)*, sp. [2] Il s'agit probablement du Permien.

La partie orientale du Mont Zira [3] dominant le col de Mahar est constituée par des calcaires noirâtres souvent bitumineux, avec Fusulinidés et Fenestelles (niveau 2). Ces calcaires nous ont fourni quelques Tétracoralliaires parmi lesquels *Tachylasma* sp. nova (?), et une empreinte de Productidé [4]. A la surface de ces

semblablement de même provenance que *Productus (Marginifera) spinocostatus* Abich, déterminé également par M. Huang, et que nous avons trouvé nous-même dans un banc de calcaire marneux gris à grain fin, affleurant au bord de la voie ferrée, non loin de la station de Daradiz, au N. de celle-ci.

Rappelons ici ce qui a été dit à propos du niveau à *Oldhamina* du Misho (p. 67, 69) : d'après M. Huang, le Permien supérieur, en Perse, possède une faune semblable à celle qu'on lui connaît en Chine du Sud (**94**), ce qui témoigne en faveur de la même transgression.

[1] En ce lieu, les calcaires dans lesquels se creuse une gorge aux parois verticales contiennent des niveaux siliceux d'aspect mylonitique.

[2] Cette détermination est de M. Huang ; il en est de même pour les fossiles permiens du Mont Zira mentionnés un peu plus loin.

[3] Le Zira (2700 à 2800 m.) est une montagne de l'alignement Daradiz-Sultansandjar. Il est très accessible de Zunuz par le chemin muletier du col de Mahar. Ce col (2400 m. environ) unit le district de Zunuz à la vallée la plus occidentale du Qaradagh. La mise à jour du complexe *c* dans le Zira est due à un bombement axial situé entre Mizar et le Sultansandjar. Comme à Daradiz et dans les montagnes de Harzand, nous avons l'impression que l'anticlinal dont fait partie le Zira est poussé vers le S.S.W. Les couches, dans le flanc tourné vers Zunuz, plongent au S.S.W. Mais au-dessus du col de Mahar, où l'axe s'infléchit, elles s'inclinent au S.E.

[4] Interprétation de M. Huang : cf. *Productus Abichi* mut. *cambodgiensis* (Mansuy) *Echinoconcus*.

bancs nous avons constaté des sections d'*Orthoceras* et d'Ammonoïdés impossibles à détacher.

Suivant M. Huang, qui a bien voulu s'intéresser aux fossiles que nous avons rapportés du Mont Zira, *Tachylasma* sp. nova (?) présente certaines affinités avec *Tachylasma elongatum* Grabau, espèce permienne typique, vraisemblablement du Permien supérieur.

Les calcaires en plaquettes (niveau 3). Ce sont, comme dans le Misho de Yam, des calcaires vaseux en plaquettes, de teinte rose ou lie-de-vin, avec empreintes problématiques. Ils atteignent quelques dizaines de mètres d'épaisseur à la partie amont du défilé de Daradiz. On peut les observer facilement dans les tranchées du chemin de fer où ils sont subverticaux.

Au N. de Harzand-e-Djadid, dans le bassin du torrent de Bövra, au pied de la montagne, les premiers affleurements offrent des calcaires jaunes en plaques relativement épaisses, où nous avons trouvé un Gastéropode (cf. *Loxonema*). Ces calcaires plongent au S.S.W. Un peu plus haut, au N., les calcaires en plaquettes ont une teinte gris cendré; ils montrent des lits réguliers assez résistants, avec empreintes problématiques en réseaux vermiculés plus fins que les entrelacs. Ces derniers caractérisent, en général, les calcaires en plaquettes précédemment décrits.

Dans le ravin de Mizar, un peu en aval du village de ce nom, les calcaires en plaquettes, entamés par le torrent, ont 10 m. de puissance environ. Ils plongent au N.E. A leur base se trouvent des bancs de calcaires rouges pétris de Foraminifères banaux (cf. *Globigerina*, cf. *Textularia*, etc.). On y voit également un banc noir bitumineux. Les calcaires vaseux à entrelacs et moulages cylindriques sont lie-de-vin comme à Daradiz, ou gris-jaune comme dans le Misho central. On y distingue fréquemment de petits Lamellibranches indéterminables ou des Gastéropodes écrasés [1]. Cet ensemble est recouvert en discordance angulaire par un banc de calcaire jaune à grandes Nummulites, dont il sera question plus loin.

Des calcaires en plaquettes gris clair ou gris-jaune affleurent le long de la crête du Zira. On y voit de petits Gastéropodes et d'autres restes organiques très indistincts par suite du caractère dolomitique de la roche en question. Ces calcaires sont recouverts, en contre-bas, dans le haut du versant S., par des bancs rouges et par des couches grises pétris de structures concentriques [2].

Un peu au-dessous du point précité, on trouve des calcaires

[1] Les plaquettes gris-jaune nous ont fourni ici un Lamellibranche relativement mieux conservé que tous les autres fossiles recueillis en Azerbeidjan dans les divers gisements de ces calcaires. Nous avons soumis ce fossile à M. Jeannet qui, sans vouloir se prononcer, incline à croire qu'il s'agit d'une *Pseudomonotis*.

[2] Un calcaire blanc à petites oolithes affleure plus bas dans le versant S., au col de Mahar. Un calcaire rose brique de même faciès doit exister dans le massif du Sultansandjar; nous en avons rencontré un bloc de plusieurs mètres cubes dans le thalweg de la branche droite de la Zunuztshaï supérieure.

rosés massifs à Lamellibranches du niveau 4, concordants avec les niveaux précédents. La présence possible de *Cassianella* sp. (appréciation de M. Jeannet), rend également vraisemblable l'âge triasique de ces calcaires [1] (cf. **22**, p. 319).

Des diabases à structure ophitique (plaque mince n° 20), accompagnées de tufs, affleurent à la partie amont du défilé de Daradiz, en particulier dans les versants de la rive gauche où les tufs [2] forment des bancs régulièrement stratifiés, concordants avec les calcaires.

d) Trias et Jurassique. — Dans un ensemble principalement calcaire qui constitue le tronçon moyen de la zone montagneuse de Zunuz, entre le Sultansandjar et Tsheltshel, on observe de bas en haut:

1) Des calcaires massifs gris, à patine jaunâtre, fréquemment coupés de lits de silex gris de 2 à 3 cm. d'épaisseur moyenne. Ces calcaires à silex, dans lesquels nous n'avons trouvé aucun fossile, sont peut-être synchroniques des terrains de l'Elborz que Stahl est enclin de rapporter au Trias (**182**, p. 12). Cette première série passe verticalement à

2) Des argiles schisteuses; celles-ci, à leur base, contiennent encore en intercalations quelques bancs des calcaires susmentionnés. Ces argiles sont glauques ou lie-de-vin et alternent souvent avec des lits de grès rouges micacés. La puissance de la série 2 est pour le moins de 100 m.; il est possible que cette série se rattache au complexe des couches à Plantes de l'Elborz; complexe allant du Rhétien au Lias ou même au Dogger inférieur (**182**, p. 12-13; **16**).

3) Des calcaires gris, à cassure conchoïde, contenant parfois des lits de silex rouge, reposent en concordance au moins apparente sur la série précédente. Par son faciès, cette formation offre une remarquable analogie avec le Jurassique supérieur de la Lombardie et du Tessin le plus méridional, au S. de Lugano.

A l'extrémité aval des gisements dévoniens que coupe la rivière à 6 km. en amont de Zunuz, au-dessous des vergers d'Öwly, un calcaire brun sans fossiles repose en discordance angulaire sur les psammites dévoniens. Cette roche, par son faciès et d'après sa position, se rattache très probablement aux calcaires 1 de la série *d*. Toutefois, au S. et au S.W., des grès du Gypso-salifère, des éboulis, des travertins quaternaires et une coulée andésito-dacitique cachent les rapports qui existent entre ce calcaire discor-

[1] Des calcaires rosés affleurent aussi dans l'arête S.E. du Zira, à mi-hauteur, un peu en contre-bas du col de Mahar. Ces calcaires contiennent des stylolites.

[2] Une plaque mince (n° 23) montre au microscope un tissu fondamental calcaire qui englobe : 1° des phénocristaux nombreux et nettement formés d'un labrador à 50 % An; 2° des phénocristaux, entièrement transformés en chlorite, d'un minéral ferromagnésien dont la nature ne peut plus être précisée, mais qui était probablement un pyroxène. La roche semble ainsi être un tuf résultant du mélange d'un sédiment calcaire avec des éléments volcaniques provenant d'éruptions basiques.

dant et les affleurements très étendus des calcaires à silex gris 1 du massif Seyfaly-Navassar.

Ces derniers calcaires affleurent seuls dans les monts Seyfaly, Petit-Navassar et Grand-Navassar. Leur puissance ne paraît pas être inférieure à une centaine de mètres. Ils ont un plongement régulier au N.N.E., mais, à l'extrémité orientale du massif qu'ils constituent, au Grand-Navassar, ils changent de direction et s'incurvent à l'E. Dans une combe située encore plus à l'E., en amont du ravin de Sarkash où se trouve le dernier gisement que nous ayons observé, ils sont accompagnés d'argiles schisteuses 2, vert glauque ou lie-de-vin. C'est là que nous avons constaté quelques bancs des calcaires à silex 1 intercalés dans les argiles.

Cette série argileuse 2 est fort bien représentée à l'W., dans le versant N. du Mont Dehrban (Girdakiöwül), à 3 km. au S.E. de Zunuz, où elle est entamée par un torrent. En cet endroit, sa puissance est d'au moins 100 m.; elle plonge fortement au N.E.

Plus bas, au N.N.W., dans un ravin profond, à l'extrémité N.W. du massif Seyfaly-Navassar, nous avons vu le Gypso-salifère incliné au N.N.E. reposer en discordance angulaire sur le complexe *d* à plongement E.N.E. Dans ce dernier gisement, des calcaires massifs (probablement les calcaires 3) font suite en concordance à la série argilo-gréseuse décrite plus haut.

Les calcaires 3 à cassure conchoïde et lits siliceux rouges affleureut à l'E. du col de Rahname. Ce col est situé un peu au S.W. des gisements précédemment décrits, au S.E. de Zunuz, entre le Mont Dehrban à l'E. et le Dehrgâh à l'W.[1]

Des terrains superficiels nous ont empêché de voir le contact entre ces calcaires à silex rouge et la série argilo-gréseuse 2, mais il nous paraît probable que les calcaires en question reposent normalement sur cette dernière.

Au sommet et au S. du Mont Dehrban, les argiles du complexe *d* et les marnes du Gypso-salifère qui les recouvrent ont été traversées par des venues andésitiques. Dans la partie moyenne du ravin de Sarkash, à l'E., les calcaires à silex 1 sont recoupés par les dykes éruptifs néogènes. Un peu plus en aval, des grès discordants, appartenant au Gypso-salifère, et des roches andésitiques séparent le complexe *d* de calcaires bréchoïdes roses et gris qui appartiennent vraisemblablement au Paléozoïque *a*.

Des calcaires paraissant appartenir au niveau 1 affleurent dans les hauteurs à l'W. du Sultansandjar. Nous mentionnerons enfin, au S. de Zunuz, à mi-hauteur du Mont Qibla, un lambeau appartenant peut-être aux calcaires du complexe *d*. Toutefois, la roche dont il est constitué n'est pas sans analogie avec les calcaires situés au débouché du torrent de Sarkash et rattachés par nous, comme nous venons de le rappeler, au complexe *a*. L'affleurement

[1] Au S. de ce col, nous avons trouvé des vestiges d'un grès quartzeux rouge, rappelant les quartzites du Mont Moro.

de la Qibla est trop restreint pour figurer sur notre carte. Les éboulements qui maintes fois ont affecté le Gypso-salifère de ce versant exposé au N. ont entraîné au fond de la vallée des blocs du calcaire en question.

Du Jurassique a été mentionné dans cette région par Stahl (**181**, p. 2). Cet auteur (**181**, pl. 1), de même qu'Oswald (**135**, pl. 2), l'a marqué sur sa carte géologique. Ces appréciations, à notre connaissance du moins, ne sont pas fondées sur des faits paléontologiques.

Au voisinage du Sultansandjar, à l'W.N.W. de ce massif, nous avons rencontré des blocs de plus d'un mètre de diamètre provenant, les uns d'un calcaire à Nérinées brun-jaune, les autres d'un calcaire compact jaune clair à Polypiers. Ces blocs sont d'âge vraisemblablement jurassique supérieur. Nous pensons qu'il s'agit de blocs détachés du conglomérat *g*.

e) Crétacé. — Les calcaires de l'Eocrétacé sont rugueux, blanc-crème et par places rougeâtres. Ils constituent, à l'E. du Zira, le Mont Aghdash, crêt allongé s'élevant graduellement, à partir du col de Mahar, vers l'E.S.E., dans la direction du Sultansandjar. Ces calcaires plongent de 45° environ au N.N.E. et se prolongent à l'W.N.W., dans le versant N. du Mont Zira.

Sur le plat de la couche la plus élevée, on remarque de nombreux Gastéropodes turriformes indéterminables. Un niveau quelque peu inférieur contient *Requienia* cf. *ammonia* Gdf., du Barrémien, *Alectryonia* cf. *rectangularis* Roem. avec des empreintes de Pectinidés et d'Ostréidés [1].

En avant de l'escarpement formé par le crêt de l'Aghdash [2], des calcaires de même faciès affleurent en plus d'un point; ils sont recouverts par des alluvions et par des éboulis rouges provenant du conglomérat *g* dont il sera question plus loin [3].

Des calcaires blonds et rugueux à Rudistes, d'aspect très voisin de ceux de l'Aghdash, avec *Polyconites* cf. *Douvillei* Di-Stefano (**60**), *Pinna* cf. *robinaldina* d'Orb. et *Lima* sp., d'âge pouvant répondre à l'Aptien et à la base du Mésocrétacé, émergent un peu en amont du défilé de Daradiz [4], sur la rive gauche du

[1] *Pterocera* sp. a été trouvé dans ce même gisement, en août 1928, par M. Abbas Siapush.

[2] Les torrents descendant du S.E. par la combe qui longe le crêt calcaire de l'Aghdash, s'écoulent tout d'abord en pente douce vers le S.W., mais à l'altitude du col de Mahar, ils tournent au N.W., puis vers le fond de la vallée qui se creuse au N., pour atteindre l'Araxe. Comme on peut s'y attendre, les captures de rivières ne sont pas rares au long de la bordure méridionale du Qaradagh.

[3] Au delà du crêt de l'Aghdash, le Djallamaydan, dans un secteur situé à l'E.N.E. et à l'E.S.E. du col de Mahar, est un large massif calcaire dont l'altitude moyenne est voisine de 3000 m. ; il présente des parois et des crêts de calcaires massifs de couleur claire. Nous n'avons point parcouru ces montagnes ; toutefois nous avons l'impression que le crêt de l'Aghdash est le bord S.W. d'une vaste région calcaire qui, embrassant le Djallamaydan, s'étend assez loin au long du Qaradagh occidental, dans la direction du district de Dartshin.

[4] Un de nos élèves nous a rapporté de Daradiz *Exogyra* cf. *laevigata* Sow.

torrent [1]. Ils forment un crêt allongé du S.E. au N.W. sur plus d'un km., à peu près parallèlement à l'escarpement du Mont Nishan situé à quelque distance sur la rive droite [2]. Les couches en question plongent au N.E. sous les cônes d'alluvion issus des ravins du Mont Nishan. Plus à l'W., au delà de l'entrée du défilé, ces calcaires à *Polyconites* vont se souder aux assises inférieures des montagnes de la rive gauche de Daradiz; ils paraissent plonger sous les diabases et les calcaires du complexe *c* qui constituent l'éperon N.E. du Mont Duvan.

f) Un complexe flyschoïde, caractérisé par des alternances de lits calcaréo-gréseux et d'argiles, occupe un espace très étendu au N. d'une ligne dirigée approximativement E.-W., et passant à quelques kilomètres au S. de Zemharir. Ces grès se présentent en dalles ou en plaquettes; ils sont olivâtres à la cassure et ont une patine gris-brun ou gris verdâtre. Par endroits, ils sont couverts d'empreintes ou de reliefs problématiques et rappellent les terrains flyschoïdes à faciès de Gosau de la bordure méridionale du Qaradagh et du secteur Shibly-Arishtenâb.

Cet ensemble présente un plongement assez régulier au S.S.W. En arrière du Bughdadaghy, les hauteurs de la zone montagneuse Daradiz-Zira sont modelées dans un complexe d'argiles, de marnes et de calcaires appartenant probablement à cette formation flyschoïde [3]. Au N. de Zemharir (pl. II, coupe 10), ces couches sont recouvertes par la masse andésitique du Mont Tshengel, au N.W., laquelle supporte, au sommet de la montagne, les poudingues dont il est question plus bas sous *g*. Dans la vallée située en aval de Mizar, le complexe flyschoïde de la rive gauche repose en discordance sur les calcaires permiens ou permo-triasiques *c*; il nous a fourni, en cet endroit, des plaquettes brun-vert à Fucoïdes. Plus au N. et au N.E., les terrains formant le seuil [4] qui s'étend jusqu'au pied S.E. du massif du Qaratshy nous ont paru appartenir aussi à la formation *f*.

Sur la rive droite de la rivière de Harzand, dans la colline de Gowsala, au S.W. de Harzand-e-Djadid, nous avons vu des lits à Helminthoïdes et des calcaires gréseux à concrétions glauconieuses.

[1] Pour autant que nous sachions, ces calcaires à Rudistes n'ont pas été signalés en cet endroit. Rappelons qu'Abich (**7**, I, p. 2) indique la présence de calcaires barrémiens (« Caprotinenkalk ») à Gerger, et qu'il en mentionne des vestiges plus au S., dans la direction de Marand.

[2] Dans les hauts du Mont Nishan, on aperçoit, de la plaine qui est en amont de Daradiz, un lambeau de calcaires jaune clair très différent d'aspect des terrains du complexe *c* qui forment le gros de la montagne.

[3] Nous ne sommes pas certain que tous les terrains à faciès flyschoïde, ou désignés comme tels sur notre carte dans la région Zunuz-Harzand, soient antérieurs aux couches dans lesquelles nous avons trouvé de petites Nummulites. Ce doute se rapporte particulièrement à la colline du Gowsala près Harzand-e-Djadid, ainsi qu'aux terrains situés entre le cours supérieur de la rivière de Harzand et le massif du Qaratshy, aux environs de Mizar.

[4] Ce seuil, où les sources sont assez nombreuses, marque la limite topographique entre les provinces du Qaradjedagh et de Marand.

g) Un *poudingue* à ciment rouge foncé [1], puissant d'une centaine de mètres, longe le pied méridional du Zira, où il plonge au S.S.W. Il s'élève jusqu'aux deux tiers de la hauteur de cette montagne, entre les entailles profondes pratiquées par les torrents. A partir du col de Mahar, ce poudingue passe en transgressivité discordante sur les calcaires permiens ou permo-triasiques, et au delà du faîte, dans la combe située au S.W. du Mont Aghdash, sur le Néocomien *e*. Il forme ainsi une couverture très visible entre le col de Mahar et le Sultansandjar.

Les éléments des poudingues *g*, sauf dans les affleurements les plus orientaux, à l'W. du Sultansandjar, sont empruntés au Paléozoïque: roches éruptives à deux temps de consolidation, d'habitus souvent diabasique, quartzites et calcaires rouges dévoniens à Brachiopodes, calcaires noirs probablement permiens. En allant du pied occidental du Zira au Sultansandjar, les galets augmentent de calibre à mesure que l'on marche vers l'E.-S.-E. Au voisinage du col de Mahar, ils sont de l'ordre du décimètre. La puissance du conglomérat s'accroît aussi, entre les limites que nous venons d'indiquer, dans le même sens.

Le Mont Tshengel (Tshinghil) est une masse andésitique (pl. II, coupe 10) qui domine le village de Zemharir. Au sommet (environ 2600 m.), on rencontre de nombreux galets de roches diverses à patine rouge sombre. Ce sont probablement des témoins de l'ancienne extension des poudingues *g*. A notre connaissance les affleurements de ce poudingue les plus rapprochés du point en question se trouvent au pied de l'arête S.W. du Zira, à environ 2 km. à l'E. de Zemharir. Plus à l'W., un lambeau de poudingue appartenant vraisemblablement au niveau *g*, forme le pied S.E. du Mont Harzand, près de Bövra. Nous y avons trouvé des galets d'un calcaire brun dévonien à Brachiopodes.

h) Cet ensemble, d'âge *nummulitique*, forme une zone importante dirigée en gros W.N.W.-E.S.E., avec plongement très général au S.S.W. La largeur de la zone est d'environ 4 km. et son bord S. passe un peu au N. de Zunuz.

Ce Nummulitique, souvent fossilifère, est représenté surtout par des alternances de grès et d'argiles [2] et en outre, à certains niveaux, par des bancs à petites Nummulites; on trouve encore, par places, des grès calcaires en petite quantité.

Cette formation contient aussi, dans sa partie supérieure, un banc gréseux, riche en Lamellibranches et un banc calcaire à grandes Nummulites.

[1] Des conglomérats rouges à éléments généralement paléozoïques ont été mentionnés par Mlle de Derwies (**58**) dans le district de Djoulfa-Nakhitshevan et par P. Bonnet (**44**; **20**; **22**, p. 327, 328 et 330) dans le même territoire ainsi que plus au N. Suivant ce dernier auteur, les conglomérats en question sont les uns mésocrétacés, d'autres néocrétacés, et le reste, nummulitique. Nous pensons qu'il peut en être de même de nos conglomérats *g*.

[2] Cette formation présente un faciès analogue à celui du complexe *f* de la région de Zemharir, qui plonge également au S.S.W. et sur lequel elle repose (voir la planche de coupes).

Au pied du Mahar, des grès tendres, gris, contiennent *Ostrea* sp. avec des empreintes ferrugineuses de bois et de feuilles fossiles. Une de ces feuilles, d'ailleurs fort mal conservée, a été rapportée avec doute par M. Sze au genre *Fagus*. Ces couches reposent en concordance, au moins apparente, sur le conglomérat sombre *g* du pied du Zira (pl. II, coupe 9).

En allant du Mont Zira au village de Dara, on recoupe de bas en haut le puissant ensemble nummulitique, dans lequel alternent régulièrement les argiles et les grès calcaires [1]. C'est vers le milieu de l'itinéraire précité qu'on rencontre les premiers bancs à petites Nummulites. Ils sont dirigés W.N.W.-E.S.E. et plongent au S.S.W. Leur puissance est de quelques mètres.

A l'W. de cet affleurement, dans les ravins qui descendent du pied du Zira, les niveaux voisins nous ont fourni de menus Pectinidés. Au S.W. du même point, dans le ravin de Diza, on trouve, à un niveau compris dans *h*, mais stratigraphiquement supérieur aux couches à Pectinidés, quelques bancs pétris de petites Nummulites. Deux de ces bancs [2], épais chacun d'environ 50 cm. et séparés par une dizaine de mètres de couches stériles, sont d'un grès verdâtre où les Nummulites sont associées à des débris charbonneux. Dans le même vallon de Diza [3] et dans le ravin affluent de droite situé à l'W. du point précité, nous avons trouvé des lits gréseux à débris végétaux avec de l'ambre et des Pectinidés dont la taille est d'environ 1 cm.

Les hauteurs ravinées [4] où affleurent les formations *f* et *h* sont couronnées par une crête isoclinale à couches plongeant au S.S.W., avec paroi à regard N.N.E. Cette paroi, haute de quelques mètres, est faite d'un calcaire gréseux jaune rosé qui contient par endroits de grandes Nummulites. Plus à l'W., à 3 km. au S. de Harzand-e-Djadid, près du point où le chemin de Zunuz quitte la rivière de Harzand, nous avons observé, sous la forme d'un banc calcaréo-gréseux épais d'environ 50 cm. et renfermant des Nummulites, la continuation de cet horizon. Nous avons trouvé également en ce point, dans le même banc, des Pectinidés et des lits jaune-brun à débris végétaux. Ces quelques gisements jalon-

[1] Ces couches se débitent en dalles de 20 cm. d'épaisseur en moyenne, employées comme pierres tombales dans les cimetières de Zunuz, Dara et Zunuzak.

