

Précambrien et Paléozoïque inférieur de l'Elbourz oriental entre Aliabad et Shahrud, Iran du nord-est

Autor(en): **Jenny, Jacques**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **70 (1977)**

Heft 3

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-164640>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Eclogae geol. Helv.	Vol. 70/3	Pages 761-770	4 figures dans le texte	Bâle, novembre 1977
---------------------	-----------	---------------	-------------------------	---------------------

Précambrien et Paléozoïque inférieur de l'Elbourz oriental entre Aliabad et Shahrud, Iran du nord-est

Par JACQUES JENNY¹⁾

RÉSUMÉ

Les terrains les plus anciens de l'Elbourz oriental sont constitués de roches sédimentaires et volcaniques plissées et métamorphisées dans le faciès «schistes verts» par une orogénèse protérozoïque (karélienne). 400 m d'ignimbrites surmontent ces schistes près d'Aliabad.

3500 m de sédiments paléozoïques reposent sur le socle précambrien. Les formations infracambriennes de la partie méridionale de la chaîne n'affleurent pas dans le secteur qui fait l'objet de cette étude, et les grès cambriens inférieurs de la Formation de Lalun sont les premiers sédiments paléozoïques observés. Des «shales» ordoviciens recouvrent ces grès sans discordance angulaire, mais avec une lacune du Cambrien moyen et inférieur. Le Silurien est représenté par une série basaltique de 700 m dans la partie méridionale de la chaîne, se réduisant à 300 m vers le nord.

De l'Infracambrien au Dévonien, on suppose l'existence d'une masse émergée, riche en roches plutoniques acides, au nord de la région concernée. L'influence de cette terre émergée cesse au Dévonien, du fait de son érosion et/ou de son enfoncement. Les enclaves et la pétrographie des basaltes siluriens font envisager l'existence d'une croûte continentale sous-jacente.

ABSTRACT

The oldest rocks found in the eastern Alborz Range are green schists, folded and metamorphosed during a mid-Proterozoic orogeny. These schists are overlain by 400 m of ignimbrites.

The Precambrian basement is covered by 3500 m of Paleozoic strata. Infracambrian formations crop out in the southern part of the range and pinch out with approach to the metamorphic high. The oldest Paleozoic formation of the area is composed of Lower Cambrian Lalun sandstone which is overlain disconformably by Upper Ordovician sandy shales. The Silurian period is represented by a basaltic layer of 700 m to the south lessening up to 300 m towards the north.

It is presumed that during the Infracambrian till Devonian, a continental mass with granitic intrusions emerged to the north of the studied area. However, this continental block disappeared, by erosion or by subsidence. The inclusions and the petrography of the Silurian basalts suggest the presence of an underlying continental crust.

1. Introduction

Selon les géophysiciens et les tectoniciens (KRUMSIEK 1976, STÖCKLIN 1975), l'Iran formait avec l'Afghanistan central et occidental, une plaque rattachée au Gondwana durant le Paléozoïque. Dès le Jurassique inférieur, cette plaque était

¹⁾ Laboratoire de Géologie et Paléontologie, 13, rue des Maraîchers, CH-1211 Genève 4.

