Sur le Jurassique et le Crétacé du Band-e-Turkestan (Afghanistan du Nord-Ouest)

par ALBERT F. DE LAPPARENT * et JOVAN STÖCKLIN **

Sommaire. — La partie orientale du Band-e-Turkestan (Afghanistan du NW) est formée par un axe de schistes et grès à Végétaux, que l'on rapporte au Jurassique continental et non au Trias. Il est encadré par du Sénonien discordant.

Deux contre-empreintes d'un Vertébré quadrupède ont été trouvées dans les grès et sont comparées à une forme signalée en Chine dans le Jurassique. Ce secteur du Band-e-Turkestan est limité par des zones faillées qui font surgir la montagne comme un horst. Les sommets montrent une haute surface d'érosion à 3 200-3 300 m d'altitude.

Summary. — The eastern part of Band-e-Turkestan (NW Afghanistan) consists of continental shales and sandstones with plant remains ascribed to Jurassic, not to Trias. It is surrounded by Senonian, which overlies the Jurassic with marked unconformity.

Two footprints of a quadrupedal vertebrate have been found in Jurassic sandstones; they are compared with similar tracks from China.

This part of Band-e-Turkestan is bordered by major faults, and the mountain rises as a horst. The top coincides whit an erosion level, at an altitude of 10,500 feet.

Située tout au NW de l'Afganistan, la chaîne du Band-e-Turkestan forme un relief dépassant 3 000 m, allongé d'E en W sur 100 km (fig. 1). Elle constitue une barrière morphologique bien tranchée, entre les plateaux découpés du Murghab au S et les plaines du Turkestan au N. Cette montagne inhabitée, au N de laquelle s'éparpillent des villages Uzbeks, est à peine explorée du point de vue géologique. Vue de loin, elle apparaît formée de schistes et de grès sombres, encadrés par des marnes et calcaires blanchâtres du Crétacé. On la voit remarquablement, dans un encadrement naturel très vaste, sur la photographie prise de la capsule Gemini V [11, p. 202].

Outre des survols en avion, nous avons visité la vallée de Sar-e-Haouz et nous avons remonté jusqu'en haut la vallée d'Almar. La partie N de celle-ci avait été examinée par des géologues soviétiques [12], mais le secteur au S de Cheneli ne semble pas avoir été étudié. Nous rapportons quelques observations nouvelles sur la partie orientale du Band-e-Turkestan et nous les groupons ainsi :

1. Les terrains crétacés.
2. La boutonnière de Gudah.
3. Les schistes et grès du Band-e-Turkestan et les traces de pas de Vertébré.
4. Aperçu structural.

Conclusion.

1. — LES TERRAINS CRÉTACÉS (fig. 2).

Ils se présentent ondulés en grands plis, profondément attaqués par l'érosion.

Sous les marnes rouges à gypse de l'Eocène inférieur, constamment présentes en bordure du Turkestan, on a :

5 — Calcaires massifs et calcaires crayeux ou cristallins blancs (200 m). Une plaque mince dans un morceau prélevé à Darra Akhzi, à 12 km au S de Maymena, montre une microfaune peu caractéris-

* I.G.A.L., 21, rue d'Assas, 75006 Paris.
** United Nations, box 1555, Teheran, Iran.
Note présentée à la séance du 20 décembre 1971.

