

## Caractères sédimentologiques et structuraux des dépôts volcanoclastiques du Viséen supérieur–Serpoukhovien de la Meseta orientale marocaine

Mostafa BERKHLI, Daniel VACHARD  
Abdelfatah TAHIRI & Jean-Claude PAICHELER

**Mots-clés :** Maroc oriental, biostratigraphie, Carbonifère inférieur, volcano-sédimentaire.

مصطفى برخلي، دانييل فاشار، عبد الفتاح الطاهري وجان - كلود بيشلر

الصفات الترسيبية والبنوية للتوضعات البركانية – الحطامية للفيزي العلوي – السربوخوفي للميسيطا الشرقية المغربية. مكنت الدراسة التطبيقية – الإحيائية لتشكلات الفحمى السفلى للميسيطا الشرقية المغربية من تحديد أعمار تمتد من الفيزي العلوي V3by إلى الناموري السفلي (سربوخوفي) هذه الطبقات الطينية-الكاربوناتية أساسا عرفت اختلالات مرتبطة بطورين بركانيين خلال V3by-v3c الأسفل ثم خلال الانتقال من الفيزي للسربوخوفي، وهما متزامنان مع طورين تكتونيين رئيسيين : الأول خلال V3by مسؤول عن تفرد أحواض وغضون تحد بها فوالق ذات اتجاه ش 70، وكذا انفتاح أحواض بني يزنانسن، جرادة والمكام، أما الثاني ، خلال الانتقال V3c – سربوخوفي، اسفر عن نشوء فوالق ذات اتجاه ش 30 ، وانفتاح حوض ديدو – تازكا.

### RESUME

L'étude biostratigraphique des séries du Carbonifère inférieur de la Meseta orientale marocaine fournit des âges allant du Viséen supérieur (V3by) au Namurien inférieur (= Serpoukhovien). Essentiellement argilo-carbonatées, ces séries ont été perturbées par deux épisodes volcaniques durant le V3by–V3c inférieur puis au passage Viséen–Serpoukhovien. Ces périodes volcaniques sont contemporaines de deux phases tectoniques majeures : la première, au V3by est responsable de la structuration en horsts et grabens contrôlés par les accidents N70 et de l'ouverture des bassins de Beni-Snassène, Jerada et Mekam. La seconde, au passage V3c–Serpoukhovien, engendre des failles N30 et permet l'ouverture du bassin de Debdou-Tazekka.

### ABSTRACT

**Sedimentological and structural characteristics of the volcanoclastic Upper Viséan to Serpukhovian deposits from the eastern Moroccan Meseta.** Lower Carboniferous sequences in Eastern Moroccan Meseta, are dated herein as Late Viséan (V3by) to Early Namurian (= Serpukhovian). The series, essentially constituted by shale-limestone deposits, are interrupted by two volcanic events, respectively in V3by–lower V3c interval and during the transition Viséan–Serpukhovian (E1). These volcanic events are coeval with two major tectonic phases, the first in V3by with horst and graben structures, created by N70 major faults and resulting in the opening of the basins of Beni-Snassene, Jerada and Mekam. A second major phase exists at the transition V3c- Serpukhovian. It results in the opening of the Debdou-Tazekka basin by faults trending N30.

### INTRODUCTION

Le Maroc oriental a été longtemps délaissé par les chercheurs travaillant sur la chaîne hercynienne, en raison de son éloignement géographique, de sa biostratigraphie complexe et de l'importance des phénomènes tectono-magmatiques, qui engendrent des dépôts volcano-détritiques dont la lisibilité est souvent malaisée. Les travaux pionniers furent induits par les découvertes houillères dans le bassin de Jerada. D'autres explorations minières ont attiré l'attention sur Jorf El-Ouazène et sur le Tazekka (Fig. 1). En 1989 nous avons entrepris, à la demande du Ministère de l'Energie et des Mines, des

recherches sur le Viséen supérieur–Serpoukhovien inférieur du Maroc oriental. Devant la richesse de l'enregistrement géologique et la multiplicité des problèmes à résoudre, nous nous sommes intéressés en priorité à la datation précise des différents bassins et à l'étude des niveaux volcaniques replacés dans leurs contextes volcano-sédimentaire et volcano-tectonique. Nous présentons ici les résultats de cette étude.