[2] De ces bancs provient le matériel qui a fourni les échantillons du groupe II de M. W. Leupold; voir Appendice I. *(Note ajoutée pendant l'impression.)*

[3] Les Foraminifères du groupe III distingué par M. W. Leupold (voir Appendice I) ont été recueillis dans le lit du torrent de Diza, un peu en aval des couches qui ont fourni le groupe II. Il est probable, d'après mes constatations sur le terrain, qu'ils appartiennent à un niveau plus élevé que ces dernières couches. *(Note ajoutée pendant l'impression.)*

[4] A l'E. de la rivière de Harzand, à environ 2 km. en aval de Harzand-e-Djadid, entre le Gypso-salifère au S. et les montagnes de la zone Daradiz-Zira au N.N.E., la plateforme que domine le Bughdadaghy est profondément disséquée par un système de ravins dus aux torrents tributaires de la rivière de Harzand et de la Zunuztshaï. Les principaux vallons ont des torrents permanents; l'un de ceux-ci prend naissance au pied du col de Mahar et reçoit de gauche le ruisseau de Diza souvent mentionné dans ce chapitre.

nent le raccord entre le Nummulitique du vallon de Diza au N.E. de Zunuz et le Nummulitique de Harzand.

Un peu à l'W. du point précédent, à l'endroit où bifurquent les chemins de Zunuz et de Marand, se trouve un imamzadé près duquel s'élèvent, sur la rive E. de la rivière de Harzand, les ruines d'une ancienne forteresse : cette dernière est construite en moellons d'un calcaire gréseux jaune clair à concrétions ferrugineuses. La roche en question affleure aux alentours; elle appartient vraisemblablement à la même formation que les calcaires marneux jaune clair faiblement inclinés au S.S.W. qui s'étendent à l'W. de la rivière de Harzand.

A 2 km. $^1/_2$ à l'W. de Harzand-e-Djadid, dans le vallon d'Abel (Abeldarasi) [1] et au voisinage N.N.W. de celui-ci, nous avons observé de bas en haut :

1) Un grès brun-rouge à petites Nummulites, plongeant faiblement au S.S.W. et reposant en discordance angulaire sur les calcaires permiens (p. 87).

2) Un niveau à grosses *Ostrea*, affleurant au fond du vallon.

3) Un banc gréseux peu résistant à Nummulites et nombreux Lamellibranches.

4) Un banc calcaire à grandes Nummulites.

Nous avons trouvé dans la couche 3: *Crassatella* cf. *rhomboidea* d'Arch. (**48**, pl. IV), *Venus* cf. *incrassata* Sow., *Teredo* sp., avec d'autres Lamellibranches et des fragments d'Echinides.

Le Nummulitique *h* ne forme pas seulement l'importante zone que nous avons mentionnée au début de ce paragraphe et que nous venons de décrire: plus au Nord, nous avons encore rencontré, à environ 0,4 km. à l'W. de Mizar, sur la rive droite du torrent qui descend vers Harzand-e-Djadid, un banc de calcaire jaune crème à grandes Nummulites. Ce banc, épais de 1 m., repose en discordance visible sur les calcaires en plaquettes du complexe *c*. (p. 88). L'affleurement est trop exigu pour être figuré convenablement sur notre carte géologique; nous ne l'avons donc pas représenté. Il s'agit probablement du niveau 4 mentionné plus haut à propos du vallon d'Abel [2].

Remarques concernant les formations f, g *et* h. — Le lecteur aura observé que parmi les faits généraux relatifs à ces formations se trouvent les trois points suivants: 1) *h* est d'âge nummulitique, ce qui est établi par mes récoltes de fossiles; 2) *g* est inférieur à *h;* 3) *f* est inférieur à *h*. Ces faits posent un certain nombre de questions, dont trois au moins ne peuvent manquer de solliciter notre attention. Première question: *g* est-il supérieur

[1] Ce vallon a été utilisé, à une date qu'on ne peut préciser, pour le passage d'un canal qui fonctionne encore de nos jours et qui dérive une partie des eaux de la rivière de Harzand pour l'irrigation du plateau de Halaki.

[2] Les échantillons du groupe I de M. W. Leupold (voir Appendice I) proviennent de Mizar, ainsi que des niveaux 3 et 4 du vallon d'Abel, à l'W. de Harzand-e-Djadid. *(Note ajoutée pendant l'impression.)*

ou inférieur à *f*? Deuxième question: quels rapports soutiennent entre elles les formations *f* et *h*? Troisième question: quel est l'âge de *f*?

A aucune de ces trois questions il ne peut être répondu avec une entière certitude en l'état des faits actuellement connus. Toutes trois appellent donc de nouvelles recherches. Mais on peut dès aujourd'hui essayer de s'approcher des solutions.

Première question. — Le conglomérat *g* supporte un certain Nummulitique *h*, mais nulle part je n'ai pu observer les rapports du conglomérat avec *f*. D'autre part, le conglomérat est transgressif sur le Néocomien : il est donc plus jeune que cette dernière date. Les limites supérieure et inférieure de l'âge qu'on peut assigner au conglomérat restent ainsi assez écartées. Dans ces conditions, on peut penser que *g* est soit le conglomérat de base de *h* seulement (et *g* serait ainsi du Nummulitique), soit le conglomérat de base de l'ensemble concordant et de faciès très analogues formé par *f* et *h*. La première branche de l'alternative exigerait, pour être démontrée, qu'on vît *g* passer entre *f* et *h*, ce que je n'ai pu observer jusqu'ici. L'autre face de l'alternative se vérifierait si l'on parvenait à montrer que *g* passe sous *f*; mais je n'ai, pour le moment, aucun fait à apporter en ce sens.

Cette incertitude, qu'on peut cependant atténuer en quelque mesure, comme nous le verrons dans un instant, nous amène à la deuxième question, celle des rapports de *f* et *h*. L'ensemble de ces deux formations, avons-nous dit, paraît concordant, avec une grande analogie entre les faciès de l'une et ceux de l'autre; d'autre part *f* est le terme le plus ancien.

h étant nummulitique, *f* peut représenter soit un Nummulitique plus profond, soit un complexe néocrétacé (ou néocrétacé et mésocrétacé) que rien n'interdit, pour le moment, de rapprocher du type Gosau. Nous inclinons en faveur de cette dernière solution, qui a trouvé son expression dans notre carte géologique. Cette solution nous paraît appuyée par les grandes épaisseurs du complexe stérile *f*, et par le fait que ce complexe se place remarquablement bien en ligne, du point de vue tectonique, avec la zone de Mujumbar (voir la carte, et la description p. 62), zone à laquelle nous avons reconnu, pour d'autres raisons, des affinités avec le type des couches de Gosau. Par cette dernière vue, la troisième question nous paraît recevoir une réponse acceptable [1].

L'absence de *g* entre *f* et *h*, la concordance de ces deux derniers complexes, ainsi que le degré élevé de similitude de leurs faciès, nous portent à voir dans cet ensemble une série compréhensive allant du Mésocrétacé à un certain Nummulitique.

[1] On verra, dans l'Appendice I, que M. W. Leupold, à qui j'avais soumis un certain nombre de fossiles de mon Nummulitique *h*, y voit, suivant une communication qu'il m'a faite en juillet 1934, du Paléocène. Il s'agirait ainsi d'un Nummulitique relativement ancien. Cette datation, si elle se confirme, serait donc favorable à l'hypothèse qui fait de la formation *f* du Crétacé. *(Note ajoutée pendant l'impression.)*

i) Le Gypso-salifère de la région de Zunuz-Harzand présente les mêmes caractères que celui des régions de Marand et de Khoï; il se rapproche beaucoup du Gypso-salifère supérieur de Tauris.

L'un des niveaux les plus anciens [1] dans le Gypso-salifère de la région de Zunuz est un poudingue d'une cinquantaine de mètres de puissance, à ciment résistant, formant un à pic un peu en amont du confluent du torrent de Diza et de la rivière de Zunuz [2]. Ce conglomérat a une importance toute locale; il passe probablement, à l'E. et à l'W., à des grès et à des marnes.

Des marnes rouges et grises plus ou moins salifères constituent le socle des hauteurs sur lesquelles reposent les travertins de Zunuz, de Zunuzak et de Dara. Le Gypso-salifère se poursuit régulièrement à l'W. et à l'W.N.W., en conservant partout, sauf dans une zone étroite qui passe au S. de Zunuz, son plongement constant au S.S.W. Des grès rouges du Gypso-salifère émergent par places des alluvions de la plaine de Halaky en buttes allongées, parallèles à l'axe des plis de la zone de Harzand; ils ont un plongement modéré au S.S.W. Des marnes rougeâtres percent par endroits sous la couverture alluviale. Plus à l'W. le Gypso-salifère disparaît sous des tufs stratifiés de la formation *j*. Il reparaît encore plus à l'W., hors du territoire que nous étudions, dans le *kévir* de la Qoturtshaï, entre Djulfa et Khoï.

A 10 ou 12 km. de Zunuz vers l'E., la Zunuztshaï a creusé des gorges dans les roches volcaniques du Sultansandjar. Entre Zunuz et ces gorges, la vallée, jusqu'à la source minérale située au débouché du ravin de Sarkash, est creusée dans des grès peu résistants et dans des marnes grises du Gypso-salifère. Dans le massif du Sultansandjar, à l'altitude de 2700 m., les contreforts au-dessus desquels s'élève le dôme andésitique qui caractérise les hauts de cette montagne (3100 m. environ), sont taillés dans des grès gris rosé du Gypso-salifère, grès dont le plongement modéré au S.S.W. est conforme à l'inclinaison qui domine dans le Tertiaire de la région. Le dôme andésitique, entre 2700 et 3100 m., a gardé, du côté N., des lèches de ces mêmes grès et de marnes vert pâle un peu frittées au contact de la roche éruptive. Le Gypso-salifère atteint donc, au Sultansandjar, une altitude exceptionnelle, supé-

[1] Dans la province de Marand, nous n'avons rencontré aucun affleurement de Néogène inférieur marin certain au N. des collines de la zone de Yam. Toutefois, nous signalerons ici, comme appartenant peut-être à cette formation, un calcaire saccharoïde brun qui affleure entre Tsheltshel et Qaratapa, à l'E. de la voie ferrée. Au microscope (coupe mince n° 27), cette roche montre un tissu de calcite assez largement cristallisée, contenant en un point le reste mal conservé d'un Foraminifère spiralé. Dans le tissu précité sont disséminés, en petite quantité, des individus d'andésine et de quartz. Ces derniers minéraux suggèrent l'idée d'un mélange tufacé à partir de roches andésitiques ou dacitiques; il existe d'ailleurs des andésites dans le voisinage. Mais l'habitus microscopique n'interdit pas non plus l'hypothèse d'un simple apport terrigène.

Il se peut aussi que les calcaires marneux jaunes à concrétions ferrugineuses que nous avons signalés p. 95, soient plus récents que le Nummulitique.

[2] Plusieurs oueds conséquents, coulant en direction générale N.N.E.-S.S.W. et tributaires d'une rivière en partie subséquente à direction E.-W. (elle-même affluente de la Zunuztshaï), soulignent le bâti structural du Gypso-salifère dans ces parages.

rieure de 500 m. ou plus à celle du Babadagh, son point culminant aux environs de Tauris.

Au voisinage de Zunuz, au S., les marnes rouges et grises tendent à prédominer dans la partie inférieure du Gypso-salifère, tandis que les grès rougeâtres sont plus fréquents dans le haut de cette formation. Le plongement, le long de la zone montagneuse qui court au S. de la Zunuztshaï, est différent de celui que nous avons constaté ailleurs; par exemple, au N.E. de la colline d'Oyukhly (W. de Zunuz), les couches sont redressées; plus à l'E., en face même de Zunuz, elles plongent souvent au N.N.E, ce qui explique les nombreux glissements de terrain qui ont lieu sur ce versant, ainsi que l'élargissement de la boutonnière d'érosion du Dehrgâh, où le Dévonien a été mis au jour (fig. 6). Immédiatement au S. du Dehrgâh, par contre, les grès du Gypso-salifère sont plus ou moins horizontaux par places. Dans le versant S.E. de la pyramide andésitique du Dehrgâh affleurent des marnes violacées.

En maints endroits, sur le versant gauche de la Zunuztshaï, on rencontre, au long des affleurements du Gypso-salifère, des grès à malachite et azurite. Le gisement le plus caractéristique à cet égard est situé au S.E. de Zunuz. Des grès grossiers jaunâtres contiennent en quantité des débris végétaux, en particulier des empreintes de Monocotylédones très indistinctes [1].

Parmi les couches redressées, à l'W. de Zunuz, entre la rivière et la colline d'Oyukhly, se voient des alternances de marnes jaunes et de tufs rouge brique. Quelques bancs de lignite, dont deux d'épaisseur appréciable, sont pris dans cet ensemble. L'un de ces bancs contient un bois fossile [2] brun foncé, par places silicifié; l'autre, dont l'épaisseur atteint par endroits près de 1 m., est notablement induré, siliceux et riche en oxyde de fer.

A quelques centaines de mètres de là, mais sur le revers S. de ces hauteurs, on recueille des fragments prismatiques de bois fossile noir silicifié [3], ainsi que des fragments de grès à surface charbonneuse.

j) Terrains volcaniques. — Dans le territoire compris entre la vallée de Marand et celle de l'Araxe, des roches volcaniques ter-

[1] Ces grès à débris végétaux se présentent en une paroi d'environ 4 m. de hauteur, et formant par places encorbellement au haut d'un ravin qui débouche près du pont et des moulins situés au S.E. de Zunuz, sur le chemin de Rahname.

[2] Nous avons soumis un échantillon de ce bois fossile à M. le professeur W. Gothan, de Berlin. M. Gothan a bien voulu nous communiquer ce qui suit (2. III. 34) : « Ein Coniferenholz mit deutlichen Jahresringen und der Struktur eines Cupressinoxylon i. weit. Sinne. Einzelne Gattungen u. Arten sind in diesem Sammelgenus meist zwecklos abzutrennen. Es kann sich z. B. sehr wohl um ein Holz wie Cupressus sempervirens handeln, der bekannten Mittelmeerzypresse, die aus Persien stammt. Das Holz wäre als *Cupressinoxylon* sp. zu bezeichnen. Seine genaue systematische Zugehörigkeit kann nicht angegeben werden. » *(Note ajoutée pendant l'impression.)*

[3] Voici ce que nous a communiqué M. le professeur Gothan (2. III. 34) au sujet d'un échantillon de ce bois fossile :

« Laubholz mit ganz auffallend vereinzelten Gefässen, kaum vorhandenen Jahresringen, die Gefässwände mit dichten kleinen Hoftüpfeln und Thyllenverstopfung, einfacher

tiaires, de nature généralement andésitique, constituent des affleurements nombreux, souvent très étendus; ces roches percent et recouvrent en maints endroits les terrains décrits jusqu'ici. Ces roches volcaniques se présentent sous forme de pitons, dykes, sills et coulées, ces dernières alternant fréquemment avec des tufs.

Souvent, le Gypso-salifère passe graduellement, vers le haut, à une formation qui comprend des sédiments (grès, marnes, etc.) avec lesquels alternent, en intercalations nombreuses et répétées, divers produits volcaniques consistant principalement en tufs stratifiés. Il y a tout lieu de penser que cette formation, qui est surtout développée dans la moitié W. de l'« alignement de Zunuz » (voir plus bas), est d'âge vraisemblablement pontien.

Malgré un certain degré d'irrégularité dans la répartition des massifs volcaniques, on constate cependant (voir notre carte géologique) leur tendance indéniable à se grouper suivant deux alignements répondant en gros aux zones de Zunuz et de Harzand. Dans l'exposé qui suit, nous répartirons donc les terrains volcaniques selon ces deux alignements, le plus méridional étant appelé *alignement volcanique de Zunuz* et le plus septentrional *alignement volcanique de Harzand.*

L'alignement volcanique de Zunuz. — A cet alignement, qui forme une longue suite de reliefs, se rattachent, comme le montre la carte géologique, les hauteurs qui s'avancent au S., dans la direction de Marand, ainsi que plusieurs pointements situés au N. de la Zunuztshaï. Comme notre carte le suggère, des terrains volcaniques affleurent sur de grandes surfaces aux extrémités de la zone de Zunuz, mais, nos itinéraires ayant eu Zunuz pour point de départ, nous sommes mieux renseigné sur les environs de cette dernière localité.

Dans l'alignement de Zunuz, les pitons volcaniques et les épanchements épais prédominent à l'E. de la ligne Zunuz-Marand.

Mais à l'W. de cette ligne, on constate surtout le développement de la formation sédimentaire et tufacée, vraisemblablement pontienne, dont il vient d'être question un peu plus haut. Ajoutons que dans cette région occidentale, la formation en question est d'ordinaire inclinée [1].

A l'E. de Zunuz est situé un vaste massif volcanique comprenant un groupe de montagnes assez élevées, en forme de dômes.

Gefässquerwanddurchbrechung, sehr schmalen Markstrahlen (wohl nur 1-reihig). Die feineren Strukturen der Markstrahlen und des Holzprosenchyms sind nicht erhalten. Die Erhaltungsgüte wird stark beinträchtigt, durch den Umstand, dass das Holz *holzkohlig* erhalten ist und als Holzkohle verkieselt wurde. Ich möchte vermuten, dass es sich um ein *Leguminosenholz* handelt... »

M. Gothan ajoute ce qui suit au sujet de l'âge des bois fossiles qu'il a bien voulu étudier: « Über das geologische Alter kann ich Näheres nicht angeben; es ist sicher Tertiär und kann auch recht gut Jungtertiär sein, wie Sie angeben. » *(Note ajoutée pendant l'impression.)*

[1] Les terrains volcaniques de l'alignement de Zunuz offrent de grandes analogies avec ceux de la zone de Yam (p. 74-75). Nous sommes donc enclin à penser qu'il y a entre les deux domaines volcaniques continuité matérielle : en direction, par la région de Mujumbar; et dans le sens transversal, sous la plaine de Marand.

A son bord N., dans les hauts du Sultansandjar, vers 3100 m., ce massif s'enfonce au N. sous le Gypso-salifère. Au S.W. du Sultansandjar, les formations volcaniques sont profondément érodées par des gorges torrentielles.

A l'E.S.E. et au S.S.E. du massif mésozoïque Seyfaly-Navassar, un groupe de pitons se rattache au massif volcanique en question. Ces pitons sont en grande partie recouverts de leurs propres débris.

Sur le versant S. du Sultansandjar prédomine une roche verdâtre qui est une andésite à hornblende verte (coupe mince n° 92).

En amont de Zunuz, à l'E. d'Öwly, entre la Zunuztshaï et le torrent de Diza, un complexe d'épanchements fort épais et d'habitus andésitique recouvre le Paléozoïque *a*, le Nummulitique et les grès du Gypso-salifère. Dans les ravins des affluents de la Zunuztshaï, on aperçoit en maints endroits des dykes qui recoupent les calcaires paléozoïques *a* ainsi que les calcaires à silex *d*. Beaucoup de ces dykes sont dirigés approximativement N.-S. et ont ainsi des chances de raccorder les épanchements susmentionnés aux pitons que nous venons de signaler au delà du massif Seyfaly-Navassar.

Un peu en amont de Zunuz, à l'E., une coulée d'andésite (coupe mince n° 98) occupe le fond d'une ancienne vallée de la Zunuztshaï. Cette coulée repose sur des grès et des marnes rouges du Gypso-salifère plongeant au N.E. et au N.N.E. Le contact se voit à l'issue du canyon à parois verticales que la rivière de Zunuz a creusé, sur près de 3 km., dans cette masse. L'épaisseur de la masse épanchée est en gros de 200 m. Au N. du canyon, l'andésite est recouverte par des travertins horizontaux.

Au S. du canyon, dans les ravins qui entourent le massif Seyfaly-Navassar, des filons andésitiques dirigés N.-S. recoupent le Gypso-salifère et le complexe *d*.

Au N.E. et au N. de Dara, des roches andésitiques ont percé le Nummulitique; nous en connaissons trois ou quatre affleurements le long du torrent de Diza ou un peu au N. de celui-ci. Le pointement le plus restreint présente une roche jaune clair. Ces gisements se rattachent probablement, par dessous les travertins de Zunuzak, au massif précédemment décrit et situé sur la rive droite de la Zunuztshaï, à l'E. d'Öwly.

La portion culminante du Dehrgâh est en andésite à biotite et hornblende verte (coupe mince n° 93). Dans les arêtes S.W. et N.W. de la montagne, ces roches reposent sur des grès du Gypso-salifère. Au S., et à plus grande altitude, affleurent des marnes violacées de la même formation, avec plongement au N.E. A l'W. du Dehrgâh, la colline de la Qibla est modelée dans des roches volcaniques kaolinisées. Immédiatement au S. du Dehrgâh et de la Qibla, des roches d'habitus andésitique constituent de nombreux affleurements.

Au N.W. du massif Dehrgâh-Qibla, soit au S.W. de Zunuz, les

bancs andésitiques, les tufs et les grès cinéritiques plongent par endroits à l'W. et plus fréquemment au N.W. [1]

Au S., au S.W. et à l'W. du massif Dehrgâh-Qibla règnent dans de vastes territoires des empilements à alternances répétées de bancs andésitiques, de tufs et de grès cinéritiques. Tout près de Zunuz, au S.W., des tufs rouges redressés sont intercalés dans des grès et marnes avec lignites; ces couches ont des chances d'être pontiennes. A part quelques plis de détail situés un peu plus loin, également au S.W. de Zunuz, les terrains volcaniques stratifiés ont un plongement constant d'environ 20° au S.S.W. Cette disposition peut être observée déjà au Mont Oyukhly (S.W. de Zunuz), où sont interstratifiées des andésites à hornblende verte (coupes minces n°s 100 et 101), puis au Mont Sangboran [2] qui s'avance dans la plaine au N. de Marand, et plus en grand, à l'W. de Tsheltshel, dans les collines de Liwar et les hauteurs qui lui font suite à l'W. Dans la même direction, ces hauteurs s'élèvent peu à peu vers l'W., jusqu'à une montagne d'environ 2500 m. située au centre du triangle marqué par Marand, Khoï et Gargar.

Les roches volcaniques de Liwar sont plus sombres que les andésites que nous avons rencontrées ailleurs; elles renferment souvent des veines ou des inclusions d'opale d'un bleu tendre.

Une roche de Liwar s'est révélée, dans l'une de nos coupes minces (n° 26), comme andésite à augite.

L'alignement volcanique de Harzand comprend le grand massif du Qaratshy au N.N.E., le Mont Harzand au N.W. de Bövra, le Bughdadaghy à l'W. de Zemharir et le Mont Tshengel au N.E. de ce village.

Dans le Qaratshy [3] (3300 m. environ), nous mentionnerons seulement la longue arête du Qeledjdaghy qui, s'éloignant du centre du massif, s'avance dans la direction du Mont Harzand. Les roches du versant S. du Qaratshy sont représentées dans les alluvions anciennes aux environs de Bövra, et dans les alluvions actuelles de la rivière de Harzand. Ce sont des roches de teinte généralement claire. Une lame mince (n° 91) s'est révélée, à l'examen microscopique, comme andésite à biotite, hornblende et hypersthène. Dans certains échantillons, la roche empâte des cristaux de hornblende verte de plusieurs centimètres.

Passons maintenant au Mont Harzand (pl. II, coupes 12 et 13).

[1] C'est également le plongement du Gypso-salifère dans le versant S. de la vallée de Zunuz jusqu'à la boutonnière dévonienne du Dehrgâh. Ce plongement, comme nous l'avons vu, a facilité les éboulements dans la même direction (fig. 6).