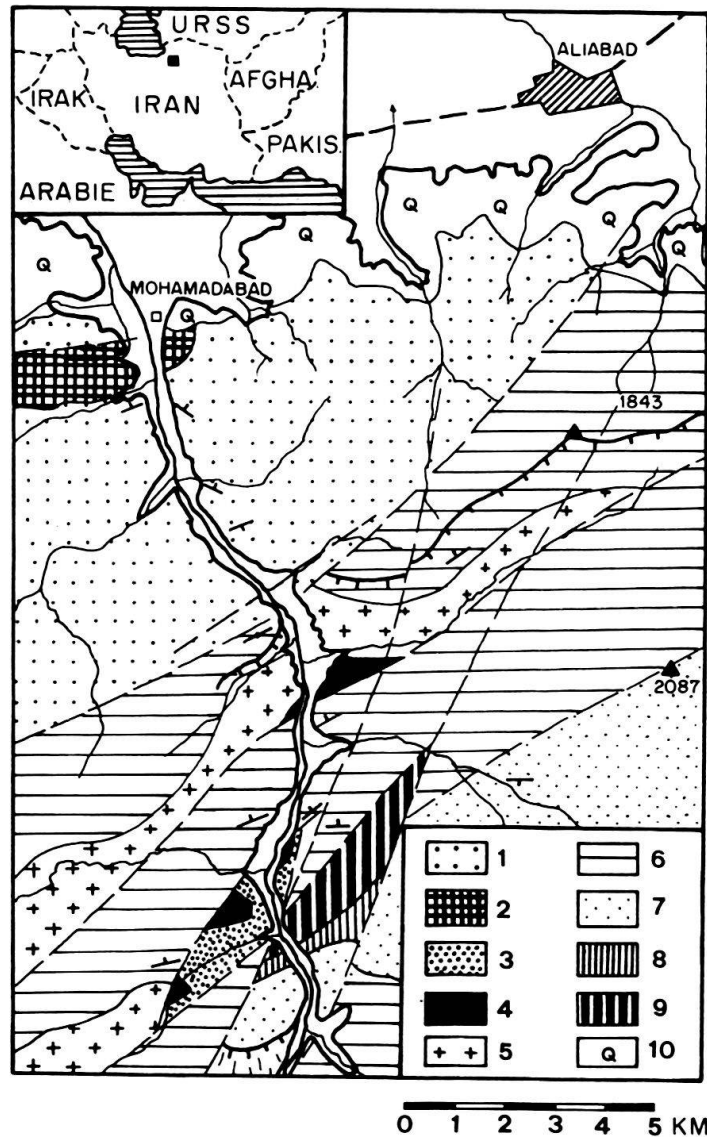


Fig. 1. Carte géologique simplifiée de la région d'Aliabad.

1 = Schistes de Gorgan (Protérozoïque inférieur)

2 = Couches de Mohamadabad (Protérozoïque supérieur)

3 = Formation de Lalun (Cambrien inférieur)

4 = Formation de Shirgesht (Ordovicien)

5 = Basaltes de Soltan-Maidan (Silurien)

6 { Formation de Padeha (Dévonien inférieur)
Groupe de Khoshyeilagh (Dévonien moyen et supérieur)

Formation de Mobarak (Carbonifère inférieur)

Formation de Gheselghaleh (Carbonifère moyen et supérieur)

7 { Formation de Dorud (Permien inférieur)

Formation de Ruteh (Permien supérieur)

Formation de Nesen (Permien supérieur)

8 = Formation d'Elika (Trias)

9 = Formation de Shemshak (Jurassique inférieur à moyen)

10 = Lœss

Sans légende: Alluvions

Failles: lignes brisées fines

Routes: lignes brisées épaisses

accolée à l'Angara. L'Elbourz constituait donc l'extrême limite de la plate-forme épicontinentale gondwanienne durant le Précambrien supérieur et le Paléozoïque. Cette plate-forme était caractérisée par une grande stabilité tectonique. Durant l'Infracambrien et le Paléozoïque, seuls des mouvements épirogéniques l'ont affectée, causant plusieurs émergences de courte durée.

Les mouvements eocimmériens produisent les premières déformations observées dans l'Elbourz. Elles sont toujours faibles et il est possible de les expliquer, comme étant la conséquence de la rencontre de la plaque irano-afghane avec l'Angara, à la limite Trias/Jurassique.

2. Précambrien

Schistes de Gorgan

La présence de schistes métamorphiques dans l'Elbourz oriental a été signalée dès 1877 par TIETZE, dans les environs de Gorgan (à l'époque: Asterabad). GANSER décrit en 1951 dans cette même région, une coupe de 2000 m de phyllades, de schistes séricito-chloriteux et, dans la partie supérieure, de quartzites. Il dénomme cet ensemble: «Gorgan Schists.»

La région d'Aliabad constitue la terminaison orientale d'un long noyau de schistes métamorphiques affleurant sur 120 km.

La basse vallée de Fazelabad, en amont de Mohamadabad, présente la seule coupe bien développée du secteur étudié (fig. 1 et 3). Les Schistes de Gorgan

