

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 71 (1978)
Heft: 3

Artikel: Lithostratigraphie du Permien de l'Elbourz oriental en Iran
Autor: Jenny, Jacques / Stampfli, Gérard
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-164745>

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: 23.02.2026

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

Eclogae geol. Helv.	Vol. 71/3	Pages 551-580	10 figures dans le texte	Bâle, novembre 1978
---------------------	-----------	---------------	-----------------------------	---------------------

Lithostratigraphie du Permien de l'Elbourz oriental en Iran

Par JACQUES JENNY¹⁾ et GÉRARD STAMPFLI²⁾

RÉSUMÉ

Les montagnes de l'Elbourz oriental en Iran renferment une importante série marine permienne. Celle-ci atteint, par endroit, 550 m de puissance et affleure largement sur l'aire étudiée. La sédimentation est essentiellement carbonatée et très microfossilière. Les foraminifères indiquent l'existence du Permien inférieur et supérieur (Assélien, Sakmarien, Murghabien et Djoulfién s.l.). La série stratigraphique permienne a été subdivisée en huit unités lithostratigraphiques, dont quatre sont introduites dans ce travail. Les auteurs proposent également de modifier une unité (Formation de Dorud) de l'Elbourz central en raison des ambiguïtés dues à son manque d'homogénéité lithologique. L'étude d'une douzaine des coupes révèle des variations latérales de faciès importantes, attribuables à des variations rapides de bathymétrie.

Un régime de plate-forme à sédimentation carbonatée peu profonde avec des épisodes détritiques régnait durant le Permien sur l'Elbourz oriental, qui constituait vraisemblablement à cette époque, la marge nord de la plaque irano-afghane.

ABSTRACT

The Eastern Alborz Range includes an interesting Permian marine series. The strata thickness can attain locally 550 m and is frequently exposed. The sediments are mainly carbonates and the microfossil fauna is very rich. The Foraminifera data give Lower and Upper Permian series (Asselian, Sakmarian, Murghabian and Djulfian). The stratigraphical column has been subdivided into eight units, four of which are introduced in this paper. The well-known Dorud Formation (Lower Permian) has to be redefined on account of confusing lithological dissimilarities. We propose to create the Dorud Group, the previous members thus being promoted to formation rank.

During the Permian, shallow marine sedimentation of carbonates was prevailing, with few detrital periods, in the Eastern Alborz Range. The latter is generally considered as the northern margin of the Irano-Afghan plate.

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction	552
2. Les unités lithostratigraphiques de l'Elbourz central	554
a) Formation de Dorud	554
b) Formation de Ruteh	555
c) Formation de Nesen	556

¹⁾ Service de la Carte Géologique, Ministère de l'Energie et des Mines, Rabat/Chellah (Maroc).

²⁾ Shell BIPM, Carel van Bylandtlaan 30, The Hague (Netherlands).

3. Les unités lithostratigraphiques de l'Elbourz oriental	556
a) Formation des Grès de Dorud	556
b) Formation d'Alestone	558
c) Formation des Calcaires de Dorud	562
d) Formation du Kuh-e-Sariambar	566
e) Formation de Ghosnavi	567
f) Formation de Gheshlagh	568
g) Formation de Ruteh	571
h) Formation de Nesen	572
4. Paléogéographie	573
a) Elbourz oriental	573
b) Iran	574
5. Conclusions	577
Bibliographie	579

1. Introduction

Des travaux détaillés de cartographie géologique, recouvrant une superficie de 3000 km² (JENNY 1977 et STAMPFLI 1978) dans la partie orientale de la chaîne de l'Elbourz en Iran (fig. 1), ont permis de découvrir une série permienne bien développée. Les rapides et importantes variations latérales de faciès rendent délicate la subdivision de cette série en unités lithologiques.

La corrélation entre ces unités et celles de l'Elbourz central décrites 500 km à l'ouest est souvent difficile. Les formations permienches de l'Elbourz central comprennent souvent plusieurs membres, de lithologie très différente. En fait, lorsque l'on observe à l'est un ensemble lithologique très caractéristique, ce dernier a parfois

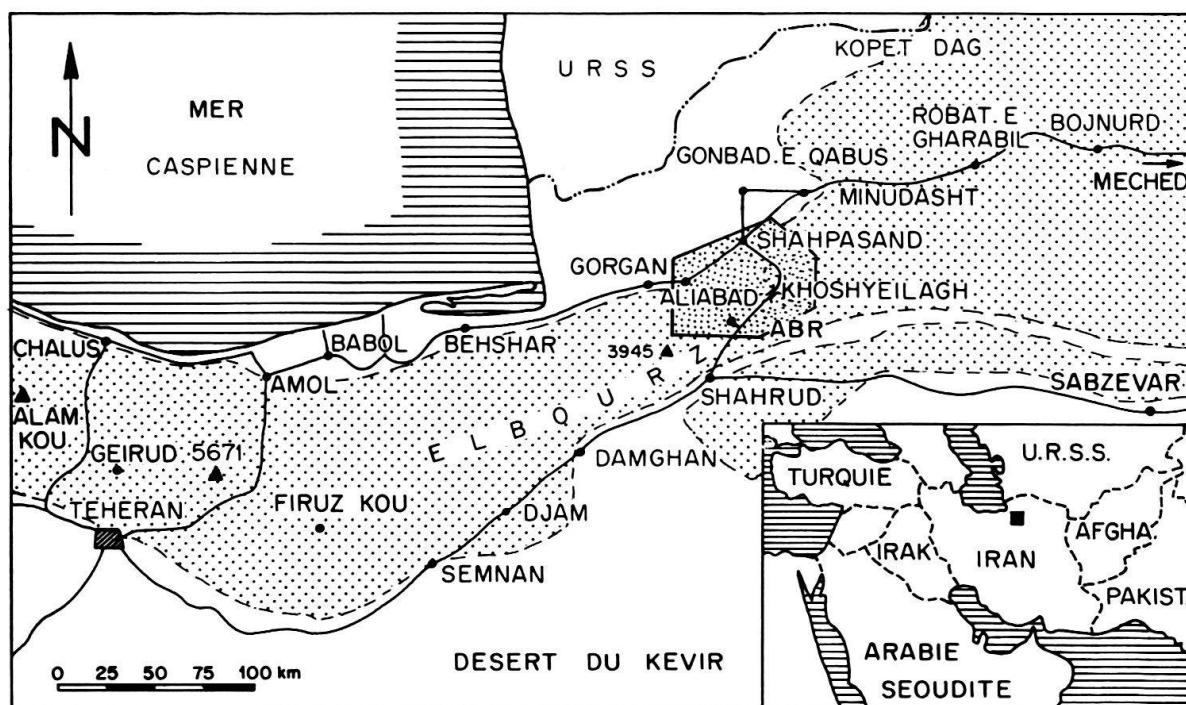


Fig. 1. Situation géographique de la région étudiée.

été décrit comme Membre de la Formation *X* de l'Elbourz central. Dans le but de résoudre ce problème, nous proposerons d'élever certaines formations très composites, au rang de groupe.

Les couches permianes de l'Elbourz oriental peuvent être divisées en huit formations, dont quatre sont des unités de l'Elbourz central à sens parfois modifié, tandis que les quatre autres ont dû être créées. Ces nouvelles formations sont décrites en suivant les recommandations de l'American Commission on Stratigraphic Nomenclature.

Nous avons adopté l'échelle stratigraphique proposée par LEVEN (1967) pour le Permien du Pamir.

Les algues calcaires et les foraminifères sont très abondants dans les calcaires permianes et ont fait l'objet d'un travail séparé (Lys et al. 1978). Nous ne mentionnerons donc ici que les formes particulièrement importantes. Certains niveaux ont fait l'objet d'analyses palynologiques (CHATEAUNEUF et al. 1978). Les macrofossiles sont moins fréquents et n'ont pas été déterminés (brachiopodes, coraux).

Contexte géologique

Une sédimentation de type plate-forme épicontinentale a régné sur la chaîne de l'Elbourz depuis l'Infracambrien, jusqu'à la fin du Trias. Si l'on connaît des lacunes de sédimentation, généralement de l'Ordovicien, du Silurien ou du Carbonifère supérieur, aucune discordance angulaire marquée n'apparaît durant cet intervalle de temps. Des épisodes détritiques importants se produisent au cours de l'Infracambrien, du Cambrien inférieur et du Dévonien inférieur. Au Dévonien moyen, débute un cycle de sédimentation carbonatée, se poursuivant dans le Carbonifère inférieur. Les couches permianes se déposent généralement directement sur ce niveau dans l'Elbourz central et le flanc sud de l'Elbourz oriental, tandis que plus à l'est, le passage permien-carbonifère est pratiquement continu sur le flanc nord de la

Régions Etages	Elbourz central N. Teheran	Elbourz central Djam	Elbourz oriental Aliabad - Shahpasand - Shahrud	Iran central Abadeh	Iran est Tabas
Trias inférieur	Elika F.	Elika F.	Formation d'Elika	Lower R Group	Sorkh Shale
Djoulfien s.l.	(F) Nesen F. 144 m Calc. + marnes		(F) Nesen F.	(F) Unit. 6	
Murghabien	(F) Ruteh F. 230 m calcaires	(F) Ruteh F. 200 m calc.	(F) Ruteh F.	(F) Ababeh F. Unit. 4 - 5 1190 m Calcaires	Jamal F. 473 m dol. + calc.
Kubergandien					
Artinskien		?			
Sakmarien	M2,3,4 Dorud F. 150 m grès, calc.	Dorud F. 217 m grès	F. du Kou - e - Sariambar F. des Calcaires de Dorud F. d'Alestone	Unit. 1-2-3	
Asselien			F. Grès de Dorud		
Supérieur Moyen	Dorud M1		F. de Gheselgahleh		
Inférieur	Geirud	Geirud F.	(F) F. de Mobarak	SST Gr. Limestone group	Sardar F. Quartzites

(F) = Fossiles — horizon sidérolithique --- limite incertaine / lacune ~~~ surf. de transgression

Fig. 2. Tableau de corrélation entre les unités lithologiques permianes de l'Elbourz central et oriental ainsi que l'Iran central.

chaîne. Au-dessus des sédiments permiens et, souvent séparés de ceux-ci par des niveaux latéritiques, on trouve les calcaires et les dolomies de la Formation d'Elikah d'âge triasique inférieur à moyen. Les dépôts paralliques à charbon de la Formation de Shemshak marquent la fin d'une longue période de sédimentation carbonatée et de stabilité tectonique.

2. Les unités lithostratigraphiques de l'Elbourz central

Le secteur de la chaîne situé immédiatement au nord de Téhéran a naturellement fait l'objet des premiers travaux détaillés, en ce qui concerne la cartographie et la stratigraphie. C'est dans cette région qu'ont été décrites les trois formations permianes acceptées par le Comité de Stratigraphie et presque unanimement utilisées avec, parfois, certaines modifications par rapport à leur description originale. Ce sont, de la base vers le sommet: les Formations de Dorud, Ruteh et Nesen.

a) *Formation de Dorud*

La Formation de Dorud, définie par ASSERETO (1963), marque la base du Permien dans l'Elbourz central. Dans la localité-type, cette formation d'une puissance de 180 m a été tout d'abord divisée en quatre membres (fig. 3). Elle se compose de haut en bas de shales, de calcaires biogéniques massifs et de grès rouges. La faune de brachiopodes et de foraminifères situe, à la base du Permien, les Membres 2 à 4. L'âge du Membre 1 demeure inconnu.

KAHLER (1976) a étudié les fusulines de la localité-type. Celles-ci indiquent le Permien inférieur, l'Assélien moyen jusqu'à la limite supérieure de l'Artinskien inférieur.

AHMADZADEH (1971) a démontré, par l'étude des conodontes du Membre 1 au sens d'ASSERETO, l'âge viséen supérieur à serpukhovien³⁾ inférieur de celui-ci, dans la localité-type. Les foraminifères de ce même Membre 1 dans la région de Dozdehband ont également indiqué un âge serpukhovien inférieur. La Formation de Dorud doit donc être revisée. A la suite de BOZORGNIA (1973), nous l'amputerons de son Membre 1, dans lequel nous voyons un équivalent du Membre 1 de la Formation de Gheselghaleh (JENNY et al. 1978). La nonhomogénéité lithologique des trois membres supérieurs est flagrante (fig. 3). Elle conduit à des descriptions ambiguës. On retrouve par exemple, sous le nom «Formation de Dorud», des unités soit gréseuses, soit calcaires. Afin d'éliminer ce problème, nous proposons d'élever la Formation de Dorud au rang de Groupe de Dorud, celui-ci étant alors subdivisé en trois formations qui seraient, de bas en haut:

- La Formation des Grès de Dorud (= Membre 2, ASSERETO 1963).
- La Formation des Calcaires de Dorud (= Membre 3, ASSERETO 1963).
- La Formation des Shales et Siltstones de Dorud (= Membre 4, ASSERETO 1963).

³⁾ Le terme «Serpukhovien» est employé en lieu et place du Namurien A, ainsi que le recommande le Congrès de Moscou sur le Carbonifère (1975).