### CADRE BIOSTRATIGRAPHIQUE

A Jerada, bassin de référence, les nouvelles données fournies par les microfaunes (VACHARD &

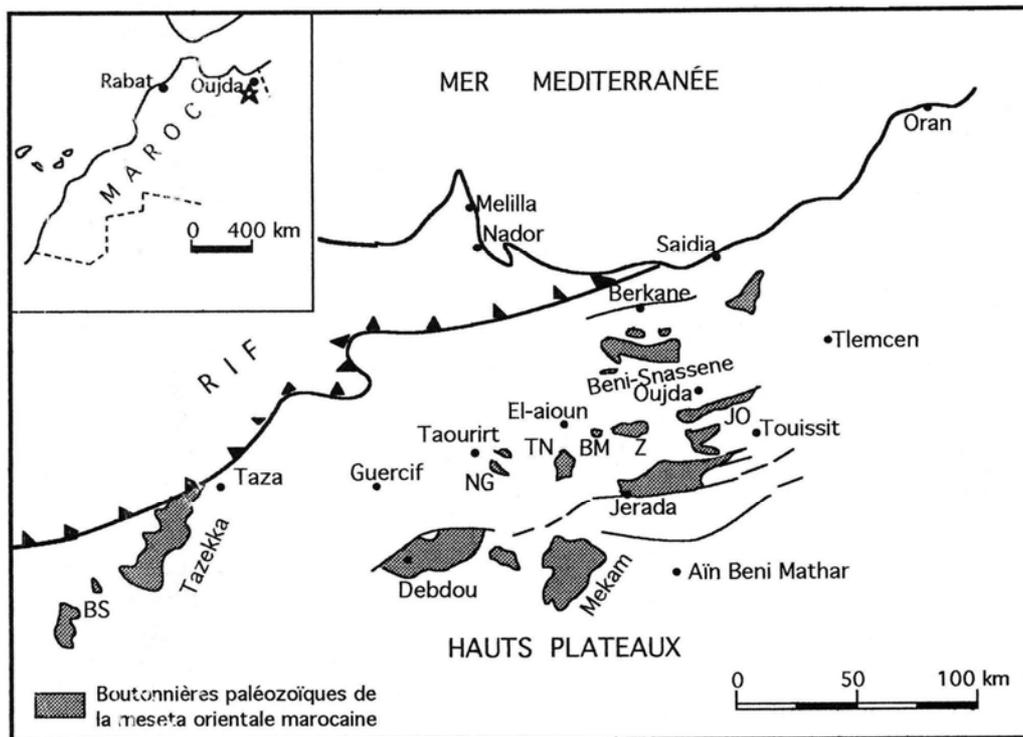


Figure 1 : Carte schématique des boutonnières paléozoïques de la Meseta orientale marocaine. JO, Jorf El-Ouazzène ; Z, Zekkara ; TN, Tannecherfi ; BM, Bourdime ; NG, Narguechoum ; BD, Boudoufoud ; BS, Bsabis.

BERKHLI, 1992) ont confirmé les datations obtenues par l'étude des goniatites (OWODENKO, 1946, 1976 ; OWODENKO & HORON, 1952).

La chronologie des séries carbonifères de la Meseta orientale marocaine est maintenant bien connue (BERKHLI & al., 1993). Les âges obtenus se situent entre le Viséen supérieur (V3b $\gamma$ ) et le "Namurien". La période optimale de fonctionnement des différents bassins se situe au Viséen terminal V3c et au Serpoukhovien (principalement à E2). A cette époque, une intense activité volcanique s'est produite au cours de deux périodes distinctes ; la première se situe durant V3b $\gamma$  et V3c inférieur, la seconde au passage V3c terminal–Serpoukhovien inférieur E1. La période intermédiaire (ou V3c supérieur) connaît une rémission de l'activité volcanique, et ne comporte plus que des alternances d'argilites à goniatites et de calcaires présentant différents faciès : tempestites, biohermes, micrites à *Chondrites*, etc.

### LES MANIFESTATIONS VOLCANIQUES

Deux périodes d'activité éruptive ont été reconnues. Elles se traduisent par des faciès

volcanoclastiques parfois très contrastés d'un bassin à l'autre (BERKHLI, 1993).

#### PREMIERE PERIODE

Les séries engendrées par la première activité éruptive affleurent sur les flancs nord et sud du bassin de Jerada, où elles se composent de produits de nature dacitique, rhyodacitique et andésitique (BERKHLI & al., 1992).

Sur le flanc nord, trois épisodes se succèdent : le premier, d'âge V3b $\gamma$  comporte deux coulées dacitiques associées à des brèches pyroclastiques et à des tuffites ; le second, de même âge, surmonte une épaisse série (30 m) d'argilites verdâtres. Il recèle des tufs à cachet turbiditique, alternant avec des argilites et des siltites tuffeuses, une épaisse coulée rhyodacitique et des tuffites. Le dernier épisode (V3c inférieur) présente une succession identique aux deux précédentes mais d'épaisseur plus importante (Fig. 2).