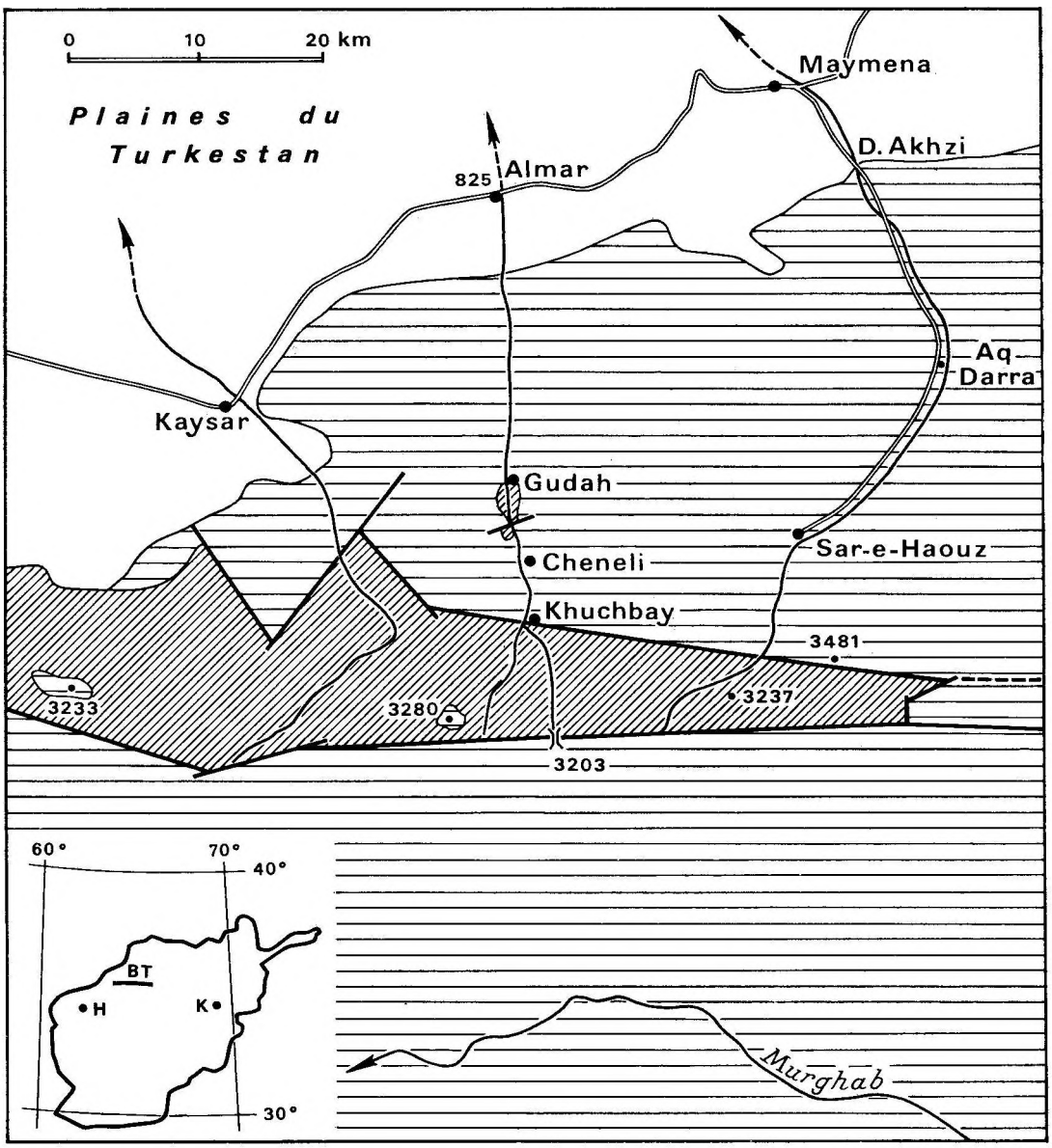

FIG. 1. — Esquisse géologique de la moitié orientale du Band-e-Turkestan (BT). H : Hérat; K : Kaboul.

tique : *Lagena, Lingulina, Globulina* et Ostracodes (déterm. P. Marie). Par comparaison avec la coupe de Tashkurgan, où l'on rencontre au même niveau des Orbitoïdes et *Siderolites*, ces calcaires doivent correspondre au Maestrichtien et, pour les derniers bancs, probablement au Paléocène.