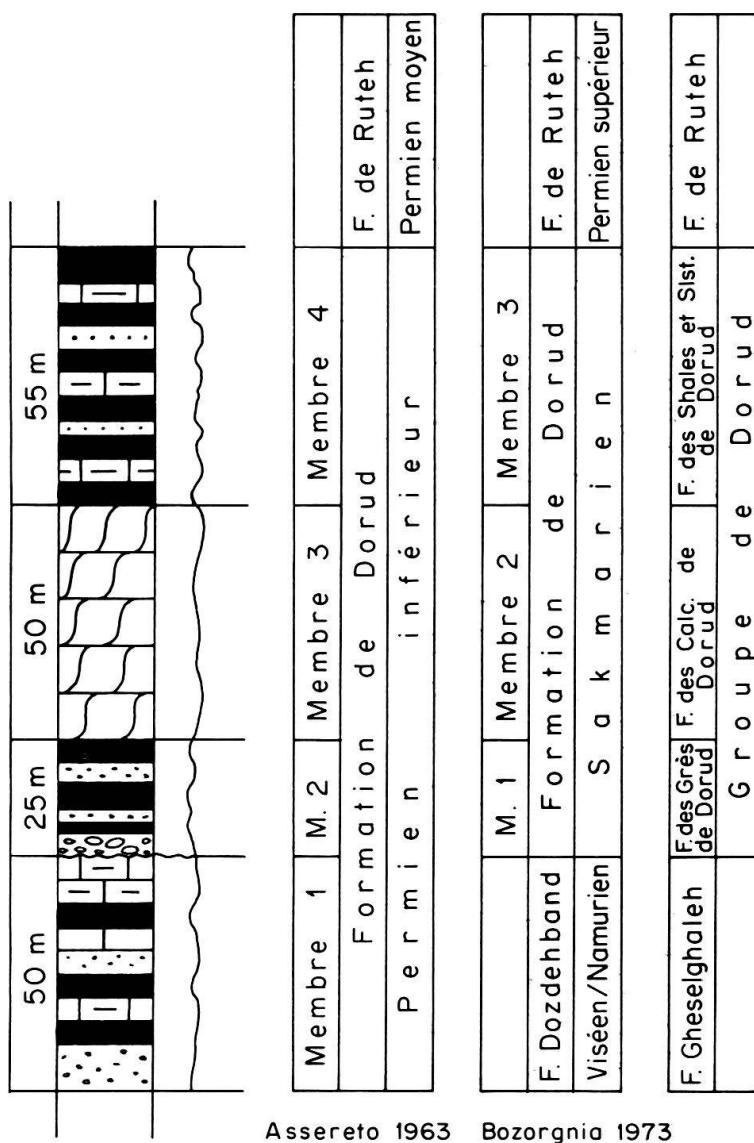


Fig. 3. La Formation de Dorud et ses interprétations.

b) Formation de Ruteh

Cette unité qui a été décrite par ASSERETO (1963) dans l'Elbourz central, regroupe 230 m de calcaires biogéniques gris foncé, subdivisés en six membres. La région de la section-type a livré une riche faune de coraux, bryozoaires, brachiopodes et foraminifères d'âge permien supérieur (zones à *Parafusulina* et *Neoschwagerina*) (fig. 2).

Les calcaires du Membre 6 de la Formation de Ruteh, situés au-dessus de l'horizon sidérolitique, sont lithologiquement et stratigraphiquement équivalents de ceux de la base de la Formation de Nesen introduite par GLAUS (1964) dans l'Elbourz central et doivent donc être rattachés à cette dernière formation (BOZORGNIA 1973). Celui-ci attribue la Formation de Ruteh, dans l'Elbourz central, à l'Artinskien supérieur (?) et au Murghabien, sur la base de l'étude des foraminifères. L'extension de la Formation de Ruteh est très vaste. Elle a été décrite dans tout

l'Elbourz, dans les montagnes de Soltanieh (Iran nord-ouest), ainsi qu'en Azerbaïdjan.

c) Formation de Nesen

La Formation de Nesen a été introduite par GLAUS (1964) dans l'Elbourz central. Elle comprend des calcaires foncés à silex et des shales. Dans la localité-type, la Formation de Nesen est séparée de la Formation de Ruteh par un sill de mélaphyre. Elle est surmontée en concordance apparente par les calcaires triasiques de la Formation d'Elikah. GLAUS a subdivisé la Formation de Nesen en neuf membres datés du Murghabien supérieur au Djoulfién. STEPANOV et al. (1969) ainsi que BOZORGNIA (1973) ont proposé de placer les trois unités de la base de la section-type de Nesen dans la Formation de Ruteh. La base de la Formation de Nesen, au sens de STEPANOV (1969), est formée par des grès, des calcaires gréseux ou argiles, tous de couleur rouge, contrastant bien avec les calcaires noirs de la Formation de Ruteh.

Une lacune sédimentaire peu importante existe à la base de la Formation de Nesen. Elle est suggérée, par exemple, par la présence d'un horizon ferrugineux à Amol (STEPANOV 1969). La paléontologie ne permet pas de confirmer la présence de cette lacune, qui devrait se situer dans le Murghabien que l'on retrouve dans le sommet de la Formation de Ruteh et dans la base de la Formation de Nesen.

3. Les unités lithostratigraphiques de l'Elbourz oriental

Des travaux de cartographie géologique effectués dans le cadre de travaux thèse de doctorat, à l'intérieur d'un polygone limité par les villes de Fazelabad, Shahpasand, le col de Khoshyeilagh et Shahrud (fig. 1), ont montré l'importance des sédiments permiens, tant par la superficie qu'ils recouvrent, que pour leur développement en épaisseur. Des variations de faciès importantes sont démontrées par l'étude d'une douzaine de coupes, réparties sur toute la surface considérée (fig. 4). Comme le montre cette figure, les sédiments permiens reposent sur des calcaires carbonifères inférieurs, sur le flanc méridional de la chaîne, sur des sédiments gréseux continentaux au centre et, dans la partie nord, sur des sédiments marins du Carbonifère moyen et supérieur. À l'affleurement, on n'observe jamais de discordance angulaire entre les strates permianes et carbonifères. La discordance est cartographique seulement. Sur la figure 4, l'impression de discordance angulaire importante est due à la différence d'échelle entre les plans verticaux et horizontaux.

a) Formation des Grès de Dorud

Introduction

Dans la région prise en considération, la série permienne débute par des grès rouges où la lacune stratigraphique permo-carbonifère est importante, ce qui est généralement le cas dans la partie méridionale. Ces grès rouges contiennent fréquemment d'importantes passées marneuses, parfois charbonneuses et, par endroit, des niveaux latéritiques. L'épaisseur des Grès de Dorud varie entre quelques mètres intercalés dans la Formation d'Alestone, comme à Bagherabad (fig. 8, coupe III), et

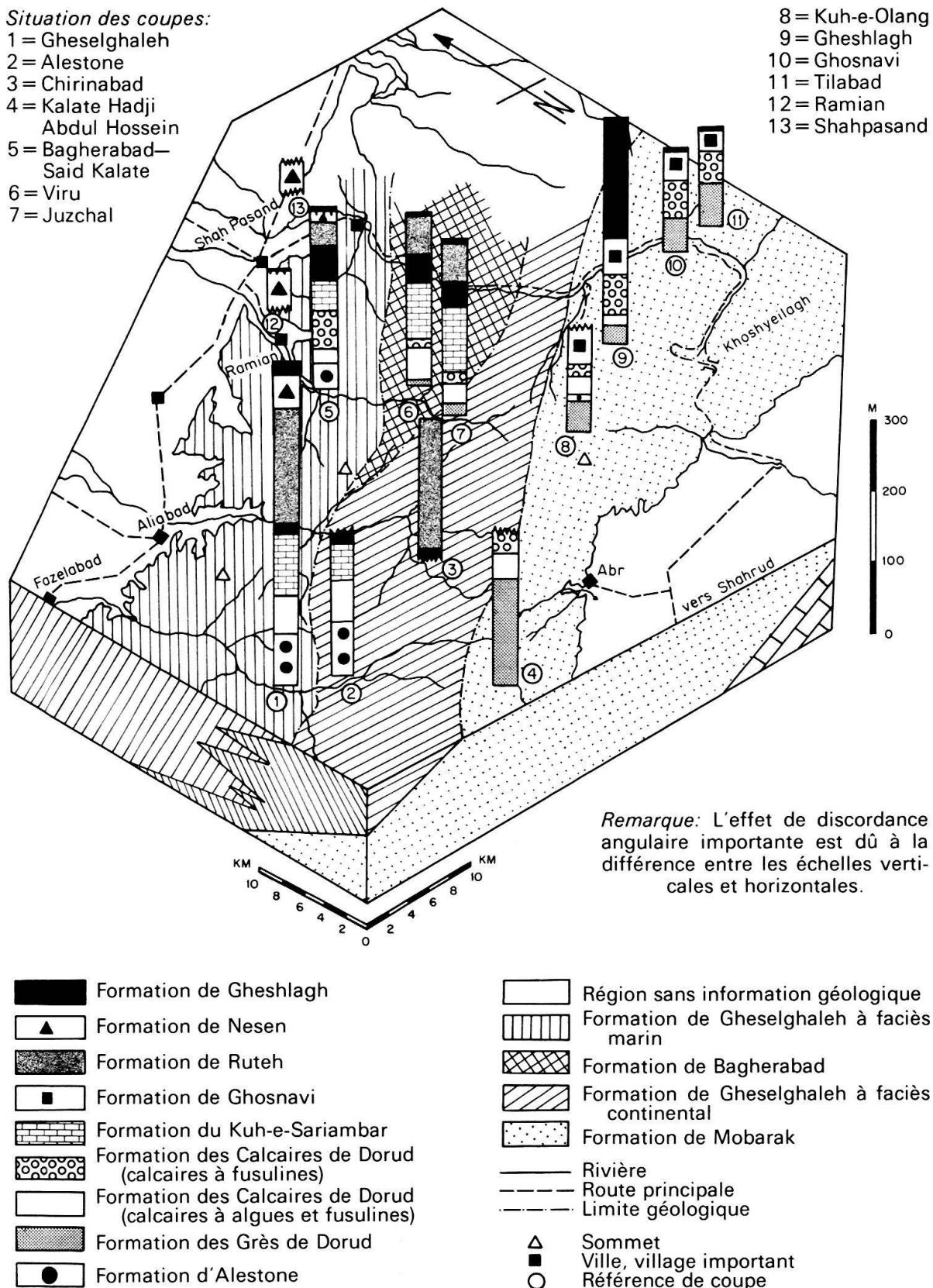


Fig. 4. Les unités lithostratigraphiques de l'Elbourz oriental; bloc diagramme avec la paléogéologie pré-permienne.

150 m à Kalate Hadji Abdul Hossein, dans la partie sud-ouest du secteur étudié (fig. 4, coupe 4).

Un conglomérat à base de cette unité, dans la région de Ghosnavi (coupe 10), contient en abondance des galets d'âge viséen. Aucune roche plus jeune n'a été trouvée.

Pétrographie des Grès de Dorud

Les Grès de Dorud se rangent le plus souvent dans le groupe des orthoquartzites. Les grains de quartz sont, en général, anguleux et les plages de ciment calcitique sont rares. On observe des minéraux lourds et de la tourmaline. La couleur rouge des grès n'est que superficielle. Les cassures fraîches sont plus claires, parfois presque blanches.

Age des Grès de Dorud

Des fragments de foraminifères observés dans le conglomérat de base de cette formation dans la coupe de Ghosnavi (fig. 4-5, coupe 10), ainsi que les spores trouvées dans une passée argileuse charbonneuse de la base de cette même coupe (CHATEAUNEUF & STAMPFLI 1978) font attribuer cette formation au Permien inférieur.

Il faut noter que la Formation de Gheselghaleh (Carbonifère moyen à supérieur) peut présenter une lithologie proche des Grès du Dorud. Outre une étude micropaléontologique, les sédiments carbonifères se distinguent des Grès de Dorud par une couleur grise ou brune et par des intercalations de calcaire.

b) Formation d'Alestone

Introduction

Dans la partie méridionale de la chaîne, où le passage Carbonifère-Permien est quasi-continu, entre les Calcaires de Dorud et la Formation gréso-carbonatée de Gheselghaleh (JENNY et al. 1978), apparaît une unité constituée de calcaires, dolomies et de marnes avec, par endroit, des passées détritiques rappelant les Grès de Dorud. Ces couches sont particulièrement bien exposées et développées dans la coupe d'Alestone. Nous décrirons dans cette localité, une coupe-type pour ces strates que l'on ne peut attribuer à aucune unité lithostratigraphique existante.

Origine du nom: Village situé immédiatement à l'ouest de la coupe-type, dans la vallée de Fazelabad.

Situation de la coupe-type

Elle se situe à la base de la haute paroi verticale du Kuh-e-Sariambar, bien visible à l'est du village d'Alestone, à la fin de la piste carrossable remontant la vallée de Fazelabad-Mohamadabad (coupe 2, fig. 4). *Coordonnées de la base de la coupe:* lat. N 36°42'20"; long. E 54°49'; altitude 1550 m.