[2] Suivant Stahl (**181**, p. 2), la roche du Sangboran est une andésite à hornblende et pyroxène.

[3] Le Qaratshy ou Kemkuh, forme l'extrémité W. de la province du Qaradagh dont il est l'un des points culminants. Vu de la dépression de Djulfa, qui n'est qu'à 700 m. d'altitude, il se présente sous la forme régulière d'un cône commandant la plaine de Gargar au S.E. Abich l'a fort bien représenté dans une vue d'ensemble du pays de Djulfa prise du Daridagh (**7**, II, fig. 15). Le nom par lequel il désigne cette montagne, Kemkuh, semble ignoré des habitants de la région Zunuz-Harzand.

Il convient d'abord de rappeler que d'après Stahl, cette montagne « besteht durchgehend aus hellgrauem Hornblendeporphyrit » (**181**, p. 2). De deux échantillons que j'ai rapportés du Mont Harzand, l'un a été prélevé au pied S.E. de la montagne et au N.N.E. de Bövra; il répond bien, macroscopiquement, au signalement donné par Stahl. Mais l'homogénéité de composition pétrographique ne se vérifie pas strictement pour toute la montagne. Car j'ai recueilli au sommet une roche à deux temps de consolidation qui se révèle en coupe mince (n° 25) comme une microdiorite à biotite et hypersthène [1].

Dans sa partie orientale, le Mont Harzand appartient à un piton volcanique qui, à son bord N.E., a percé des calcaires anciens du groupe *c*; nous avons observé là un contact à peu près vertical. Au bord S.E., un lambeau des poudingues *g*, à éléments paléozoïques, s'appuie sur la roche éruptive. Au pied S. du Mont Harzand, nous avons constaté, en intercalations dans les andésites de couleur claire, un banc presque vertical d'une roche vert sombre d'habitus argileux, roche qui ne montre pas, sous le microscope, d'autres détails que de très nombreuses et minuscules paillettes de séricite secondaire (coupe mince n° 24).

A l'W., le Mont Harzand se prolonge par une croupe formée d'andésite qui paraît reposer sur le complexe sédimentaire mentionné au N. de Harzand et dans le défilé de Daradiz (p. 86-89).

Le Mont Bughdadaghy, à l'W. de Zemharir, est une éminence volcanique de plan circulaire très régulier; il est entouré par les terrains flyschoïdes du versant S. des hauteurs de Mizar. Macroscopiquement la roche du Bughdadaghy offre plus d'analogie avec la roche du Mont Harzand qu'avec celle du Mont Tshengel (Tshinghil). A l'E.S.E. du Bughdadaghy, le complexe est recoupé par un dyke que l'on voit disparaître sous les éboulis provenant de cette montagne. Ce dyke est vertical et dirigé approximativement E.S.E.-W.N.W. On voit également un dyke, prolongation possible du précédent, dans les ravins qui dissèquent *f* au pied W. du Bughdadaghy. Au contact se trouvent des argiles noires frittées.

Le Tshengel (pl. II, coupe 10) est une masse de forme irrégulière qui, à son pied W., repose sur le complexe *f*, et qui, se prolongeant à l'E., pénètre en coin dans les calcaires du Mont Zira, en formant encore le sommet occidental de cette dernière montagne (pl. II, coupe 9). Une lame mince (n° 99), faite sur un échantillon du Mont Zira, se révèle au microscope comme une andésite à hypersthène fort altérée.

[1] Phénocristaux de biotite. — Phénocristaux de plagioclases zonés. L'un de ces derniers présente les compositions suivantes: centre, 43 % An; zone plus externe, 37 %; zone encore plus externe, 50 %; zone la plus externe, 34 %. — Hypersthène, en individus dont les plus gros n'excèdent pas, en calibre, ceux de la pâte. — Pâte essentiellement formée de plagioclases notablement plus acides que les plagioclases en phénocristaux. Les mesures d'extinction ont donné des oligoclases compris entre 28 et 20 % An. — La pâte est microgrenue et non microlithique. En conséquence, la roche mérite bien le nom de microdiorite.

k) Travertins quaternaires. — Des travertins horizontaux (pl. II, coupes 9-12) reposent en discordance sur les diverses formations que nous avons passé en revue, particulièrement sur les argiles du complexe flyschoïde et sur les marnes du Gypso-salifère. On peut observer ces dépôts dans plusieurs paliers. Les mieux marqués de ces paliers sont au nombre de quatre: ce sont ceux de Zunuz à 1800 et 1850 m., et de Zunuzak à 1900 et 2000 m. (estimations approchées).

Sur la rive gauche de la Zunuztshaï, à 100 m. au-dessus du thalweg, un reste de travertins appartenant à l'un des paliers

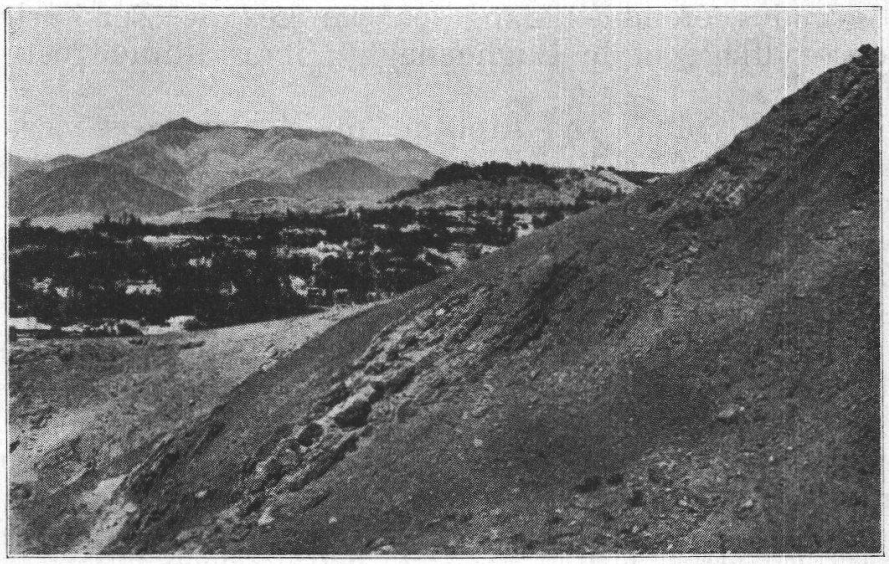


FIG. 7. Zunuz et le Mont Zira.

Vue prise des pentes inférieures du Dehrgâh, vers le Nord-Est. — Les rochers en couches inclinées du premier plan (centre et droite) appartiennent au Dévonien supérieur fossilifère. — La terrasse du premier plan (gauche) est en travertin quaternaire reposant horizontalement et en discordance angulaire sur les grès inclinés du Gypso-salifère. — Au second plan, l'oasis et le bourg de Zunuz, sur les travertins. — Au troisième plan, un peu à droite du centre de la photographie, la colline boisée de Zunuzak, en travertin. — Au fond, le Mont Zira : les pentes inférieures, de couleur sombre, sont en conglomérat *g* (cf. texte, p. 93); les pentes moyennes, de couleur claire, appartiennent à un complexe calcaire qui comprend du Permien fossilifère; le sommet, de couleur foncée, est en andésite tertiaire.

inférieurs repose en discordance angulaire sur des marnes du Gypso-salifère et sur le Dévonien du Dehrgâh (arête N.W.). A la même altitude ou un peu plus haut, des travertins forment des placages assez étendus sur le Gypso-salifère et sur le Nummulitique, au N. de Zunuz et à l'E. de Dara.

Les travertins les plus élevés en altitude recouvrent des calcaires dévoniens, du Nummulitique, du Gypso-salifère et surtout des roches volcaniques tertiaires. Ils constituent une plateforme longue de plusieurs kilomètres, dont la partie aval, fort régulière, se termine brusquement à l'ancienne forteresse de Zunuzak, à environ 2000 m. d'altitude.

Sur la rive gauche de la Zunuztshaï, des vestiges de ces mêmes travertins se voient encore sur les calcaires à silex *d* du massif Seyfaly-Navassar, à environ 300 m. au-dessus du thalweg. Ces travertins sont donc antérieurs au creusement du canyon de Zunuz et aux dernières manifestations du volcanisme mentionnées plus haut.

L'accroissement des travertins se poursuit encore de nos jours à Zunuz et à Zunuzak, mais seulement dans les hauteurs de la rive droite de la Zunuztshaï où les sources, toutes plus ou moins calcaires, sont très nombreuses [1].

Enfin des travertins recouvrent les terrains flyschoïdes *f* sur d'assez grandes étendues dans les parages de Zemharir, ainsi qu'entre ce village et le Bughdadaghy; leur altitude est voisine de 1900 m.

On voit, par tout ce qui précède, que les sources incrustantes sont nombreuses dans le bassin de Zunuz, et qu'à une époque peu reculée elles l'ont été plus encore. Les terrains perméables (et singulièrement les calcaires) étant plutôt rares dans le bassin de la Zunuztshaï, la question surgit de savoir comment expliquer: 1° l'abondance des sources; 2° leur teneur en calcaire.

Pour ce qui est du premier point, il semble qu'il convienne d'admettre des infiltrations souterraines provenant du grand massif calcaire du Djallamaydan. Bien que la géologie de ce massif (voir note 3, p. 91), observé de près mais non exploré par nous, ne figure pas sur notre carte, on voit, sur cette dernière, quelle en est la position. Cette ample montagne, dirigée en gros W.N.W.-E.S.E., offre des sommets de 3000 à 3300 m. et se trouve sensiblement dans le prolongement du cours inférieur, à direction N.E.-S.W., de l'Araxe; elle est donc bien placée pour condenser en précipitations l'humidité des vents qui remontent du N.E. à partir de la Caspienne. Le Djallamaydan, certes, ne pénètre nulle part dans le bassin hydrographique superficiel de la Zunuztshaï, et il est entièrement compris dans celui d'autres affluents de l'Araxe, mais il n'est séparé de la crête de partage entre la première et les seconds [2] que par un vallon de faible largeur, lequel, dans la région qui entre en ligne de compte pour des infiltrations souterraines, se maintient constamment bien au-dessus de 2000 m. L'hypothèse de ce trajet des infiltrations est donc

[1] Un dicton populaire local veut que Zunuz soit le «village aux 360 sources». Les sources, en effet nombreuses, auxquelles la localité doit son existence et sa prospérité, se répartissent sur quelques kilomètres carrés. Le bourg de Zunuz est formé d'une dizaine de quartiers ou hameaux groupés autour d'un bazar. Les maisons, souvent dispersées dans les vergers, s'étagent entre les terrasses de travertins. Ces gradins sont couverts d'une végétation luxuriante. Entre 1600 et 1900 m., les pentes escarpées tournées au S. et à l'W. sont en cultures irriguées (fig. 7). L'oasis de Zunuz diffère donc de toutes celles de la région en ce qu'elle n'est point limitée à une étroite bande en bordure d'un cours d'eau, ou à une faible portion de plaine alluviale, ou à des cônes de déjection: elle escalade les pentes et les ressauts, en montant jusqu'à près de 2000 m. à la terrasse de Zunuzak.

[2] A partir du Sultansandjar, cette crête se poursuit vers le N.W., principalement dans le conglomérat *g*.

défendable, mais demanderait à être confirmée par une étude des plongements qui dominent dans le Djallamaydan et environs. En tout cas, les configurations d'écoulement souterrain ne peuvent manquer d'être compliquées.

Quant au deuxième point, la réponse est fournie par la nature calcaire des roches qui existent, ou tout au moins dominent, dans le Djallamaydan.

l) Notes sur la *morphologie* du bassin de Zunuz et environs. — J'ai observé dans la région du Mont Zira (pl. II, coupes 8 et 9) des niveaux d'érosion qui tranchent en discordance, vers 2300 ou 2400 m., diverses formations inclinées et notamment les conglomérats *g*.

On voit aussi, sur nos coupes 8 à 13 (pl. II), qu'une importante surface d'érosion, inclinée vers l'W. et passant ainsi d'environ 2000 m. à environ 1600 m. d'altitude [1], tranche en biseau par vastes étendues l'ensemble formé par les couches, généralement inclinées au S.S.W., du Gypso-salifère, du Nummulitique fossilifère et de la formation flyschoïde.

Il existe de plus, en contre-bas de la grande surface susmentionnée, au moins deux terrasses emboîtées que j'ai observées des deux côtés de la rivière de Harzand entre Qaratapa et Tsheltshel, ainsi que dans le versant droit de la Zunuztshaï en aval de Zunuz; ces terrasses tranchent en biseau le Gypso-salifère et le Nummulitique inclinés.

La rivière de Zunuz, depuis sa source, qui est au Sultansandjar, jusqu'un peu en amont de Tsheltshel, est un cours d'eau subséquent dont la direction, E.-W., est déterminée par l'allure de la zone de Zunuz. Ensuite, le cours d'eau prend à Tsheltshel une direction N.N.E.-S.S.W.; dans la plaine de Marand, il reçoit à gauche la Zilbirtshaï qui coule dans le sens E.-W.; il tourne ensuite au N.W., puis au N. et se jette enfin dans la rivière de Qotur (ou de Khoï), affluent principal de l'Araxe en Azerbeidjan occidental. A Tsheltshel, la conversion à la direction N.N.E.-S.S.W. se produit au confluent du torrent de Harzand. Celui-ci est, avec le tronçon N.N.E.-S.S.W. de la Zunuztshaï qui lui fait suite, le seul cours d'eau qui aujourd'hui traverse entièrement les montagnes de la zone de Zunuz. Mais il est fort probable qu'à une époque peu reculée, plusieurs vallées conséquentes, de direction générale N.N.E.-S.S.W. à N.E.-S.W., ont traversé de part en part les montagnes en question. Cela ressort des faits et des interprétations qui suivent. On reconnaît aisément sur la topographie de notre carte géologique (topographie qui est moins éloignée de la réalité que celle des feuilles 99 et 100 (tirages 1908) de la carte russe au 1: 420 000), que le drainage du bassin de Zunuz comporte deux espèces de cours d'eau: 1° des tronçons conséquents, de direction

[1] Voire même 1500 m. et au-dessous sur la rive droite de la rivière de Harzand (pl. II, coupe 13).

approximative N.E.-S.W., ou N.N.E.-S.S.W., particulièrement fréquents à la marge N. du bassin, ainsi qu'à l'W. entre Zunuz et Qaratapa; ces tronçons sont souvent tributaires des suivants; 2° des tronçons subséquents en gros, dirigés approximativement E.-W.; les principaux sont la Zunuztshaï elle-même, la rivière de Dara et un troisième cours d'eau parallèle, le torrent de Diza, situé plus au N. Il y a souvent eu capture des tronçons conséquents par les tronçons subséquents.

D'autre part, le versant S. de l'arête de partage entre le bassin de Zunuz et la plaine de Marand (arête Oyukhly-Dehrgâh-Seyfaly) présente un certain nombre de cols qui se placent, d'ordinaire, dans le prolongement des tronçons conséquents précités, et à partir desquels des vallées, temporairement parcourues par des oueds, se dirigent au S.S.W. vers la plaine de Marand. Ces vallées, pratiquement mortes, ont toutes chances de représenter l'ancien cours aval des tronçons conséquents précités, lesquels ont été captés par le drainage subséquent du bassin de Zunuz.

CHAPITRE VIII

Notes sur le Qaradagh.

Les courses que j'ai faites dans le Qaradagh [1] n'ayant pas eu, au même degré que dans d'autres régions, le caractère d'explorations proprement dites, je ne puis songer à donner ici une description suivie de cette chaîne, et je me borne à ces notes, où les faits connus de moi sont exposés et coordonnés dans la mesure du possible [2].

Dans la partie du Qaradagh que j'ai parcourue [3], on rencontre au moins six éléments tectoniques distribués par zones dirigées E.-W. Pour la commodité de l'exposé, nous croyons devoir introduire des noms pour chacun de ces éléments, rangés plus loin, du S. au N., sous les lettres A à E. Nous exceptons de ce rangement les régions plus septentrionales, sur lesquelles nous avons peu à dire [4].

Ces éléments sont du S. au N.:

A. Le massif Daratshin-Uzundil. — Ce massif forme une large zone de roches volcaniques, d'âge très probablement tertiaire et

[1] Qaradjedagh dans la langue officielle écrite.

[2] Pour suivre cette description, on s'aidera de notre carte géologique (pl. I) et de notre coupe 18 (pl. II).

[3] J'ai traversé la zone volcanique Daratshin-Uzundil suivant deux itinéraires : à l'E., Ushqumbar-Saritshiman-Norashen, et à l'W., Qeshlakh-Sharafan-Ushqumbar. Pour les zones plus septentrionales représentées sur ma carte géologique, mes parcours ont été faits dans le segment limité à l'E. par la vallée de l'Irigna et à l'W. par la vallée d'Ütshtübün-Ürgütün. Norashen (Tasakent) et Qeshlakh ont été les points de départ des itinéraires en question.

[4] Tout au N., j'ai en effet parcouru, très rapidement il est vrai, l'itinéraire Kialla-Vina-Khudaferîn (voir p. 113-114).

d'habitus principalement andésitique, avec tufs subordonnés. Cet ensemble volcanique s'appuie à son bord S.W., dans la vallée d'Ushqumbar, sur la formation flyschoïde à faciès de Gosau décrite aux pages 26 et 62. Elle occupe de grandes étendues dans les bassins supérieurs de Daratshin (Djotshun) et de l'Uzundil (vallée d'Ahar). Elle s'étend au N. jusque dans le bassin supérieur des rivières de Mardanam et de l'Irigna, où elle recouvre la zone suivante.

B. La zone de Mardanam. — Cette zone constitue, dans les limites du territoire que j'ai parcouru, l'élément principal de la chaîne du Qaradagh. Cette zone, dont le bord N. est jalonné en gros par une ligne Hüdj-Mardanam-Ahmedâbâd-Ütshtübün, est faite d'un complexe, appelé plus loin *complexe du Qaradagh*, dans lequel dominent des calcaires souvent laminés accompagnés de « roches vertes » et traversés par des massifs granitiques et dioritiques. La zone de Mardanam, considérée dans les mêmes limites, plonge principalement au S., ce qui est le cas notamment le long de son bord N., où elle recouvre la zone de Khanaga qui plonge aussi au S.

C. La zone de Khanaga. — Cette zone est mésozoïque (ou peut-être permo-mésozoïque). Elle passe par Allibulakh, Khanaga et Kiavana. Son terme essentiel, dans la région Norashen-Khanaga, est constitué par des calcaires d'âge éocrétacé. A son bord N., la zone de Khanaga recouvre la zone de Quli, et ce contact plonge au S.

D. La zone de Quli. — Cette zone est faite de roches éruptives basiques, en grande partie transformées en « roches vertes ». Elle passe au N. de Norashen et atteint à l'W. le coude de l'Araxe. A son bord N., elle s'enfonce au N., sous la zone suivante.

E. Le synclinal de Kialla. — C'est un synclinal mésozoïque en fond de bateau, à charnière bien visible, qui croise l'Irigna dans la région de Kialla-supérieur (ou Kialla des Arméniens) et atteint l'Araxe, vers l'W., près de Darane.

Considérons d'un peu plus près le contenu, et, dans la mesure du possible, les relations de ces diverses zones.

A) *Le massif Daratshin-Uzundil.* — Les roches volcaniques de ce massif présentent d'ordinaire le même aspect que les andésites du centre de l'Azerbeidjan. La dissection de cette couverture volcanique est bien plus avancée dans les bassins supérieurs de l'Irigna et de la rivière de Mardanam [1], où elle se manifeste par des vallées déjà profondes, que dans ceux de l'Uzundil et du Daratshin (Djotshun), où dominent des versants à topographie molle avec dénivellations modérées. La raison de cette différence dans le degré de dissection est que la région Uzundil-Daratshin

[1] Nous avons observé un *outlier* de la couverture volcanique dans la montagne de Qarangan, au S. d'Öwly.

appartient au régime aride de l'intérieur de l'Iran, tandis que la région Mardanam-Irigna fait partie du domaine humide sud-caspien, à partir duquel l'érosion régressive entame rapidement les plateaux intérieurs [1]. Les lignes de partage entre les trois bassins principaux du Daratshin, de l'Uzundil et de Mardanam-Irigna atteignent par places l'altitude de 2700 m.

B) Le complexe qui forme la *zone de Mardanam* [2] comprend, dans les limites de ce que j'ai reconnu:

a) Des calcaires très puissants bruns ou gris, souvent laminés en plaquettes ondulées, et portant fréquemment des enduits argileux ou sériciteux sur le plat;

b) Des roches vertes étroitement associées aux calcaires susmentionnés. Ce sont des dérivés de roches basiques et ultrabasiques.

Les deux groupes ci-dessus sont des éléments d'un complexe géologique qui peut d'ailleurs, étant donné que les mailles de nos itinéraires ne sont pas très serrées, comprendre autre chose. Ce complexe est d'âge imprécisé. Nous lui donnons ici, pour abréger, le nom de *complexe du Qaradagh*, expression que nous regardons comme provisoire et qui pourra sans inconvénient disparaître quand cet ensemble aura été daté, ou résolu en éléments datés.

Nous avons rencontré les calcaires précités dans la vallée moyenne de l'Irigna, dans la vallée supérieure de Hüdj et en amont de Mardanam. Entre Hüdj et Khanaga-Norashen, à la bordure N. de la zone, passent des calcaires laminés gris-noir et, en amont de Hüdj, des calcaires marmoréens blanc olivâtre laminés.

Dans la montagne de Hüdj, au S. du hameau de ce nom, on rencontre des roches ultrabasiques serpentinisées (coupe mince n° 74). Au sommet de cette montagne affleurent des roches basiques entièrement altérées, à épidote et hornblende verte (coupe mince n° 60).

Dans son ensemble, le complexe dont nous venons de parler plonge, comme nous l'avons déjà dit, au S., et tout porte à croire

[1] La ligne de partage entre le bassin Daratshin-Uzundil d'une part et le bassin Mardanam-Irigna d'autre part, marque à peu de chose près la limite entre la région intra-iranienne à précipitations rares et la région soumise au climat humide sud-caspien. L'influence des précipitations abondantes rattachées au climat sud-caspien se fait sentir dans la vallée de l'Araxe jusque un peu en amont d'Ütshtübün. La partie du bassin hydrographique de l'Araxe qui, sur la rive droite du fleuve, va d'Aghaghan à Vina environ, porte dans la toponymie populaire le nom de Meshaparan ou « district boisé ». Par contre, les régions du haut Daratshin et du haut Uzundil sont principalement en pâturages steppiques et en terres à blé.

[2] Dans le territoire que nous avons parcouru, cette zone ne dépasse guère 2000 m. d'altitude et son alignement tectonique est E.S.E.-W.N.W. Elle a pour continuation en Transcaucasie méridionale les montagnes de Zengezur ou d'Alangöz (3900 m.) dans le Qarabagh. Dans ce prolongement, au delà de l'Araxe, l'alignement tectonique est en gros S.E.-N.W., ce qui implique, dans cette direction, une conversion graduelle du plan de la chaîne.

qu'il est poussé au N. Dans les vallées transversales de l'Irigna, de Hüdj et de Mardanam, ainsi que dans les vallons latéraux qui en dépendent, le plongement général au S. est de 30° à 45°. Nous avons également observé ce plongement au S. plus à l'W., en aval d'Ahmedâbâd, ainsi qu'en aval et en amont d'Ütshtübün.

La zone de Mardanam comprend encore des massifs granitiques et dioritiques. C'est le cas notamment des massifs granitiques et dioritiques que nous avons parcourus et qui affleurent à partir du tronçon de vallée situé entre Öwly et Ahmedâbâd, à l'E. De là, ils s'étendent vers l'W., selon nos constatations, jusqu'aux montagnes d'Ürgütün et d'Aghaghan pour le moins.