4 — Marnes verdâtres, épaisses de 400 m. Un lavage d'un échantillon prélevé près de Aq Darra, 30 km au S de Maymena, a donné une abondante microfaune : *Hormosina* sp., *Hemisphaerammina batalleri* LOEBL. TAPP., *Haplophragmium emaciatum* CUSHM., *Haplophragmium* sp., *Dorothia chandleronsis* TAPP., *Ammodiscus cretaceus* REUSS, *Trochammina* sp., *Flabellina rugosa* D'ORB., *Enantiodentalina communis* D'ORB., *Bulimina obtusa* D'ORB., *Gumbelina blobulosa* EHRB., *Gyroidina umbilicata* D'ORB., *Rotamorphina allomorphinoides* REUSS., *Globigerina cretacea* D'ORB., *Rosalinella linnei* D'ORB.

Il y a en outre des spicules uniaxes de Spongiaires siliceux et de nombreux Radiolaires (déterm. P. Ma-

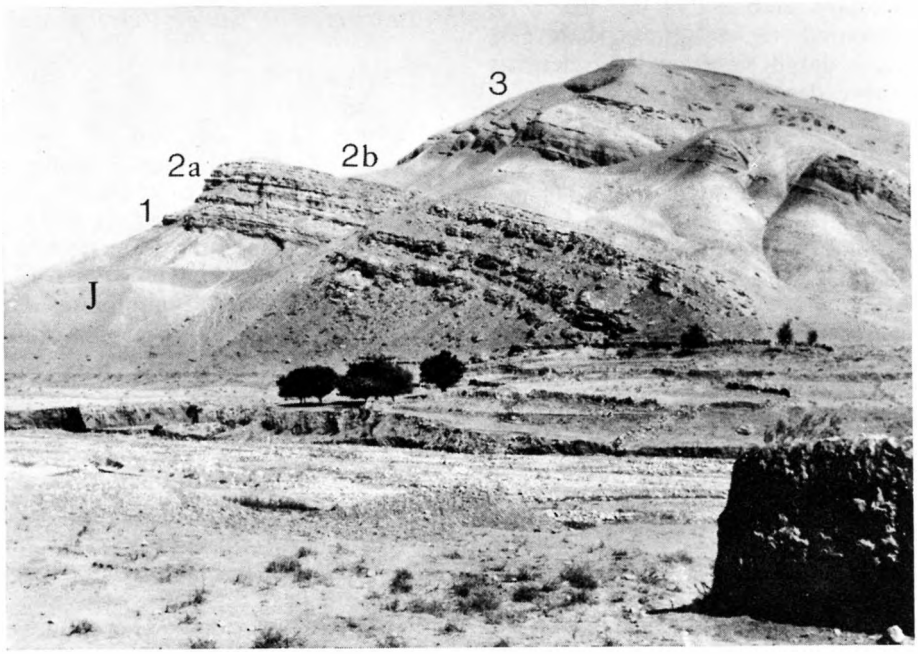

FIG. 2. — Le Crétacé de Gudah. Légende dans le texte.

rie), avec bancs lumachelliques à *Pycnodonta vesicularis* (LMK.) (déterm. de Mme Petitbois-Mongin).

Les Foramminifères cités indiquent le Sénonien et même plus exactement le Santonien. Comme l'échantillon a été prélevé au tiers inférieur de la formation, on peut penser que l'ensemble marneux n° 4 doit couvrir le Santonien et le Campanien.

3 — Au dessous de ces marnes, un ressaut est formé de calcaires gréseux, en plaquettes, localement à stratification entrecroisée (au N de Cheneli), alternant avec des horizons marneux (60 m).

2 — Un talus argileux d'une cinquantaine de mètres comprend 2 niveaux, constants dans la vallée d'Almar : des argiles rouges et blanches, avec masses de gypse (2^b) et des dolomies jaunâtres alternant avec des argiles à gypse (2^a).

1 — La base du Crétacé est grossière et détritique, comportant, sur une dizaine de mètres, des grès rouges, des calcaires gréseux à gros grains de quartz et des conglomérats à galets de quartz.