S Y S T È M E		ELBOURZ CENTRAL (STÖCKLIN et al. 1964)	ELBOURZ ORIENTAL SUD NORD	IRAN ORIENTAL et CENTRAL (LEXIQUE STRATIG. D'IRAN)
P A L E O Z O I Q U E	SILURIEN		700 m BASALTES DE SOLTAN-MAIDAN	NIUR Calcaires, shales, basaltes 446 m
	ORDOVICIEN	MILA, MEMBRE 5 Shales, 129 m	SHIRGESHT, shales, > 150 m	SHIRGESHT 1236 m Calcaires dolomit., shales
	CAMBRIEN	F. MILA dolomies, shales M1 - 4 calcaires, 585 m LALUN, grès, 582 m	LALUN, grès, > 175 m	DERENJAL calcaires 832 m KALSHANEH Volc-séd. 1000m DAHU SERIES grès rouges 400 - 1000 m
P R E C A M B R I E N	P R O T E R O Z O I Q U E	SUPERIEUR	ZAIGUN grès, shales 453m	RIZU SERIES DESU SERIES RAVAR FORMATION gypse, sel, dolomie
		"INFRACAMBRIEN"	BARUT shales, dolomies calcaires, 714 m	
		"SINIEN"	SOLTANIEH dolomies, 1160m	
		"RIPHEEN" etc	BAYANDOR grès, shales 498m	
	INFÉRIEUR	Granite DORAN	C. de MOHAMADABAD ignimbrites, 400 m	granites
P R E C A M B R I E N	P R O T E R O Z O I Q U E	KAHAR, shales, 1600 m	SCHISTES DE GORGAN phyllades 2000 m	TASHK shales quartzites, 2000 m BONEH SHUROU COMPLEX quartzites, schistes, gneiss
				CHAPEDONY gneiss, granite, migmatite

Fig. 2. Tableau de corrélation entre les unités lithostratigraphiques du Précambrien et du Paléozoïque inférieur en Iran.

forment à cet endroit un anticlinal complexe, dont la base n'apparaît pas. Les niveaux d'ignimbrites de Mohamadabad et des calcaires dévoniens présentent, seuls, des contacts normaux avec les schistes métamorphiques. Les Schistes de Gorgan sont constitués dans la vallée de Fazelabad, essentiellement de schistes séricito-chloriteux, souvent quartzeux, de métadiabases profondément altérées à chlorite, séricite et quartz secondaire. On observe également des roches sédimentaires: dolomies parfois calcaires à pyrite, quartz secondaire et joints stylolitiques; quartzwackes à matrice séricito-chloriteuse et éléments de quartz anguleux à extinction ondulante ainsi que des rares feldspaths. L'épaisseur de cette unité est délicate à calculer, en raison des complications tectoniques, de la couverture de forêts et du lœss, mais elle doit atteindre 1000 m à Mohamadabad.

Age des Schistes de Gorgan: Des calcaires dévoniens (Givétien probable) sont les seules strates que l'on observe en contact sédimentaire sur les Schistes de Gorgan dans l'Elbourz de l'E. Plusieurs arguments les font attribuer au Précambrien (Protérozoïque inférieur?):

- a) Les Formations infracambriennes de Zaigun, Barut et Soltanieh (fig. 4) sont bien développées 10 km à l'W de Shahrud, dans la vallée de Deh Mollah. Elles se biseautent vers le N contre le dôme de Schistes de Gorgan. Aucun métamorphisme n'affecte ces formations.
- b) La Formation de Lalun (Cambrien inférieur) affleure 7 km au SW de la masse des schistes, dans la vallée de Fazelabad.
- c) Les ignimbrites (cf. Couches de Mohamadabad) que l'on observe dans la basse vallée de Fazelabad, au-dessus des Schistes de Gorgan, sont attribuables à l'activité magmatique acide connue au Moyen-Orient, en intrusion dans les terrains métamorphiques, recouverte transgressivement par les sédiments infracambriens (protérozoïque supérieur). Cette activité magmatique suit l'orogénèse qui a affecté les Schistes de Gorgan. Comme cette orogénèse n'influence pas les terrains infracambriens, elle se place dans le protérozoïque, probablement à la limite Protérozoïque inférieur/Protérozoïque supérieur. Elle appartient donc aux mouvements karéliens et non assyntiques (STÖCKLIN 1976), car ces derniers se produisent à la limite Précambrien/Cambrien.

D'autre part, la série sédimentaire de l'Elbourz oriental est bien connue de l'Infracambrien au Quaternaire, ne laissant place, pour les schistes métamorphiques, qu'à sa base, dans le Précambrien. L'origine volcano-sédimentaire des Schistes de Gorgan les fait placer dans le Protérozoïque, probablement inférieur.

Dans l'Elbourz on ne connaît pas de terrains plus anciens. En Iran central, près de Saghand, la Formation de Chapedony (STÖCKLIN 1971), avec ses gneiss et ses granites d'anatexie représente peut-être l'Archéen en Iran²⁾.