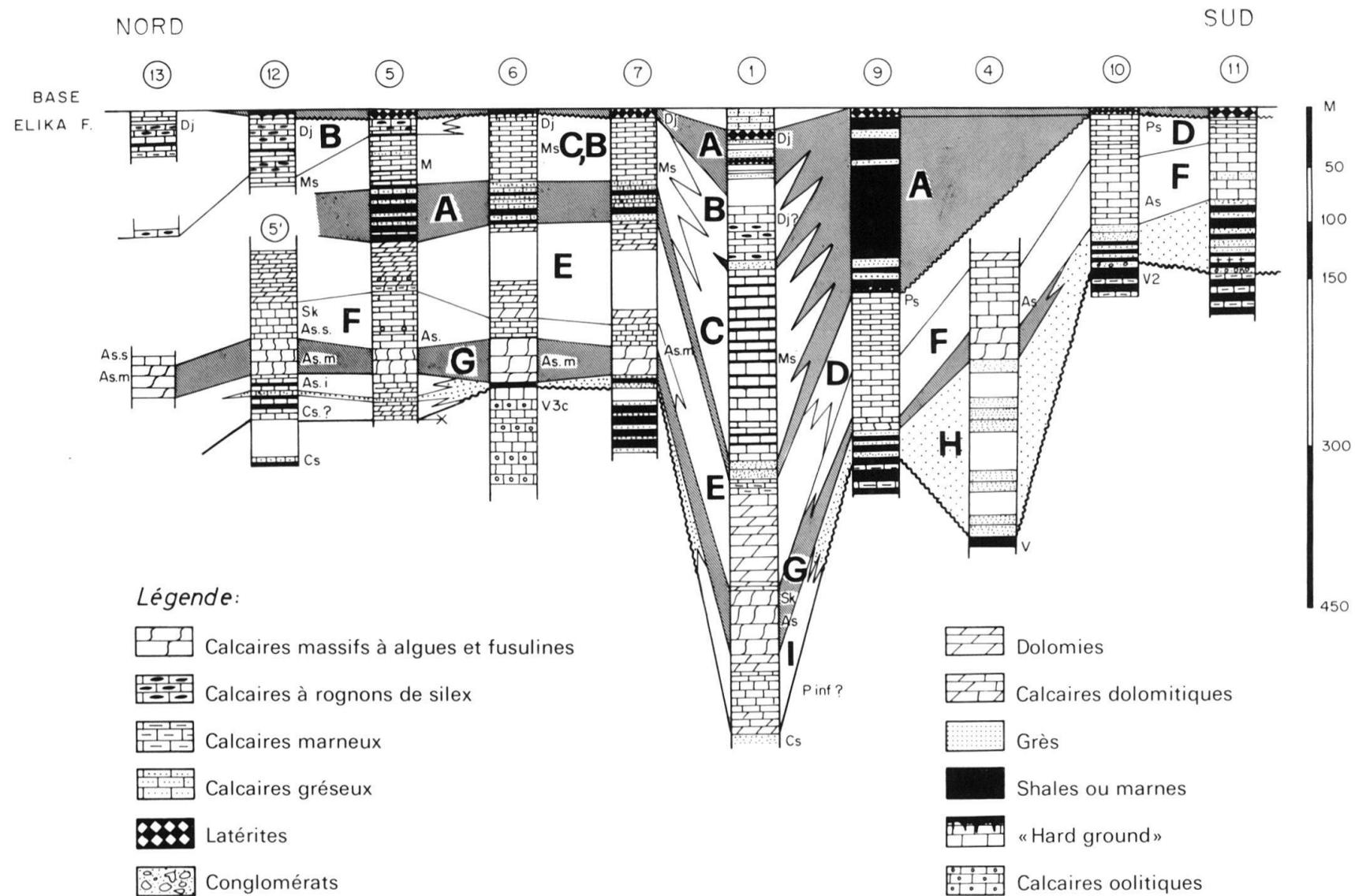


Fig. 5. Tableau de corrélation entre les unités lithostratigraphiques permianes de l'Elbourz oriental.

(Situation et appellation des coupes ainsi que symboles des unités lithologiques: comme figure 4.)

Description (fig. 6B): épaisseur 65 m

- *Base de la formation:* Grès et calcaires biodétritiques de la Formation de Gheselghaleh (Carbonifère moyen à supérieur).
 1. Grès quartzeux blancs à ciment calcaire.
 2. Calcaires biodétritiques gris-foncé (Foraminiferal Lime-grainstone) à *Pseudofusulina* sp. avec des niveaux à *Paleonubecularia uniserialis* et *Calcitornella* sp.
 3. Marnes grises.
 4. Mudstone dolomitique gris-foncé, peu gréseux et calcaires biodétritiques (Foraminiferal Lime-grainstone) à fragments de crinoïdes, brachiopodes, trilobites. Nombreux Rugosa.
Foraminifères: *Pseudoendothyra* sp., *Staffella* sp., *Deckerella* sp.
 5. Calcaires biodétritiques gris-brun à foraminifères (*Tetrataxis* sp.). Rares oncolites.
 6. Marnes gris-foncées.
 7. Dolomie micritique jaunâtre.
- *Sommet de la formation:* Calcaires à oncolites algaires et fusulines d'âge assélien (Formation des Calcaires de Dorud).

Age

La position de la Formation d'Alestone, sous les Calcaires à *Pseudoschwagerina* sp., ainsi que son contenu micropaléontologique, indiquent un âge permien très inférieur. Localement, cette unité débute vraisemblablement dans le Carbonifère supérieur.

Extension latérale

Dans la vallée de Ramian, la Formation d'Alestone est bien représentée au niveau du hameau de Said-Kalateh, sur la rive gauche de la rivière principale. La Formation d'Alestone fait suite, à cet endroit, au Membre 3 de la Formation de Gheselghaleh partiellement couvert, et passe vers le haut, aux calcaires à oncolites de la Formation des Calcaires de Dorud. Son épaisseur est d'une soixantaine de mètres et sa lithologie consiste principalement en des calcaires micritiques, parfois dolomitiques, comprenant des calcaires oolithiques et biodétritiques et un banc gréseux dans la partie basale. L'étude de la microfaune donne un âge carbonifère probablement supérieur à permien inférieur pour cette unité, la limite devant se situer dans la partie médiane de la formation.

De l'autre côté de la vallée, dans la coupe de Bagherabad (fig. 4, n° 5) on retrouve la Formation d'Alestone, dont la base n'affleure pas. Une trentaine de mètres de calcaires apparaissent sous les calcaires à oncolites. Ils contiennent des fusulines indiquant le passage Carbonifère-Permien. Dans ces deux coupes, une passée gréseuse est intercalée 20 à 30 m sous la base des Calcaires de Dorud. On peut la mettre en corrélation avec les Grès de Dorud et démontrer que l'épisode détritique principal devrait se situer à la base du Permien.

Toujours dans la vallée de Ramian, mais une dizaine de kilomètres plus en amont, les calcaires à oncolites reposent directement sur les calcaires blancs massifs

de la Formation de Bagherabad, d'âge viséen supérieur. Le contact se fait là par l'intermédiaire d'un «hard-ground» et la Formation d'Alestone ne s'y est pas déposée. Encore plus au sud, on retrouve entre les grès et siltstones de la Formation de Gheselghaleh (Membre 1 ?) et les Calcaires de Dorud, une passée rouge silto-gréseuse attribuable au Grès de Dorud, surmontée de quelques mètres de calcaires et de dolomie à fusulines. Sur les crêtes, la Formation d'Alestone disparaît presque complètement et se trouve remplacée par les Grès de Dorud, qui contiennent dans leur partie supérieure quelques calcaires faisant le passage aux oncolites.

La Formation d'Alestone n'a pas été retrouvée dans la région de Shah-Pasand - Noh-Deh, en raison des mauvaises conditions d'affleurement.

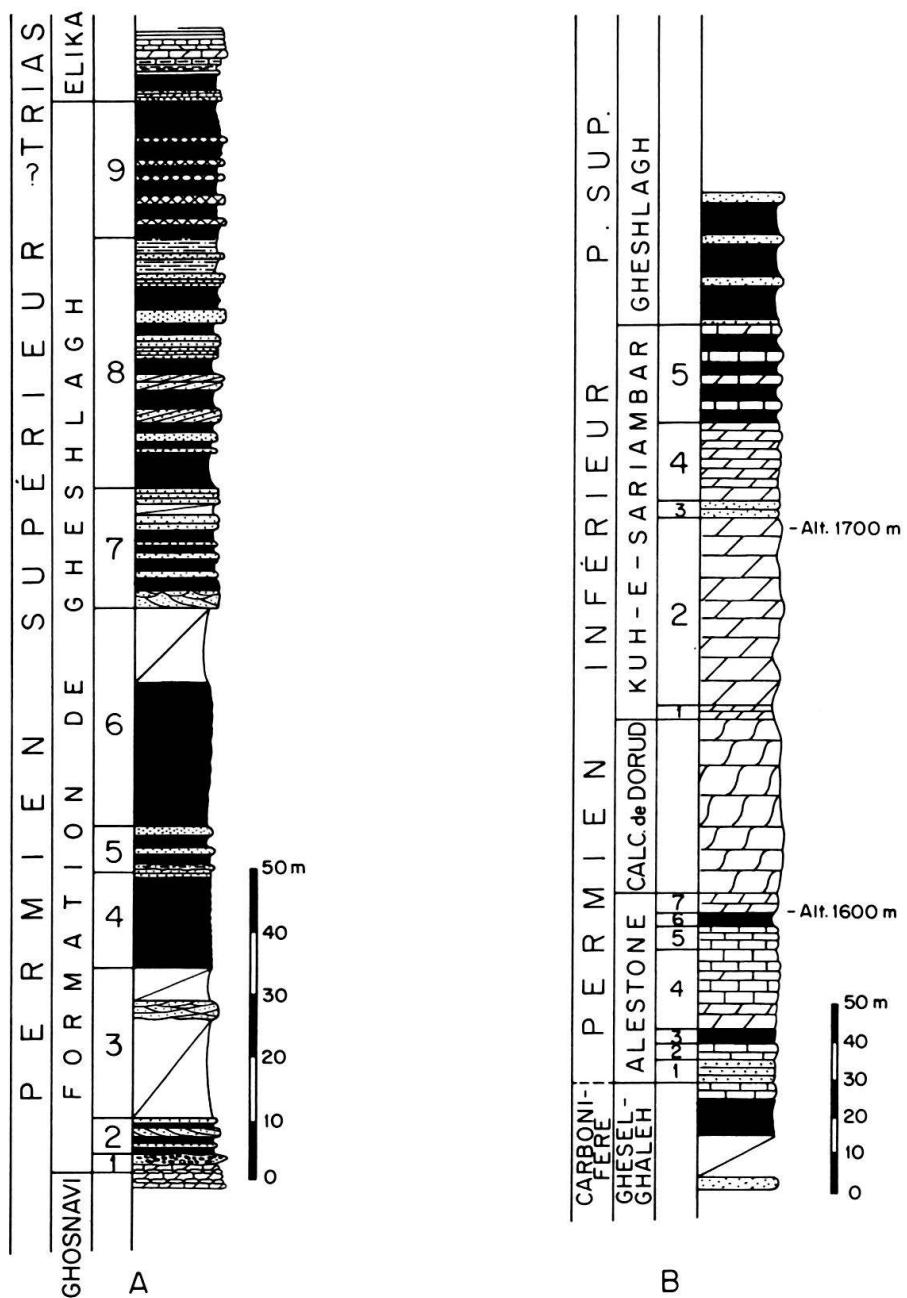


Fig. 6. Coupe-type de la Formation de Gheshlagh (A); coupe d'Alestone avec les coupes-types des Formations d'Alestone et du Kuh-e-Sariambar (B).

*Introduction**c) Formation des Calcaires de Dorud*

L'horizon le plus caractéristique de la base du Permien dans tout l'Elbourz, est la puissante barre constituée par les calcaires blancs à algues et fusulines. Ces calcaires sont largement représentés dans l'Elbourz oriental où ils mesurent entre 10 et 50 m. Les bancs sont massifs, de taille plurimétrique, et certains niveaux présentent un faciès à oncolites algaires caractéristiques⁴⁾. A ce Membre inférieur, il faut ajouter un Membre calcaire supérieur dans lequel les oncolites sont absentes, mais les fusulines abondantes. La puissance de ce membre varie entre 0 et 55 m.

Les fusulines font attribuer cette unité au Permien inférieur (Assélien inférieur, moyen à supérieur, Sakmarien inférieur) avec: *Darvasites* ? sp., *Pseudoschwagerina beedi*, *P. robusta*, *P. gr. ishimbica*, *Robustoschwagerina* sp., *Pseudofusulina gregaria*, *P. gr. diserta*, *P. declinata*, *P. gr. primitiva*, *P. krotovi caudata*, *P. ellipsoïdes*, *P. sulcata*, *Rugosofusulina* sp., *R. complicata*, *Occidentoschwagerina* sp., *Darvasites* sp., *D. contractus*, *Alpinoschwagerina stachei*, *Zellia* sp., *Z. heritschi heritschi*, *Z. heritschi media*, *Z. heritschi colani*, *Schwagerina* sp., *S. sphaerica*, *S. sphaerica gigas*, *S. pulchra*, *S. gr. shamovi*.

La Formation des Calcaires de Dorud repose, soit sur la Formation d'Alestone, ceci, dans la partie septentrionale de la chaîne, soit sur les Grès de Dorud, dans le secteur méridional (fig. 4 et 5).

Elle est recouverte par les dolomies de la Formation du Kuh-e-Sariambar ou de son équivalent latéral du secteur sud-est: La Formation de Ghosnavi.