Ainsi, la transgression du Crétacé supérieur eut lieu dans la région au début du Sénonien. Elle s'est effectuée lentement, d'abord avec des formations détritiques discordantes, suivies de lagunes à évaporites. Ensuite, la mise en eau se fait franchement pendant le Santonien, le Campanien et le Maestrichtien et la mer régressera à l'Eocène inférieur, selon un processus valable dans l'ensemble du Turkestan.

2. — LA BOUTONNIÈRE DE GUDAH.

Vers le milieu de la vallée d'Almar, un anticlinal soulève les couches et une boutonnière d'érosion

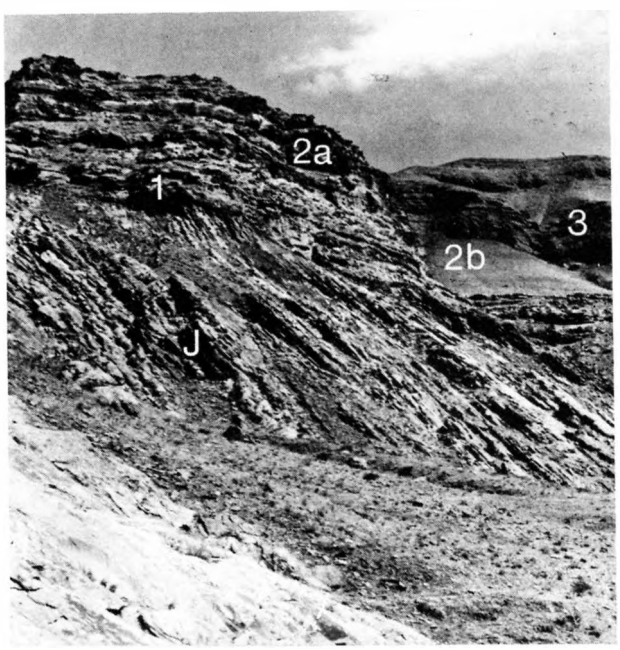

FIG. 3. — La discordance de Gudah. Légende dans le texte.

fait apparaître à Gudah, sous le Crétacé, une série complètement discordante (fig. 3). Il s'agit de grès grossiers, gris clair, à débris végétaux et fragments de bois, alternant avec des schistes noirâtres et des niveaux rouges en plaquettes, fortement plissés avant le Crétacé.

Bien que nous n'ayons pas trouvé de flore déterminable, il paraît à peu près certain qu'il ne s'agit pas de Trias, mais plutôt d'une formation continentale comparable à la « série de Saïghan » (Lias-Jurassique).

3. — Les schistes et grès du Band-e-Turkestan et les traces de pas de Vertébré.

La puisante série des schistes et grès qui constituent la montagne du Band-e-Turkestan émerge brusquement du Crétacé à Khuchbay. Elle est entaillée par de grands ravins, parfois coupés de barres gréseuses infranchissables. Une vallée au S de Khuchbay a été remontée jusqu'au col de Barik-Poya (3 203 m). On traverse ainsi une alternance monotone de grès et de schistes, affectés d'un pendage d'ensemble de 20° vers le S; compte tenu des ondulation et d'un repli anticlinal spectaculaire, on peut évaluer l'épaisseur de la série visible à 2 000 m. Nous avons relevé la succession lithologique suivante, de haut en bas :

8 — Gros bancs gréseux, formant la crête de la montagne.

7 — Alternance de schistes et de grès à ripple-marks.

6 — Faisceau de grès grossiers, avec quelques passées de conglomérats à petits galets de quartz arrondis; nombreuses empreintes de branches d'arbres. Deux contre-empreintes de pas de Vertébré ont été observées sur une dalle, où se voient aussi des pistes de Vers et des traces énigmatiques.

5 — Ensemble de schistes noirs.

4 — Puissant faisceau gréseux.

3 — Schistes noirs.

2 — Grès à ripple-marks et débris végétaux triturés.