Sur le flanc sud, le volcanisme, contemporain de celui du flanc nord, en diffère par sa mécanique éruptive et le volume plus important des matériaux émis. Il s'exprime par des coulées de tufs à cristaux et lapilli et des brèches pyroclastiques associées à des hyaloclastites. La mise en place sous-aquatique

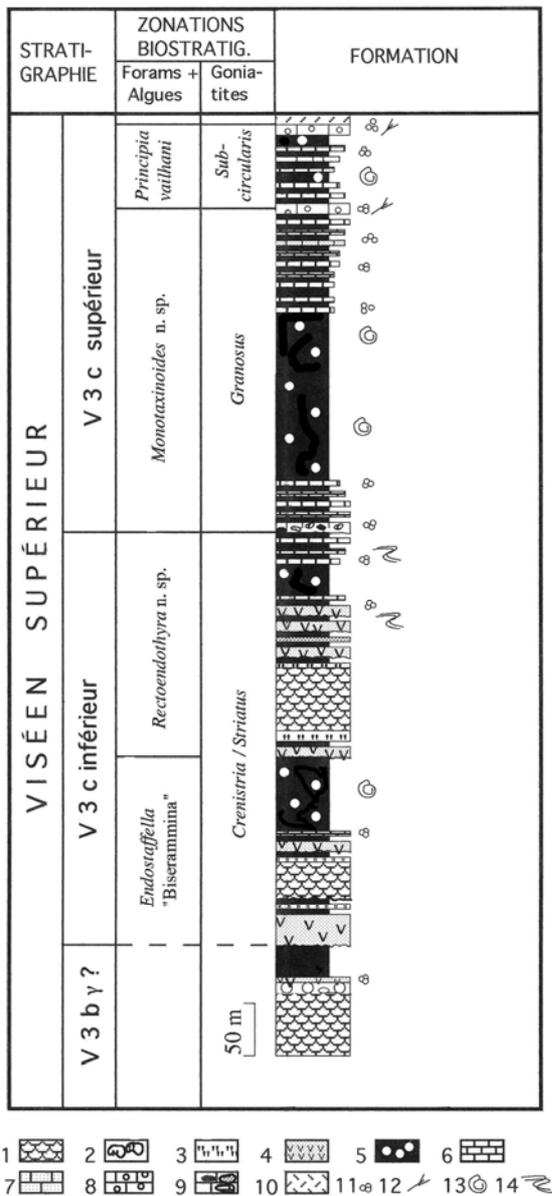


Figure : 2 Coupe synthétique du flanc nord du bassin de Jerada. 1: coulées dacitiques et rhyodacitiques ; 2, brèches pyroclastiques ; 3, tufs ; 4, tuffites ; 5, argilites noires à nodules ; 6, calcaire bioclastique 7, calcaire détritique ; 8, calcaire oolithique ; 9, conglomérat ; 10, ignimbrite ; 11, foraminifères ; 12, algues ; 13, goniatites ; 14, slumps.

de ce complexe est avérée. Aucune coulée de lave n'a été observée, et les tuffites sont rares.

Ce volcanisme existe probablement aussi au nord de Jerada, en éléments repris dans l'olistostrome de

Jorf El-Ouazène, le long de la piste Sidi Yahya–Touissit. Le matériel remanié, venu du nord, se compose de schistes argileux ordoviciens, de phtanites siluriennes, de calcaires dévoniens et de très rares fragments de roches éruptives très altérés (HOEPFFNER, 1987). L'ensemble est scellé par des coulées dacitiques analogues à celles datées du V3bγ dans le bassin de Jerada.

L'olistostrome de Zekkara qui renferme de rares blocs de roches éruptives viséennes (DESTEUCCQ, 1982) peut aussi être attribué au V3bγ.

Dans le bassin du Mekam, une coupe levée dans l'oued Korima, montre des terrains qui sont probablement de même âge (Fig. 3). Elle permet d'observer des épanchements de tufs à cristaux et des bancs de tuffites à caractère turbiditique, séparés par des argilites verdâtres. Les tufs à lapilli et les coulées sont absents.