Variations latérales et milieu de déposition

1. *Les oncolites*: Certains faciès des Calcaires de Dorud sont intéressants au point de vue sédimentologique. Dans la coupe de Tilabad (n° 11, fig. 4 et 5), le passage des Grès de Dorud aux Calcaires de Dorud, se fait par l'intermédiaire d'une passée d'«edge-wise conglomerate» à ciment calcaro-gréseux. Ce faciès marque le début de la sédimentation carbonatée du Permien.

Dans la coupe de Gheshlagh (n° 9, fig. 4 et 5), ce sont les faciès à oncolites qui font ce passage. Dans ce cas, le milieu de formation des oncolites doit être une zone littorale riche en fer et en quartz. Les oncolites ont une taille variant entre 0,5 et 5 cm. La taille maximale a été observée dans le sud-ouest de la région étudiée, dans le secteur du col menant du flanc sud à la haute vallée de Ramian (région située entre le Kuh-e-Olang et le Kuh-e-Qasam). A cet endroit, les grosses oncolites sont en relation avec un environnement récifal riche en Rugosa isolés ou coloniaux et en brachiopodes (fig. 7). D'une manière générale, la présence d'oncolites est liée à celle des fusulines. Cependant, plus la taille des oncolites est grande, plus les fusulines sont rares. Les zones où se trouvent des faciès composés uniquement de fusulines (jusqu'à 80 à 90%) sont généralement dépourvues d'oncolites. Ces oncolites sont constituées par de petits tubes attribuables à des *Girvanella* et d'autres algues (stromatolites) encroûtant principalement des fragments de coquilles ou des fusu-

⁴⁾ Les faciès à oncolites ne sont pas présents dans la coupe-type où les calcaires sont moins massifs et de couleur plus foncée qu'à l'est.

lines. Les oncolites occupent entre 30 et 60% de la roche, le reste étant constitué par des débris non encroûtés, des foraminifères parfois abondants, des algues, des débris de crinoïdès, etc. Tous ces éléments sont souvent brisés et ont subi un transport. Le ciment, généralement sparistique, est parfois micritique. Dans ce dernier cas, les microfaciès sont relativement pauvres en microfaune.

La coupe de Tilabad est pratiquement dépourvue d'oncolites. On peut la situer dans la zone des vagues et de la frange littorale, avec des apports de quartz importants. Dans la coupe de Gheshlagh (n° 9, fig. 4) les oncolites existent, mais leur ciment micritique semble indiquer un milieu de faible énergie. Dans la haute vallée de Ramian et à Juzchal, les oncolites atteignent une taille maximale et sont accompagnées de coraux, ce qui est aussi le cas au sud de Noh-Deh. Vers le nord-ouest, dans la basse vallée de Ramian et au nord-est de Shah-Pasand, les oncolites sont de plus petite taille (0,5 à 1 cm). Dans cette région, l'approfondissement devait empêcher la lumière de pénétrer et, de ce fait, les oncolites de croître.

2. *Calcaires à fusulines*: Quant aux calcaires à fusulines que l'on rencontre, soit à l'intérieur des calcaires à oncolites, soit en dessus ou en dessous, ils doivent représenter un milieu à hydrodynamisme élevé, puisque des grandes concentrations de fusulines ont été trouvées dans la coupe de Tilabad, associées à des calcaires gréseux à gros quartz. De telles concentrations ont également été trouvées à Gheshlagh et Ghosnavi, donc plutôt dans la zone côtière. De cette zone littorale à forte énergie, les fusulines étaient entraînées par les courants dans des zones plus profondes, où elles pouvaient servir de nuclei aux oncolites. Dans ce cas, les courants semblent prépondérants, mais quelques turbidites ont été observées.

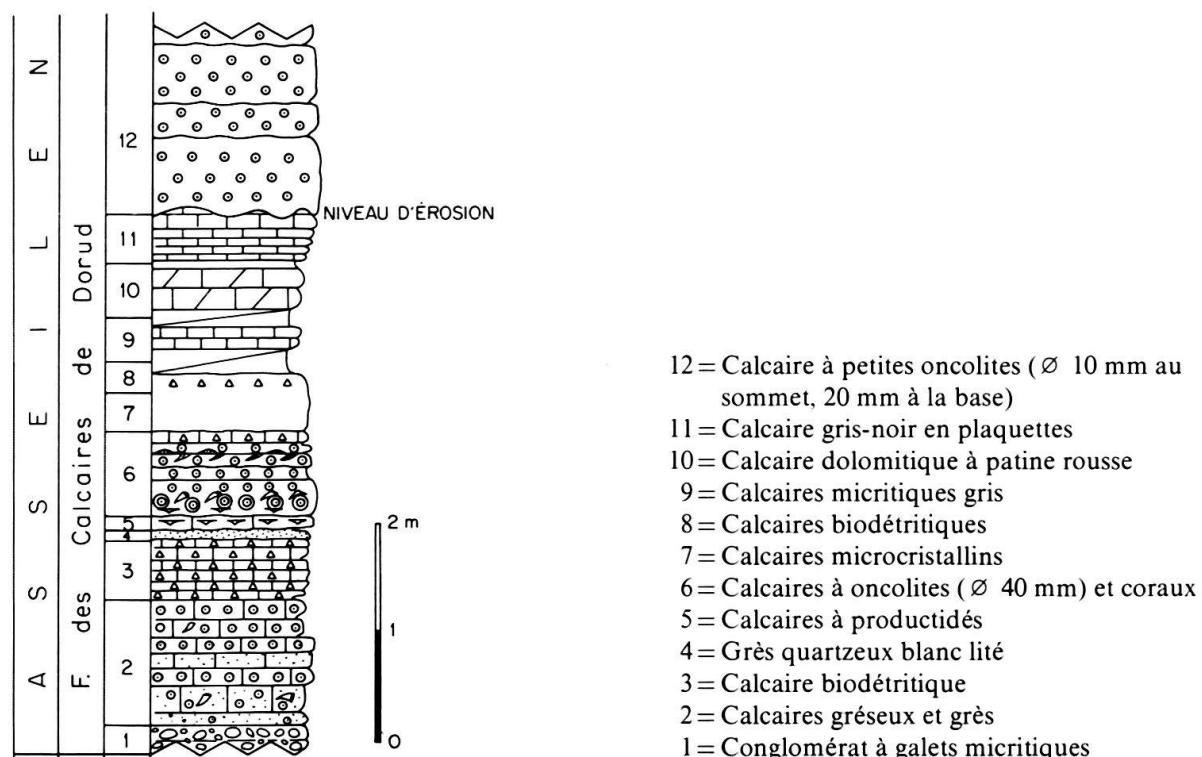


Fig. 7. Base de la Formation des Calcaires de Dorud, au sud de Juzchal.

Explications de la figure 8

I. Coupe de Tilabad (11 sur fig. 4); épaisseur totale: 100 m

Formation sous-jacente: Marno-calcaire noir de la Formation de Mobarak

Formation des Grès de Dorud:

- 1 = Conglomérat polygénique à galets carbonifères prépondérants, grès et calcaire gréseux
- 2 = Alternance de grès quartzeux jaunâtre et shales rouges à jaunes, encroûtement ferrugineux
- 3 = Tuf vert et basalte très chloritisé
- 4 = Alternance de grès rouge à blanc et de shales colorés, quelques stratifications entrecroisées
- 5 = Edge-wise conglomerat à ciment gréseux, couleur ocre

Formation des Calcaires de Dorud:

- 6 = Calcaire gréseux jaunâtre
- 7 = Calcaire de couleur claire à fusulines, bancs plus ou moins massifs
- 8 = Calcaire bréchique et passées plus marneuses jaunâtres
- 9 = Calcaire jaunâtre plus ou moins massif avec délit en plaquette, faisant le passage à la Formation de Ghosnavi

II. Coupe de Gheshlagh (9 sur fig. 4); épaisseur totale: 80 m

Formation sous-jacente: Membre supérieur marno-calcaire de la Formation de Mobarak

Formation des Grès de Dorud:

- 1 = Grès quartzeux blanc
- 2 = Grès en plaquettes à pistes
- 3 = Grès quartzeux vert à patine rouge
- 4 = Grès quartzeux à encroûtement ferrugineux
- 5 = Grès quartzeux à stratifications entrecroisées

Formation des Calcaires de Dorud:

Membre inférieur

- 6 = Calcaire gréseux à oncolites et fusulines
- 7 = Calcaire noduleux lumachellique, gréseux à oncolites et fusulines
- 8 = Calcaire à oncolites et fusulines
- 9 = Grès calcaire jaunâtre à passées rouges
- 10 = Calcaire à oncolites et fusulines, couleur blanche à jaune

Membre supérieur

- 11 = Petits bancs de calcaire gris microcristallin
- 12 = Calcaire pseudo-oolitique et biodétritique
- 13 = Calcaire marneux en plaquettes et calcaire noduleux
- 14 = Calcaire micritique gris
- 15 = Calcaire biodétritique, bréchique à la base
- 16 = Calcaire micritique à microcristallin à fusulines, couleur grise
- 17 = Microbrèche calcaire et calcaire marneux en plaquettes
- 18 = Calcaire micritique plus ou moins massif à délit en petits bancs faisant le passage à la Formation de Ghosnavi

III. Coupe de Bagherabad (5 sur fig. 4); épaisseur totale: 100 m

Base: faille

Formation d'Alestone:

- 1 = Calcaire en petits bancs, gris à rougeâtre, fusulines
- 2 = Grès calcaire
- 3 = Dolomie de couleur claire
- 4 = Calcaire microcristallin gris à rougeâtre, fusulines
- 5 = Calcaire microcristallin rouge

Formation des Calcaires de Dorud:

Membre inférieur

- 6 = Calcaire massif blanc à oncolites et fusulines

Membre supérieur

- 7 = Calcaire micritique gris à rose, oolites, pseudo-oolites et oncolites
- 8 = Calcaire en bancs massifs, micritique, couleur grise
- 9 = Calcaire et calcaire dolomitique en petits bancs faisant le passage à la Formation du Kuh-e-Sariambar

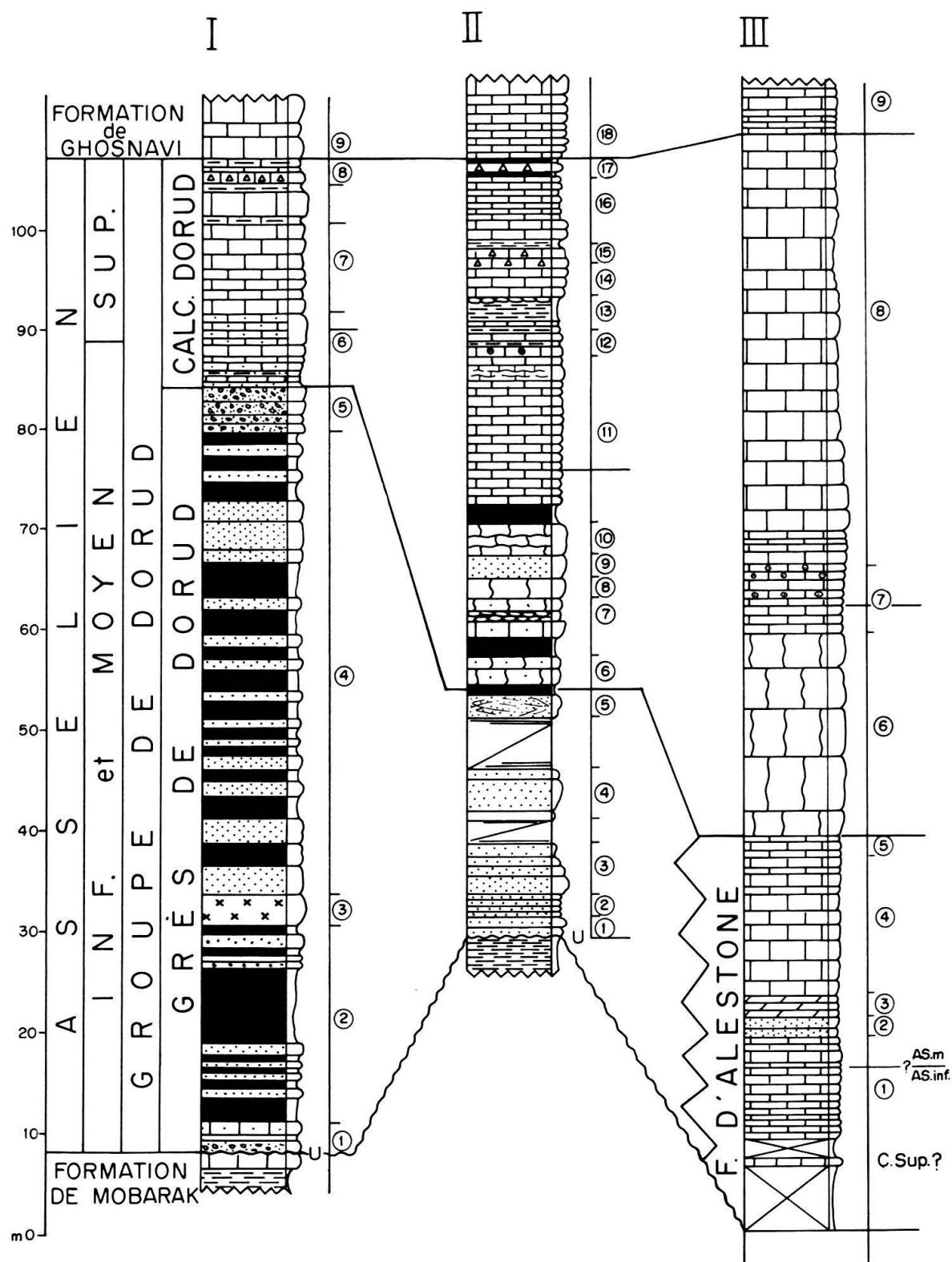


Fig. 8. Coupes lithostratigraphiques de Tilabad (I), de Gheshlagh (II) et de Bagherabad (III). Explications voir page ci-contre.