1 — Schistes avec bancs de grès, butant contre une faille.

Toute cette formation est d'origine continentale et montre une alternance de sédiments lacustres et d'apports détritiques torrentiels. Les schistes noirs contiennent de la matière organique, mais nous n'avons pas observé de niveaux charbonneux.

Les traces de pas de Vertébré (fig. 4 et 5).

Il s'agit de deux contre-empreintes situées l'une à côté de l'autre, dans le niveau 6. La meilleure mesure 12 cm de long et 10 cm de plus grande largeur. Il a y 4 doigts, allongés, minces, pointus, sans griffes. Les doigts sont très peu divergents, presque parallèles entre eux. Les pelotes sont allongées et bien indiquées, Le talon est large, bien marqué, fortement dissymétrique. On en déduit qu'il s'agit de la contre-empreinte d'une patte gauche.

La deuxième trace, moins bien préservée, est analogue pour le contour et la taille. Les doigts manquent. Le talon est nettement marqué, fort dissymétrique lui aussi, en sens inverse du précédent. On aurait donc là, côte à côte, les traces des deux pieds d'un même animal arrêté ?

Attribution. De telles traces n'ont pas de rapport avec les *Chirotherium* du Trias inférieur et moyen, rapportées à des Reptiles Pseudosuchiens quadrupèdes. Elles diffèrent des traces tridactyles des Dinosaures bipèdes, Théropodes et Ornithopodes, caractérisées par trois gros doigts divergents. Nos traces appartiennent à un quadrupède et elles se rapprochent incontestablement de certaines empreintes décrites du Jurassique de Chine [17].

Il y a là une indication fort suggestive et ce sont les premières traces de pas de Vertébré signalées en Afghanistan.

Fig. 4. — Contre-empreintes de pas de Vertébré sur une dalle de grès.
Vallée au S de Khuchbay. Photographie des deux traces.

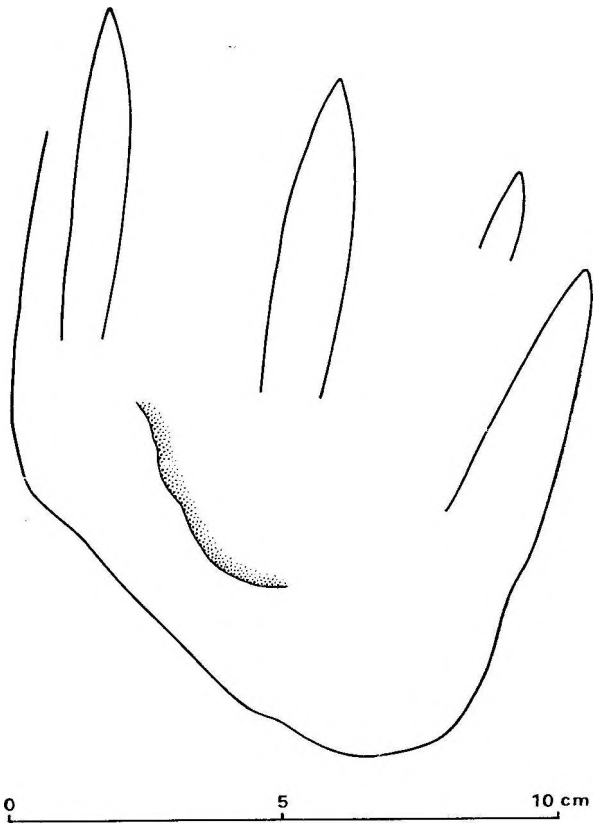

FIG. 5. — *Idem*. Dessin relevé sur place.

Discussion de l'âge.