## SECONDE PERIODE

Sur le flanc nord du bassin de Jerada une ultime éruption, située au sommet du V3c supérieur (donc au passage Viséen/Serpoukhovien), engendre une dalle d'ignimbrite épaisse de 20 m environ, mais dont l'extension latérale se restreint à quelques centaines de mètres. Après ce dépôt ignimbritique, qui manque sur le versant sud, toute activité volcanique cesse à Jerada. Le Serpoukhovien inférieur E1 correspond à une période d'émersion, alors que le Serpoukhovien supérieur E2, transgressif, est identifiable à ses faunes de goniatites (OWODENKO & HORON, 1952 ; OWODENKO, 1976) et de foraminifères (VACHARD & BERKHLI, en préparation).

L'olistostrome de Tannecherfi (EL-GHAZI & HUVELIN, 1981), affleure dans une boutonnière située à 30 km à l'ESE de Taourirt. Le matériel remanié se compose :

- de blocs de calcaires dévoniens et de phtanites siluriennes ;
- d'argilites et de pélites riches en débris végétaux et en macrofaunes d'âge viséen supérieur-serpoukhovien basal (HOLLARD, 1978) ;
- de blocs de calcaires (wackestones-packstones) à micro-organismes problématiques *Saccamminopsis* et à Foraminifères Archæodiscidae évolués, marqueurs du V3c supérieur (HUVELIN & MAMET, 1989) ;
- de blocs de laves et blocs de tufs à cristaux intercalés dans les argilites.

Au Tazekka, la série volcano-sédimentaire se subdivise en deux unités lithologiques, selon

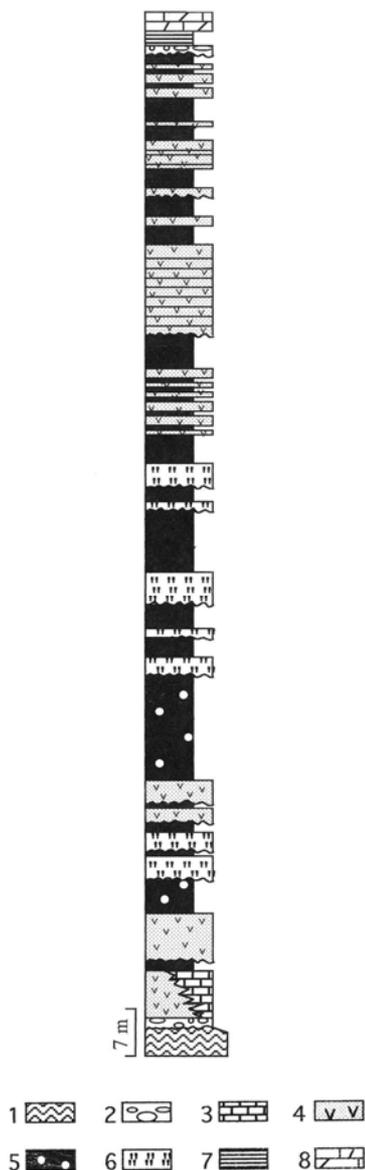


Figure 3 : Coupe lithostratigraphique de l'oued Korima (bassin du Mekam). 1, schistes dévoniens ; 2, conglomérats de base ; 3, calcaire bioclastique ; 4, tuffites ; 5, argilites à nodules ; 6, tufs ; 7, argile rouge du Trias ; 8, calcaire dolomitique du Lias.

l'importance des épanchements basalto-andésitiques dans la première et rhyolitiques dans la seconde. Les intercalations sédimentaires sont rares et présentent un cachet continental. Les faciès volcano-sédimentaires rencontrés sont essentiellement des coulées de laves andésitiques, des ignimbrites rhyolitiques, des tufs de brèches, des lapilli et

centres et des tuffites (CHALOT-PRAT, 1990).

A Debdou, l'apport volcanique se traduit par le développement de puissantes barres de tuffites (10 m). La dynamique de dépôt est strictement turbiditique avec érosion basale et remaniement de galets et de fragments de roches carbonatées du Viséen supérieur – Serpoukhovien inférieur (BERKHLI & al., 1993). La base de ces tuffites présente de nombreuses figures de courant qui indiquent un transport du nord vers le sud. Des goniatites de la première zone du Serpoukhovien supérieur, E2a, sont signalées (OWODENKO, 1976 ; OWODENKO & HORON, 1952).

Le matériel volcanique resédimenté trouve son origine dans les assises volcaniques bien datées du Viséen supérieur du bassin de Jerada. Cette formation de Debdou appartient donc au moins au Viséen terminal, voire au Serpoukhovien.