3. Autres faciès: Les oolites sont assez rares parmi les Calcaires de Dorud. Dans la coupe de Bagherabad, elles marquent le passage des calcaires à oncolites aux calcaires micritiques, soit le passage à un milieu moins profond et à hydrodynamisme plus élevé, permettant la formation d'oolites. Puis l'ensemble passe à un milieu de back-reef caractérisé par des calcaires micritiques à «algal mat». Dans les coupes de Gheshlagh et Tilabad, la limite adoptée pour le sommet du Groupe de Dorud est une passée de brèche calcaire intraformationnelle marquant le passage à des conditions de sédimentation de type intertidal en milieu marin confiné, correspondant aux calcaires varvés et aux dolomies de la Formation de Ghosnavi.

d) Formation du Kuh-e-Sariambar

Introduction

Dans la haute vallée de Fazelabad-Mohamadabad, d'importantes parois verticales se marquent dans la topographie. Celles-ci sont formées par la Formation des Calcaires de Dorud, de couleur blanche, surmontée par une épaisseur de dolomies massives à patine rougeâtre. Ces teintes permettent une reconnaissance à distance, sans confusion possible.

Ces dolomies ne peuvent se rattacher à aucune unité pré-existante et seront décrites dans cette étude comme Formation du Kuh-e-Sariambar.

Origine du nom: Montagne (Kuh en persan), d'une altitude de 2487 m surmontant la coupe-type.

Situation de la coupe-type

Celle-ci constitue la partie supérieure de la coupe où a été choisie également la section-type de la Formation d'Alestone (cf. chapitre 3b et fig. 6B). *Coordonnées de la base de la coupe:* lat. N 36°42'20"; long. E 54°49'; altitude 1650 m.

Description: épaisseur 105 m

- *Base de la formation:* Calcaires à fusulines, en bancs massifs (Calcaires de Dorud).
 1. Dolomie jaune, friable, en petits bancs.
 2. Dolomie massive grise à patine rougeâtre (Mudstone dolomitique).
 3. Quartzite blanche.
 4. Dolomie fine, grise-foncé, à joints stylolitiques.
 5. Calcaires gris-jaunes et calcaires dolomitiques jaunâtres varvés.
- *Sommet de la formation:* Importante passée de marnes et grès quartzeux rouges finement lités (Formation de Gheshlagh).

Age

Les dolomies sont azoïques et les calcaires ne contiennent pas de microfaune caractéristique d'un étage. On constate la présence d'une faune naine réduite, à foraminifères fixés (faciès) à *Paleonubecularia* et *Ramovsia limes*.

Les *Globivalvulina* prédominent et il n'y a pas de fusulines déterminables. Cette unité doit être comprise dans le Sakmarien supérieur, l'Artinskien ou le Kubergan-

dien, en raison de son encadrement stratigraphique par les Formations des Calcaires de Dorud et Ruteh.

Milieu de déposition

Cette unité correspond vraisemblablement à un épisode à taux de sédimentation faible, en milieu confiné (voir Formation de Ghosnavi).

Extension géographique

La Formation du Kuh-e-Zardjou est représentée dans toutes les coupes complètes du flanc nord de la chaîne, sur l'aire étudiée. Cette unité passe latéralement au sud à la Formation des Calcaires de Ghosnavi (cf. chapitre 3e). A Djam, ALAVI (1972) attribue les dolomies surmontant les Grès de Dorud à la Formation de Jamal. On peut y voir l'équivalent de la Formation du Kuh-e-Sariambar.

e) Formation de Ghosnavi

Introduction

Sur le flanc nord de l'anticlinal de Khoshyeilagh affleurent des calcaires varvés, parfois dolomitiques, faisant suite au Groupe de Dorud. Ces calcaires se distinguent assez nettement de ceux de la Formation des Calcaires de Dorud, principalement par leur pauvreté en faune et leur caractère confiné.

Origine du nom: Ghosnavi: Village de la haute vallée de Shah-Pasand.

Situation de la coupe-type

Cette formation affleure très bien tout au long du flanc nord de l'anticlinal de Khoshyeilagh. La section-type se situe entre le village de Ghosnavi et celui de Khoshyeilagh. *Coordonnées:* lat. N 36°56'; long. E 55°28'; altitude 1070 m.

Description

Base de la formation: passage plus ou moins continu entre les Calcaires de Dorud et ceux de Ghosnavi. La limite se situe à l'apparition de brèches calcaires de type «edge-wise conglomerate».

Sommet de la formation: Au sud et à l'est de Ghosnavi, la formation est localement ravinée et supporte des latérites rattachées à la Formation de Gheshlagh, faisant le passage à la Formation d'Elikah (Trias inférieur). Dans la coupe-type de la Formation de Gheshlagh, le passage est bien exposé et se fait par l'intermédiaire d'un conglomérat calcaire (calcaire noduleux) surmonté par des shales rougeâtres et les grès de la Formation de Gheshlagh. L'épaisseur de la formation est de 60 à 100 m.

Age

Les mêmes remarques que pour la Formation du Kuh-e-Sariambar peuvent être faites. Quelques sections de bellérophontidés ont été trouvées au sommet de la formation.

Lithologie et milieu de dépôt

La lithologie est monotone et consiste, dans la région sud, en calcaires plus ou moins varvés, de couleur claire, avec des passées dolomitiques. Ces calcaires sont assez massifs, mais se délitent en de petits bancs. Leur microfaune est pauvre et naine. Quelques rares passées marneuses ont été observées, ainsi que quelques bancs d'«edge-wise conglomerate» et de calcaire vermiculé. Une grande partie des calcaires varvés provient de l'action d'algues filamenteuses, comme on peut les observer dans les zones côtières à «algal mat». L'association – calcaire vermiculé + «algal mat» + «edge-wise conglomerate» + dolomie – fait placer le milieu de sédimentation de la Formation de Ghosnavi dans un domaine marin confiné, peu profond. Ces faciès ne sont pas sans rappeler ceux de la Formation triasique d'Elikah. Le modèle sédimentologique élaboré pour celle-ci (STAMPFLI et al. 1976) peut être appliqué à la Formation de Ghosnavi, bien que tous les termes n'y soient pas représentés. La Formation de Ghosnavi présente un faciès assez semblable au Membre calcaire gris d'Elikah, dans la partie méridionale de la chaîne. Dans la vallée de Ramian, la Formation de Ghosnavi passe aux dolomies de la Formation du Kuh-e-Sariambar. Ceci n'implique pas nécessairement des conditions plus confinées que dans le sud, puisque l'on y trouve des passées de calcaire oolitique. Ces dolomies sont souvent varvées et parfois bréchiques. Dans le modèle mentionné, elle pourraient être placées en position externe, dans la zone fermant le bassin confiné ou dans la zone supratidale. Les faciès dolomitiques ne permettent pas de se décider pour l'une ou l'autre des hypothèses. Du fait que l'on trouve aussi bien des dolomies laminées que graveleuses, on doit se situer dans une zone d'oscillation entre les domaines externes et internes d'un lagon.

Extension latérale

Cette formation, comme celle du Kuh-e-Sariambar, correspond stratigraphiquement à l'unité inférieure de la Formation de Ruteh (sensu BOZORGNA 1973). Dans le secteur de l'Elbourz pris en considération dans ce travail, la Formation de Ghosnavi se retrouve dans toute la partie sud-est.

Dans l'Elbourz plus occidental, la Formation de Ghosnavi est assimilée par ALAVI (1972) à la Formation de Jamal et par NABAVI & HAMDI (1975) à la Formation de Ruteh. Il conviendrait de réserver le terme «Formation de Ruteh» à l'alternance de marnes et de calcaires noirs à *Zoophycos* et brachiopodes et utiliser la Formation de Ghosnavi, pour décrire les calcaires varvés ou dolomitiques ainsi que les autres faciès caractéristiques d'un milieu confiné.

Introduction

f) Formation de Gheshlagh

Dans la plupart des coupes stratigraphiques permianes de l'Elbourz oriental, on observe au-dessus des Formations de Ghosnavi et du Kuh-e-Sariambar, des sédiments gréseux et latéritiques d'épaisseur et de position variables. Ces couches atteignent un maximum de puissance près du village de Gheshlagh, endroit où est choisie la coupe-type d'une nouvelle unité lithostratigraphique, car aucune formation pré-existante ne permettait de cartographier ces niveaux.

Origine du nom et situation de la coupe-type

La coupe-type a été levée sur le flanc nord de l'anticlinal de Khoshyeilagh, à 3 km à l'ESE du village minier de Gheshlagh, localité dont elle tire son nom.

Description

La Formation de Gheshlagh consiste en 180 m de shales, siltstones et grès de couleur souvent rouge. Au sommet s'intercalent des passées charbonneuses et latéritiques (fig. 6A).

- *Base de la formation:* La formation sous-jacente est la Formation de Ghosnavi. Le contact se fait par l'intermédiaire d'un conglomérat à caractère intraformationnel. Sous ce conglomérat affleurent des calcaires dolomitiques de couleur gris-jaunâtre, d'une dizaine de mètres d'épaisseur. Cette unité se suit jusqu'à Ghosnavi, démontrant ainsi qu'il y a eu peu d'érosion au sommet de la Formation de Ghosnavi, et que la période qui sépare l'émergence, du début de la sédimentation continentale, ne fut pas de longue durée.
 1. Conglomérat à galets calcaires (diamètre maximum des galets: 10 cm).
 2. Grès quartzeux ferrugineux de couleur rouge à verte, stratification entre-croisée ou en plaquettes, chenaux, galets mous.
 3. Grès quartzeux fin, rouge à vert, massif ou en plaquettes, chenaux.
 4. Shales argileux rouge-pourpre à gris.
 5. Alternance de grès fin vert-foncé, de siltstones et de shales rouges à gris.
 6. Shales argileux rouge-pourpre à gris, parfois bariolés.
 7. Grès quartzeux blanc, plus ou moins massif, imprégnation de fer, donnant parfois une patine noire. Stratification oblique à entrecroisés.
 8. Alternance de grès, cf. niveau 7, de shales et de siltstones gris à noirs, passées ferrugineuses et charbonneuses (épaisseur ne dépassant pas 30 cm). Pistes organiques dans les grès.
 9. Alternance de shales argileux (kaoliniques) jaune-verdâtre à rouge et de latérites massives de couleur pourpre-foncé. Concrétions ferrugineuses dans les shales et passées charbonneuses.
- *Sommet de la formation:* La Formation d'Elikah est sus-jacente. Un banc de grès vert à rougeâtre se délitant en plaquettes et contenant des chenaux plus calcaires de faciès Elikah caractéristique, marque la base de cette formation. Au-dessus de ces grès affleurent une dizaine de mètres de shales sur lesquels repose le Membre calcaire coloré de la Formation d'Elikah (STAMPFLI et al. 1976). Le retour à des conditions marines se fait ici de manière progressive, sans transgression violente, ni conglomérat.

Autres affleurements de la région étudiée

Suite à l'érosion post-triasique, la Formation de Gheshlagh a une extension assez réduite dans le sud de la chaîne. Dans le nord, spécialement dans la vallée de Ramian, une unité parallèle a été reconnue entre le sommet des dolomies de la Formation du Kuh-e-Sariambar et les calcaires micritiques de la Formation de

Nesen. Cette unité paralique a une position stratigraphique semblable à celle de la Formation de Gheshlagh, mais son extension chronostratigraphique est moins grande. Dans la coupe de Juzchal, cette unité à caractère paralique est bien exposée. Elle mesure une quarantaine de mètres d'épaisseur et se compose, de bas en haut (n° 7, fig. 4):

1. Siltstones et shales brun-rouge, jaune ou gris-bleu à passées charbonneuses (30 m).
2. Grès quartzeux blanc, imprégné parfois de fer (2 m).
3. Alternance de grès, siltstones et shales, couleur gris-bleu à noire (8 m).
4. Alternance de calcaire micritique noir à *Bellerophon* et de shales noirs (2 m).
5. Grès quartzeux cf. 2 (3 m).

La nature paralique des dépôts, à cet endroit, est également démontrée par les associations palynologiques qui contiennent, en plus des spores et pollen, des éléments planctoniques (Acritarches).

Dans le sud, la Formation de Gheshlagh est parfois réduite aux seules latérites du niveau 9 et localement, les calcaires de la Formation de Ruteh sont karstifiés. Ces latérites existent dans tout l'Elbourz oriental et peuvent se présenter sous différentes formes. Dans la vallée de Ramian ce sont des pisolites, alors que dans le sud, elles peuvent être massives et homogènes ou encore, caverneuses à aspect scoriacé.