Quel est l'âge des schistes et grès de cette montagne ? Nous n'avons pas d'argument paléontologique contraignant, puisque ni les traces végétales, ni les empreintes de pas ne donnent d'indications tout à fait sûres. Mais si l'on raisonne par comparaison, on proposera de les rapprocher de la série de Saïghan, d'âge jurassique au sens large, pour les motifs suivants :

— épaisseur localement considérable, ce qui est classique dans le Jurassique du Turkestan afghan;

— différence notable avec les couches triasiques du N de l'Afghanistan [6], qui comportent toujours des horizons marins avec fossiles et d'abondantes roches volcaniques faisant ici complètement défaut;

— abondance de traces végétales;

— rapport des traces de pas avec celles d'animaux jurassiques.

Ainsi, nous ne pensons pas que ce soit le Trias, mais plutôt le Jurassique continental qui constitue la partie orientale du Band-e-Turkestan. Cela corrige le figuré des cartes géologiques existantes (1962, 1967, 1969), mais s'accorderait avec quelques indications des géologues soviétiques ([2, 13] et renseignement oral).

4. — APERÇU STRUCTURAL.

Un aperçu sommaire de la structure permet de dégager quelques faits intéressants.

a) La discordance angulaire de Gudah, comprise entre le Jurassique très plissé d'une part et le Crétacé supérieur transgressif d'autre part (fig. 3), souligne la phase de plissements anté-Crétacé qui a une grande importance en Afghanistan du N. Les ondulations du Jurassique, recoupées par la transgression du Crétacé à Gudah, rappellent un dispositif comparable observé à Chanbachak [8].

b) Le Crétacé supérieur est à son tour plissé avec l'Eocène inférieur en larges ondulations et il est accidenté de failles notables (par exemple au N de Gudah, au S de Maymena, autour de Sar-e-Haouz, etc.). De tels plissements sont d'âge tertiaire, mais antérieurs au Néogène. Une phase post-néogène a d'ailleurs joué ensuite, rajeunissant les reliefs.

c) La montagne du Band-e-Turkestan est ceinturée au N comme au S par des zones faillées très importantes, qui la font surgir à la manière d'un horst, encadré de Crétacé effondré. Cette notion semble nouvelle, car les rares documents géologiques publiés la considéraient comme un bombement anticlinal triasique supportant tout autour le Crétacé transgressif.

Ainsi s'explique la position des calcaires maestrichtiens, au NW de Khuchbay, situés tout près des schistes et grès du Band-e-Turkestan et presque à la même altitude.

La zone faillée et broyée est très large (au moins 1 km) à Kuchbay et elle a facilité dans ce secteur l'effondrement de calcaires maestrichtiens et le développement d'énormes coulées boueuses à partir des marnes sénoniennes.

Au versant méridional du Band-e-Turkestan, une importante cassure marque également un contact anormal entre les schistes et grès jurassiques et de grands panneaux de calcaires crétacés, inclinés vers le S : il manque le plus souvent les couches de base du Crétacé et une partie des marnes.

Le contact stratigraphique et discordant du Crétacé sur le Jurassique est cependant conservé en divers points : au SW de Khuchbay (cote 3 280), un entablement crétacé horizontal repose sur la tranche des grés; plus à l'W, un autre plateau calcaire couronne le Jurassique à 3 233 m (fig. 1).

d) Du point de vue morphologique enfin, on notera que la crête du Band-e-Turkestan présente une régularité qui attire l'attention. Les grès jurassiques comme les calcaires crétacés sont tranchés par une haute surface d'érosion, à une altitude moyenne de 3 200 m - 3 300 m, avec un point culminant à 3 481 m. Cette surface a sans doute une origine complexe, où peut entrer pour une part une surface d'abrasion anté-Crétacé localement conservée et, pour une autre part un aplanissement ante-néogène. Comme d'autres montagnes afghanes nivelées à haute altitude [7], la chaîne du Band-e-Turkestan mériterait aussi une étude morphologique.

CONCLUSION.