A Ez-Zeroug, dans le bassin de Mekam, le complexe volcano-sédimentaire est composé de faciès variés (MEDIONI, 1980 ; CHALOT-PRAT, 1990) : rhyolites, rhyodacites, dacites, tufs rhyolitiques ou trachyandésitiques et cinérites, alternant avec des schistes, finement rubanés, gris-verdâtre. Il contient également des phanites noires à radiolaires.

Ces faciès volcanoclastiques s'enchaînent habituellement pour former des séquences qui affleurent principalement sur le flanc nord du bassin de Jerada où elles marquent toujours la transition entre une unité argilitique, à la base, et des alternances argilo-carbonatées, au sommet (Fig. 2).

#### ANALYSE SÉQUENTIELLE

La mésoséquence volcanoclastique type établie sur le flanc nord du bassin de Jerada, épaisse de 50 à 200 m, comprend de bas en haut les lithofaciès suivants (Fig. 4 A) :

- Terme A : une alternance d'argilites verdâtres et de bancs de tufs (20 cm à 3 m) à caractère turbiditique bien marqué (Fig. 4 C) ;
- Terme B : une coulée andésitique et/ou rhyodacitique (45 à 75 m) ;
- Terme C : des tuffites, dont certaines sont agencées en séquences de turbidite classique et d'autres de turbidites de crue et d'étiage (DURINGER & al., 1991).

Les principales séquences volcanoclastiques à caractère turbiditique observées dans cette mésoséquence, sont de deux types.

### SEQUENCE TURBIDITIQUE A CACHET PYROCLASTIQUE

Plus fréquentes à la base de la mésoséquence (Terme A, Fig. 4A), elles sont constituées de quatre termes (Fig. 4C ; BERKHLI & al., 1991) :

- Ta : niveau détritique granodécroissant à éléments de tufs ;
- Tb : alternances de lamines planes parallèles silto-pélimitiques et pélimitiques ; Certains feuilletés présentent des structures progradantes ; des figures d'échappement d'eau peuvent être observées.
- Tc : pélites granodécroissantes parfois bioturbées et dont certains niveaux contiennent des radio-

lares ;

- Td : argilites verdâtres offrant localement des traces de reptation d'annélides.

La base du terme inférieur est ravinante, et peut "cannibaliser" totalement le terme supérieur de la séquence sous-jacente.

Cette séquence possède tous les critères d'une séquence de Bouma plus ou moins complète. Elle atteste d'un milieu de dépôt de bas de pente résultant d'une dynamique gravitaire.

### SEQUENCES TUFFITIQUES

Ces séquences se rencontrent le plus souvent au sommet de la mésoséquence (Terme C, Fig. 4A).