²⁾ *Remarque:* Une étude géochronologique préliminaire, effectuée sur des schistes métamorphiques de la région de Gorgan, a donné des âges en accord avec la chronologie proposée ci-dessus, soit 1278 ± 300 Ma et 985 ± 100 Ma (méthode K/Ar sur roche totale). Ces datations doivent correspondre à l'époque du métamorphisme et peuvent avoir été rajeunies.

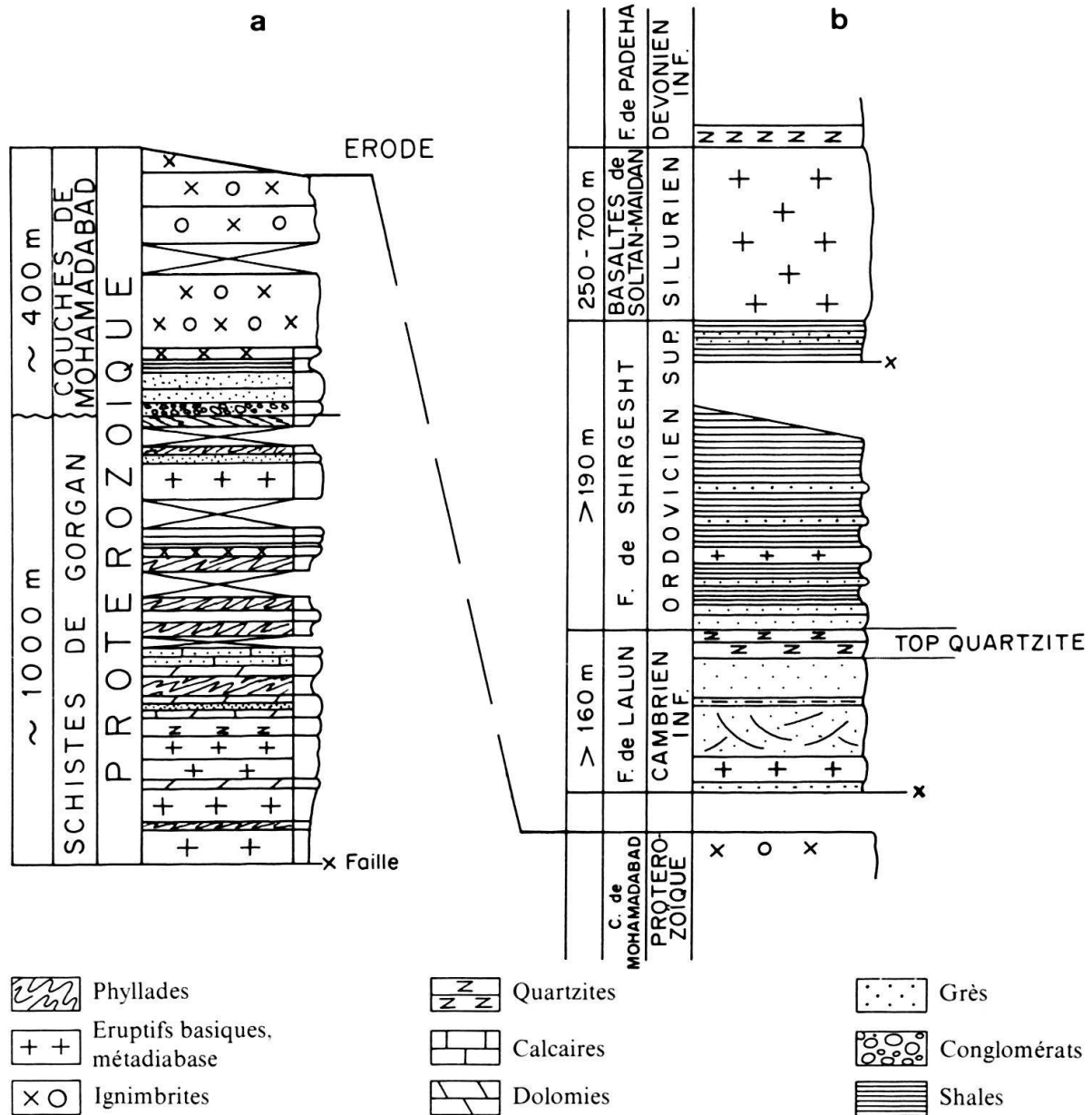


Fig. 3. Coupes stratigraphiques synthétiques du Protérozoïque (a) et du Paléozoïque inférieur (b) de la région d'Aliabad (Elbourz NE, Iran).