Un granite gris clair (coupe mince n° 72) constitue la partie orientale de ces massifs, entre Ahmedâbâd, Qeshlakh et les environs d'Öwly. Entre Ahmedâbâd et Qeshlakh, les versants, relativement dénudés, sont couverts d'arènes blanchâtres et les affleurements en masse sont rares. Les montagnes au S., au S.W. et à l'W. de Qeshlakh sont taillées dans des massifs dioritiques. Près de Qeshlakh, au S., nous avons trouvé une diorite un peu quartzifère, à hornblende verte, avec de la clinozoïsite secondaire (coupe mince n° 73). A Ürgütün affleure une diorite à hornblende verte; cette roche montre par places des zones d'écrasement dont l'existence, déjà sensible à l'œil nu, nous a été nettement confirmée par l'étude d'une coupe mince (n° 75).

A Ütshtübün passent des calcaires clairs très compacts alternant avec des lits argileux gris verdâtre, minces et répétés. Nous n'avons pas rencontré de calcaires de ce type dans la zone de Khanaga, et comme ils sont fréquents, par contre, dans le complexe du Qaradagh, nous croyons devoir attribuer à ce dernier les calcaires et argiles d'Ütshtübün.

Au pied du versant rocheux qui se dresse immédiatement au S. d'Ütshtübün, nous avons observé le passage d'une bande étroite formée de roches très laminées, d'habitus mylonitique. En coupe mince (n° 123), un échantillon s'est révélé comme une *mylonite* à structures parallèles très marquées, en feuillets alternants dont les uns sont dus à l'étalement de purées granulaires de quartz broyé, tandis que les autres consistent en des membranes tantôt planes, tantôt contournées, contenant de la chlorite lamellaire, de la magnétite en grains disposés par traînées, des nuages saussuritiques provenant d'un plagioclase andésine dont il subsiste de gros reliquats déterminables, alignés et en voie d'écrasement. Des grains relativement gros d'épidote jaune apparaissent parfois dans les nuages saussuritiques, et se sont constitués à leurs dépens. Ces faits, et notamment la présence de l'andésine, permettent de croire que la mylonite résulte de l'écrasement d'une diorite quartzifère ou d'un granite basique, tels qu'il en existe dans le grand massif granito-dioritique situé immédiatement au S. Tout se passe comme si le grand massif granito-dioritique Ürgütün-Qeshlakh-Ahmedâbâd s'était avancé vers le N.

par dessus le complexe du Qaradagh représenté à Ütshtübün, en poussant ce dernier sur la zone mesozoïque de Khanaga, et en subissant lui-même une forte mylonitisation à son bord N.

Au S.S.E. de Hüdj, les alluvions de l'Irigna contiennent surtout des galets de granites, de diorites ou de gabbros [1].

Il existe au S. du massif granitique d'Ahmedâbâd-Qeshlakh, dans la région d'Öwly que ma carte laisse intentionnellement en blanc, des calcaires qui doivent, selon toute vraisemblance, être rattachés au complexe du Qaradagh. Ce sont tout d'abord, dans le thalweg un peu au N. d'Öwly, des calcaires dont j'ai observé, à l'endroit où la rivière fait une chute, à l'entrée d'une gorge, le contact avec le bord S. du massif granitique Qeshlakh-Ahmedâbâd [2]. Le métamorphisme de contact exercé par le granite se traduit par la production de cornéennes calcaires à grenat, olivine, épidote, etc. (coupes minces n°s 69 et 70). Ce sont ensuite, au S. et au S.W. d'Öwly, des calcaires ordinairement gris, parfois schisteux, à plongement au N.E., qui constituent par grandes surfaces les montagnes de ces parages. Mes observations ne me permettent pas encore de préciser les rapports de ce massif calcaire avec les calcaires du précédent, non plus que les relations de l'un et de l'autre avec les calcaires qui existent dans le complexe du Qaradagh de la région Mardanam-Hüdj. Il n'est pas moins fort vraisemblable que le calcaire signalé tant au N. qu'au S. d'Öwly fait partie du complexe du Qaradagh.

C) *La zone de Khanaga.* — Nous avons vu (p. 107) que cette zone est essentiellement mésozoïque et que son élément principal est formé d'Éocrétacé. Dans son ensemble, elle plonge au S. sous la zone de Mardanam qui, comme nous l'avons déjà indiqué, plonge aussi au S. Le contact entre la zone de Khanaga et celle de Mardanam est souligné, sur de grandes longueurs, par des combes et vallées subséquentes, ou encore par des cols. L'inclinaison des couches, le long de ces contacts, est souvent voisine de 30°.

L'*Éocrétacé* a été découvert par nous dans un alignement montagneux [3] dirigé E.-W. et que coupent transversalement les vallées de l'Irigna, de la rivière de Hüdj et de Mardanam. Il est

[1] Dans son cours moyen au travers du complexe du Qaradagh, l'Irigna a déposé des alluvions dont l'accumulation a été favorisée par la barre des calcaires éocrétacés de la zone de Khanaga, située en aval (voir note 1, p. 112).

[2] En cet endroit un filon de microdiorite (coupe mince n° 71) recoupe le granite.

[3] La carte topographique russe au 1 : 420 000, dont nous nous sommes servi, présente sur territoire persan de nombreuses erreurs. Elle ne donne, en particulier, aucune idée de l'alignement montagneux dont nous parlons ici. Sur notre carte géologique, nous avons dû rectifier la position de Khanaga, localité que la carte russe place quelques kilomètres trop à l'W. et désigne sous l'appellation de « Kanigov ». Nous avons dû aussi modifier le tracé des sous-affluents de l'Araxe aux environs de cette localité, et en particulier celui de la rivière subséquente de Khanaga, née près du col de Norashen. Le Norashen de notre carte et de notre texte est le nom que donnent à la localité les Arméniens qui l'habitent : nous employons ce vocable de préférence au turc « Tazakent » que consigne la carte russe, mais qui peut prêter à confusion, vu que beaucoup d'autres localités portent ce dernier nom.

essentiellement calcaire, avec des intercalations de calcaires marneux et de marnes, et plonge au S.

Les faits nouveaux que nous apportons quant à l'Éocrétacé concernent tous le versant S. de l'alignement montagneux en question, dans la région de Khanaga et de Norashen. Les calcaires fétides gris noirâtre qui constituent, dans ces parages, le gros de l'Éocrétacé, rappellent à maints égards l'Éocrétacé du Moro et celui du pied N. du Misho (voir p. 70 et 71).

Mentionnons d'abord les gisements que nous avons reconnus aux environs de Khanaga.

1) Sur le versant droit du torrent de Khanaga, à 200 m. environ au-dessus du village et à environ 1 km. au N.E. de celui-ci: calcaire marneux noir à *Nautilus neocomiensis* d'Orb. et nombreux Spatangidés indéterminables.

2) Sur le même versant, un peu au-dessous du gisement précédent, mais séparé de lui par des éboulis qui empêchent de voir les relations, se trouvent des calcaires à Orbitolines en bancs minces et en plaquettes.

3) Sur le chemin de Khanaga à Norashen, à 500 m. environ à l'E. de Khanaga, et à peu près à la même altitude que cette dernière localité, on rencontre, sur le même versant droit, un nouveau gisement, d'ailleurs situé à peu près exactement au-dessous du précédent. Dans le gisement en question, les couches inférieures sont des calcaires marneux, en bancs minces et bien réglés, qui nous ont fourni un *Desmoceras* cf. *cassidoides* Uhl. Cet exemplaire, assez mal conservé, peut être également rapporté à *Desm. psilotatum* Uhl. En tout état de cause, les couches en question appartiennent donc au Barrémien moyen (**90**, p. 224; **91**, p. 1191). Les couches plus élevées sont des calcaires marneux en bancs plus épais, avec de gros Lamellibranches. Nous y avons recueilli *Exogyra* cf. *aquila* Brong., *Ostrea* sp., *Alectryonia* sp., *Sphaera* cf. *corrugata* Sow., *Cyprina* cf. *angulata* Sow., et des débris de Rudistes. Ces couches supérieures sont de l'Aptien.

4) Toujours sur le versant droit, nous avons retrouvé les couches à grandes Exogyres à environ 3 km. au N.E. de Khanaga, et à environ 300 m. au-dessus de cette localité [1].

[1] Je signale ici le fait qu'un habitant de Khanaga m'a remis, comme provenant des environs de cette localité, un lot de fossiles. A mon estime, l'indication de provenance mérite crédit, mais il est non moins clair qu'elle demeure affectée, dans le détail, d'une certaine imprécision.

Dans ce lot étaient représentés, comme on va le voir, le Crétacé, le Jurassique moyen et le Paléozoïque.

Crétacé. M. Jeannet, à qui j'ai soumis un Echinide de ce lot, m'a répondu: « *Discoides* sp. [...] rappelle un peu *D. rotula* Brong. de l'Albien. Le genre est connu de l'Aptien au Sénonien ».

Jurassique moyen. Des Echinides au sujet desquels M. Jeannet, consulté par moi, a bien voulu me communiquer ce qui suit: « *Gymnocidaris* sp. voisin de *G. pustulosa* Ag. (*Hemicidaris*). Ce dernier est du Bathonien de Caen. »

« *Hemicidaridae* indét. Probablement du même niveau. »

Paléozoïque. Le même lot contenait un spécimen que j'ai soumis à M. le professeur

Passons maintenant aux gisements des environs de Norashen. Ceux que j'ai vus se trouvent tous à l'E. du village, et comme à Khanaga, sur le versant S. de la montagne. J'ai rencontré, dans ces parages, des calcaires lumachelliques à Lamellibranches, des calcaires à Terébratules *(Terebratula* cf. *Sella* Sow.), des calcaires à petits Gastéropodes turriculés et des calcaires à Orbitolines de même faciès que ceux du Moro et du Misho. J'ai rencontré, dans la même région, un *Toxaster* que j'ai soumis à M. Jeannet, lequel me l'a retourné avec la mention suivante: « *Toxaster* sp., voisin du *T. retusus* Lk. (= *complanatus)*, avec pétale impair moins déprimé, ambulacres pairs antérieurs moins flexueux et plus ouverts, avec tous les pores rectilignes. Périprocte invisible. »

Mes récoltes renferment en outre une Bélemnite indéterminable.

Passons maintenant au prolongement de la zone de Khanaga à l'E. de la rivière de Hüdj. Je n'ai fait que deux courses dans la région en question et n'y ai pas trouvé de fossiles. Il est cependant à croire que le gros de la formation, dans ce territoire aussi, appartient au Néocomien. La direction W.-E., ainsi que le plongement d'ensemble au S., s'y maintiennent. Les calcaires constituent le versant méridional du Mont Sal [1] qui domine le village d'Allibulakh. Je les ai retrouvés dans la gorge de l'Irigna, rivière qui recoupe la zone perpendiculairement aux bancs dirigés W.-E.

D) *La zone de Quli.* — Cette unité est constituée par des roches éruptives d'habitus diabasique ou mélaphyrique en grande partie transformées en « roches vertes ». On reconnaît par places des restes de structures amygdalaires, notamment entre Norashen et l'Araxe (village de Quli).

La structure d'ensemble de la zone, dans les limites de ce que nous avons parcouru, dessine un anticlinal E.-W. dont le bord S. plonge au S [2] sous la zone éocrétacée de Khanaga, et le bord N.

W.-O. Dietrich, lequel a bien voulu me répondre : « Eine paläozoische tetraseptale Einzelkoralle. Ich halte dafür, dass sie aus dem Perm stammt. Wahrscheinlich neu ? »

En tenant compte de tout ce qui précède, nous croyons pouvoir conclure à la présence du Jurassique moyen et du Paléozoïque fossilifères dans les districts du Qaradagh que nous avons parcourus. Il est plus délicat, en raison de l'imprécision dont est affecté le site du ou des gisements, de dire dans quelle zone tectonique se rencontrent ces étages, mais tout nous porte à admettre qu'il s'agit de la zone de Khanaga.

[1] Il ne s'agit pas du Mont Sal que la carte russe au 1 : 420000 indique au S. de « Vartanabad » par 39° de latitude N. environ, mais d'une montagne qui est située au S. de Luma et immédiatement au N. d'Allibulakh, par 38° 52′ environ. Le « Vartanabad » de la carte russe est probablement le grand village connu dans la région sous le nom de Vina.

Il avait été question, avant la guerre, de construire un barrage au travers de l'Irigna, au droit du Mont Sal, en vue de la récupération agricole des territoires de l'aval. A notre connaissance, ce projet n'a pas encore été étudié sur le terrain. Plus généralement, il n'est pas inutile de marquer l'utilité considérable que présente, pour un pays à climat aride comme est la majeure partie de la Perse, la prognose géologique moderne relative à l'implantation des barrages (**108** ; voir également note p. 33).

[2] Ce plongement, ainsi que le passage des roches éruptives sous le Néocomien de la zone de Khanaga, peut être observé dans le vallon d'un torrent, près de Norashen, au N.N.E. du village.

au N. sous le synclinal mésozoïque de Kialla. A l'W., notre zone de Quli atteint le coude de l'Araxe.

E) *Le synclinal de Kialla.* — Le bord S. de ce synclinal passe un peu au N. de Darane, mais au S. de Luma et de Kialla-supérieur, localité dite aussi Kialla-des-Arméniens. Les couches prises dans ce synclinal sont essentiellement calcaires. Nous y avons reconnu, dans la région au S.W. de Kialla-supérieur, un Éocrétacé fossilifère que notre carte géologique indique. Le reste du synclinal étant encore à explorer du point de vue stratigraphique, nous l'avons laissé en blanc.

Les premiers calcaires qu'on rencontre au N. de Kialla-supérieur appartiennent au flanc N. du synclinal et plongent au S. Les calcaires situés au S. de la localité plongent au N. et forment notamment le Mont Kerasar.

J'ai trouvé dans le Mont Kerasar des calcaires lumachelliques que rien ne distingue de ceux que j'ai rencontrés dans l'Éocrétacé de la région de Norashen, en sorte que la présence de l'Éocrétacé dans le synclinal de Kialla doit être tenue pour certaine.

Le synclinal continue vers l'W. au moins jusqu'à l'Araxe. Le contournement des couches, conformées en fond de bateau, est bien visible dans la masse calcaire qui se trouve immédiatement au N. et au N.N.E. de Darane. Cette dernière localité est située dans une combe qui passe à la limite de roches comprises dans la zone de Quli et du massif calcaire précité. Les premières s'enfonçant au N. sous le second.

Remarquons encore que la zone calcaire mésozoïque de Khanaga et le pays calcaire mésozoïque dont le bord S. est marqué par le synclinal de Kialla reposent tous deux sur l'anticlinal que dessine le contact supérieur des roches éruptives de la zone de Quli. Il y a donc tout lieu de croire que les deux complexes calcaires mésozoïques constituent en grand un seul et même objet tectonique, dont la zone de Khanaga ne serait que la partie la plus méridionale. La séparation des deux ensembles calcaires, dans les limites de notre territoire, ne serait ainsi due qu'à l'érosion. La chose est d'autant plus vraisemblable que dans l'un et l'autre ensemble j'ai rencontré un Eocrétacé dont certains termes sont très analogues [1].

Au N. de l'axe du synclinal de Kialla, j'ai accompli (voir p. 106, note 4), dans des conditions qui excluaient la possibilité d'observations très poussées, l'itinéraire *Kialla-Vina-Khudaferîn* [2]. J'ai

[1] Le Néocomien a été signalé pour la première fois dans la vallée de l'Araxe par Valentin en 1890 (**197**, p. 218-219). Il s'agit du gisement du poste de Bartas, non loin de l'Araxe et de notre région. Valentin y a reconnu des couches à Orbitolines et des couches à *Toxaster complanatus* Ag., et *Terebratula sella* Sow., à direction N.W.-S.E. et plongeant au S.-W. Il s'agit probablement de la continuation du flanc N. du synclinal de Kialla-supérieur.

[2] *Khudaferîn* désigne ici un poste persan situé sur la rive droite de l'Araxe ; le poste russe qui se trouve en face, sur la rive gauche, est désigné par le *Stielers Hand-Atlas* (10me éd., 1926-27) sous la transcription *Chudoferin* (cartes 59 et 65).

du moins pu m'assurer que ce pays, en grande partie formé de calcaires mésozoïques, est constitué par des plis dirigés approximativement E.-W. L'itinéraire précité recoupe les plis sur une largeur d'environ 20 km., mesurés normalement à la direction tectonique.

Résumé des faits précédents relatifs à la structure du Qaradagh. — On a vu, par ce qui précède, que le trait essentiel de la structure du Qaradagh, dans les limites du territoire que nous avons parcouru, est la présence de zones plissées orientées E.-W., présence qui se marque particulièrement bien dans les zones de Mardanam, de Khanaga, de Quli et plus au N., dans le synclinal de Kialla ainsi que dans les éléments plissés que j'ai traversés jusqu'à Khudaferîn. Cette constatation réalise un progrès notable sur les représentations cartographiques antérieures du même territoire (**178**, **134**, **135**, **51**). L'ordonnance plissée à direction E.-W. a aussi été reconnue par moi sur une largeur de près de 50 km., mesurée normalement aux plis.

On a vu aussi qu'au passage du Qaradagh (Perse) au Qarabagh (Transcaucasie), il y a une conversion graduelle, quoique assez rapide par places, du plan de la chaîne, qui passe de la direction E.-W. ou E.S.E.-W.N.W. à la direction S.E.-N.W., et ensuite S.S.E.-N.N.W., voire même S.-N.

Une grande partie de la région explorée, partie qui comprend pour le moins la zone de Khanaga et plus au S. la zone de Mardanam à l'exception des montagnes au S. d'Öwly, plonge en masse au S. Nous avons aussi trouvé (cf. p. 109-110) des raisons de penser que le gros du bâti (zones de Mardanam, de Khanaga et de Quli) est plissé vers le N.

Au S. de la zone de Mardanam, et jusqu'aux approches d'Ushqumbar, le bâti plissé est recouvert par le grand massif volcanique que nous avons signalé plus haut sous le nom de massif Daratshin-Uzundil.

Morphologie. — Les résultats de cet ordre que j'ai pu réunir au cours de mes rapides randonnées dans le Qaradagh sont très clairsemés. Signalons cependant le fait que les affluents et sous-affluents de droite de l'Araxe présentent, dans le Meshaparan [1], un certain nombre de terrasses de dénudation emboîtées, marquées par des méplats répétés qui s'échelonnent de 1200 à 2300 m. d'altitude environ. Ces niveaux d'érosion sont inclinés vers l'aval; ils portent en général d'excellentes terres à blé. Sur les plus bas d'entre eux se trouvent les principaux villages [2].

[1] Meshaparan ou « District boisé », voir la note 1 de la p. 108.

[2] Le déboisement des versants a été poussé très loin, et en conséquence, beaucoup de terres arables ont déjà été emportées par les eaux. Mais il est permis d'espérer que la législation prévoyante en vigueur depuis quelques années parviendra à enrayer ces ravages.

TROISIÈME PARTIE

CONCLUSIONS

Le moment est venu de dégager, en nous appuyant sur la carte géologique (pl. I), les coupes (pl. II) et le texte qui précède, les résultats principaux de ce travail.

*
* *

En *stratigraphie*, rappelons notre découverte du Dévonien supérieur de Zunuz (p. 82) et environs (p. 84), ainsi que celle du Permien de la même région (p. 86-88), du Misho (p. 66-68) et du Moro (p. 69). Le complexe calcaire qui comprend ce Permien a des chances de s'étendre vers le bas au Carbonifère supérieur et vers le haut à une partie du Trias. Les terrains superficiels nous ont empêché jusqu'à maintenant de préciser les relations du même complexe avec le Dévonien, mais les différences d'inclinaison constatées à brèves distances, dans la région de Harzand (pl. II, coupe 13), entre le Dévonien et le complexe calcaire, ont certaines chances de correspondre à une discordance angulaire qui serait la conséquence de mouvements hercyniens.

Un complexe vraisemblablement mésozoïque, allant peut-être du Trias au Tithonique, a été repéré à l'E. de Zunuz (p. 89-91).

Le Barrémien et l'Aptien sont constatés près de Sofian, dans les couvertures du Moro occidental (p. 70), et près de Yam, dans les couvertures de la bordure septentrionale du Misho (p. 71).

Un Crétacé inférieur qui comprend du Barrémien et de l'Aptien est constaté dans la région de Khanaga-Norashen (Qaradagh).

Des calcaires du Néocomien supérieur existent près du col de Mahar (Mont Aghdash), au N.E. de Zunuz (p. 91), et nous avons signalé en outre, au S. de Daradiz, des calcaires de même aspect que les précédents, mais qui peuvent comprendre également les niveaux inférieurs du Mésocrétacé.

La formation flyschoïde déjà signalée par Stahl dans la région du Shibly (**180**) a été retrouvée par nous dans la bordure S.W. du Qaradagh (p. 62) et dans le bassin Zunuz-Harzand (p. 92). A Mizar, dans cette dernière région, nous avons vu cette formation reposer en discordance angulaire sur les calcaires permiens ou permo-triasiques (p. 92). Cette formation semble pouvoir être comparée aux couches de la Gosau, et peut embrasser, avec le

Sénonien, la partie supérieure du Mésocrétacé (p. 26, 62). Dans la région Zunuz-Harzand, certains indices portent à croire qu'elle est étroitement associée au Nummulitique, avec lequel elle formerait série compréhensive (p. 95-96).

Le Néogène inférieur marin transgressif débute par un conglomérat de base que nous avons vu reposer, en discordance angulaire, en plusieurs endroits au N. de Khoï (p. 78), sur des schistes anciens et sur des calcaires permiens ou permo-triasiques; aux environs de Sofian (p. 72), sur des schistes anciens, du Barrémien et de l'Aptien fossilifère; enfin à Kheirimasdjid et Arishtenâb (p. 61) sur le complexe flyschoïde.

Dans la « Formation gypso-salifère », nous avons reconnu l'existence, dans la région de Tauris, de deux complexes superposés et concordants (p. 27, 34), qui jusqu'à présent ne se distinguent que par le groupement de leurs faciès constituants. Le Gypso-salifère inférieur repose en discordance angulaire sur des terrains anciens dans la gorge de l'Adjy au N. de Tauris (p. 30), sur le complexe flyschoïde (p. 61) au col de Shibly, sur le Permien aux environs de Harzand (p. 87), enfin sur les calcaires à silex (p. 89-90) et sur le Dévonien supérieur à l'E. de Zunuz (p. 82, 85).

Nous avons vu (p. 27, 42) que les Couches à lignite superposées au Gypso-salifère appartiennent selon toute vraisemblance au Pontien. Comme ces Couches à lignite succèdent en concordance au Gypso-salifère, sans qu'aucun indice soit venu jusqu'à présent suggérer l'existence d'une lacune stratigraphique, les niveaux les plus élevés du Gypso-salifère ont de grandes chances d'appartenir au Sarmatien.

Dans la moitié N. de notre territoire (régions de Mujumbar-Yam, Zunuz, Harzand), des surfaces considérables sont occupées par une formation vraisemblablement pontienne, faite de sédiments divers (grès, marnes, etc.) avec nombreuses intercalations de tufs volcaniques, et autres produits éruptifs.

Les Couches à Poissons, dont l'âge n'avait pas été précisé jusqu'à maintenant, se sont révélées pliocènes (p. 28, 49-50).

Il résulte de ces datations que les Couches à lignite et les Couches à Poissons, regardées par de Mecquenem (**111**, p. 40-42) et Stahl (**180**, p. 210) comme antérieures au Gypso-salifère, sont en réalité postérieures à cette dernière formation.

Les Tufs alluvionnés, superposés aux Couches à Poissons, sont peut-être encore pliocènes par leur base et paraissent, au moins dans les niveaux élevés, appartenir au Quaternaire ancien.

Vers 1800 à 2000 m. se dessinent les hautes terrasses.

Les terrasses moyennes ne nous ont offert jusqu'ici que des niveaux d'érosion, et non des dépôts.