A considérer les cartes géologiques existantes, on serait tenté de voir dans le Crétacé entourant le Band-e-Turkestan un prolongement de celui du Kopet Dagh, qui s'étend sur 800 km dans l'Iran du NE [15]. Mais le Kopet Dagh montre une série crétacée très complète, qui surmonte en continuité et en parfaite concordance le Jurassique, marin au sommet, continental à la base. Il y a donc de grandes différences avec la série très incomplète du Crétacé et sa forte discordance sur le Jurassique continental, au Band-e-Turkestan.

Ces différences paraissent confirmer l'importance d'un grand accident Nord-Sud, allant de la pointe de l'Oural et de la mer d'Aral à la frontière irano-afghane [16] et qui, apparemment, se prolonge en une zone ophiolitique importante dans l'Iran extrême-oriental [15]. Ce linéairement géophysique a été appelé « faille du Héri Rud » par V. E. Khaïn [4], qui lui accorde la signification d'une séparation structurale profonde.

Bibliographie

[1] AFGAN GEOLOGICAL SURVEY DEPARTMENT (1969). — Geological map of Afghanistan. 1/1 000 000.

[2] CARTE GÉOLOGIQUE DE L'ASIE CENTRALE (1966). — 1/1 500 000. Moscou.

[3] EGUBOV C.V., BRATACH V.E. et *al.* (1970). — Géologie et possibilités pétrolières en Afghanistan du Nord. Un vol., Moscou.

[4] KHAÏN V.E. (1968). — Les traits principaux de la structure alpine de l'Eurasie, dans les limites du Proche et du Moyen Orient. *Courrier Université Moscou,* n° 2, p. 3-20.

[5] KHAÏN V.E. (1969). — Traits fondamentaux de la structure de la zone alpine de l'Eurasie dans le Proche et le Moyen Orient (3e partie). *Bull. Univ. Moscou,* Géol., n° 2, p. 3-20.

[6] KOLCHANOV V.L., KULAKOV V.V. et MIKAÏLOV K.J. (1969). — Sur la stratigraphie des dépôts triasiques du NW de l'Afghanistan. *Géol. et Prospect.,* n° 7, p. 11-16.

[7] LAPPARENT A.F. DE (1971). — Sur les très hautes surfaces des montagnes afghanes. Essai géomorphologique et stratigraphique. *Géologie alpine,* Grenoble, t. 47, p. 59-67.

[8] LAPPARENT A.F. DE et LAVIGNE J. DE (1965). — A propos de l'âge de la série de Saïghan et du charbon en Afghanistan. *Ann. Soc. géol. Nord,* t. 85, p. 105-109.

[9] MIRZAD S.H. et *al.* (1967). — Geological map of Afghanistan (Schematic Map). 1/500 000.

[10] MIRZAD S.H., KOLCHANOV V.L. et MANUCHARIAN O.A. (1968). — Afghanistan. *Bull. Prirodi Geologie,* XLIII, (1), p. 31-51.

[11] N.A.S.A. (1967). — Earth photographs from Gemini III, IV and V. Washington.

[12] PANTELIEV F.P., BRATACH V.E. et *al.* (1962). — Geological map of northern Afghanistan. 1/1 000 000. Technoexport, Moscou.

(13) SLAVIN V.I. et MIRZAD S.H. (1968). — Régions tectoniques de l'Afghanistan. *Sovietskaia Geol.,* n° 4, p. 68-81.

[14] STÖCKLIN J. (1968). — Structural history and tectonics of Iran : a review. *Amer. Assoc. Petrol. Geologists,* vol. 52, n° 7, p. 1229-1258.

[15] STÖCKLIN J. et NABAVI M.H. (1972). — Carte tectonique de l'Iran, 1/2 500 000. *Geol. Surv. Iran* (à l'impression).

[16] VOLVOSKY I.S., GARETZKY R.G., SHLEZINGER A.E. et SHREIBMAN V.I. (1966). — Tectonic of Turan Plate. *Acad. Sc. URSS, Inst. geol., Transact.,* vol. 165, 287 p.

[17] YOUNG C.C. (1943). — Note on some fossil footprints in China. *Bull. Geol. Soc. China,* XIII, p. 151-154.