Les Couches de Mohamadabad

Immédiatement à l'E du village de Mohamadabad (vallée de Fazelabad; fig. 1 et 3), les Schistes de Gorgan sont recouverts par 400 m de roches compactes, de couleur rouge à lie de vin. GANSSER (1951) puis HUBER (1956) les avaient assimilées aux «Old Red Sandstone», unité lithologique abandonnée depuis et remplacée par la Formation de Lalun (Cambrien inférieur). Les Couches de Mohamadabad sont essentiellement composées de roches à texture fine, dans lesquelles nagent du quartz en forme d'éclat, ainsi que des minéraux opaques, dans une pâte d'albite et d'orthose. Ces roches proviennent vraisemblablement de la dévitrification d'ignimbrites et ne peuvent pas se confondre, sous le microscope, avec les orthoquartzites de la

Formation de Lalun. Les Couches de Mohamadabad peuvent être comparées à la Formation de Gharadash (STÖCKLIN 1971), de l'Azerbaïjan.

3. Cambrien

Formation de Lalun

Ainsi que nous l'avons précédemment indiqué, les unités infracambriennes n'affleurent pas dans la région d'Aliabad. Par contre, elles sont bien développées sur les flancs S de l'Elbourz, en particulier près de Shahrud, dans la vallée de Deh Mollah et au N de Damghan. La Formation de Lalun est l'unité paléozoïque la plus ancienne représentée dans la vallée de Mohamadabad, en un unique affleurement à l'embranchement de la vallée de Kholindareh. Cet affleurement est isolé par un réseau de failles à rejets très importants (5000 m). La base de la Formation de Lalun n'est, de ce fait, pas visible. La Formation de Shirgesht (Ordovicien) la surmonte sans discordance angulaire, malgré l'absence du Cambrien moyen et supérieur ainsi que de l'Ordovicien inférieur. La Formation de Lalun est constituée par des grès quartzitiques de couleur rouge, de nature arénitique, où les stratifications entrecroisées sont fréquentes. Un banc de quartzites blanches de 30 m constitue le sommet de la formation («top quartzite»). La Formation de Lalun mesure au minimum 150 m à Kholindareh. Cette formation est bien connue, avec le même faciès dans tout l'Iran. Elle peut être comparée aux Grès de Saq en Arabie, aux Magnesian Sandstones au Pakistan, à la Formation de Gardak Yayla Calaktepe en Turquie.

Dans la région concernée, comme dans le reste de l'Iran, aucun fossile n'a jamais été trouvé dans ces grès. Seules, des pistes de Trilobites (*Cruziana*) ont été décrites dans l'Elbourz central et l'Iran oriental par SEILACHER (in RUTTNER et al. 1968). Celui-ci en attribue l'origine à des Trilobites appartenant au genre *Redlichia* du Cambrien inférieur. Cet âge est confirmé par la présence de faune du Cambrien moyen dans la Formation de Mila, qui surmonte habituellement la Formation de Lalun dans l'Elbourz. HÜCKRIEDE et al. (1962) ont observé au-dessus de la Série de Dahu, synonyme de la Formation de Lalun, en Iran central, des calcaires à Trilobites du groupe des *Redlichia*, caractéristiques du Cambrien inférieur sommital.

4. Ordovicien

Formation de Shirgesht (ou Mila, Membre 5)

La Formation de Mila est bien développée dans la partie méridionale de la chaîne de l'Elbourz, 10 km à l'W de Shahrud par exemple. Sur la superficie étudiée, seul le Membre 5 de cette formation affleure. Les autres membres doivent se pincer dans le dôme des Schistes de Gorgan.