Les basses terrasses, qui se développent à l'altitude de 1350 à 1500 m., consistent en partie en niveaux d'abrasion lacustre, avec plateformes et falaises. Les plateformes d'abrasion sont

recouvertes de cailloutis qui, dans ces conditions, répondent évidemment à d'anciens niveaux du lac d'Urmia. Rappelons que le niveau actuel du lac est en moyenne voisin de 1300 m.

Les travertins, dont le dépôt, en certaines régions et notamment autour de Zunuz, s'est continué jusqu'à nos jours, appartiennent à un Quaternaire récent.

*
* *

Les faits *tectoniques* reconnus ou probables peuvent être résumés comme il suit.

Rien encore ne me permet d'affirmer, dans les limites des régions étudiées, l'existence de mouvements antérieurs au cycle hercynien.

L'ensemble formé par les schistes anciens et le Dévonien, étant probablement recouvert en discordance, en plus d'un point, par le complexe calcaire qui comprend le Permien, appartient selon toute vraisemblance au cycle hercynien. A ce cycle se rattacheraient donc les massifs de Kiöv, du Moro, du Misho, de Khoï, de Zunuz et de Harzand-Daradiz, dans la mesure tout au moins où ils sont faits de schistes anciens ou de Dévonien.

Ces massifs s'ordonnent, comme le montre la carte géologique, en trois (ou peut-être en quatre) zones dont chacune paraît devoir son individualité présente à un pli anticlinal de fond formé pendant le cycle alpin. Ces zones s'échelonnent, du S. au N., comme suit:

1re zone: Kiöv-Moro-Misho.
2me zone: Zunuz-Khoï.
3me zone: Harzand-Daradiz.

Les terrains d'aspect ancien qui courent de l'W. à l'E., en passant au S. du Crétacé du Qaradagh, formeraient, dans la mesure où il serait permis de leur attribuer un âge effectivement ancien, une 4me zone.

Le seul indice d'un déversement certain que nous ayons rencontré dans cet ensemble est l'anticlinal de Dévonien supérieur de Zunuz (Dehrgâh) (fig. 6 et pl. II, coupes 10 et 11); on sait que ce déversement se fait approximativement au N.N.E.

Le cycle alpin a débuté par le dépôt du complexe calcaire où est représenté le Permien, complexe qui comprend vraisemblablement vers le bas, comme nous l'avons vu, du Carbonifère supérieur, et vers le haut, du Trias. Le cycle alpin a été joué en plusieurs phases de plissements précurseurs, suivis d'un paroxysme et d'au moins une phase de plissements tardifs (**8**). Pas plus que Pierre Bonnet dans la région de Djoulfa (**22**, p. 329), nous n'avons rencontré de Lias certain dans celle que nous avons étudiée. Il se peut donc qu'un plissement accompagné d'émersion ait joué dans notre territoire pendant le Lias; mais

le témoignage n'étant que négatif, on ne peut rien dire de plus [1].

Nous avons vu que sur le versant N. du Zira (pl. II, coupe 9), il y a probabilité d'une discordance du Crétacé inférieur sur le Permien. Il y a donc eu au moins une phase de plissement au cours de cette durée, et il est bien vraisemblable qu'il y en a eu davantage: la question d'une phase liasique et aussi celle d'une phase andine, jouée vers la fin du Jurassique, surgissent mais doivent provisoirement demeurer ouvertes.

Les couches de type Gosau, sénoniennes et peut-être en partie mésocrétacées à la base, sont transgressives à Mizar (pl. II, coupe 11) sur le Permien; la durée qui s'écoule entre les deux dépôts est évidemment grande et permet de concevoir, outre la possibilité des deux phases précitées, celle d'une troisième phase de plissements précurseurs, d'âge mésocrétacé (« vorgosauische Faltung »), phase analogue à celle qui a joué en tant de parties des chaînes issues de la Téthys.

La discordance angulaire que nous avons signalée près d'Arishtenâb (p. 61), et par laquelle un conglomérat de base du Néogène inférieur marin repose sur le complexe de type Gosau, indique aussi des plissements dont les limites de datation sont un peu larges. Entre ces limites peuvent avoir tenu bien des phases orogéniques, en sorte qu'il serait imprudent, à l'heure qu'il est, de dire beaucoup plus.

Nous avons cherché sur le terrain, mais jusqu'ici sans résultat, des points qui permissent de fixer les rapports exacts du Néocrétacé et du Nummulitique d'une part, du Nummulitique et du Néogène inférieur marin d'autre part. Les dépôts superficiels et d'autres circonstances nous ont privé, jusqu'à maintenant, de la possibilité de constater ces relations, dont la connaissance serait évidemment du plus grand intérêt pour la diagnose éventuelle de mouvements d'âge néocrétacé, et pour la fixation de l'âge précis des mouvements proprement alpins qui ont affecté la région (mouvements oligocènes; ou bien mouvements post-oligocènes, antérieurs au début de notre Néogène marin; ou encore les uns et les autres).

A défaut de discordances observées, défaut qui n'est peut-être que provisoire, on essaiera d'estimer la portée de nos trouvailles de galets de calcaire nummulitique et de calcaires coralligènes du Néogène inférieur dans les conglomérats du Gypso-salifère supérieur de l'Aynal-Zaynal près Tauris (p. 38-39). Ce dernier niveau répond en gros, nous l'avons vu, au Sarmatien; les galets établissent donc le fait qu'à cette époque, du Néogène inférieur et du Nummulitique pointaient par places sous le Gypso-salifère en voie de formation. Il y a donc eu des mouvements postérieurs à notre Néogène marin et antérieurs au Gypso-salifère.

[1] Il convient de rappeler ici la discordance angulaire que nous avons observée à Öwly, à l'E. de Zunuz, entre des calcaires pouvant appartenir au Jurassique, et le Dévonien supérieur (p. 89 et pl. II, coupe 8).

Il va de soi, au surplus, que la datation précise de la limite inférieure, des divers horizons et de la limite supérieure de ce Néogène marin demeure très désirable.

Nous sommes d'ailleurs enclin à penser que la difficulté de retrouver, dans les limites de notre région, la trace de toutes les phases de plissement qui l'ont affectée ne tient pas seulement au caractère de reconnaissances qu'ont eu jusqu'à maintenant nos explorations, mais que le site même de la région y est peut-être pour quelque chose. Ce site, en effet, est très intérieur par rapport à l'ensemble des masses plissées qui constituent le bâti total de l'Iran. Bien des raisons portent à croire que dans une région aussi intérieure, l'enregistrement, par les dépôts, des phases du plissement, a pu être moins complet et moins précis qu'aux deux marges du bâti, c'est-à-dire le long du rivage sud de la Caspienne pour l'arc iranien septentrional, et le long de la fosse irakienne pour l'arc iranien méridional.

Le Gypso-salifère et le Pontien sont concordants, et c'est par la même phase de plissement qu'ils ont été affectés ensemble.

En outre, le style de ces plis (pl. II, coupes 1 à 5, 14 à 16, et fig. 19)) suggère vivement l'idée qu'ils sont dus essentiellement à un plissement de couverture.

A la différence du Gypso-salifère et du Pontien, les couches pliocènes à Poissons sont demeurées partout sensiblement horizontales. Il est donc vraisemblable que la phase de plissement dont nous venons de parler se place à la limite du Pontien et du Pliocène.

La diagnose des mouvements qui ont pu se produire pendant le gros du Pliocène et pendant le Quaternaire ne rentre pas, à proprement parler, dans le cadre du présent travail; aussi n'est-ce qu'incidemment que nous avons effleuré par moments cette question dans la description de nos itinéraires (p. 33, 49).

*
* *

Nous arrivons enfin au résumé de nos résultats d'ordre géologique et d'ordre pétrographique concernant le *volcanisme* néogène et quaternaire.

Comme on peut le voir sur notre carte géologique (pl. I), les roches de ce complexe volcanique se répartissent, pour autant que nos itinéraires les recoupent, en sept régions topographiques, savoir:

1) Une partie des versants septentrionaux du Sehend.
2) La région de l'Aynal-Zaynal et du Bahlul-Nahand.
3) Les alignements volcaniques au N. du Misho (zone de Yam).
4) Les environs de Khoï.
5) La région de Zunuz.
6) La région de Harzand.
7) Certaines portions de l'intérieur du Qaradagh (massif Daratshin-Uzundil).

Le nombre des coupes minces étudiées est de 34, dont 16 pour la première région, 7 pour la deuxième, 7 pour la cinquième et 4 pour la sixième. Nos indications pétrographiques les plus précises doivent donc s'entendre seulement des quatre régions qui viennent d'être énumérées en dernier lieu.

La grande majorité de ces roches volcaniques est constituée par des andésites, qui passent par places à des formes dacitiques; il y a aussi des dacites franches. Une seule coupe mince (n° 14) s'est montrée appartenir à un trachyte; elle provient de Nahand (région 2). Il ne saurait donc y avoir de doute sur la prédominance des andésites dans l'ensemble formé par les régions 1, 2, 5 et 6. Le caractère principalement andésitique de la province pétrographique est à rapprocher de la grande fréquence avec laquelle des andésites ont été décrites dans les segments plus occidentaux des chaînes alpines issues de la Téthys : savoir en Anatolie (**164**, vol. II, 2me partie, p. 1065-1083), en Grèce (Santorin, Methana ; *ibid.*, p. 1080) et à la bordure interne des Karpates.

Les andésites de notre région comprennent, comme d'ailleurs dans les pays que nous venons de rappeler [1], des andésites communes à hornblende, ou à hornblende et biotite, et des andésites à hypersthène, ainsi que des andésites à augite, ou à augite et hypersthène.

Les andésites communes et les andésites à hypersthène constituent les deux groupes principaux. Les premières ont ordinairement pour plagioclases (en phénocristaux) de l'andésine, basique ou acide, et plus rarement de l'oligoclase basique ou du labrador. Les secondes ont en général des phénocristaux de plagioclases plus basiques, ordinairement labrador (46 à 65 % An); parfois aussi, et plus rarement, bytownite et anorthite. L'un et l'autre type d'andésite admettent dans certains cas des phénocristaux de quartz, et passent ainsi à des formes dacitiques, communes ou à hypersthène, qui aboutissent enfin, dans une certaine minorité de coupes, à des dacites, communes ou à hypersthène, quand l'importance des phénocristaux de quartz dépasse un certain taux.

Nous passons au côté géologique du problème volcanique, savoir la nature et le mode de mise en place des appareils, ainsi que les dates de ces mises en place.

Il y a naturellement des appareils de semi-profondeur, intrusifs, dégagés en de nombreux points par l'érosion (pitons, dykes, filons-couches, et peut-être même des laccolithes [2] au Bahlul et au Tshenghel près Zunuz).

Il y a aussi de nombreux témoins du volcanisme de surface, effusif (restes de coulées, laves couronnant des plateaux dissé-

[1] Ainsi qu'en Transcaucasie méridionale (**58**, **106**, **46**) et dans le massif du Savalan, à l'E. de notre territoire (**166**).

[2] Un groupe de laccolithes a été signalé par Mlle de Derwies (**58**) entre Djoulfa et Nakhitshevan ; un autre pointement éruptif, situé en territoire persan au S. de Djoulfa, est considéré par le même auteur comme un laccolithe.

qués, avec *outliers* grands et petits, et produits de projection de types divers : cinérites et tufs avec bombes et lapilli).

Les plus anciens témoignages de manifestations effusives que je puisse actuellement dater remontent au Pontien.

Aucun fait certain ne me permet de dire, pour l'instant, si des éruptions volcaniques se sont déjà produites pendant la période du Gypso-salifère [1].

Les manifestations volcaniques ont continué pendant le Pliocène, comme le montrent pour la région 1 les intercalations de cinérites que nous avons rencontrées dans les Couches à Poissons au pied N. des collines les plus avancées du Sehend (p. 50, pl. II, coupes 1-6, 15).

Quant à la formation tufacée postérieure aux Couches à Poissons, formation qui comprend vraisemblablement, comme nous avons vu plus haut, le Pliocène le plus élevé et la base du Quaternaire, elle renferme certainement de grandes quantités de tufs remaniés, de gisement secondaire, et fréquemment alluvionnés, sans parler d'autres modes possibles de remaniement. Nous ne croyons pas devoir insister longuement ici sur la question de savoir dans quelle proportion cette formation comprend des tufs non remaniés, de gisement primitif. Disons seulement qu'elle comprend, outre les tufs alluvionnés, des cinérites particulièrement abondantes dans les pentes élevées de la région qui confine aux laves du Sehend, et que ces cinérites sont par places assez puissantes et assez démunies de stratification pour qu'il soit permis de penser qu'elles sont de gîte primaire.

De plus, rappelons que la formation tufacée a été percée en plusieurs endroits des pentes septentrionales du Sehend par des masses intrusives qui émergent en forme de pitons (pl. II, coupe 15). La mise en place de ces objets étant évidemment postérieure à une partie au moins de notre formation, il est clair que des éruptions ont encore eu lieu soit pendant le dépôt de la partie supérieure de la formation tufacée, soit après, soit encore pendant et après. La continuation ou la reprise des éruptions pendant le Quaternaire, et notamment pendant le Quaternaire ancien, est ainsi rendue très vraisemblable [2].

En résumé, l'activité éruptive est attestée pour le Pontien, le Pliocène et le Quaternaire ancien.

*
* *

[1] La région 6 (Mont Harzand, Mont Tshenghel) présente des appareils éruptifs qui ont percé le complexe flyschoïde et le Nummulitique (p. 102 ; pl. II, coupes 9 à 13), mais dont l'âge, évidemment postérieur à ces terrains, ne peut être plus exactement précisé.

[2] Dans la 5me région, une coulée andésitique récente a en partie rempli l'ancienne vallée de Zunuz (p. 100 et 104) ; cette coulée est d'ailleurs entamée par un canyon plus récent.

Au moment de terminer, marquons une fois de plus que les recherches dont les résultats sont publiés dans ce travail ont eu le caractère d'explorations par itinéraires, c'est-à-dire de frayages ou de percées dans des régions dont les unes, du point de vue géologique, étaient peu connues, les autres pas du tout. Il est clair, dans ces conditions, que l'étude de ces territoires demandera encore bien des efforts dans l'avenir. Nous avons pourtant le sentiment que la présente contribution, en révélant ou en précisant beaucoup de choses dans la mesure actuellement possible, en resserrant les limites chronologiques entre lesquelles ont joué des mouvements tectoniques, en apportant la solution de nombre de questions que nous avons trouvées pendantes, et en posant des problèmes nouveaux, n'aura pas été entièrement inutile.

BIBLIOGRAPHIE

Liste de quelques abréviations.

[*Addition*]: Article bibliographique ajouté pendant l'impression.

Beitr. Pal. Ö. U. O.: Beiträge zur Paläontologie (und Geologie [von Bd. 9 an]) Österreich-Ungarns und des Orients. Wien.

Bibl.: La présente bibliographie.

B. S. G. F.: Bulletin de la Société Géologique de France. Paris.

Cbl.: Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Stuttgart.

C. R. Acad. Sc.: Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des Sciences. Paris.

C. R. S. G. F.: Compte rendu sommaire des séances de la Société Géologique de France. Paris.

E. G. H.: Eclogæ Geologicæ Helvetiæ. Mitteilungen der schweiz. geologischen Gesellschaft. Recueil périodique de la Société Géologique suisse. Lausanne (später Basel).

G. L.: Geological Literature added to the Geological Society's Library during the Year ended December 31 st, 1---. London.

H. R. G.: Handbuch der regionalen Geologie, hrsg. v. G. Steinmann u. O. Wilckens. Heidelberg.

Jb. k. k. G. Ra.: Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt. Wien.

Jg.: Jahrgang.

Mem. G. S. India.: Memoirs of the Geological Survey of India. Calcutta.

Mém. S. G. F.: Mémoires de la Société Géologique de France. Paris.

P. M.: Dr. A. Petermanns Mitteilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt. Gotha.

Q. J. G. S.: The Quarterly Journal of the Geological Society of London. London.

Rec. G. S. India.: Records of the Geological Survey of India. Calcutta.

Verh. k. k. G. Ra.: Verhandlungen der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt. Wien.

Z. D. G. G.: Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. Berlin.

L'*astérisque* (*) placé devant le numéro de l'article désigne les ouvrages que l'auteur n'a pu consulter, et dont la citation est par conséquent de seconde main.

OUVRAGES

1. Abich, H. Tremblement de terre observé à Tébriz en septembre 1856, notices physiques et géographiques de M. Khanykof sur l'Azerbeidjan, communiquées [et commentées] par H. A----. *Bulletin de la Cl. physico-mathém. de l'Acad. Imp. des Sc. de St-Pétersbourg*, t. XVI, 1858, colonnes 337-352, 3 pl. dont 1 carte hypsom. col. et 1 carte géol. col.
2. Abich, H. Vergleichende chemische Untersuchungen der Wasser des caspischen Meeres, Urmia- und Van-See's. *Mémoires de l'Acad. Imp. des Sc. de St-Pétersbourg*, VIme sér., Sc. math., phys. et nat., t. IX, 1re partie, Sc. math. et phys., t. VII et dernier, 1859, p. 1-58, 2 pl.
3. Abich, H. Ueber das Steinsalz und seine geologische Stellung im russischen Armenien. *Ibid.*, p. 59-150, 11 pl.
4. Abich, H. Vergleichende Grundzüge der Geologie des Kaukasus wie der armenischen und nordpersischen Gebirge. *Ibid.*, p. 359-534, 20 Abb., 8 pl.
5. Abich, H. Aperçu de mes voyages en Transcaucasie en 1864. *Bulletin de la Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou*, t. XXXVIII, 1865, p. 499-562.
6. Abich, H. Geologische Beobachtungen auf Reisen in den Gebirgsländern zwischen Kur und Araxes. [IV]-164 S., 10 Abb., Tiflis 1867.
7. Abich, H. Geologische Forschungen in den kaukasischen Ländern. 3 Quartbände u. 2 Atlanten fol., Wien 1878-1887. — I. Theil: Eine Bergkalkfauna aus der Araxesenge bei Djoulfa in Armenien. VIII-126-[II] S., 31 Abb., 11 Taf., 1878. — II. Theil: Geologie des armenischen Hochlandes. I: Westhälfte. X-478-[I] S., 49 Abb., [II] + 11 + VIII + III Taf., 1882. Mit einem Atlas von 9 Taf. [s. d.]. — III. Theil: Geologie des armenischen Hochlandes. II: Osthälfte. XII-162 S., 12 Abb. u. 21 Taf., 1887. Mit einem Atlas von 20 Taf. [s. d.].
8. Argand, Emile. Plissements précurseurs et plissements tardifs des chaînes de montagnes. Discours d'ouverture de la 101me session de la Société Helvétique des Sciences naturelles, prononcé le 30 août 1920, à Neuchâtel. *Actes Soc. Helv. Sc. nat.*, 101me session, Neuchâtel 1920; IIme partie, p. 13-39, 2 fig., Aarau 1921.
9. Argand, Emile. La tectonique de l'Asie. Conférence faite à Bruxelles, le 10 août 1922, devant le Congrès géologique international (XIIIme session). *C. R. Congr. géol. internat.*, XIIIme session, Belgique, 1922; fasc. 1, Liége 1924, p. 171-372, 30 fig.
10. Argand, Emile. Carte tectonique de l'Eurasie. Etat 1922. Echelle 1 : 25 000 000. 1 fol. col., Bruxelles 1928.

11. Blaas, Joseph. Petrographische Studien an jüngeren Eruptivgesteinen Persiens. *Miner. u. Petrogr. Mittheilungen* hrsg. v. G. Tschermak, n. F., Bd. 3, 1881, S. 457-503, Taf. VIII.
12. Blanford, W. T. On the Nature and Probable Origin of the Superficial Deposits in the Valleys and Deserts of Central Persia. *Q. J. G. S.*, vol. XXIX, 1873, pp. 493-503, 1 map.
13. Blau, Otto. Vom Urumia-See nach dem Van-See. *P. M.*, Bd. IX, 1863, S. 201-210, Taf. 7.
14. Böckh, H. de, Lees, G. M., and Richardson, F. D. S. Contribution to the Stratigraphy and Tectonics of the Iranian Ranges (= Chap. III, pp. 58-176, with Plates I-XXIII in *Bibl.* **84**, London 1929. — [With a] Postscript to Chapter III; *ibid.*, p. 214).
15. Böckh, H. de, et Viennot, P. Sur la Géologie de l'Irak. *C. R. Acad. Sc.*, t. 189, 1929, p. 1000-1003.
16. Böhne, E. Die Steinkohlenvorkommen Persiens. *Zeitschr. f. prakt. Geol.*, Jg. 40, 1932, S. 113-119, 5 Abb. u. S. 132-141, 5 Abb.
17. Böhne, E. Die wirtschaftliche Bedeutung und Erschliessung der Steinkohlenvorkommen Persiens. *Ibid.*, S. 145-148, 2 Abb.
18. Bonnet, Pierre. Sur une mission en Transcaucasie (1910). *C. R. S. G. F.*, 1911, p. 134-136.
19. Bonnet, Pierre. Sur une mission en Transcaucasie (1911). *Ibid.*, 1912, p. 114-116.
20. Bonnet, Pierre. Le Mésozoïque de la gorge de l'Araxe, près de Djoulfa. *C. R. Acad. Sc.*, t. 154, 1912, p. 1386-1388.
21. Bonnet, Pierre. Sur le Permien et le Trias du Daralagöz. *Ibid.*, p. 1741-1743.
22. Bonnet, Pierre. Note préliminaire sur la constitution géologique de la gorge de Djoulfa et de ses environs. *B. S. G. F.*, 4me sér., t. XII, 1912, p. 312-330, fig. 1-3, pl. XI et XII.
23. Bonnet, Pierre. Structure des chaînes entre le lac Gœktchaï et l'Araxe. *C. R. Acad. Sc.*, t. 156, 1913, p. 1497-1499, 1 fig.
24. Bonnet, Pierre. Sur une mission en Transcaucasie (1912-1913). *C. R. S. G. F.*, 1913, p. 219-221.
25. Bonnet, Pierre. Sur la relation entre les couches à *Otoceras* de l'Arménie (Transcaucasie méridionale) et celles de l'Himalaya. *C. R. Acad. Sc.*, t. 169, 1919, p. 288-291.
26. Bonnet, Pierre. Sur la limite permo-triasique dans le géosynclinal arménien-himalayen. *Ibid.*, t. 170, 1920, p. 1272-1274.
27. Bonnet, Pierre. Sur les mouvements des mers à la limite du Permien et du Trias dans les géosynclinaux de l'Eurasie. *Ibid.*, p. 1588-1590.
28. Bonnet, Pierre. Sur les éruptions volcaniques liasiques et leurs rapports avec la distribution des faciès dans les géosynclinaux caucasiens. *Ibid.*, t. 172, 1921, p. 1114-1116.
29. Bonnet, Pierre. Sur les éruptions volcaniques mésocrétacées et leurs rapports avec la distribution des faciès dans les géosynclinaux caucasiens. *Ibid.*, p. 1589-1592.
30. Bonnet, Pierre. Sur le Jurassique de la Transcaucasie méridionale. *C. R. S. G. F.*, 1922, p. 207-210.