Milieu de dépôt

L'étude palynologique effectuée sur les niveaux 8 et 9 (fig. 6A) de la coupe-type démontre qu'un environnement de type marécageux continental a présidé au dépôt de la Formation de Gheshlagh. Du point de vue sédimentaire, la prédominance des shales sur les grès permet de démontrer que la sédimentation s'est effectuée sous des conditions d'hydrodynamisme faible et les chenaux rencontrés dans les grès ne dépassent guère 20 à 30 cm de profondeur. Les grès ont souvent un débit en plaquettes. Quant aux grains de quartz, leur taille est toujours petite et leur degré d'arrondi est élevé. La subsidence du bassin devait donc être faible et lorsqu'elle augmentait, elle était suivie par le dépôt de grès où des chenaux et des stratifications obliques sont fréquents. Les encroûtements ferrugineux que l'on trouve sur les grès démontrent qu'après leur dépôt, suivait une période de non-sédimentation jusqu'à ce que, la subsidence continuant, les termes les plus fins puissent à nouveau se déposer.

Age

La coupe-type de la Formation de Gheshlagh a fourni un assemblage palynologique caractérisant le Permien supérieur (CHATEAUNEUF & STAMPFLI, sous presse). Dans la vallée de Ramian, des passées marines de la base de la formation ont livré quelques foraminifères marquant nettement le Murghabien, plutôt inférieur à moyen. Dans la coupe-type, le passage avec la Formation d'Elikah (Trias) semble continu, ce qui laisse supposer que le Permien supérieur est représenté dans cette coupe. L'horizon latéritique que l'on retrouve dans de nombreux endroits et qui marque le maximum de régression, contiendrait la limite Permien/Trias.

Corrélations et extensions latérales

Telle qu'elle est définie dans la coupe-type, la Formation de Gheshlagh a une extension qui se limite à une partie du flanc nord de l'anticlinal de Khoshyeilagh. Vers l'est, elle se réduit à la partie latéritique sommitale. Vers l'ouest elle manque, car l'érosion précédant le dépôt de la Formation de Shemshak a enlevé tout le Permien supérieur. Dans le flanc nord de la chaîne, la Formation de Gheshlagh est représentée dans toute la région étudiée. Les dépôts gréseux et latéritiques que l'on trouve pratiquement dans toute la chaîne de l'Elbourz, sous les calcaires triasiques, représentent une condensation plus ou moins importante de la Formation de Gheshlagh (principalement des niveaux 8 et 9). Ces dépôts ont un caractère discordant au niveau régional, puisqu'on les trouve, soit sur la Formation de Ghosnavi, soit sur celle de Nesen.

Les sédiments de nature détritique que l'on trouve dans le premier membre de la coupe-type de la Formation de Nesen peuvent être mis en corrélation avec la Formation de Gheshlagh. Dans la coupe-type de Ruteh, on observe une passée latéritique en position semblable, séparant les Formations de Ruteh et de Nesen (sensu BOZORGIA 1973).

Dans la coupe de Gheselghaleh (n° 1, fig. 4 et 5), deux passées sont attribuées à la Formation de Gheshlagh. La première sépare la Formation du Kuh-e-Sariambar de celle de Ruteh, tandis que la seconde surmonte la Formation de Nesen et contient des latérites, elles-mêmes surmontées par une petite unité calcaire à microfaune djoulfienne à la base, passant très rapidement aux faciès d'Elikah (cf. chapitre 3h).

g) Formation de Ruteh

Généralités

Nous avons cartographié, comme Formation de Ruteh, une épaisse série de calcaires biodétritiques noirs, en bancs décimétriques alternant avec des marnes à productidés, où les *Zoophycus* sont abondants. A Gheselghaleh, la Formation de Ruteh mesure 145 m. Outre une riche microfaune, elle contient des brachiopodes, des coraux et des traces de fossiles géants, *Megapermichnus* (JENNY & JENNY 1978). Les foraminifères de cette unité sont caractéristiques du Murghabien moyen et supérieur avec, entre autres, *Neoschwagerina margaritae*, fusuline caractérisant le Murghabien supérieur.

La Formation de Ruteh à Gheselghaleh montre des faciès très semblables à ceux décrits dans la région type. On retrouve des calcaires biogènes de la base de la formation moins richement macrofossilifères toutefois, ainsi que les calcaires noirs en petits bancs du sommet. La microfaune renferme la plupart des espèces décrites dans cette formation par ASSERETO (1963) et BOZORGIA (1973).

On retrouve la Formation de Ruteh bien exposée dans la coupe de Chirinabad (Haute vallée d'Aliabad) (n° 3, fig. 4). Dans cette localité, la Formation de Ruteh mesure 290 m et présente les mêmes séquences lithologiques et microfaciès que la coupe de Gheselghaleh. Les traces organiques géantes signalées précédemment apparaissent également. La Formation de Ruteh est, à cet endroit, directement surmontée par la Formation d'Elikah.

Dans la coupe d'Alestone (fig. 6B), une épaisse passée sidérolitique sépare les Formations du Kuh-e-Sariambar et de Ruteh.

La Formation de Ruteh a également été observée dans la vallée située au sud-ouest du Kuh-e-Gandi, confluente à celle descendant de Siah-Margou vers Gheselghaleh.

Microfaciès et milieu de dépôt de la Formation de Ruteh

Les calcaires de la Formation de Ruteh sont de nature diverse. On observe des mudstones, des wackestones, des grainstones et des packstones qui ont pourtant des caractères communs. Le quartz est extrêmement rare, la microfaune et les débris de macrorganismes fréquents, les recristallisations de la calcite ainsi que l'apparition de cristaux de dolomie sont souvent observés.

L'alternance des marnes et des calcaires foncés, la présence de radiolaires dans les calcaires suggèrent un milieu de dépôt de bordure de bassin ou de plate-forme largement ouverte vers la mer.

h) Formation de Nesen

Généralités

Nous rattachons à la Formation de Nesen des calcaires biodétritiques noirs à rognons de silex en bancs décimétriques séparés par des marnes foncées. Cette unité est bien développée dans la partie nord de la chaîne; elle mesure 65 m de puissance à Ramian (coupe 12, fig. 4) et 50 m à Gheselghaleh (coupe 1, fig. 4). Les passées marneuses sont plus importantes au nord de la chaîne qu'à son centre et cette formation est absente dans la partie méridionale où elle est remplacée par des sédiments continentaux. Un horizon latéritique sépare ces calcaires permiens supérieurs des calcaires multicolores du Trias (Formation d'Elikah). Toutefois, il y a lieu de relever que dans la coupe de Gheselghaleh, il existe des calcaires biodétritiques à foraminifères «permiens» au-dessus du niveau latéritique. Ce sont: *Dagmarita* sp., *Colaniella* sp., *Ichtyolaria* sp. et *Pachyphloia iranica*.

Age

La microfaune indique le Murghabien supérieur et le Djoulfien s.str. pour ces calcaires. Les formes les plus importantes sont: *Codonofusiella nana*, *Reichelina* sp., *Parareichelina* sp., *Colaniella* sp., etc. Cependant, il n'a jamais été observé: *Paradagmarita* sp. qui semble caractériser le Permien tout-à-fait supérieur.

Affleurement principaux

Outre les coupes citées plus haut, la Formation de Nesen affleure bien dans la vallée de Ramian. A Viru et Juzchal (coupes 6 et 7, fig. 4), on observe une unité de calcaires micritiques noirs en bancs décimétriques atteignant 80 m d'épaisseur. Ces calcaires forment un synclinal au cœur duquel apparaissent des shales rouges qui doivent se situer stratigraphiquement au-dessus des calcaires noirs.

Les conditions d'affleurement ainsi que la tectonique empêchent toute observation de détail. L'âge de ces calcaires est murghabien supérieur à djoulfien s.l. Ces

calcaires représentent un passage latéral de la Formation de Nesen et d'une partie de celle de Ruteh, sous un faciès «back reef». Dans la coupe de Bagherabad (n° 5, fig. 4), une paléofaille met en contact avec les calcaires triasiques, deux types de calcaires permiens. Du côté est de la faille, la Formation de Nesen manque et on trouve des calcaires micritiques gris en bancs massifs attribuables à la Formation de Ruteh. A l'ouest, la Formation de Nesen est représentée par 60 m au minimum de calcaires noirs micritiques à silex. Les passées marneuses sont rares. La base de la formation est recouverte par des éboulis. Au sommet, des pisolites de fer les séparent des sédiments triasiques. L'âge de ces calcaires est murghabien supérieur et djoulfien s.l.

Microfaciès et milieu de dépôt de la Formation de Nesen

Des biomicrites à microfaune abondante et variée caractérisent cette unité. Celle-ci contient de fréquents nodules de silex dans les coupes du centre de la chaîne (Gheselghaleh, Bagherabad). Les silex sont moins nombreux sur le flanc septentrional de l'Elbourz oriental (Ramian, Shahpasand) où, par contre, les interbancs marneux sont plus épais. Cette lithologie s'explique, si l'on place le centre de la chaîne sur un haut-fond et le nord, déjà sur la pente externe. La présence d'éponges, de coraux et de diastèmes à Bagherabad et Gheselghaleh, ainsi que des radiolaires et les interbancs marneux de cette même unité au nord, étayent cette hypothèse. Les calcaires à microfaune naine, pellets et vacuoles des coupes de Viru et Juzchal (n° 6 et 7), sont attribuables à des dépôts euxiniques en arrière d'un haut-fond colonisé par les spongiaires. Au sud de la chaîne, la Formation de Nesen est absente. Elle est remplacée par des dépôts continentaux principalement argileux, à charbon (Formation de Gheshlagh).

4. Paléogéographie

a) Elbourz oriental

Anté-permien

A la fin du Carbonifère, l'Elbourz oriental se trouvait à la limite d'une mer épicontinentale tropicale à fusulines et d'un domaine continental. On observe donc des dépôts marins avec de nombreux apports détritiques dans le nord de la chaîne, des grès à charbon dans le centre et dans le sud, le Permien repose directement sur le Carbonifère inférieur (Viséen) (JENNY et al. 1978).

Assélien

Dans le nord de la chaîne, la transgression marine avec dépôts de calcaires débute à partir de l'Assélien inférieur, tandis que dans le sud, se déposent des grès. A l'Assélien moyen toute la chaîne est recouverte par la mer. A cette époque, on peut observer sur une transversale de direction SE-NW passant par Ramian, une variation latérale des faciès.

Au sud, ce sont des calcaires gréseux à fusulines, puis des calcaires à oncolites, ensuite des calcaires à grosses oncolites accompagnées de coraux et de brachiopodes,

enfin vers le nord, des calcaires à petites oncolites dans une matrice micritique. Cette disposition montre bien que la mer s'ouvrait alors toujours vers le NNW. Une sédimentation calcaire marine se poursuit durant l'Assélien supérieur et le début du Sakmarien.

Sakmarien supérieur à Murghabien inférieur

Cet intervalle de temps correspond à un défaut d'information paléontologique, mais ne concorde pas, en partie tout au moins, à une lacune de sédimentation. En effet, dans cette période se placent les Formations du Kuh-e-Sariambar, de Ghosnavi et de Gheshlagh p.p.

La lithologie de ces unités traduit un cycle sédimentaire régressif avec une sédimentation en milieu marin confiné, se terminant par des dépôts paralliques ou continentaux dans le Permien supérieur.

Murghabien moyen et supérieur

Les dépôts de cet étage sont franchement marins et richement fossilifères. Ils caractérisent un milieu de plate-forme carbonatée interne à externe, tendant à la régression. Certains faciès, riches en dasycladacées, ne peuvent s'être déposés qu'en milieu peu profond (zone photique). Les faciès de cette époque observés dans le nord de la chaîne montrent toutefois des tendances de dépôt de bassin.

Djoulfien s.l.

Les dépôts djoulfiens attestent également l'existence d'une mer ouverte au nord, avec une répartition des faciès du sud au nord: sédiments continentaux, sédiments de type lagon euxinique confiné, calcaires à silex avec coraux et brachiopodes, alternances de marnes et de calcaires à radiolaires.

Passage Permien - Trias

La limite des deux systèmes est habituellement placée dans la passée latéritique qui sépare la Formation de Nesen des calcaires à *Meandrospira pusilla* (Formation d'Elikah), bien que l'on connaisse à Gheselghaleh des foraminifères «djoulfiens» au-dessus de cet horizon latéritique. Celui-ci indique une période de non-déposition marine. L'importance de la lacune est difficilement appréciable, mais le Permien terminal (Dorashamien) n'est probablement pas représenté.

b) Iran (fig. 9 et 10)

Avant d'esquisser des reconstitutions paléogéographiques de l'Iran au cours du Permien, il convient de signaler que les travaux stratigraphiques détaillés concernant ce système sont rares et dispersés. Bien des problèmes apparaissent lorsque l'on passe en revue la littérature, notamment sur l'attribution de faunes à un étage. La diversité des échelles stratigraphiques utilisées, le groupe d'organisme choisi pour les datations (ammonites, brachiopodes, coraux ou foraminifères) peuvent provoquer des interprétations diverses.