Le Membre 5 de la Formation de Mila est constitué de «shales», avec des intercalations de calcaires et de grès, ainsi que de quartzites à la base, sans faune dans la coupe-type, près de Damghan. Dans la vallée de Mohamadabad, nous avons observé au-dessus des grès de Lalun, des «shales» micacés vert-olive à trace de vers,

avec des quartzites à la base et des basaltes interstratifiés. Dans un échantillon provenant de la base de la formation, J. J. Châteauneuf a reconnu :

Chitinozoaires:	<i>Euchinochitina</i> cf. <i>micracantha</i> <i>Chonochitina</i> sp.
Acritarches:	<i>Veryachium</i> <i>rosendae</i> <i>Veryachium</i> <i>trispinosum</i> <i>Goniosphaeridium</i> cf. <i>polygonale</i> <i>Multiplicisphaeridium</i> sp. ou <i>Baltisphaeridium</i> <i>pachyacanthum</i> <i>Baltisphaeridium</i> cf. <i>spinigerum</i>
Tasmanacées:	ind.

indiquant l'Ordovicien supérieur. Dans une autre localité, nous avons observé : *Lingula* sp.

Le Membre 5 de la Formation de Mila constitue un cycle sédimentaire indépendant et présente une lithologie distincte des quatre autres membres de la formation, qui sont essentiellement calcaires. Ainsi que les auteurs de la Formation de Mila (STÖCKLIN et al. 1964) l'avaient pressenti, le Membre 5 doit être séparé de cette unité. La création d'une nouvelle unité lithologique n'est pas nécessaire, car le Membre 5 de Mila est très comparable, lithologiquement et stratigraphiquement, à la partie supérieure de la Formation de Shirgesht de la région de Tabas, Iran oriental (RUTTNER et al. 1968). Cette formation mesure 1236 m dans la localité-type, où les 190 premiers mètres sont constitués de calcaires partiellement dolomitiques avec des intercalations marneuses. Le reste de la formation est principalement formé de «shales» gris-vert, avec des niveaux calcaires fossilifères dans la partie médiane de la coupe. La faune récoltée comprend des Bryozoaires, des Brachiopodes, des Céphalopodes ainsi que des Trilobites d'âge ordovicien inférieur à moyen. Aucune macrofaune ne permet de dater la moitié supérieure de la formation, qui doit certainement représenter l'Ordovicien supérieur. L'Ordovicien est également représenté dans le massif de l'Alam-Kou, 50 km au SW de Chalus, par la Formation de Lashkerak (GANSSE & HUBER 1962). Cette formation ne constitue pas une unité de référence intéressante, car sa partie sommitale est supprimée par une faille. De plus, sa lithologie (GLAUS 1965) diffère sensiblement de celle des terrains ordoviciens de l'Elbourz oriental.

Nous adopterons donc le nom de Formation de Shirgesht dans l'Elbourz oriental pour les «shales» micacés à pistes de vers, en lieu et place du Membre 5 de la Formation de Mila. Le secteur étudié devait se trouver en bordure de la mer ordovicienne, en raison de la nature côtière des «shales» à Lingules, de la faible épaisseur de ces sédiments, de l'existence de traces de vers et de l'absence totale de calcaires. Le grand développement ainsi que la fréquence de la Formation de Shirgesht en Iran oriental et central y font placer le centre de la mer ordovicienne.

5. Silurien

Basaltes de Soltan-Maidan

Les affleurements de sédiments siluriens sont peu fréquents en Iran, la Formation de Niur définie en Iran oriental les regroupe. Si la Formation de Niur a été

signalée dans la région de Djam, Elbourz central (ALAVI 1972) ainsi qu'à Robot-e-Gharabil, Elbourz oriental (BRICE et al. 1973), elle est totalement absente entre Aliabad et Shahrud. Nous attribuons au Silurien une épaisse série de basaltes située entre la Formation de Shirgesht et celle de Padeha (Dévonien inférieur). Des épisodes volcaniques sont également signalés à la base de la Formation de Niur dans la coupe-type. Ces basaltes se retrouvent sur toute la transversale de la chaîne, entre Shahrud et le col de Khoshyeilagh. Sur les flancs du Kou-e-Bidar, montagne noire caractéristique, à 12 km au N de Shahrud, la puissance des basaltes atteint 700 m. L'épaisseur diminue vers le N de la chaîne, pour ne mesurer que 250 m au Kou-e-Haroun (1843 m), 11 km au SW d'Aliabad. La coupe-type des Basaltes de Soltan-Maidan se situe le long du sentier descendant de la plaine intramontagneuse de Soltan-Maidan, vers le village d'Alestone (fig. 4) (JENNY 1977).

Les grès multicolores de la Formation de Padeha (Dévonien inférieur) recouvrent les basaltes, alors qu'à la base se trouvent des grès gris-bruns, associés aux «shales» micacés vert-olive à traces de vers (Formation de Shirgesht). La puissance des basaltes est, à cet endroit, de 600 m. Le sentier traverse la formation dans des gorges où le pendage est vertical.