31. Bonnet, Pierre. Sur l'existence du Silurien supérieur et du Dévonien inférieur en Transcaucasie méridionale. *C. R. Acad. Sc.*, t. 176, 1923, p. 319-320.
32. Bonnet, Pierre. Sur l'existence de calcaires à Fusulines ouraliens en Transcaucasie méridionale. *Ibid.*, p. 456-457.
33. Bonnet, Pierre. Sur l'existence du Coniacien dans le massif du Daralagœz (Transcaucasie méridionale). *Ibid.*, p. 1339-1341.
34. Bonnet, Pierre. Sur la limite siluro-dévonienne en Transcaucasie méridionale. *C. R. S. G. F.*, 1923, p. 26-28.
35. Bonnet, Pierre. Sur les relations entre le Carbonifère et le Permien de la Transcaucasie méridionale. *Ibid.*, p. 40-41.
36. Bonnet, Pierre. Sur l'âge des couches à faciès de Gosau du Daralagœz (Transcaucasie méridionale). *Ibid.*, p. 80-83.
37. Bonnet, Pierre. Caractères des faunes néocrétacées de la Transcaucasie méridionale. *Ibid.*, p. 134-136.
38. Bonnet, Pierre. Sur le caractère du géosynclinal sud-transcaucasien. *C. R. Acad. Sc.*, t. 185, 1927, p. 1494-1496.
39. Bonnet, Pierre. Sur l'Oligocène de la Transcaucasie méridionale. *C. R. S. G. F.*, 1927, p. 205-207.
40. Bonnet, Pierre. Sur la structure tectonique de la Transcaucasie méridionale. *C. R. Acad. Sc.*, t. 188, 1929, p. 559-561, 1 esquisse tectonique.
41. Bonnet, Pierre. Sur le sens de la poussée dans le géosynclinal sud-transcaucasien et ses relations avec le rebroussement volcanisé. *Ibid.*, t. 190, 1930, p. 1566-1569, coupes.
42. Bonnet, P. et N. Sur l'existence du Trias et du Mésojurassique aux environs de Djoulfa (Transcaucasie méridionale). *Ibid.*, t. 150, 1910, p. 746-748.
43. Bonnet, P. et N. Sur l'existence du Trias et du Mésojurassique dans le massif de Kasan-Iaïla (Transcaucasie méridionale). *Ibid.*, t. 152, 1911, p. 635-637.
44. Bonnet, P. et N. Sur un gisement crétacé de la vallée du Nakhitchevan-tchaï (Charour-Daralagöz, Transcaucasie méridionale). *Ibid.*, p. 1634-1636.
45. Bonnet, Pierre et Gambarian, Pierre. Notes pétrographiques sur le Karabagh (Transcaucasie orientale). *C. R. S. G. F.*, 1926, p. 119-120.
46. Bonnet, Pierre et Gambarian, Pierre. Notes pétrographiques sur le Karabagh (Transcaucasie orientale). *B. S. G. F.*, 4me sér., t. XXVI, 1926, p. 247-262, 1 fig., pl. XVI-XVII.
47. Borne, Georg von dem. Der Jura am Ostufer des Urmiasees. Inaug.-Diss., Halle a. S., 1891, J. Neumann. [VI]-28-[VI] S., 1 Kartenskizze, 17 Fig., 5 Taf.
48. Boussac, Jean. Etudes stratigraphiques et paléontologiques sur le Nummulitique de Biarritz. *Annales de Stratigr. et de Paléont. du Lab. de Géol. de la Fac. des Sc. de l'Univ. de Paris (Annales Hébert)*, t. V, 1911; [IV]-96 p., 24 pl.
49. Brunk, R. Das Erdbeben in Persien vom 6. Mai 1930. *P. M.*, Jg. 76, 1930, S. 289, 1 Kartenskizze.

50. CALLAGHAN, Eugene. Geology of the Vertebrate Fossil Locality at Maragha, Persia. *Bull. Geol. Soc. of America*, vol. 40, 1929, p. 182.

51. *Carte géologique internationale de l'Europe.* Echelle 1 : 1 500 000. Feuille 35 (G V). Auteurs: ANDROUSSOFF, BOGDANOVITCH, GOLOUBIATNIKOV, KALITZKY. — Fol. col., Berlin [s. d.], Dietrich Reimer.

52. CHAPUT, E. Observations géologiques en Asie Mineure: Les terrains à Fusulinidés. *C. R. Acad. Sc.*, t. 194, 1932, p. 1592-1593.

53. CRICK, G. C. Note on a Jurassic Ammonite (in *Bibl.* **88**, pp. 418-419).

54. COTTEAU, G. et GAUTHIER, V. Echinides fossiles = Tome III, 2me partie, 1895, in *Bibl.* **114**, p. 1-108, pl. I-XVI.

55. CZARNOTTA, Joseph. Erster Reisebericht aus Persien. *Jb. k. k. G. Ra.*, Jg. 3, 1852, S. 105-115.

56. DEHÉE, René. Description de la faune d'Etrœungt [,] faune de passage du Dévonien au Carbonifère. *Mém. S. G. F.*, nouv. sér., n° 11, 1929, 62-[I] p., 8 pl.

57. DEPÉRET, Ch. et ROMAN, F. Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines. Première partie: Genre Pecten. *Mém. S. G. F., Paléont.*, t. X, fasc. 1 (= Mém. n° 26), 1902, p. 1-74, fig. 1-27, 29-32, pl. I-VIII. — [cf. p. 55-57].

58. DERWIES, Vera DE. Recherches sur les roches éruptives des environs de Nachitschewan. Thèse Genève n° 442, Genève 1910, 51 p.

59. DIETRICH, W. O. Zur Kenntnis des persischen Miocäns (Korallen). *Cbl.*, Jg. 1918, S. 98-104.

60. DI-STEFANO, G. Studi stratigrafici e paleontologici sul sistema cretaceo della Sicilia. *Palaeontographia italica*, vol. IV, 1898, pag. 1-46, 6 fig., tav. I-V. Pisa 1899.

61. DOUGLAS, James Archibald. A Marine Triassic Fauna from Eastern Persia. *Q. J. G. S.*, vol. LXXXV, 1929, pp. 624-650, 6 fig., pl. XLII-XLVI.

62. DOUVILLÉ, H. Les explorations géologiques de M. J. de Morgan, en Perse. *C. R. Congr. géol. internat.*, VIIIme session [France, 1900], p. 439-446. Paris 1901.

63. DOUVILLÉ, H. Mollusques fossiles = Tome III, 4me partie, 1904, in *Bibl.* **114**: p. 191-380, pl. XXV-L.

64. DOUVILLÉ, H. Les explorations de M. de Morgan en Perse. *B. S. G. F.*, 4me sér., t. IV, 1904, p. 539-553, 5 fig.

65. DOUVILLÉ, H. Les découvertes paléontologiques de M. J. de Morgan en Perse. *C. R. Acad. Sc.*, t. 140, 1905, p. 891-893.

66. DOUVILLÉ, H. Etudes sur les Rudistes. Rudistes de Sicile, d'Algérie, d'Egypte, du Liban et de la Perse. *Mém. S. G. F., Paléont.*, t. XVIII, fasc. 1 (= Mém. n° 41), 1910, p. 1-84, 77 fig. pl. I-VII.

67. DOUVILLÉ, Henri. Jacques de Morgan. Notice nécrologique. *B. S. G. F.*, 4me sér., t. XXV, 1925, p. 437-447.

68. DUBOIS DE MONTPÉREUX, Frédéric. Lettre sur les principaux phénomènes géologiques du Caucase et de la Crimée, adressée à M. Elie de Beaumont. Paris, 9 mai 1837. *B. S. G. F.*, [1re sér.] t. VIII, 1836-1837, p. 371-388, 1 pl. et 1 tableau.

69. [Dubois de Montpéreux, Frédéric]. Extrait d'une autre lettre de M. Dubois de Montpéreux à M. Elie de Beaumont. *Ibid.*, p. 388-394.

70. Dubois de Montpéreux, Frédéric. Voyage autour du Caucase, chez les Tcherkesses et les Abkhases, en Colchide, en Géorgie, en Arménie et en Crimée. 6 tomes in-8, Paris 1839-1843, Gide; et 1 Atlas fol. en 5 séries, Neuchâtel, chez l'auteur [et] Paris, Gide, 1840-1843. [Cf. notamment t. IV, 1840, p. 43-57 (Djoulfa et vallée de l'Araxe); et l'Atlas, 5me série (Série de géologie), 1843: pl. II, Carte géol. générale des systèmes caucasiens et tauriques, col.; pl. VIIa, Carte géol. de l'Ecluse et des Rapides de l'Araxe, col.; pl. VIIb, Coupes et vues des environs de Nakhtchévan, Djoulfa, Ourdabad, col.].

71. Erni, A. Découverte du Bathonien fossilifère dans l'Elbourz (Perse du Nord). *E. G. H.*, vol. 24, 1931, p. 164-165.

72. Fischer, Ernst. Zur Stratigraphie des Mesozoicums in Persien. *Z. D. G. G., Monatsber.*, Bd. 66, 1914, S. 39-46.

73. Fischer, Ernst. Jura- und Kreideversteinerungen aus Persien. *Beitr. Pal. Ö. U. O.*, Bd. 27, Heft 4, 1915, S. 207-274, 7 Fig., 3 Taf. (XIX-XXI.)

74. Forsyth Major, C.-J. Le Gisement ossifère de Mitylini et catalogue d'ossements fossiles recueillis à Mitylini, île de Samos, et déposés au Collège Galliard, à Lausanne. [II]-51 p., Lausanne 1894, G. Bridel & Cie.

75. Frech, F. und Arthaber, G. v. Über das Paläozoicum in Hocharmenien und Persien. Mit einem Anhang über die Kreide von Sirab in Persien. *Beitr. Pal. Ö. U. O.*, Bd. 12, Heft 4, 1900, S. 161-308, Fig. 27-48, 50-52, 8 Taf. (XV-XXII) u. 1 geol. Karte col.

76. Fuchs, Theodor. Über die von Dr. E. Tietze aus Persien mitgebrachten Tertiärversteinerungen. *Denkschr. d. mathem.-naturw. Cl. d. kais. Akad. d. Wiss.*, (Wien) Bd. 41, 1879, S. 99-108, Taf. I-VI.

77. Furon, Raymond. L'Hindou-Kouch et le Kaboulistan. Contribution à l'étude géologique et géomorphogénique de l'Afghanistan. 169 p., 23 fig., 10 pl. et 1 carte géol. col. h. t.; Paris, 1927, Blanchard.

78. Gaudry, Albert. Sur l'âge de la faune de Pikermi, du Léberon et de Maragha. *B. S. G. F.*, 3me sér., t. XIV, 1885-1886, p. 288-294.

79. Gauthier, V. Échinides fossiles. Supplément = Tome III, 3me partie, 1902, in *Bibl.* **114**: p. [I-VIII], 109-190, pl. XVII-XXIV.

80. Gilbert, Grove Karl. Lake Bonneville. *Monographs of the U. S. Geol. Survey*, vol. I, XX-438 pp., 51 fig., 51 pl., Washington 1890.

81. Grabau, A. W. Stratigraphy of China. Part I. Palaeozoic and Older. *Geol. Survey of China*, Peking 1923-1924, XVIII-528 pp., 306 fig., 6 pl.

82. Gregory, J. W. Fossil Echinoidea (in *Bibl.* **88**, pp. 419-424, pl. 28).

83. Gregory, J. W. Fossil Corals (in *Bibl.* **88**, pp. 424-430, pl. 28).

84. Gregory, J. W. The Structure of Asia. Edited by J. W. G------. XII-228 pp., 17 fig., 23 plates. London 1929, Methuen & Co Ltd.

85. Grewingk, C. Ueber fossile Säugethiere von Maragha in Persien. *Verh. k. k. G. Ra.*, Jg. 1881, S. 296.

86. GREWINGK, C. Die geognostischen und orographischen Verhaeltnisse des noerdlichen Persiens. *Verh. Russ.-Kais. Mineralog. Ges.*, Jg. 1852-1853; [IV]-148 S., Abb., 1 Taf. [geognost. Karte col.], St. Petersb. 1853.

87. GUÉRASSIMOV, A. Caucase = [partie] II in *Bibl.* **122**, 1931.

88. GÜNTHER, Robert T. Contributions to the Natural History of Lake Urmi, N. W. Persia, and its Neighbourhood. *The Journal of the Linnean Society, Zoology*, vol. XXVII, London 1899-1900, pp. 346-453, pl. 21 [map], 22-30 [cf. *Bibl.* **53**, **82**, **83**, **124**, **125**].

89. HARRISSON, John Vernon. The Geology of some Salt-Plugs in Laristan (Southern Persia). *Q. J. G. S.*, vol. LXXXVI, 1930, pp. 463-522, 19 fig., pl. LII-LVIII.

90. HAUG, Emil. Beitrag zur Kenntniss der oberneocomen Ammonitenfauna der Puezalpe bei Corvara (Südtirol). *Beitr. Pal. Ö. U. O.*, Bd. 7, Heft 3-4, 1889, S. 193-[232], 6 Taf. (VIII-XIII).

91. HAUG, Emile. Traité de géologie. 2 tomes, Paris 1907-1911, Colin. — [Tome] I: p. 1-538, 195 fig. et cartes, 71 pl., 1907 [deuxième tirage, 1911]. — [Tome] II: p. 539-2024, 290 fig. et cartes, 64 pl., 1908-1911.

92. HOUTUM SCHINDLER, A. Neue Angaben über die Mineralreichthümer Persiens und Notizen über die Gegend westlich von Zendjan. *Jb. k. k. G. Ra.*, Bd. 31, 1881, S. 169-190, 1 Taf.

93. HOUTUM SCHINDLER, A. Reisen im nordwestlichen Persien 1880-82. *Zeitschr. Ges. f. Erdk. z. Berlin*, Bd. 18, 1883, S. 320-344, Taf. VI-VIII [Karten].

94. HUANG, T. K. The Permian Formations of Southern China. *Geological Memoirs (Mem. Geol. Survey of China)*, ser. A, nr. 10, Peiping, 1932, IV-140-[XXII] pp., 13 fig., 6 pl.

95. HUANG, T. K. Late Permian Brachiopoda of Southwestern China. — [Part I:] *Palaeontologia Sinica*, ser. B, vol. IX, fasc. 1, Peiping (Peking) 1932, [VI]-108-[X] pp., 15 fig., 9 pl. — Part. II: *ibid.*, fasc. 2, Peiping (Peking) 1933, [VI]-172-[VI] pp., 1 fig., 9 pl.

96. HUNTINGTON, Ellsworth. Some characteristics of the glacial period in non-glaciated regions. *Bull. Geol. Soc. of America*, vol. 18, 1907, pp. 351-388, 16 fig., pl. 31-39.

97. JOHN, C. v[ON]. Ueber ältere Eruptivgesteine Persiens. *Jb. k. k. G. Ra.*, Bd. 34, 1884, S. 111-136.

97bis. [*Addition*] JUNG, J. et JEANNET, A. Géologie de la chaîne du Kaflan-Kouh (Perse). *C. R. Acad. Sc.*, t. 197, 1933, p. 929-931.

98. KHANYKOF. Cf. *Bibl.* **1**.

99. KING, W. B. R. Notes on the Cambrian Fauna of Persia. *Geological Magazine*, vol. LXVII, 1930, pp. 316-327, 3 fig. and one plate (XVII).

100. KAEHNE, Kurt. Beiträge zur physischen Geographie des Urmija-Beckens. *Zeitschr. Ges. f. Erdk. z. Berlin*, Jg. 1923, S. 104-132, 1 Karte.

101. KRUMBECK, L. Stratigraphische Ergebnisse von Niedermayers Reise durch Persien. Vorläufige Mitteilung. *Cbl.*, Jg. 1922, S. 19-23, 1 Tabelle.

102. KÜHN, Othmar. Miocän von indischem Typus in Zentral-Persien. *Cbl.*, Jg. 1931, Abt. B, S. 549-553.

102bis. [*Addition*] KÜHN, Othmar. Das Becken von Isfahan-Saidabad und seine altmiocäne Korallenfauna (Mit Beiträgen von Univ.-Prof. Dr. F. HERITSCH, Graz und Dr. Franz KAHLER, Klagenfurt). *Palaeontographica*, Bd. LXXIX, Abt. A, S. 143-218, 8 Abb., Taf. XVII-XIX, Stuttgart 1933.

103. LAUNAY, L. DE. La géologie et les richesses minérales de l'Asie. 816 p., 82 fig., 10 pl. Paris 1911, Béranger.

104. LERICHE, Maurice. Les Poissons famenniens de la Belgique. Les facies du Famennien dans la région gallo-belge. Les relations entre les formations marines et les formations continentales du Dévonien supérieur sur la bordure méridionale du Continent Nord-Atlantique. *Mém. Cl. Sc. Acad. Roy. Belgique* (in-4°), 2me sér., t. X, 1931, 72 p., 7 fig., pl. I-VIII.

104bis. [*Addition*] LEUPOLD, W. Neue mikropaläontologische Daten zur Altersfrage der alpinen Flyschbildungen. *E. G. H.*, vol. 26, 1933, S. 295-319.

105. LODOCHNIKOW, W. N. Etude microscopique des roches de la Perse du Nord [en russe, avec résumé en français]. *Bulletins du Comité géol.*, 1926, XLV, n° 8, p. 883-921, 2 fig., Leningrad 1927.

106. LODOTCHNIKOV, V. Etude microscopique des roches de la région comprise entre le Dary-dag et la partie ouest de la chaîne du Karabakh occidental (Transcaucasie) [en russe, avec résumé en français]. *Comité géologique, Matériaux pour la géol. générale et appliquée*, Livr. 24, Leningrad 1925; [II]-54-II p., 5 fig.

107. LOFTUS, William Kennett. On the Geology of portions of the Turko-Persian Frontier, and of the districts adjoining. *Q. J. G. S.*, vol. XI, 1855, pp. 247-344, 23 fig., 1 pl. [carte géol.].

108. LUGEON, Maurice. Barrages et géologie. Méthodes de recherches. Terrassement et imperméabilisation. 140 p., 41 fig. dont 1 h. t., 63 photos h. t.; Lausanne, 1933, F. Rouge & Cie, S. A.

109. LYDEKKER, R. On the Fossil Mammalia of Maragha, in North-Western Persia. *Q. J. G. S.*, vol. XLII, 1886, pp. 173-176.

110. MECQUENEM, Roland DE. Le lac d'Ourmiah. *Annales de Géogr.*, t. XVII, 1908, p. 128-144.

111. MECQUENEM, R. DE. Contribution à l'étude du gisement de Vertébrés de Maragha et de ses environs. *Annales d'hist. nat.* publ. sous la dir. de J. de Morgan *(Délégation en Perse, Ministère de l'Instr. publ. et des Beaux-Arts)*, t. I, Paléontologie, [fasc. 1], p. 27-80, 31 fig., 6 pl. h. t. ([IV], V-IX) et 3 cartes h. t. (dont 2 cartes géol.), Paris 1908, Leroux.

112. MECQUENEM, R. DE. Contribution à l'étude du gisement de Vertébrés de Maragha et de ses environs. Deuxième partie. *Ibid.*, t. I, Paléontologie, [fasc. 2], p. 81-98, 3 fig., 5 pl. (X-XIV), Paris 1911, Leroux.

113. MECQUENEM, R. DE. Contribution à l'étude des fossiles de Maragha. *Annales de Paléontologie*, t. XIII, 1924, p. 133-160, 8 fig., pl. XIX-XXII.

114. *Mission scientifique en Perse,* par J. DE MORGAN [et autres auteurs]. 5 tomes (en 10 vol.) et 1 atlas. Paris 1894-1905, Leroux [cf. *Bibl.* **54**, **63**, **79**, **115**, **116**].

115. MORGAN, J. DE. Etudes géographiques = tomes I et II in *Bibl.* **114**: Tome I, 1894, [II]-XXXVI-428 p., 199 fig., 58 pl.; Tome II, 1895, 334 p., 148 fig., 130 pl.

116. MORGAN, J. DE. Géologie stratigraphique = tome III, 1re partie, 1905, in *Bibl.* **114:** [IV]-IV-134-[II] p., 94 fig., 33 pl.

117. MORGAN, J. DE. Note sur la géologie de la Perse et sur les travaux paléontologiques de M. H. Douvillé sur cette région. *B. S. G. F.*, 4me sér., t. V, 1905, p. 170-189, 2 fig.

118. MORGAN, J. DE. Le plateau iranien pendant l'époque pléistocène. *Rev. de l'Ecole d'Anthropologie de Paris*, 17me année, 1907, p. 213-216.

119. MORGAN, J. DE. L'humanité préhistorique. Esquisse de préhistoire générale. Paris 1921, XXII-330-[I] p., 190 fig.

120. MORGAN, J. DE. Les temps glaciaires et leur influence sur l'humanité. *B. S. G. F.*, 4me sér., t. XXIII, 1923, p. 84-101.

121. MORGAN, Jacques DE. La préhistoire orientale. Ouvrage posthume publié par Louis GERMAIN. 3 tomes, Paris 1925-1927, Geuthner. — Tome I, 1925: VI-XXXVI-334 p., 56 fig. — Tome II, 1926: VI-438 p., 455 fig., 5 pl. — Tome III, 1927 : VI-458 p., 380 fig., 3 pl.

122. MOUCHKÉTOV, D. [et autres auteurs]. Les données nouvelles sur la Géologie de l'Asie centrale[,] du Caucase, de l'Oural et de la Sibérie. *B. S. G. F.*, 5me sér., t. I, 1931, p. 131-166. — Sommaire: Introduction. p. 131-134. — I. Asie centrale, par D. MOUCHKÉTOV, p. 135-150. — II. Caucase, par A. GUÉRASSIMOV, p. 150-158. — III. Oural, par Mlle Véra VARSANOFIÉVA, p. 158-164. — IV. Sibérie occidentale, par A. TCHOURAKOV, p. 164-166.

123. MOUCHKÉTOV, D. Asie centrale = [partie] I in *Bibl.* **122**, 1931.

124. NEWTON, R. Bullen. Marine Tertiary (Miocene) Mollusca (in *Bibl.* **88**, pp. 430-452, pl. 29-30).

125. NEWTON, R. Bullen. Note on a Palaeozoic Limestone (in *Bibl.* **88**, pp. 452-453).

*126. NICOLESCO, C. P. Gisements pétrolifères de la Perse. *Rev. Pétrol.*, nos 277-288, p. 1-81, fig. 1-41, Paris 1928 [cité d'après *Bibl.* **127**].

127. NICOLESCO, C. P. Gisements pétrolifères de la Perse. Analyse de l'auteur in *Revue de Géologie et des sc. connexes*, vol. IX, fasc. 7-8, Liége 1928, art. 721, p. 355-359.

128. NICOLESCO, C.-P. Gisements pétrolifères de l'Irak. 1 vol. in-8 de X-221 p., 17 fig. et deux tableaux hors texte; Paris 1933.

129. NICOLESCO, C.-P. Gisements pétrolifères de l'Irak. [Analyse de l'ouvrage *Bibl.* **128** par l'auteur]. *Revue de Géologie et des sc. connexes,* vol. XIII, fasc. 11, Liége 1933, art. 1429, p. 672-676.

130. NICOU, P. Le cuivre en Transcaucasie. Notes de voyage. *Annales des Mines*, 10me sér., t. VI, Paris 1904, p. 1-54, 3 fig., 1 pl.

131. Niedermayer, Oskar von. Die Binnenbecken des Iranischen Hochlandes. *Mitt. Geogr. Ges. in München*, Bd. 14, 1920, S. 9-64, 7 Taf. (I-IV, V 1, V 2, VI).

*132. Oswald, F. A Treatise on the Geology of Armenia. 516 pp., 31 pl., Beeston (Notts), 1906 [cité d'après *Bibl.* **135** et *G. L.*, 1906].

*133. Oswald, F. A geological Map of Armenia, etc. With explanatory Notes to accompany.., 16 pp., London 1907 [cité d'après *Bibl.* **135** et *G. L.*, 1907].

134. Oswald, Felix. Zur tektonischen Entwicklungsgeschichte des armenischen Hochlandes. *P. M.*, Jg. 56, 1910, I. Halbband, S. 8-14, 69-74, 126-132, Taf. 2 u. 3.

135. Oswald, Felix. Armenien. *H. R. G.*, Bd. V, 3 (= 10. Heft); 40 S., 4 Taf. [darunter 1 tekton. u. 1 geol. Karte]. Heidelberg 1912.

136. Pascoe, E. H. Geological Notes on Mesopotamia with special reference to Occurences of Petroleum. *Mem. G. S. India*, vol. XLVIII, part 1, 1922, pp. III-VIII, 1-90, 1 fig., 11 pl. [key map, geol. maps and sections].