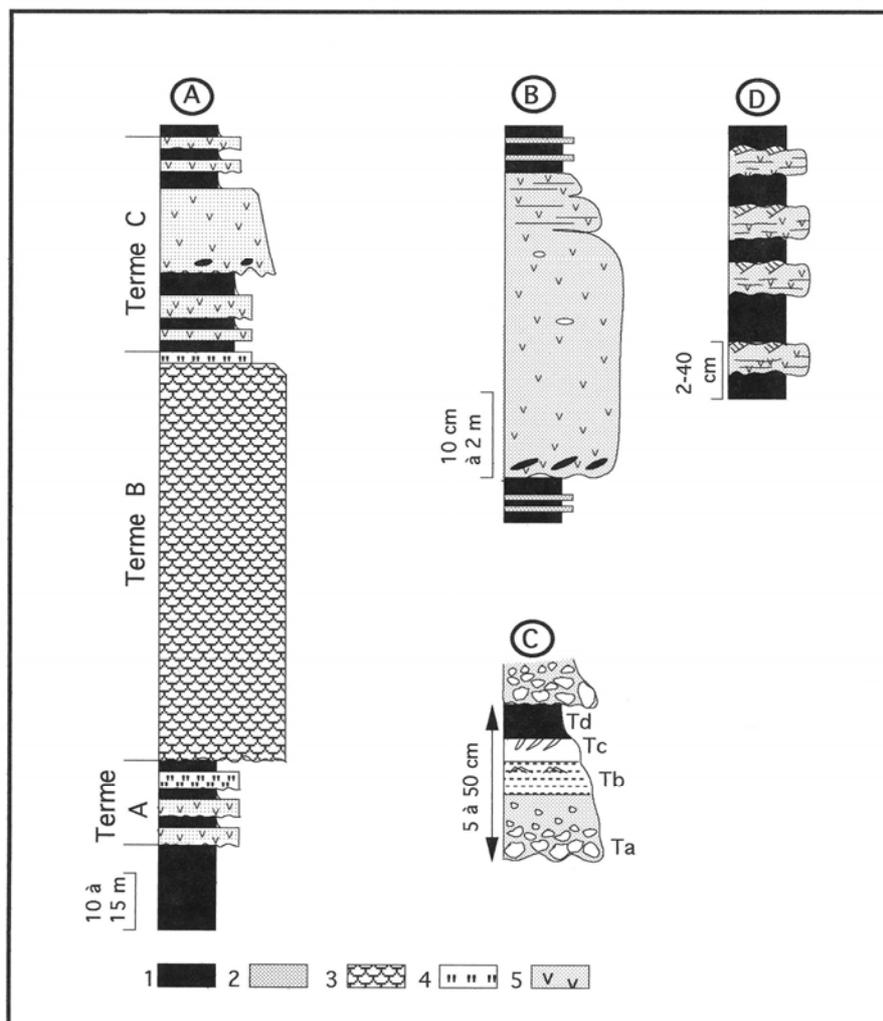


Figure 4 : A, Séquence type volcanoclastique (bassin de Jerada) ; B, séquence tuffitique (Flouch, bassin de Debdou) ; C, séquence turbiditique à cachet pyroclastique (bassin de Jerada). 1, argilite ; 2, siltite ; 3, coulées dacitiques et rhyodacitiques ; 4, tufs ; 5, tuffites. D, séquence turbiditique de crue et d'étiage.

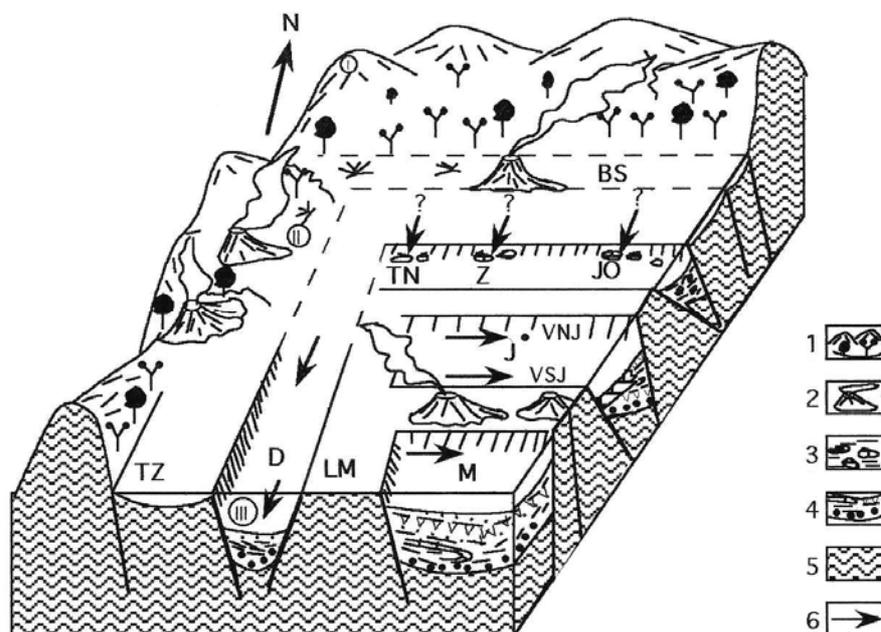


Figure 5 : Paléogéographie des bassins du Viséen terminal et du Serpoukhovien inférieur au Maroc oriental. Bloc-diagramme hypothétique montrant les trois domaines principaux : I, arrière-pays ; II, compartiments intermédiaires, plates-formes, horsts et paléo-canyons communiquent avec III, Paléotéthys (hors du schéma). Abréviations, BS, Beni Snassene ; D, Debdou ; J, Jerada (FNJ, flanc nord du bassin de Jerada, FSJ, flanc sud) ; JO, Jorf Ouazzène ; LM, Lalla Mimouna ; TN, Tannecherfi ; TZ, Tazekka ; Z, Zekkara. Symboles, 1, collines de socle et végétation terrestre ; 2, volcans ; 3, sédimentation chaotique olistostromale ; 4, séries volcano-sédimentaires ; 5, schistes épimétamorphiques ; 6, directions de transport et/ou paléocourants.

Elles regroupent :

- des séquences à caractère purement turbiditique (Fig. 4B) de 2 cm à 10 m d'épaisseur, granoclassées, avec des laminations planes parallèles, et une base souvent ravinante livrant parfois des figures de courant ;
- des séquences à cachet turbiditique (Fig. 4D), faites d'une alternance de lits de siltite tuffeuse et de lits d'argilites tuffeuses de 2 mm à 10 cm d'épaisseur ; le granoclassement est très diffus ou même absent ; les rides de courant et les laminations sont rares.