Sous le microscope, on observe des basaltes à cristaux intratelluriques d'olivine calcitisée et hématitisée. Le clinopyroxène est de l'augite plus ou moins chloritisée. Les lattes de plagioclases contiennent 50 à 60% d'anorthite. Les minéraux opaques abondent, principalement l'hématite. La calcite est fréquente en filons et plages diffuses. On rencontre également une roche de nature basaltique, calcitisée, chloritisée et hématitisée à épidoite d'origine pyroclastique à xénolites. Ces enclaves sont des galets de lave très altérés à structure fluidale et des blocs décimétriques de roche à quartz et albite de structure granophyrique. Aucune roche de la série

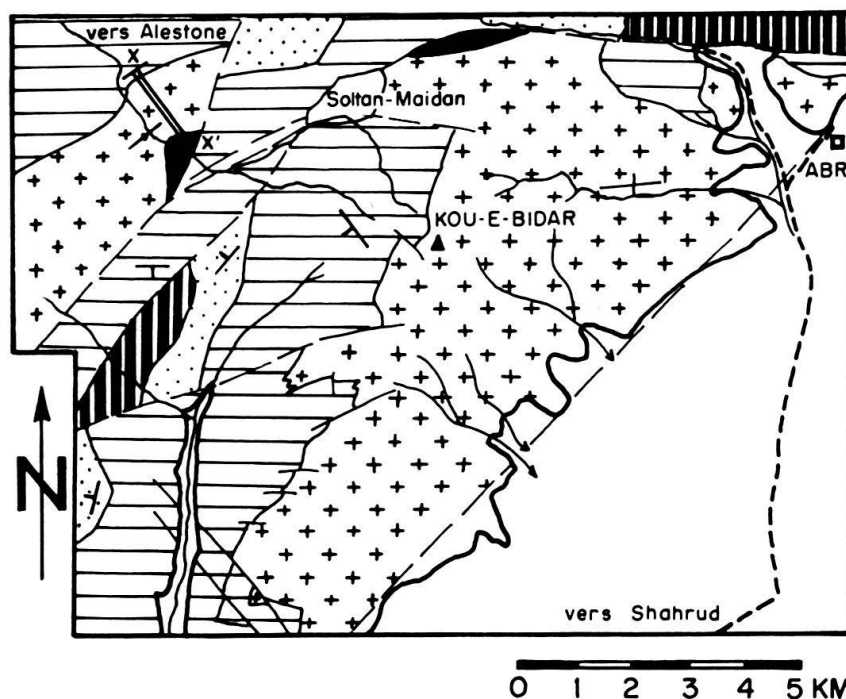


Fig. 4. Situation de la coupe-type des Basaltes de Soltan-Maidan (X-X') (légende voir fig. 1).

stratigraphique exposée dans le secteur étudié ne rappelle ces roches acides. Elles doivent donc provenir de terrains anté-Schistes de Gorgan.

Cette imposante série basaltique, qui ne peut être un lopolite en raison de sa nature pétrographique, s'est répandue sur un substratum ordovicien, en milieu partiellement aquatique. Cette hypothèse est étayée par l'absence totale de débit en prismes, l'origine sous-marine probable des roches pyroclastiques ainsi que par la présence de laves en coussins, à l'extrémité occidentale des affleurements des Basaltes de Soltan-Maidan (M. Shahrabi, Service géologique d'Iran, communication verbale).

L'interprétation des résultats de six analyses chimiques de basaltes est délicate, en raison de leur altération. Pourtant, dans un diagramme $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ (MACDONALD & KATSURA 1964) les échantillons se rangent dans le domaine alcalin. La teneur en TiO_2 est importante (1,27–2,91%). Ce fait s'observe généralement dans les basaltes du domaine continental (GOTTINI 1967).

En conclusion, les observations de terrain, l'étude pétrographique et les analyses chimiques suggèrent pour les Basaltes de Soltan-Maidan une origine fissurale en domaine continental, c'est-à-dire, avec une croûte continentale sous-jacente et un épanchement en partie aquatique, probablement durant le Silurien inférieur, si l'on admet un âge identique pour les Basaltes de Soltan-Maidan et ceux de la Formation de Niur.