137. Pilgrim, G. E. Cretaceous fossils from Persia. In «Miscellaneous Notes», *Rec. G. S. India*, vol. XXXI, part 1, 1904, p. 45.

138. Pilgrim, G. E. The Geology of the Persian Gulf and the adjoining portions of Persia and Arabia. *Mem. G. S. India*, vol. XXXIV, part 4, 1908, pp. I-IV, 1-178, 8 fig., 17 plates [geol. maps, sections, etc.].

139. Pilgrim, Guy E. The Geology of Parts of Fars, Kirman, and Laristan. *Ibid.*, vol. XLVIII, part 2, 1925, pp. III-VIII, 1-116, I-XIV, 10 fig., 6 pl. [geol. maps, etc.].

140. Pohlig, H. Geologische Untersuchungen in Persien. *Verh. k. k. G. Ra.*, Jg. 1884, S. 281-284.

141. Pohlig, H. Ueber eine Hipparionen-Fauna von Maragha in Nordpersien, über fossile Elephantenreste Kaukasiens und Persiens und über die Resultate einer Monographie der fossilen Elephanten Deutschlands und Italiens. *Z. D. G. G.*, Bd. 37, 1885, S. 1022-1027.

142. Pohlig, [H.]. Sur le Pliocène de Maragha (Perse) et sur les Éléphants fossiles de la Caucasie et de la Perse. *B. S. G. F.*, 3me sér., t. XIV, 1885-1886, p. 285-288.

143. Pohlig, H. On the Pliocene of Maragha, Persia, and its Resemblance to that of Pikermi in Greece; on Fossil Elephant Remains of Caucasia and Persia; and on the Results of a Monograph of the Fossil Elephants of Germany and Italy. *Q. J. G. S.*, vol. XLII, 1886, pp. 177-182.

144. Priem, F. Poissons fossiles de Perse (Mission de Morgan). *Annales d'hist. nat.* publiées sous la dir. de J. de Morgan *[Délégation en Perse, Ministère de l'Instr. publ. et des Beaux-Arts]*, t. I, Paléontologie, [fasc. 1], p. 1-26, 2 fig., pl. I-III, Paris 1908, Leroux.

145. Range, Paul. Geologie und Mineralvorkommen von Persien. *Zeitschr. f. prakt. Geol.*, Jg. 34, 1926, S. 49-53, 1 Fig.

146. Renngarten, W. P. Die tektonische Charakteristik der Faltungsgebiete des Kaukasus. *Geol. Rundschau*, Bd. 20, 1929, S. 393-434, 2 Fig., 1 Tabelle, 1 Taf.

147. Rieben, H. Geological description of the district around Tabriz [and Yam]. In Gilliat-Smith, B. and Turrill, W. B., A contribution to our knowledge of the flora of Azerbaidjan, N. Persia. *Bull. of Miscellaneous Information*, 1930, n° 7, Royal Botanic Gardens, Kew, London. Pp. 273-312 [cf. pp. 274-277].

148. Rivière, André. Sur une coupe observée dans la vallée moyenne du Djerjeroud (Perse). *C. R. Acad. Sc.*, t. 190, 1930, p. 759-760.

149. Rivière, A. De deux espèces nouvelles dans l'Elbourz central. *C. R. S. G. F.*, 1931, p. 73.

150. Rivière, A. De la structure de la montagne de Schimran (Elbourz, Perse). *Ibid.*, 1931, p. 91.

151. Rivière, A. Tectonique de la bordure nord du bassin tertiaire intérieur de l'Elbourz central, de la vallée de Djerjeroud à Roudehen. *Ibid.*, 1931, p. 91-92.

152. Rivière, A. Sur la chaîne de Zarinkouh (Elbourz, Perse). *Ibid.*, 1931, p. 101-102.

153. Rivière, A. Sur la région de Démavend et de Roudehen (Elbourz, Perse). *Ibid.*, 1931, p. 115-116.

154. Rivière, A. De l'existence de déversements vers le Nord dans le Sud de l'Elbourz central. *Ibid.*, 1931, p. 133.

155. Rivière, A. Du bassin du haut Djerjeroud (Elbourz, Perse). *Ibid.*, 1931, p. 214-215.

156. Rivière, A. Description d'une nouvelle espèce d'*Orthotetinae*. *B. S. G. F.*, 5me sér., t. II, 1932, p. 429-430, 1 pl. (XXVI).

157. Rivière, A. Contribution à l'étude du Jurassique dans l'Elbourz central. *C. R. Acad. Sc.*, t. 195, 1932, p. 540-542.

158. Rivière, A. La transgression du Crétacé dans le Nord de l'Elbourz central. *Ibid.*, p. 551-552.

159. Rivière, A. Contribution à l'étude du Paléozoïque de l'Elbourz central. *Ibid.*, p. 811-813.

159bis. [*Addition*] Rivière, André. Sur la tectonique de la région du col de Gudack et de la haute vallée du Talar (Elbourz, Perse). *C. R. S. G. F.*, 1933, p. 169-171.

159ter. [*Addition*] Rivière, André. Contribution à l'étude géologique de l'Elbourz (Perse). *Revue de géogr. phys. et de géol. dynamique*, vol. VII, fasc. 1 et 2, Paris 1934; p. 1-190, 20 fig., pl. I-XIV; pl. A (coupes); pl. B (carte géol. col.).

160. Rodler, A. Das Knochenlager und die Fauna von Maragha. *Verh. k. k. G. Ra.*, Jg. 1885, S. 333-337.

161. Rodler, Alfred. Der Urmia-See und das nordwestliche Persien. *Schriften des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien*, Bd. 27, 1886/87, S. 535-575, Wien 1887.

162. Rodler, Alfred. Einige Bemerkungen zur Geologie Nordpersiens. *Sitzungsber. kais. Akad. Wiss., Mathem.-Naturw. Cl.*, Bd. 97, Abtheilung I, Jg. 1888, S. 203-212, Wien 1889.

163. Rodler, Alfred. Bericht über eine geologische Reise im westlichen Persien. *Ibid.*, Bd. 98, Abtheilung I, Jg. 1889, S. 28-39, Wien 1900.

164. Rosenbusch, H. Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine. 4. Auflage. 2 Bde (je in 2 Hälften), Stuttgart 1904-1908 [cf. insbes. Bd. II, 2. Hälfte, Ergussgesteine, 1908].
165. Seidlitz, Nicolai von. Rundreise um den Urmia-See in Persien, im Jahre 1856. *P. M.*, 1858, S. 227-236.
166. Sjögren, H. Beiträge zur Geologie des Berges Savelan im nördlichen Persien. *Verh. der Russ.-Kais. Mineralog. Ges. zu St. Petersburg*, 2. Ser., Bd. XXIV, 1888, S. 36-66.
167. Stahl, A. F. Das Petroleum von Persien. *Chemiker-Zeitung*, Jg. 17, 1893, 2. Semester, S. 1409-1410.
168. Stahl, A. F. Die Steinkohlen Persiens. *Ibid.*, S. 1596.
169. Stahl, A. F. Mittheilungen aus Persien. Die Eisenerze Persiens. *Ibid.*, S. 1910-1911.
170. Stahl, A. F. Mittheilungen aus Persien. Die Kupfererze Persiens. *Ibid.*, Jg. 18, 1894, 1. Sem., S. 3-4.
171. Stahl, A. F. Mittheilungen aus Persien. Die Bleierze Persiens. *Ibid.*, S. 364.
172. Stahl, A. F. Mittheilungen aus Persien. Verschiedene Erze und Mineralien Persiens. *Ibid.*, S. 487-488, 882-883.
173. Stahl, A. F. Mittheilungen aus Persien. Verschiedene Mineralien Persiens, *Ibid.*, Jg. 18, 2. Sem., S. 1424.
174. Stahl, A. F. Reisen in Nord- und Zentral-Persien. *P. M.*, Ergänzungsbd. 25, Ergänzungsheft 118, 1895, [IV]-40 S., 3 Taf. [Karten].
175. Stahl, A. F. Zur Geologie von Persien. Geognostische Beschreibung von Nord- und Zentral-Persien. *P. M.*, Ergänzungsbd. 26, Ergänzungsheft 122, 1897, [IV]-72 S., 4 Taf. col. [darunter 3 geol. Karten].
176. Stahl, A. F. Von der kaukasischen Grenze nach Tabriz und Kaswin. *P. M.*, Bd. 49, 1903, S. 60-64, Taf. 5 [Karte].
177. Stahl, A. F. Die Erze des Karadag in Persien. *Chemiker-Zeitung*, Jg. 28, 1904, 1. Semester, S. 58, 85-86.
178. Stahl, A. F. Die orographischen und geologischen Verhältnisse des Karadag in Persien. *P. M.*, Bd. 50, 1904, S. 227-235, Taf. 17 [geol. Karte col.].
179. Stahl, A. F. Reisen in Zentral- und Westpersien. *Ibid.*, Bd. 51, 1905, S. 4-12, 31-35, Taf. 1 u. 2 [Karten].
180. Stahl, A. F. Geologische Beobachtungen in Zentral- und Nordwestpersien. *Ibid.*, Bd. 53, 1907, S. 169-177, 205-214, Taf. 14 u. 15 [geol. Karten col.].
181. Stahl, A. F. Geologische Beobachtungen im nordwestlichen Persien. *Ibid.*, Bd. 55, 1909, S. 1-10, Taf. 1 [geol. Karte col.].
182. Stahl, A. F. Persien. *H. R. G.*, Bd. V, 6 (= 8. Heft), 46 S., 5 Fig., 2 Taf. [darunter 1 geol. Karte], Heidelberg 1911.
183. Stahl, A. F. v. Kaukasus. Mit Beiträgen von Dr. Walther Staub. *Ibid.*, Bd. V, 5 (= 25. Heft), 80 S., 10 Taf. [darunter 1 geol. u. 1 tekton. Karte], Heidelberg 1923.
184. Stahl, A. F. v. Die orographischen und hydrographischen Verhältnisse des Elbursgebirges in Persien. *P. M.*, Jg. 73, 1927, S. 211-215 u. Taf. 13 [Karte].

185. STAHL, A. F. VON. Persien und seine wirtschaftlichen Hilfsquellen. *Geogr. Zeitschr.*, Jg. 34, 1928, S. 227-235.

186. STEHLIN, H. G. Une mandibule de Giraffidé de Tokoum (Perse). *E. G. H.*, vol. 24, 1931, p. 275-279, 3 fig.

187. SUESS, Ed. La face de la Terre (Das Antlitz der Erde). Traduit sous la dir. de Emm. DE MARGERIE.., 3 tomes et 1 vol. de tables, Paris 1897-1918, Colin. — Tome I, 1897. — Tome II, 1900. — Tome III (en 4 parties), 1902, 1911, 1913, 1918. — Tables générales, 1 vol., 1918.

188. THOST, Carl Robert. Mikroskopische Studien an Gesteinen des Karabagh-Gaus (Armenisches Hochland). *Abhandl. hrsg. v. d. Senckenbergischen Naturf. Ges.*, Bd. 18, 1895, S. 209-270; Fig., 1 Taf.

189. TIETZE, E[mil]. Mittheilungen aus Persien. *Verh. k. k. G. Ra.*, Jg. 1875, S. 25-30, 41-46.

190. TIETZE, E[mil]. Geologische Mittheilungen aus Persien. Schreiben an Herrn Bergrath D. Stur, de dato Teheran, 28. Februar 1875. *Ibid.*, S. 129-133.

191. TIETZE, Emil. Zur Theorie der Entstehung der Salzsteppen und der angeblichen Entstehung der Salzlager aus Salzsteppen. *Jb. k. k. G. Ra.*, Bd. 27, 1877, S. 341-374.

192. TIETZE, Emil. Bemerkungen über die Tektonik des Albursgebirges in Persien. *Ibid.*, S. 375-430.

193. TIETZE, Emil. Die Mineralreichthümer Persiens. *Ibid.*, Bd. 29, 1879, S. 565-658.

194. TIETZE, Emil. Ueber die Bodenplastik und die geologische Beschaffenheit Persiens. *Mitt. k. k. Geogr. Ges. in Wien,* Bd. 29, 1886, S. 513-523, 561-575.

195. USSR GEOLOGICAL AND PROSPECTING SERVICE. GEOLOGICAL SURVEY. Geological Map of the Caucasus. Scale: 1 : 1 000 000; 2 sheets fol. col., January 1929 [Title in Russian and English].

196. VALENTIN, Jean. Bericht über meine Reise nach Tiflis und die Teilnahme an der Raddeschen Expedition in den Karabagh-Gau. Sommer 1890. *Bericht über die Senckenbergische Naturf. Ges. in Frankfurt am Main,* 1891, S. 159-240, 4 Fig., 2 Taf.

197. VREDENBURG, E. W. Occurence of the Genus *Orbitolina* in India and Persia. In «Miscellaneous Notes», *Rec. G. S. India,* vol. XXXVI, part 4, 1908, p. 314.

198. WEITHOFER, K. Ant. Über Jura und Kreide aus dem nordwestlichen Persien. *Sitzungsber. kais. Akad. Wiss., Mathem.-Naturw. Cl.*, Bd. 98, Abtheilung I, Jg. 1889, S. 756-773. 2 Taf., Wien 1890.

199. YACOVLEV, N. Geological exploration in Daralaghez, Transcaucasia (Preliminary report) [Russian, with English abstract]. *Bulletins of the [USSR] Geological and Prospecting Service*, L, fasc. 32, Leningrad 1931, pp. 515-521, 1 fig., 1 pl.

200. ZEILLER, R. Sur les plantes rhétiennes de la Perse recueillies par M. J. de Morgan. *B. S. G. F.*, 4me sér., t. V, 1905, p. 190-197.

Appendice I

Fossiles du Nummulitique de Zunuz-Harzand.

(Addition faite pendant l'impression.)

M. le Dr Wolfgang Leupold, de l'Université de Berne, a bien voulu, à ma demande, déterminer un certain nombre de fossiles du Nummulitique, recueillis par moi. Je lui reste très vivement obligé du soin qu'il a pris à cet égard.

Mon envoi se composait de 24 échantillons qui se distribuent comme suit par localités :

Mizar près Harzand-e-Djadid (p. 95, note 2), 13 échantillons, soit: H 67 (6 éch.); H 2 (4 éch.); H 23 (3 éch.).

Vallon d'Abel, à l'W. de Harzand-e-Djadid (*ibid.*). H 5 (3 éch.).

Vallon de Diza (p. 94, note 2), 6 échantillons, soit : Z 227 (3 éch.) ; Z 63, Z 228, Z 229.

Vallon de Diza, gisement un peu au SW. du précédent (p. 94, note 3), et couches probablement un peu plus élevées dans la série, 2 échantillons, soit : Z 7 et Z 73.

Les numéros qui précèdent sont ceux que portent les étiquettes dans les collections justificatives du présent travail, collections qui sont conservées à l'Institut de géologie de l'Université de Neuchâtel.

Après avoir étudié les fossiles, M. Leupold a bien voulu me communiquer, en juillet 1934, le texte de la note ci-dessous, texte que, d'accord avec son auteur, j'ai le plaisir de reproduire intégralement ici :

Note sur quelques échantillons du Nummulitique de la région Zunuz-Harzand

par W. LEUPOLD

Les échantillons de roches nummulitiques soumis à mon examen par M. H. Rieben peuvent être subdivisés en trois groupes d'après leur aspect lithologique et leur contenu micropaléontologique.

GROUPE I

Les échantillons H 67, H 2 et H 5 sont des calcaires jaune ocre, un peu glauconieux, très riches en grandes Nummulites. Sous le numéro H 23 sont réunies quelques grandes Nummulites détachées provenant de calcaires semblables.

Faunes :

H 67 :

1. Nummulite microsphérique de grande taille, 10-18 mm. de diam. sur $2^{mm},5$ d'épaisseur, appartenant au groupe *N. irregularis-distans*. Il s'agit d'une forme de transition entre ces deux espèces, forme très voisine de *N. distans* var. minor d'Archiac et Haime de

la vallée d'Aratch (Paphlagonie), ou plus encore de *N. distans* var. *minor* d'Arch. et Haime, très fréquente dans les marnes d'Aref (Argeş), Carpathes méridionales, d'où elle a été décrite par M. Popescu-Voiteşti (Les Nummulites de grande taille des régions carpathiques et leur distribution géographique; *Revista Muzeului geol.-miner. Univ. Cluj*, 2, 1927).

2. Nummulite macrosphérique très voisine de *N. tchihatcheffi* d'Arch. et représentant certainement la compagne A de la précédente.
3. *N. atacicus* Leym.
4. *N. subatacicus* Douvillé.
5. *N. guettardi* d'Arch., au sens de M. H. Douvillé, 1919 (L'Eocène inférieur en Aquitaine et dans les Pyrénées).
6. Petite Nummulite montrant quelques forts granules concentrés autour de l'apex de la surface et situés sur les filets radiaires, qui vont tout droit vers la périphérie. Cette Nummulite pourrait de préférence être désignée comme *N. lucasi* A, Douvillé, au sens restreint qu'a donné à ce nom M. F. Bieda (Remarques sur la nomenclature et la classification de certaines espèces de Nummulines, 1re partie, *Bull. Acad. Polonaise sc. et lettres, Classe sc. math. et nat.*, sér. B, Sc. nat., 1930).

H 2 et H 5 :

1. *Nummulites irregularis* Desh. type.
2. *N. subirregularis* de la Harpe.
3. *N. atacicus* Leym.
4. Les trois espèces qui viennent d'être mentionnées, plus les autres petites Nummulites décrites sous H 67.

H 23 :

Diverses grandes Nummulites détachées :

1. Nummulite identique au nº 1 de l'échantillon H 67.
2. *N. irregularis* Desh. type.
3. *N. atacicus* Leym.

GROUPE II

Les échantillons de ce groupe (nos Z 227, Z 228, Z 229 et Z 63) sont des grès calcaires passant à des calcaires gréseux, de couleur gris foncé, parsemés de petites lentilles marneuses de quelques centimètres de diamètre (« Tongallen ») et très riches en petites Nummulites; celles-ci atteignent une taille de 5 mm. au maximum.

Faunes :

Z 227 :

1. Petite Nummulite microsphérique du groupe de *N. globulus;* cette petite Nummulite pourrait, de préférence, être désignée comme *N. ramondi* Defr. au sens de M. F. Bieda 1930 (*l. c.*, plus haut; = *N. rotularia* Desh. au sens de M. P. Rozlozsnik 1929 (Studien über Nummuliten, *Geologica Hungarica*, ser. pal., fasc. 2).
2. Petite Nummulite macrosphérique du groupe de *N. globulus*, apparemment la compagne A de la première et pouvant être

désignée sous le nom de *N. guettardi* d'Arch., au sens de M. H. Douvillé 1919 (*l. c.*, plus haut; = *N. rotularia* Desh., forme A au sens de M. P. Rozlozsnik, 1929 *l. c.*).

3. *Assilina granulosa* d'Arch. — *Assilina leymeriei* d'Arch. et Haime.

Z 63, Z 228, Z 229 :

Ces trois échantillons présentent une faune identique :

Nummulites guettardi d'Arch., identique au n° 2 de l'échantillon Z 227.

Assilina granulosa d'Arch. — *Ass. leymeriei* d'Arch. et Haime.

GROUPE III

Les échantillons de ce groupe (Z 7 et Z 73) peuvent être décrits comme suit : calcaires très sableux en dalles minces. Les petites Assilines y abondent, de sorte que l'on pourrait parler d'une lumachelle d'Assilines. Z 7 montre une patine de décomposition rousse, tandis que l'échantillon Z 73, d'ailleurs identique mais plus frais, se compose d'une pâte marno-gréseuse grise, un peu verdâtre, fortement glauconieuse, d'où se détachent en masse de petites Assilines de couleur rousse.

Faunes :

La faune de Nummulites de ces deux échantillons est identique, et la même que celle des échantillons Z 63, Z 228 et Z 229, décrite plus haut. Mais Z 228 contient en outre des Discocyclines.

Conclusions stratigraphiques.

Il y a peu d'années encore, on n'aurait pas hésité à prendre ces roches, particulièrement celles du groupe I, pour du Lutétien incontestable, celui-ci étant suffisamment attesté par la présence de grandes Nummulites. Toutefois, notre opinion a évolué à cet égard, et nous ne savons encore jusqu'où nous conduiront nos recherches ultérieures. Tout récemment, j'ai tenté d'exposer en un résumé les modifications que sont appelées à subir nos conceptions relatives à la stratigraphie du Nummulitique alpin, par suite des découvertes micropaléontologiques faites entre autres dans les Pyrénées et dans le bassin de l'Aquitaine, pays classiques de la stratigraphie nummulitique (W. Leupold, Neue mikropaläontologische Daten zur Altersfrage der alpinen Flyschbildungen ; *Ecl. geol. Helv.*, 26, 1933). J'ai démontré l'importance toujours plus grande qu'il faut attribuer aux couches d'âge paléocène dans les zones de plissements alpins, aux dépens du Lutétien dont la transgressivité dans ces zones paraissait partout prouvée; alors que, dans les zones à faciès Flysch, le Lutétien se rattache au Crétacé par des séries compréhensives embrassant tout le Paléocène.

Les échantillons que nous avons examinés, et provenant de la Perse septentrionale, rentrent tout à fait dans le cadre de ces nouveaux problèmes stratigraphiques. Je ne crois pas qu'on doive attribuer ces faunes au Lutétien, mais plutôt au Paléocène supérieur. Touchant les grandes Nummulites, telles que celles des échantillons du groupe I, M. H. Douvillé a prouvé que leur apparition en Aquitaine eut lieu dès

le Paléocène (H. Douvillé, *l. c.*, ainsi que H. Douvillé et G. O'Gorman, l'Eocène du Béarn, *B. S. G. F.*, 4me sér., t. XXIX, 1929). *Num. atacicus* apparaît dès le Thanétien supérieur, *N. irregularis* dès le Sparnacien, une variété de *N. distans* très voisine de la nôtre apparaît dans le Cuisien à Bos d'Arros et à Gan. Il est vrai que ces formes ont encore vécu dans le Lutétien inférieur, mais ce qui me paraît très caractéristique, c'est le fait que dans nos échantillons, comme d'ailleurs aux localités paléocènes de l'Aquitaine et du Flysch des Alpes, elles se présentent sans être accompagnées d'aucune *grande* forme granuleuse. On ne saurait attribuer ce fait au hasard ou à une différence de faciès. Il est vrai que l'on trouve du Lutétien incontestable à Nummulites du groupe de *N. perforatus*, *N. laevigatus* et *Assilina exponens*, en divers endroits des chaînes anatoliennes et iraniennes, mais notre faune, à mon avis, se différencie très nettement des faunes de ce Lutétien transgressif. Hors les grandes Nummulites des échantillons du groupe I, les petits éléments de cette faune appartiennent tous à des formes exclusivement cantonnées dans le Paléocène, conformément du reste à ce que l'on constate en soumettant les anciennes listes de formes nummulitiques à un examen critique toujours plus serré. Parmi ces petits éléments, mentionnons *Num. globulus*, *Num. lucasi* Douv., *Assilina granulosa-leymeriei*. Il me paraît donc très probable qu'on se trouve en présence du Paléocène supérieur : de l'Yprésien ou du Cuisien. Nous manquons malheureusement de données stratigraphiques suffisantes qui nous permettent de préciser de près la succession stratigraphique de ces trois groupes d'échantillons, mais il me paraît peu vraisemblable que la différence d'âge entre ces groupes soit très grande.