Ces séquences turbiditiques atypiques présentent de fortes ressemblances avec des séquences obtenues expérimentalement par DURINGER & al. (1991) ou celles décrites par GENNESSEUX & al., 1971 ; MILLIMAN & MEADE, 1983 ; BAKER & BUNKER, 1985 ; PROBST & SIGHA, 1989 ; SCHEINDER, 1990. Elles sont réputées avoir été créées par des courants turbides résultant de crues de rivières érodant les matériaux volcaniques déposés sur le continent.

#### ESQUISSE D'UNE HISTOIRE STRUCTURALE

Les deux périodes magmatiques, que nous mettons en évidence, signent les deux phases tectoniques majeures reconnues dans la Meseta orientale marocaine (BERKHLI & al., 1993) :

- la première est liée à la phase tectonique du V3b $\beta$ / $\gamma$  responsable de la structuration en horsts et grabens (failles N70), correspondant à l'ouverture des bassins de Beni-Snassène, Jerada, Mekam et probablement d'autres unités non observables car cachetées par la couverture secondaire des Hauts Plateaux vers le sud (Fig. 5) ;
- la seconde période, en relation avec la deuxième phase tectonique (passage V3c-Serpoukhovien), est à l'origine de l'ouverture des bassins de Debdou et du Tazekka (accidents N30). Elle affecte également les bassins situés à l'est (Fig. 5).

#### CONCLUSION

L'étude des séries volcano-sédimentaires de la meseta orientale marocaine, met en évidence deux périodes volcaniques distinctes :

– l'une, au V3b et au V3c inférieur, a duré environ 500 ka ; elle n'est enregistrée que dans le bassin de Jerada et du Mekam, et fait défaut dans les bassins de Debdou et du Tazekka ;

– l'autre, au Serpoukhovien, affecte une grande partie de la Meseta orientale.

La période d'inactivité volcanique séparant ces grandes manifestations éruptives est estimée à 2500-3000 ka.

La dynamique éruptive de la première période volcanique est caractérisée par la mise en place de tufs pyroclastiques. Les coulées de laves sont rares ou absentes sur le flanc sud du bassin de Jerada où, par contre, le volume de matériel pyroclastique est

trois à quatre fois supérieur à celui du flanc nord. La mise en place de ces dépôts volcanoclastiques est certainement sous-aquatique.

La seconde période volcanique se marque par le dépôt sous une faible tranche d'eau de coulées de laves et d'ignimbrites, les tufs pyroclastiques s'expriment peu, tant au Tazekka qu'au Mekam ou dans le bassin de Jerada.