6. Conclusions

Les terrains protérozoïques inférieurs de l'Elbourz oriental ont été affectés par une orogénèse «karélienne», suivie d'intrusions de batholites granitiques et d'éruptions ignimbrétiques.

L'existence de masses granitiques est attestée par la nature et le volume des constituants des formations de Lalun et Padeha (Dévonien inférieur), dans lesquelles les débris de quartz sont souvent associés à la tourmaline, au zircon et à des feldspaths. Ces massifs granitiques ne pouvaient se situer qu'au N de l'Elbourz actuel. Durant l'Infracambrien et le Paléozoïque inférieur se poursuit une sédimentation de type plate-forme, dont les sédiments se terminent en biseau contre le dôme des schistes métamorphiques. L'influence d'une terre émergée au N cessera dès le Dévonien moyen qui montre, comme le Carbonifère du reste, des sédiments plus franchement marins au N de la chaîne qu'au S.

Remerciements

L'auteur exprime ses remerciements à M. J.J. Châteauneuf pour ses déterminations palynologiques, à M. M. Delaloye pour les datations absolues, à M. P. Guibert qui a eu l'obligeance d'examiner les roches éruptives, ainsi qu'au Service géologique d'Iran pour son aide sur le terrain.

BIBLIOGRAPHIE

- ALAVI, M. (1972): *Etude géologique de la région de Djam*. – Rep. geol. Surv. Iran 23, 1–288.
BRICE, D., LAFUSTE, J., LAPPARENT, A.F. DE, & YASSINI, I. (1973): *Etude de deux gisements paléozoïques (Silurien et Dévonien) de l'Elbourz oriental (Iran)*. – Ann. Soc. géol. Nord 93, 177–216.

- GANSSER, A. (1951): *Geological reconnaissance in the Gorgan and surrounding areas*. – Geol. Rep. natl. iran. Oil Co. 18 (non publ.).
- GANSSER, A., & HUBER, H. (1962): *Geological observations in the Central Elburz – Iran*. – Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 42/2, 583–630.
- GLAUS, M. (1965): *Die Geologie des Gebietes nördlich des Khandevan-Passes (Zentral-Elburz), Iran*. – Mitt. geol. Inst. ETH u. Univ. Zürich [N.F.] 48, 1–165.
- GOTTINI, V. (1967): *The TiO₂ frequency in the volcanic rocks*. – Geol. Rdsch. 57, 930–935.
- HUBER, H. (1957): *Geological report on the south Gorgan mountain front between Nika and Shah-Pasand*. – Geol. Rep. natl. iran. Oil Co. 164 (non publ.).
- HÜCKRIEDE, R., KÜRSTEN, M., & VENZLAFF, H. (1962): *Zur Geologie des Gebietes zwischen Kerman und Sagand (Iran)*. – Beih. geol. Jb. 51, 1–197.
- JENNY, J. (1977): *Géologie et stratigraphie de l'Elbourz oriental, entre Aliabad et Shahrud, Iran NE*. – Thèse Univ. Genève, 1–238.
- KRUMSIEK, K. (1976): *Zur Bewegung der Iranisch-Afghanischen Platte*. – Geol. Rdsch. 65/3, 909–929.
- MACDONALD, G. A., & KATSURA, T. (1964): *Chemical composition of Hawaiian Lavas*. – J. Petrol. 5, 82–133.
- RUTTNER, A., NABAVI, N. H., & HAJIAN, S. (1968): *Geology of the Shirgesht area (Tabas Area, East Iran)*. – Rep. geol. Surv. Iran 4, 1–133.
- STÖCKLIN, J. (1968): *Structural history and tectonics of Iran. A review*. – Bull. amer. Assoc. Petroleum Geol. 52/7, 1229–1258.
- (1971): *Stratigraphic Lexicon of Iran (Part 1)*. – Rep. geol. Surv. Iran 18, 1–337.
- (1975): *Possible Ancient Continental Margin in Iran*. In: *The Geology of Continental margins* (p. 873–887). – Springer, Berlin/Heidelberg/New York.
- STÖCKLIN, J., RUTTNER, A., & NABAVI, M. (1964): *New data on the Lower Paleozoic and Pre-Cambrian of North Iran*. – Rep. geol. Surv. Iran 1, 1–29.
- TIETZE, E. (1877): *Ein Ausflug nach dem Siahkuh (Schwarzer Berg) in Persien*. – Mitt. geogr. Ges. Wien [N.F.] 18/8, 257–267.