On trouve des équivalents de ce Flysch paléocène au Nord et au Sud de la région qui nous intéresse. Au Nord, en Arménie, le Paléocène existe soit sous forme de conglomérats et de couches à lignites surmontées par du Lutétien marin transgressif, soit sous la forme d'un Flysch à bancs calcaires passant insensiblement vers le haut aux grès lutétiens. Une formation de Flysch analogue à la précédente, et commençant déjà dans le Crétacé supérieur, se trouve également sur les pentes méridionales du Caucase; c'est dans la partie supérieure de ce Flysch que Renngarten vient de trouver une faune tout à fait analogue à la nôtre et qui est aussi paléocène à mon avis. En voici la composition qui est très voisine de celle de nos échantillons : *Num. atacicus*, *N. globulus* type et variétés, *Num.* cf. *girondicus*, *Num. murchisoni*, *Assilina* cf. *formai* (V. Renngarten, Les Orbitoïdes et les Nummulites du versant sud du Caucase. *Transact. geol. and prospect. Serv. U. S. S. R.*, fasc. 24, 1931). Au Sud, on trouve des équivalents du Flysch paléocène de l'Azerbeidjan persan dans la puissante série de Laki du Béloutchistan et du Sind; cette série contient une faune tout analogue de Nummulites : *Num. atacicus*, *Num. irregularis*, *Num. mamilla* ?, *Assilina granulosa-leymeriei* (W. L. F. Nuttall, The stratigraphy of the Laki series (Lower Eocene) of parts of Sind and Baluchistan (India); *Quarterly Journ.*, vol. 81, 1925, pp. 417 sqq.).

Appendice II

Notice météorologique.

(Addition faite pendant l'impression.)

A notre connaissance, les seules informations que différents auteurs (Kaehne, **91** ; Gilliat-Smith, cf. **133**) aient pu obtenir jusqu'à maintenant touchant les précipitations en Azerbeidjan persan, reposent sur des observations qui semblent n'avoir été faites qu'en une seule année, à Rizaye (Urmia). La somme indiquée est de 540 mm. environ.

Selon notre opinion, la moyenne annuelle des précipitations, pour la plus grande partie de l'Azerbeidjan persan, doit être notablement inférieure à ce chiffre. Nous donnons ci-dessous le résumé de nos observations météorologiques faites dans le quartier S.W. de Tauris (Leylâbâd), de 1924 à 1931.

	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	Moyennes mm.
Janvier	22	10	38	6	9	23	2	22	16,5
Février	51	5	23	7	37	39	36	8	25,8
Mars	53	45	24	14	39	55	5	22	32,1
Avril	90	30	59	14	91	16	47	38	48,1
Mai	114	33	90	26	16	57	31	73	55,0
Juin	66	7	21	10	14	traces	2	17	17,1
Juillet	13	traces	traces	32	5	32	4	3	11,1
Août	3	»	»	traces	8	3	1	2	2,1
Septembre	3	14	»	1	5	14	3	1	5,1
Octobre	43	43	1	1	5	2	21	34	18,8
Novembre	26	13	8	49	13	5	9	40	20,4
Décembre	78	43	20	14	13	7	55	16	30,8
Totaux :	562	243	284	174	255	253	216	276	282,9

Moyenne des huit années 1923-1931 : *283* mm. en chiffre rond.

Pour la période de 1913 à 1923, je ne dispose pas de mesures, mais seulement de souvenirs. Autant que j'en puis juger aujourd'hui, il a dû y avoir, pendant cette période, deux années où les précipitations peuvent avoir été voisines du chiffre de 1924; et par contre deux autres années (1917 et 1918) où elles ont été bien inférieures au chiffre de 1927.

La moyenne annuelle de la température paraît être, à Tauris, légèrement supérieure à + 12° C. Les extrêmes que nous avons observés de 1913 à 1931 sont + 38° et — 20° C. Pendant l'hiver 1932-1933, le thermomètre est fréquemment descendu au-dessous de — 20° C., et il aurait atteint, à ce qu'on m'assure, le chiffre de — 27° C.

Appendice III

Inondations et reboisement.

(Addition faite pendant l'impression.)

Plusieurs quartiers de Tauris sont exposés aux méfaits des torrents. A notre connaissance, depuis 1915, malgré les mesures prises pour endiguer ces derniers, les ravages ont été de plus en plus fréquents : chaque année jusqu'en 1929, des maisons ont été détruites et des cultures anéanties. Cet été-là, une partie importante de la ville a été inondée à deux reprises. Aux environs de Sardary, la moitié d'un village a été emportée et il y eut de nombreuses victimes.

Etant donnée la situation de Tauris, il est d'ailleurs surprenant que cette agglomération n'ait pas été plus gravement atteinte. En effet, comme nous l'avons vu, Tauris s'étend sur des alluvions en voie d'accumulation rapide. La plus grande partie des habitations et les trois quarts des jardins qui constituent cette vaste oasis s'étalent sur des cônes de déjection à grand rayon, dus aux torrents venus du secteur N.N.E. du Sehend et de ses avant-monts. Les oueds du bassin de la Levantshaï, qui confluent ou convergent au nombre d'une dizaine aux environs immédiats de la ville, ont un bassin d'alimentation de quelques centaines de kilomètres carrés. Qu'on se représente les effets d'un orage estival un peu moins localisé qu'en temps ordinaire !

Il va de soi que les cailloux, sables et limons se déposent aux débouchés des torrents qui les charrient. En l'occurrence, ces débouchés se trouvent au bord même de l'oasis de Tauris. Il faut donc, par l'aménagement et l'entretien de chenaux artificiels appropriés, reporter ces débouchés le plus loin possible des lieux habités et des cultures.

Les digues qui, dans ces dernières années, ont été élevées ou reconstruites au S., au S.W. et au S.E. de la ville, ont des chances d'être efficaces, à condition toutefois que les chenaux qui longent ces digues aient partout une pente suffisante, soient constamment surveillés et soient débarrassés de tout dépôt.

Pour diminuer la quantité des alluvions que déchargent ces torrents, des mesures de reboisement, à exécuter le long des ravins situés entre la ville et le Sehend central, sur les pentes sablonneuses et complètement dénudées, sont tout indiquées. A cet effet, conseillé par M. Ed. Richards, ingénieur forestier américain, nous avons dès 1923 poursuivi régulièrement dans notre jardin, à Tauris, des expériences sur l'acclimatation d'essences exotiques; nous sommes arrivé à la conclusion que les plantes xérophiles arborescentes appelées vulgairement « saksaoul » conviendraient particulièrement au reboisement des versants en question. Plusieurs espèces du genre *Salsola*, dont les graines provenaient du jardin botanique de Tashkent, ont prospéré normalement dans un sol sablonneux que nous avions fait amener des collines situées au S.W. de la ville. Certains de ces végétaux, en l'espace de

sept ans, ont atteint $2^{m},5$ de hauteur, sans avoir été ni arrosés ni irrigués. Dans la cour où ils se sont acclimatés, les précipitations annuelles, pendant la durée de cette expérience (1925 à 1931), ont été, suivant nos propres mesures, de 243 mm. en moyenne. Nous avons appris que ces arbres ont fort bien résisté aux froids exceptionnels de l'hiver 1932-1933, alors que le thermomètre est fréquemment descendu en dessous de — 20° C. Parmi plusieurs espèces de Conifères que nous avons tenté d'acclimater de 1923 à 1931, seul *Cupressus arizonica* nous a donné des résultats probants; malheureusement, si nous sommes bien informé, l'hiver 1932-1933 a dû être fatal à cette essence. Au surplus, nous avons appris récemment que la ville de Tauris, en juillet 1934, a été victime d'une inondation plus étendue et plus désastreuse encore que celles de 1929.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

PRÉFACE 19

PREMIÈRE PARTIE. *Aperçu de la stratigraphie* 23

Schistes anciens, 23. — Dévonien supérieur, 23. — Calcaire noir de Kiöv, 24. — Anthracolithique supérieur, 24. — Trias, 25. — Lias, 25. — Jurassique moyen, 25. — Tithonique, 25. — Eocrétacé, 25. — Mésocrétacé, 25. — Formation flyschoïde de type Gosau, 26. — Nummulitique, 26. — Néogène inférieur marin, 26. — La « formation gypso-salifère », 26. — Les Couches à lignite (Pontien), 27. — Les Couches lacustres à Poissons (Pliocène), 28. — Les Tufs alluvionnés et les hautes terrasses, 28. — Les terrasses moyennes, 28. — Les basses terrasses, 28. — Les travertins, 28.

DEUXIÈME PARTIE. *Description d'itinéraires et de régions*. 29

CHAPITRE I. *Sur le Miocène de la région de Tauris (Tabriz)*. . . . 29

Généralités sur le Gypso-salifère des environs de Tauris, 29. — Le canyon de l'Adjy, 30. — L'Aynal-Zaynal, 31. — Phénomènes d'antécédence et captures, 33. — Subdivisions du Gypso-salifère et plissements de couverture, 34. — Le Gypso-salifère au N.W. de Tauris, 37. — Les poudingues du Gypso-salifère, 38. — Vestiges organiques et couches à Plantes, 39. — Gisements de sel, 40.

CHAPITRE II. *Les collines de Baghmeshe* 41

Couches à lignite, 41. — Le Bahlul, 46. — Le Babadagh, 47. — Filons-couches de l'Aynal-Zaynal, 47.

CHAPITRE III. *Le Pliocène et le Quaternaire dans la région de Tauris* 48

Les Couches à Poissons, 49. — Les Tufs alluvionnés, 50. — Vestiges de glaciation, 52. — Des terrasses en général, 53. — La haute terrasse, 54. — Des terrasses moyennes, 54. — Des basses terrasses, 55. — Conclusions relatives aux terrasses, 58.

CHAPITRE IV. *Le soubassement du Néogène de la région taurisienne* . 58

La boutonnière de Kiöv, 58. — La région du Taqalty, 59. — La région de Shibly et d'Arishtenâb, 60. — La bordure méridionale du Qaradagh, 61.

Pages

CHAPITRE V. *La région du Misho-Moro* 64

Généralités, 64. — Gabbros, 65. — Schistes anciens, 65. — Granites et porphyres microgranitiques, 65. — Grès et quartzites, 66. — Le Permien supérieur, 66. — Calcaires et grès, 69. — L'Eocrétacé, 70. — Le Néogène inférieur marin, 71. — Le Gypso-salifère, 73. — Tufs volcaniques, 74. — Alluvions anciennes et alluvions récentes, 75. — Dépôts éoliens, 75.

CHAPITRE VI. *Notes sur la région de Khoï* 76

CHAPITRE VII. *La région de Zunuz et de Harzand* 80

La zone de Zunuz, 80. — La zone de Harzand, 81. — Le Dévonien supérieur, 82. — La boutonnière du Dehrgâh, 82. — La boutonnière d'Öwly, 84. — Microgranites, 86. — Le Permien supérieur, 86. — Le Trias et le Jurassique, 89. — Le Crétacé, 91. — Le complexe flyschoïde, 92. — Les poudingues, 93. — Le Nummulitique, 93. — Remarques concernant les trois formations précédentes, 95. — Le Gypso-salifère, 97. — Terrains volcaniques, 98. — Travertins quaternaires, 103. — Notes sur la morphologie, 105.

CHAPITRE VIII. *Notes sur le Qaradagh* 106

Subdivision en zones tectoniques, 106. — Le massif Daratshin-Uzundil, 107. — La zone de Mardanam (Complexe du Qaradagh), 108. — La zone de Khanaga (Eocrétacé), 110. — La zone de Quli, 112. — Le synclinal de Kialla, 113. — Itinéraire Kialla-Vina-Khudaferin, 113. — Résumé, 114. — Morphologie, 114.

TROISIÈME PARTIE. CONCLUSIONS 115

Stratigraphie, 115. — Tectonique, 117. — Volcanisme, 119. — Epilogue, 122.

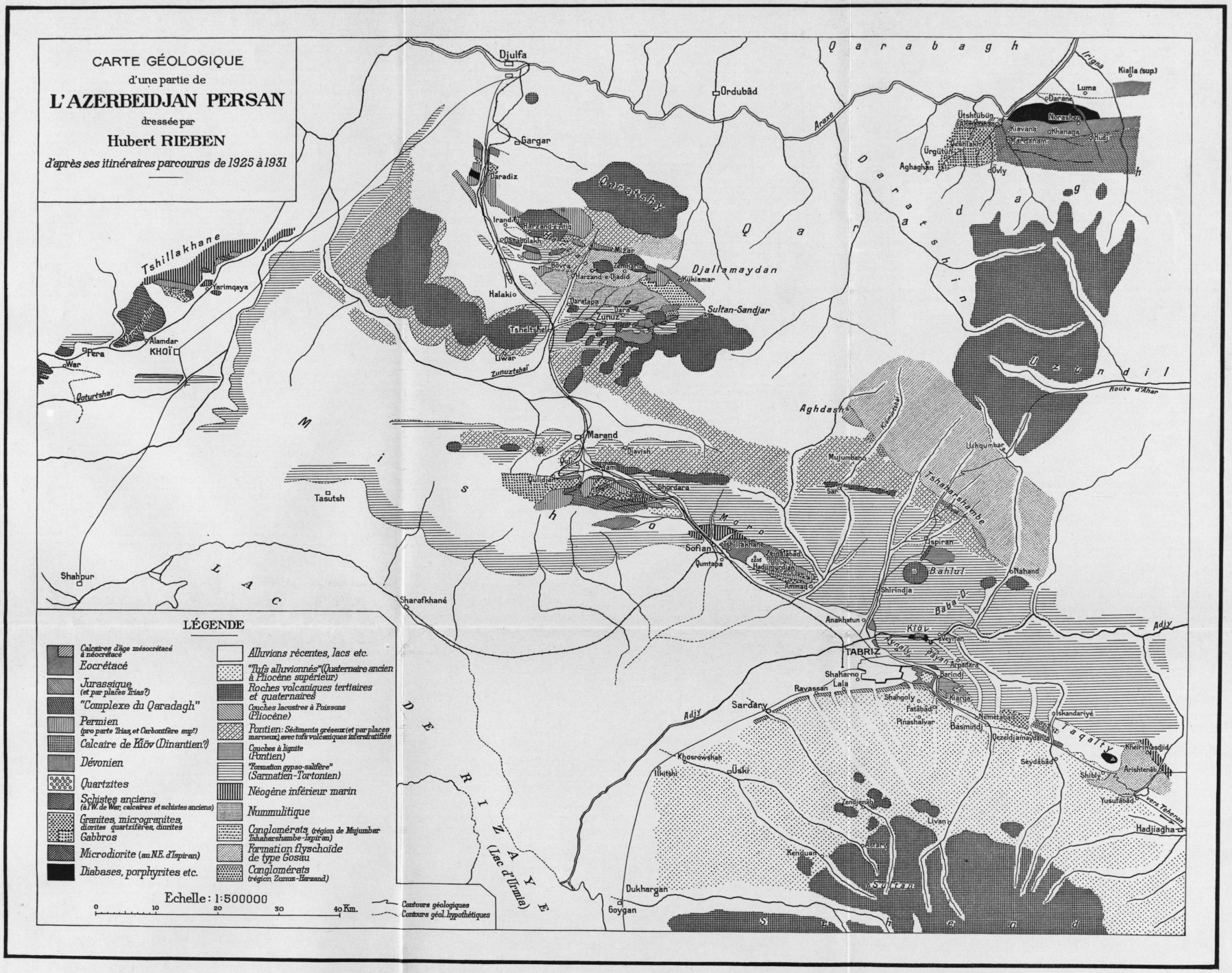
BIBLIOGRAPHIE 123

APPENDICE I. Fossiles du Nummulitique de Zunuz-Harzand (avec une « Note sur quelques échantillons du Nummulitique de la région Zunuz-Harzand », par W. LEUPOLD) 136

APPENDICE II. Notice météorologique 140

APPENDICE III. Inondations et reboisement 141

Fin du manuscrit reçue le 2 mai 1935.
Dernières épreuves corrigées le 6 juin 1935.


CARTE GÉOLOGIQUE
d'une partie de
L'AZERBEIDJAN PERSAN
dressée par
Hubert RIEBEN
d'après ses itinéraires parcourus de 1925 à 1931
LÉGENDE
Calcaires d'âge mésocrétacé à néocrétacé
Eocrétacé
Jurassique (et par places Trias?)
"Complexe du Qaradagh"
Permien (pro parte Trias, et Carbonifère sup?)
Calcaire de Kiöv (Dinantien?)
Dévonien
Quartzites
Schistes anciens (à l'W. de War; calcaires et schistes anciens)
Granites, microgranites, diorites quartzifères, diorites
Gabbros
Microdiorite (au N.E. d'Ispiran)
Diabases, porphyrites etc.
Alluvions récentes, lacs etc.
"Tufs alluvionnés" (Quaternaire ancien à Pliocène supérieur)
Roches volcaniques tertiaires et quaternaires
Couches lacustres à Poissons (Pliocène)
Pontien: Sédiments gréseux (et par places marneux), avec tufs volcaniques interstratifiés
Couches à lignite (Pontien)
"Formation gypso-salifère" (Sarmatien-Tortonien)
Néogène inférieur marin
Nummulitique
Conglomérats (région de Mujumbar Tshaharshambe-Ispiran)
Formation flyschoïde de type Gosau
Conglomérats (région Zunuz-Harzand)
Contours géologiques
Contours géol. hypothétiques
Echelle: 1:500000
0 10 20 30 40 Km.
Djulfa
Ordubâd
Gargar
Qaradiz
Irandi
Qaraqulakh
Qaraqashy
Djallamaydan
Kukiamar
Sultan-Sandjar
Halakio
Tshelfshel
Zunuz
Harzand-e-Djadid
Tshillakhane
Tarimqaya
Alamdar
KHOÏ
Pera
War
Qoturtshaï
Zunuztshaï
Liwar
Marand
Djavish
Shordara
Tasutsh
Shahpur
Sharafkhané
Sofian
Qumtapa
Ammad
Aghdashe
Mujumbar
Ushqumbar
Tshaharshambe
Ispiran
Bahlul
Nahand
Shirindja
Anakhatun
Kiöv
TABRIZ
Shaharno
Lala
Ravassan
Sardary
Shahgoly
Fatâbâd
Pinashalvar
Barindj
Arpadara
Karge
Remetabad
Dasmindj
Iskandariyé
Qezeldjamaydan
Seydâbâd
Shibly
Kheirabadjid
Arishtenâb
Yusufâbâd
Hadjiagha
Taqalty
Khosrowshah
Ilkhchi
Üski
Zendjenâb
Livan
Kenduan
Dukhargan
Goygan
Lac d'Urmia
Mishu
Qaradagh
Qaratashin
Uzun dil
Route d'Ahar
Aras
Adjy
Irgna
Kialla (sup.)
Luma
Qarane
Nordshur
Kievana
Khanaqa
Hudj
Aghaghan
Gövly
Ürgütün
Vers Téhéran

Echelle des coupes 1 à 13, 1:100000

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 Km.

0 1 2 3 4 5 10 15 20 25 30 Km.

Echelle des coupes 14, 17 et 18, 1:187500

COUPES GÉOLOGIQUES DANS L'AZERBEIDJAN PERSAN

et figures diverses

par Hubert RIEBEN

Toutes les coupes et figures sont schématiques

Les coupes 1 à 13 forment un ensemble coordonné

Légende des coupes 1 à 18:

- *Calcaire de Kiör (Dinantien?)*
- *Dévonien*
- *Schistes anciens (à l'W de Wer, calcaires et schistes)*
- *Granites, microgranites diorites quartzifères, diorites.*
- *Gabbros*
- *Gabbros plus ou moins laminés*
- *Diabases, porphyrites etc.*
- *Serpentine*
- *Formation flyschoïde de type Gosau*
- *Conglomérats (région Zunuz-Tiarzand)*
- *Calcaires d'âge néocrétacé à mésocrétacé*
- *Eocrétacé*
- *Jurassique (et par places Trias?)*
- *"Groupe du Qaradagh"*
- *Permien (pro parte Trias, et Carbonifère supérieur)*
- *Pontien: Sédiments gréseux (et par places marneux), avec tufs volcaniques, et roches volcaniques diverses*
- *Couches à lignite (Pontien)*
- *"Formation gypso-salifère" (Sarmatien-Tortonien)*
- *Néogène inférieur marin Conglomérat de base*
- *Nummulitique*
- *Conglomérats (région de Mojumbar-Tabahershambe-Ispiran)*
- *Alluvions récentes*
- *Travertins*
- *Roches volcaniques tertiaires et quaternaires*
- *Poudingues de la basse terrasse*
- *"Tufs alluvionnés" (Pliocène sup. à Quaternaire ancien)*
- *Couches à Poissons (Pliocène)*

COUPE 13. S — Livar — Halaky — Harzand-e-Atiq — N. Alt. 1000 m.

COUPE 12. S — Mishо — Quli — Marand — Sangboran — Qaratapa — Abel — Bövra — Harzand Dagh — N. Alt. 1000 m.

COUPE 11. S — Misho — Yam — Djavesh — Dehrgäh — Zunuz — Bughdadaghy — Mizar — Qeledj Dagh — N. Alt. 1000 m.

COUPE 10. SSW — Dehrgäh — Zunuz — Diza — Zemharir — Tshengel — Qaratshy — NNE. Alt. 1000 m.

COUPE 9. S — Seyfaly — Zunuzak — Diza — Zira — N. Alt. 1000 m.

COUPE 8. SSW — Navassar — Sarkash — Aghdash — NNE. Alt. 1000 m.

COUPE 7. SSW — Qumtapa — Tshillakhane — Moro (W) — NNE. Alt. 1000 m.

COUPE 6. SSW — Ammad — Moro (E) — NNE. Alt. 1000 m.

COUPE 18: A travers la région Khanaga-Noroshen (*Qaradagh*). S — Khanaga — Darane — Araxe — N. Alt. 500 m.

Fig. 20. Plis du Gypso-salifère, avec contact anormal (*trait discontinu*) entre les Grès supérieurs (*à gauche en haut*) et les Marnes inférieures (*à droite en bas*). *Vue prise à mi-hauteur des falaises dominant Baghmeshe.* Terrasse moyenne, 1600 à 1650 m.

Fig. 21. Plis du Gypso-salifère à l'extrémité Est des falaises de l'Aynal-Zaynal. *Vue prise au-dessous du col de Payan.* Terrasse moyenne, 1600 à 1650 m.

COUPE 5. SW — Ravassan — Adjy — Anakhatun — Bahlul — Shordara — Ispiran — Tshaharshambe — NE. Alt. 1000 m.

COUPE 17: A travers les montagnes au NW et au N de Khoï. SW — Qaraqoshun — Tshillakhane — Yarimqaya — NE. Alt. 500 m.

COUPE 4. SSW — Tabriz — Aynal-Zaynal — Adjy — Bababaghy — Bahlul — NNE. Alt. 1000 m.

Fig. 19.– Le versant gauche de la vallée de la Kiömürtshaï, vu du caravansérail d'Anakhatun. *La rivière s'écoule au SSW (vers la droite du dessin) et le versant est orienté, en gros, NNE–SSW.* Aynal-Zaynal — Gypso-salifère — Alluvions récentes de la Kiömürtshaï. Poudingues de la basse terrasse; Alluvions anciennes; Grès du Pontien à galets volcaniques; Couches à lignite du Pontien; Gypso-salifère.

COUPE 3. SSW — Maralan — Qulla — Aynal-Zaynal — Adjy — NNE. Alt. 1000 m.

COUPES 15 et 16, passant par Baghmeshe, faubourg de Tabriz. Echelle approximative 1:6300.

COUPE 16. SSW Baghmeshe (aval) — Aynal-Zaynal — NNE. Alt. env. 1350 m.

COUPE 2. SSW — Paykariye — Sarydagh — Baghmeshe — Aynal-Zaynal — Kiöv — Bababaghy — NNE. Alt. 1000 m.

COUPE 15. Sarydagh — Baghmeshe (amont). Alt. env. 1350 m.

COUPE 1. S — Kiarga — Arpadara — Veynar — Bababaghy — N. Alt. 1000 m.

COUPE 14: Du Sehend à la bordure sud du Qaradagh. SSW — Sehend — Sultan — Nurdagh — Astary — Zendjenäb — Tabriz — Aynal-Zaynal — Bahlul — Ispiran — Ushqumbar — NNE. Niveau de la mer.