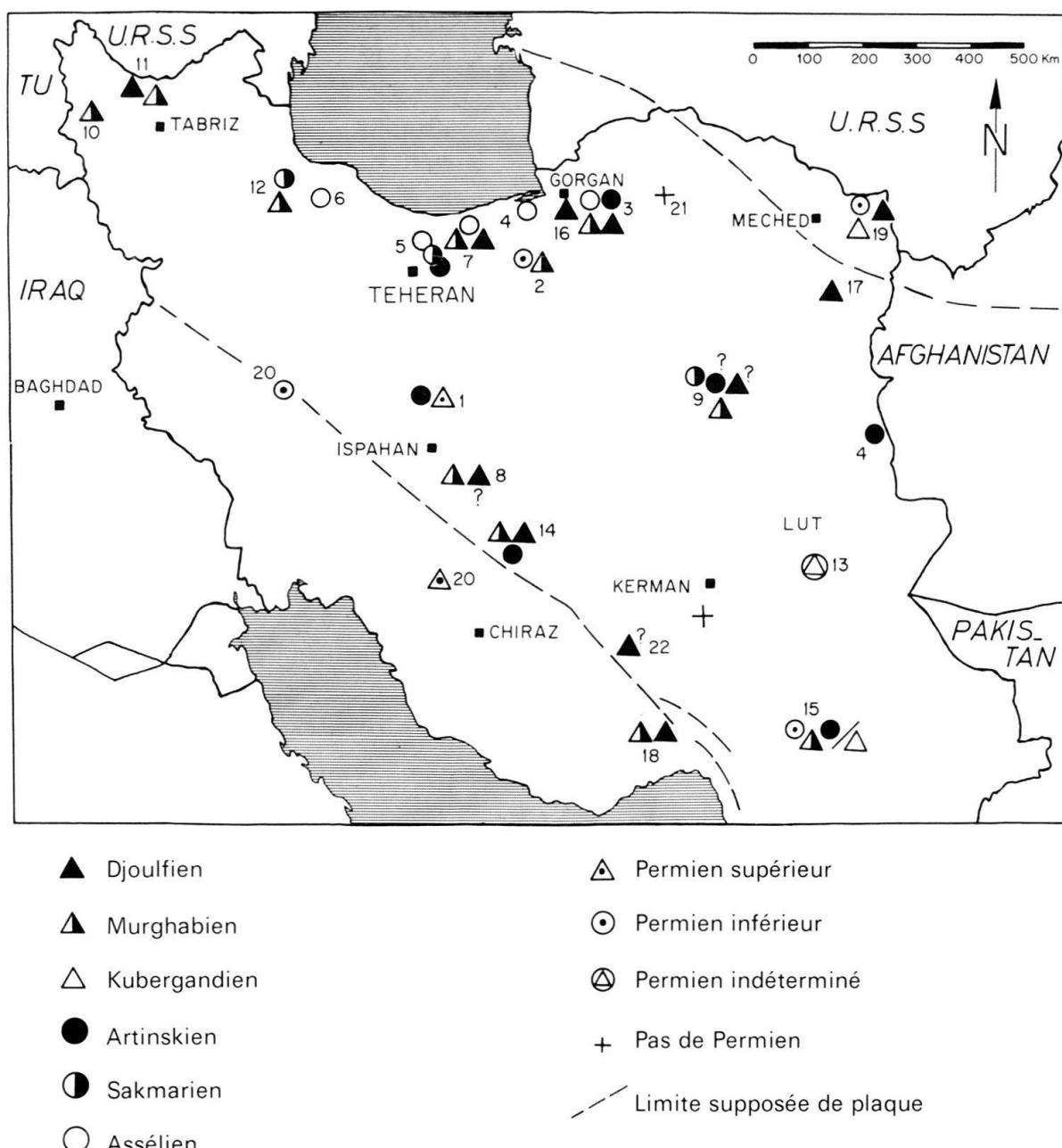


Fig. 9. Localités fossilifères du Permien.

Remarque: Les attributions à un étage ont parfois été corrigées dans les travaux consultés.

Liste des localités et sources:

1 = ZAHEDI 1973	Soh	13 = REYRE & MOHAFEZ 1972	Lut
2 = ALAVI 1972	Djam	14 = TARAZ 1974	Abadeh
3 = JENNY 1977, STAMPFLI 1978	Aliabad	15 = DOUGLASS 1950	Belouchistan
4 = KAHLER 1974	Zirab	16 = FRECH 1900	Gorgan
5 = KAHLER 1976	Dorud	17 = ANDREEV, comm. pers.	Frontière afghane
6 = ANNELS et al. 1975	Qazvin	18 = ZANINETTI et al. (à paraître)	Kuh-e-Gahkum
7 = SÜSSLI 1976	Haraz	19 = STAMPFLI, comm. pers.	Arghdarband (en galets dans le Trias)
8 = ZAHEDI 1976	Esfahan	20 = DOUGLASS 1950	Zagros
9 = STÖCKLIN et al. 1965, ALAVI 1972	Shotori Range	21 = MOHAFEZ, comm. pers.	Djadarm
10 = ALAVI & BOLOURCHI 1973	Maku	22 = DIMITRIJEVIC 1973	Kerman
11 = STEPANOV et al. 1969	Djoufia	23 = HUBER, comm. pers.	Djazmurian 5
12 = CLARK, DAVIS et al. 1975	Bandar-Pahlavi		

Les dépôts continentaux, principalement gréseux, prédominent à l'Assélien. La sédimentation calcaire semble limitée aux parties nord et est de l'Iran. Des régions soumises à l'érosion sont localisées le long du plan de chevauchement du Zagros, généralement au nord de celui-ci, ainsi qu'entre le Binalud et l'Elbourz oriental. La Formation des Grès de Dorud semble combler des dépressions, puis recouvrir une grande superficie du pays. La base de cette unité est certainement diachrone et la sédimentation discontinue, ainsi qu'en témoignent les horizons latéritiques. Les Grès de Dorud transgressent sur diverses formations paléozoïques dont proviennent ses constituants. L'importante fraction quartzeuse est probablement empruntée aux quartzites du Paléozoïque inférieur. La transgression des Grès de Dorud a arasé de faibles reliefs produits par des mouvements épirogéniques contemporains des phases sudètes et asturiennes du cycle hercynien. Sur la bordure nord de l'Elbourz oriental et peut-être dans la région de Tabas où le passage entre le Carbonifère et le Permien est plus ou moins continu, seul l'apport matériel détritique dans la partie terminale du Carbonifère traduit cette épirogenèse.

En Iran, exception faite de la région de Tabas (KAHLER 1974), comme sur pratiquement toute la bordure méridionale de la Paléotéthys (ARGYRIADIS & LYS 1977) on ne signale pas la présence de fusulines caractéristiques de l'Artinskien

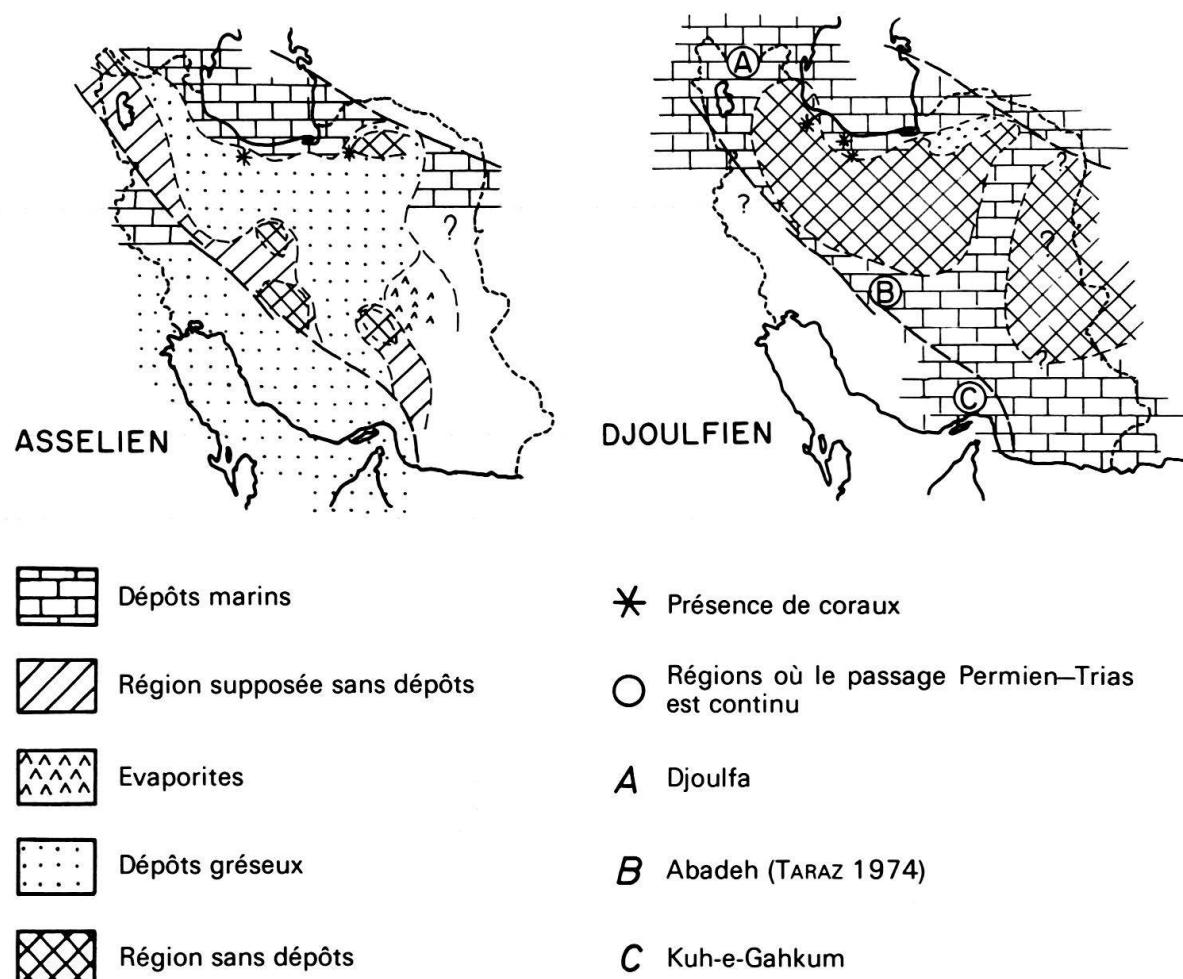


Fig. 10. Paléogéographie de l'Iran à l'Assélien et au Djoulfién.

supérieur et du Kubergandien. S'agit-il d'un manque d'information paléontologique ou d'un problème lié à la répartition des fusulines? Cette période doit correspondre sur une grande partie de l'Iran à une épisode, sinon d'émergence, tout au moins de sédimentation en milieu confiné.

Les dépôts marins des Formations de Ruteh et Jamal p.p. représentent le Murghabien et sont largement répandus en Iran, où ils marquent le retour à une sédimentation franchement marine.

Les dépôts djoulfiens sont également abondants en Iran où l'on a, sinon le stratotype de l'étage, sa continuation immédiate sur la rive iranienne de l'Araxe en Azerbaïdjan. Cet étage a été signalé sur le flanc nord de l'Elbourz central et oriental (FRECH 1900, GLAUS 1965, BOZORGNIA 1973, STEPANOV et al. 1969, SÜSSLI 1976).

Dans la plupart des coupes, une lacune plus ou moins importante correspondant au Dorashamien, doit exister entre le Djoulfien s.str. et la base du Trias. La lacune se marque par des dépôts de latérite ou des «hard-grounds». Dans quelques régions privilégiées, comme Djulfa ou Abadeh, la régression se marque seulement par la présence de calcaires varvés ou bréchiques.

5. Conclusions

Nous avons vu que durant le Permien, on peut distinguer en Iran deux périodes de transgression, séparées par une régression. Chaque fois que les conditions d'affleurement permettent une observation sur toute la largeur de la chaîne, on constate que la mer s'ouvrira en direction du nord. Enfin, il est intéressant de comparer rapidement la lithologie des sédiments permiens de l'Elbourz, avec les dépôts téthysiens contemporains plus lointains.

Turquie: Le Taurus

(GRACIANSKY et al. 1967, MONOD 1977, ARGYRIADIS & LYS 1977)

Dans la nappe de Hadim et les unités équivalentes, l'Assélien à *Pseudoschwagerina* repose sur des sédiments moscoviens. Le Permien supérieur (Murghabien moyen à Djoulfien supérieur) est caractérisé par des dépôts carbonatés surmontant des grès quartzitiques. À Bademli, on note la présence de calcaires à oncolites algaires d'âge gzhélien (?), assélien et sakmarien, également séparés du Murghabien et du Djoulfien par un horizon gréseux. Le passage permo-trias est continu.

Dans la région de Pinarbasi (D. Altiner, comm. pers.), une série comparable à celle de Hadim a été mise en évidence. Certains niveaux présentent des faciès semblables à ceux de l'Elbourz. Les nappes d'Antalya qui sont attribuées à un domaine plus interne que la nappe de Hadim, contiennent des grès continentaux à charbon d'âge permien inférieur possible, à supérieur, surmontés par des calcaires noirs à algues et foraminifères du Murghabien et du Djoulfien. Le passage au Trias est continu.

La nappe de Hadim correspond à des dépôts de plate-forme comparables à ceux de l'Elbourz, largement ouverte sur la Paléotéthys. Les nappes d'Antalya proviennent de dépôts plus profonds, type bassin. Ce caractère apparaît au Permien supérieur et se poursuit dans le Trias.

Afghanistan

(LYS & LAPPARENT 1971, LYS 1977, BOULIN et al. 1975)

Afghanistan central (Hazarajat): La série permienne de ce secteur est remarquablement complète au centre du bassin où tous les étages sont représentés. La partie supérieure du Permien présente un faciès calcaire et dolomitique à silex. La sédimentation marine est importante, cette épaisseur est attribuée à une subsidence considérable.