Bien calées biostratigraphiquement, ces deux périodes volcaniques confirment la réalité des deux crises tectoniques du V3b et du Serpoukhovien, à l'origine de l'ouverture des bassins de la Meseta orientale marocaine.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAKER, V.R. & BUNKER R.C. (1985). Cataclysmic late Pleistocene flooding from glacial lake Missoula; a review. *Quat. Sci. Rev.*, 4, pp. 1-41.
- BERKHLI, M. (1993). *Le Maroc oriental au Carbonifère inférieur (Viséen-Serpoukhovien) : sédimentologie et stratigraphie séquentielle*. Thèse, Univ. Lille I, 1127, 284 p + Atlas.
- BERKHLI, M. ; PAICHELER, J.C. & VACHARD, D. (1991). Dynamique du bassin du Viséen de Jérada (Méséta orientale, Maroc) : un exemple de mégaséquences volcano-sédimentaires et de turbidites à cachet pyroclastique. 3<sup>ème</sup> Congrès français de Sédimentologie, Brest, pp. 29-30.
- BERKHLI, M. ; PAICHELER, J.C. & VACHARD, D. (1992). Upper Viséan platforms and basins of Eastern Morocco. *Platform Margins. Symposium International*, Chichilianne, France, pp. 12-13.
- BERKHLI, M. ; PAICHELER, J.C. & VACHARD, D. (1993). Données nouvelles sur la stratigraphie des terrains de la Méséta orientale marocaine (boutonnières de Debdou, Mekam et Jérada). *Geol. Rundschau*, 82, pp. 84-100.
- CHALOT-PRAT, F. (1990). *Pétrogenèse d'un volcanisme intra-continentale tardi-orogénique hercynien : étude du complexe volcanique carbonifère du Tazekka et des zones volcaniques comparables du Mekam et de la région de Jérada (Maroc oriental)*. Thèse, Univ. Pierre et Marie Curie, Mém. Sci. Terre Paris, 9021, 283 p.
- DESTEUCCQ, C. (1982). Synthèse sur le Carbonifère du Maroc oriental : Essai de reconstitution paléogéographique. *Rapport interne D.B.S.*, n° 69, Ministère de l'Energie et des Mines, Maroc, 40 p.
- DURINGER, P. ; PAICHELER, J.C. & SCHNEIDER, J.L. (1991). Un courant d'eau continu peut-il générer des turbidites ? Résultats d'expérimentations analogiques. *Mar. Geol.*, 99, pp. 231-246.
- EL-GHAZI, O. & HUVELIN, P. (1981). Présence d'un olistostrome dans le Viséen supérieur volcano-sédimentaire de Tanncherfi (Maroc oriental) : simultanéité de la resédimentation et de l'activité volcanique. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 292, pp. 91-96.
- GENNESEAU, M. ; GUIBOUT, P. & LACOMBE, H. (1971). Enregistrement de courants de turbidité dans la vallée sous-marine du Var (Alpes-Maritimes). *C.R. Acad. Sci. Paris*, 273, pp. 2456-2459.
- HOEPFFNER, C. (1987). *La tectonique hercynienne dans l'Est du Maroc*. Thèse Doct. Sci., Univ. Strasbourg, 280 p.
- HOLLARD H. (1978). L'évolution hercynienne au Maroc. *Z. dt. Geol. Ges.*, Hannover, 129, pp. 495-512.
- HUVELIN, P. & MAMET, B. (1989). Essai de datation des transgressions et des phénomènes de resédimentation dans le Viséen supérieur-Namurien du Maroc oriental. *Ann. Soc. géol. Nord*, 108, pp. 59-67.
- MÉDIONI, R. (1980). Mise au point stratigraphique sur les terrains carbonifères de la bordure septentrionale des hauts plateaux marocains (Massif de Debdou, boutonnières de Lalla Mimouna et du Mekam). *Notes Serv. géol. Maroc*, 41, 285, pp. 25 - 37.
- MILLIMAN, J.D. & MEADE, R.H. (1983). World-wide delivery of river sediment to the oceans. *J. Geol.*, Chicago, 91, pp. 1-21.
- OWODENKO, B. (1946). Mémoire explicatif de la carte géologique du bassin houiller de Djerada et de la région au Sud d'Oujda. *Soc. Géol. de Belgique*, t. LXX.
- OWODENKO, B. (1976). Le bassin houiller de Jerada (Maroc oriental). Essai de synthèse et de paléogéographie. *Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc*, 207 bis, 148 p.
- OWODENKO, B. & HORON, O. (1952). Echelle stratigraphique du bassin houiller de Djerada (Maroc oriental). *III Congrès Strati. et Géol. du Carbonifère*, Heerlen, 487-492.
- PROBST, J.L. & SIGHA, N. (1989). Estimation de l'écoulement superficiel et de sa charge en suspension

sur quelques grands bassins fluviaux du monde. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 309, II, pp. 357-363.

SCHNEIDER, J.L. (1990). *Enregistrement de la dynamique varisque dans les bassins volcano-sédimentaires dévono-dinantiens : exemple des Vosges du Sud (zone moldanubienne)*. Thèse Univ. Strasbourg, 222 p.

VACHARD, D. & BERKHLI, M. (1992). Importance des coupes du bassin de Jérada (Maroc) pour la connaissance du Viséen terminal, *Rev. Micropal.*, 35, 4, pp. 307-332.

*Manuscrit déposé le 8 mars 1999*

*Accepté après révision le 24 juin 1999*

#### Adresses des auteurs:

##### **Mostafa BERKHLI**

Université Moulay Ismaïl, Faculté des Sciences,  
Département de Géologie, B.P. 4010,  
50000 Meknès, Maroc

##### **Daniel VACHARD**

Université des Sciences & Techniques de Lille  
UFR des Sciences de la Terre, URA 1365 CNRS,  
59655 Villeneuve d'Ascq, France

##### **Abdelfatah TAHIRI**

Université Mohammed V, Institut Scientifique,  
Département de Géologie, Avenue Ibn Batouta,  
B.P. 703 Agdal, Rabat, Maroc

##### **Jean-Claude PAICHELER**

Faculté des Sciences, Laboratoire de dynamique des  
bassins sédimentaires,  
B.P. 347, 51062 Reims, France