Hindou-Kouch: Le Permien du versant sud de l'Hindou-Kouch débute par des niveaux calcaires détritiques auquels font suite un Artinskien, un Kubergandien et un Murghabien à dominante carbonatée. L'Assélien et le Sakmarien sont par contre paléontologiquement daté sur le versant nord et de faciès principalement carbonaté. Le Djoulfién n'a été identifié sur aucun des deux versants de la chaîne.

Pakistan: Salt Range

(KUMMEL & TEICHERT 1973)

Le Permien inférieur débute par des tillites, suivies de dépôts gréseux d'abord marins, puis lacustres. Les premiers calcaires apparaissent à l'Artinskien (Amb Formation) associés à des shales. La sédimentation calcaire alternant avec des marnes (Calcaires de Wargal), se poursuit dans le «Guadaloupien», après un épisode lacustre (shales à *Glossopteris*).

La partie supérieure du Permien est occupée par la Formation de Chhidru, avec des shales à la base, puis des grès calcaires et enfin des calcaires gréseux. Cette unité résulte d'un cycle régressif qui débute dans l'unité inférieure.

Oman

(MONTENAT et al. 1976)

Dans les montagnes d'Oman, une série carbonatée permienne d'âge murghabien moyen et djoulfién transgresse sur un substratum protérozoïque et paléozoïque indifférencié. Ces dépôts sont attribués à un milieu de sédimentation de très faible profondeur. Le Permien inférieur manque.

Des arguments paléobiogéographiques, paléogéographiques, lithostratigraphiques et paléomagnétiques étaient l'hypothèse d'une migration de l'Iran à travers la Paléotéthys, entre le Carbonifère supérieur et le Trias supérieur (STÖCKLIN 1975, STAMPFLI 1978). Les études palynologiques de COQUEL et al. (1977) et CHATEAU-NEUF et al. (1978) par exemple, démontrent une affinité gondwanienne des faunes du Carbonifère et du Permien de l'Elbourz, alors que les flores rhéto-liasiques de la Formation de Shemshak sont d'affinité eurasienne dans cette même région selon FAKHR (1975) et CORSIN & STAMPFLI (1977).

Les dépôts permiens de l'Elbourz et de l'Hazarajat appartiennent donc à la marge nord de la plaque irano-afghane en migration. Les dépôts du Permien supérieur très complet d'Abadeh appartiennent eux, à la marge sud de cette plaque, marge qui s'est formée durant le Carbonifère supérieur - Permien inférieur. Les

dépôts du Zagros et d'Oman seraient situés sur la marge opposée. Les dépôts de type Hadim et Antalya feraient suite vers l'ouest à cette marge arabe, mais seraient déposés en partie, pour les dépôts de type Hadim sur une marge plus ancienne, semblable à celle de l'Elbourz (marge paléotéthysienne) avec une série marine, pour ainsi dire continue à partir du Dévonien moyen. Enfin, la série de l'Hindou-Kouch est à rapprocher des dépôts du Pamir.

Remerciements

Les auteurs expriment toute leur gratitude envers le Service Géologique d'Iran ainsi que la National Iranian Oil Company, qui ont permis les travaux de terrains, en mettant à leur disposition véhicules et personnel technique. Notre plus grande gratitude va à M. M. Lys de l'Université de Paris-Sud (Orsay) qui a daté par ses travaux détaillés de micropaléontologie les unités lithostratigraphiques du Carbonifère et du Permien de l'Elbourz oriental. MM. F. et H. Bozorgnia nous ont introduit à la lithostratigraphie et à la micropaléontologie du Paléozoïque supérieur d'Iran, nous leurs en savons gré.

BIBLIOGRAPHIE

- AHMADZADEH, M. (1971): *Stratigraphische und paläontologische Untersuchungen im Unterkarbon des Zentral-Elburz (Iran)*. - Clausth. geol. Abh. 7, 1-104.
- ALAVI-NAINI, M. (1972): *Etude géologique de la région de Djam*. - Rep. geol. Surv. Iran 23, 1-288.
- ALAVI, M., & BOLOURCHI, M. H. (1973): *Explanatory text of the Maku Quadrangle Map 1:250000*. - Rep. geol. Surv. Iran A1, 1-44.
- ANNELS, R. N., ARTHURON, R. S., BAZLEY, R. A., & DAVIES, R. G. (1975): *Explanatory text of the Qazvin and Rasht Quadrangle Map 1:250000*. - Rep. geol. Surv. Iran E3/E4, 1-94.
- ARGYRIADIS, I., & LYS, M. (1977): *La dynamique de la lithosphère au Permien supérieur et ses relations avec la biostratigraphie en Méditerranée et au Moyen-Orient*. - 6^e Colloq. géol. Rég. égées (Athènes).
- ASSERETO, R. (1963): *The Paleozoic formations in Central Elburz Iran*. - Riv. ital. Paleont. 69/4, 503-543.
- BOULIN, J., BOUYX, E., LAPPARENT, A. F. DE, LYS, M., & SEMENOFF, P. (1975): *La transgression de Paléozoïque supérieur dans le versant nord de l'Hindou-Kouch occidental en Afghanistan*. - C.R. Acad. Sci. Paris (D), 281, 495-502.
- BOUYX, E. (1972): *Problèmes stratigraphiques et structuraux dans l'Hindou Koush occidental, au Nord du bassin de Bamyan (Afghanistan central)*. - Rev. Géogr. phys. Géol. dyn. (2), 14/4, 383-396.
- BOZORGNIA, H. (1973): *Paleozoic foraminiferal biostratigraphy of Central and East Alborz mountains, Iran*. - Publ. natl. iran. Oil Co. Tehran (Geol. Lab.) 4, 1-185.
- CHATEAUNEUF, J. J., & STAMPFLI, G. (1978): *Palynoflore permo-triasique de l'Elburz oriental*. - Notes Lab. Paléont. Univ. Genève 2/8, 45-72.
- (sous presse): *Preliminary Report on the Palynology of the Iranian Permian*. - IV. Conf. int. Palynology, Lucknow, India (Résumé B.R.G.M., 1976, n° 350).
- CLARK, G. C., DAVIES, R. G., HAMZEPOUR, B., & JONES, C. R. (1975): *Explanatory text of the Bandar-e-Pahlavi Quadrangle Map 1:250000*. - Rep. geol. Surv. Iran D3, 1-198.
- COQUEL, R., LOBOZIAK, S., STAMPFLI, G., & STAMPFLI-VUILLE, B. (1977): *Palynologie du Dévonien supérieur et du Carbonifère inférieur dans l'Elburz oriental (Iran N-E)*. - Rev. Micropaléont. 20/2, 59-71.
- CORSIN, P., & STAMPFLI, G. (1977): *La Formation de Shemshak dans l'Elburz oriental: flore, stratigraphie, paléographie*. - Geobios 10/4, 509-571.
- DEMIRTASLI, E. (1973): *Stratigraphic correlation of the lower paleozoic rocks in Iran, Pakistan and Turkey*. - Yili Yerbilimleri Kongresi Tebliger Kitabi, p. 204-222.
- DIMITRIJEVIC, M. D. (1973): *Geology of Kerman region*. - Rep. geol. Surv. Iran 44/52, 1-273.
- DOUGLAS, J. A. (1936): *A Permo-Carboniferous fauna from South-West Persia (Iran)*. - Palaeontologia indica [n.s.] 22/6, 1-55.
- (1950): *The Carboniferous and Permian Faunas of South Iran and Iranian Baluchistan*. - Palaeontologia indica [n.s.] 22/7, 1-54.
- FAKHR, M. (1975): *Contribution à l'étude de la flore rétho-liasique de la Formation de Shemshak de l'Elburz (Iran)*. - Thèse Univ. Paris.

- FRECH, E. (1900): *Isolierte Vorkommen von Äquivalenten der Djulfa-Kalke (Untere Neo-Dyas) im nordöstlichen Persien (östlicher Alburz)*. - Beitr. Paläont. (Geol.) Österr.-Ungarn u. Orient 12/4, 307-308.
- GLAUS, M. (1964): *Trias und Oberperm im zentralen Elburz (Persien)*. - Eclogae geol. Helv. 57/2, 497-508.
- GRACIANSKY, P., LEMOINE, M., LYS, M., & SIGAL, J. (1967): *Une coupe stratigraphique dans le Paléozoïque supérieur et le Mésozoïque de l'extremité occidentale de la chaîne Sud-anatolienne*. - Min. Res. Explor. Inst. Turkey 69, 10-33.
- JENNY, J. (1977): *Géologie et stratigraphie de l'Elbourz oriental entre Aliabad et Shahrud, Iran*. - Thèse Univ. Genève.
- JENNY, J., & JENNY-DESHUSSES, C. (1978): *Sur la présence de Megapermichnus ichnogen. nov., nouvel ichnogenre de taille géante dans le Permien de l'Elbourz oriental (Iran)*. - Eclogae geol. Helv. 71/2, 313-319.
- JENNY, J., JENNY-DESHUSSES, C., STAMPFLI, G., & LYS, M. (1978): *La Formation de Gheselghaleh. nouvelle unité lithologique du Carbonifère de l'Elbourz oriental (Iran)*. - Eclogae geol. Helv. 71/2, 297-312.
- KAHLER, F. (1974): *Iranische Fusuliniden*. - Jb. geol. Bundesanst. 117, 75-107.
- (1976): *Die Fusuliniden der Dorud-Formation im Djadjerud-Tal nördlich von Tehran (Iran)*. - Riv. ital. Paleont. 82/3, 439-446.
- KUMMEL, B., & TEICHERT, C. (1973): *The Permian/Triassic Boundary in central Tethys*. - Mem. canad. Soc. Petroleum Geol. 2, 17-34.
- LEVEN, E.A. (1967): *Stratigraphy and Fusulinides of the Pamirs Permian Deposits*. - Trans. geol. Inst. Acad. Sci. URSS (Moscou) 167, 1-224.
- LYS, M. (1977): *Biostratigraphie du Carbonifère et du Permien d'Afghanistan (Micropaléontologie)*. - Mém. h.s. Soc. géol. France 82, 291-308.
- LYS, M., & LAPPARENT, A.F. DE (1971): *Foraminifères et microfaciès du Permien de l'Afghanistan central*. - Notes Mém. Moyen-Orient 12, 49-133.
- LYS, M., STAMPFLI, G., & JENNY, J. (1978): *Foraminifères du Carbonifère et du Permien de l'Elbourz oriental (Iran NE)*. - Notes Lab. Paléont. Univ. Genève 2/10, 63-78.
- MONOD, O. (1977): *Recherches géologiques dans le Taurus occidental au S de Beysehir (Turquie)*. - Thèse Univ. Paris-Sud.
- MONTENAT, C., LAPPARENT, A.F. DE, LYS, M., TERMIER, H., TERMIER, G., & VACHARD, D. (1976): *La transgression permienne et son substratum dans le Jebel Akhadar (Montagnes d'Oman, Péninsule arabique)*. - Ann. Soc. géol. Nord 96/3, 239-258.
- NABAVI, M.H., & HAMDI, B. (1975): *Permian limestone with Holothurian sclerites, Semnan area, south central Alborz*. - Rep. geol. Surv. Iran 32, 5-18.
- REYRE, D., & MOHAFEZ, S. (1972): *A first contribution of the NIOC-ERAP agreements to the knowledge of Iranian geology*. - Ed. Technip, Paris.
- STAMPFLI, G. (1978): *Etude géologique générale de l'Elburz oriental au Sud de Gonbad-e-Qabus (Iran N-E)*. - Thèse Univ. Genève.
- STAMPFLI, G., ZANINETTI, L., BRÖNNIMANN, P., JENNY-DESHUSSES, C., & STAMPFLI-VUILLE, B. (1976): *Trias de l'Elburz oriental, Iran: Stratigraphie, sédimentologie, micropaléontologie*. - Riv. ital. Paleont. 82/3, 467-500.
- STEPANOV, D.L., GOLSHANI, F., & STÖCKLIN, J. (1969): *Upper Permian and Permian-Triassic boundary in North Iran*. - Rep. geol. Surv. Iran 12, 1-72.
- STÖCKLIN, J. (1975): *Possible ancient continental margins in Iran*. In: *The Geology of Continental Margins* (p. 873-880). - Springer, Berlin/Heidelberg/New York.
- STÖCKLIN, J., EFTEKHAR-NEZHAD, J., & HUSMAND-ZADEH, A. (1965): *Geology of the Shotori Range (Tabas area, East Iran)*. - Rep. geol. Surv. Iran 3, 1-69.
- SÜSSLI, E. (1976): *The Geology of the Lower Haraz Valley Area Central Alborz, Iran*. - Rep. geol. Surv. Iran 38, 1-116.
- TARAZ, H. (1974): *Geology of the Surmaq-Deh Bid area, Abadeh region, Central Iran*. - Rep. geol. Surv. Iran 37, 1-148.
- ZAHEDI, M. (1973): *Etude géologique de la région de Soh (W de l'Iran central)*. - Rep. geol. Surv. Iran 27, 1-197.
- (1976): *Explanatory text of the Esfahan Quadrangle Map 1:250000*. - Rep. geol. Surv. Iran F8, 1-48.