

Structure sismique du socle paléozoïque du bassin des Doukkala, Môle côtier, Maroc occidental. Indication en faveur de l'existence d'une phase éo-varisque

Hassan Echarfaoui^{a,*}, Mohamed Hafid^a, Abdallah Aït Salem^b

^a Laboratoire de géologie pétrolière et d'hydrogéologie (GPH), département de géologie, faculté des sciences, BP 133, Kénitra 14000, Maroc

^b Onarep, BP 8030 Rabat, Maroc

Reçu le 15 juin 2001 ; accepté le 8 octobre 2001

Présenté par Jean-Paul Poirier

Abstract – Seismic structure of the Doukkala basin, Palaeozoic basement, western Morocco: a hint for an Eovariscan fold-and-thrust belt. Seismic profiles and well data from the Doukkala basin unravel the structure of the Palaeozoic basement and suggest that this coastal zone of western Morocco was affected by a compressive phase during the Frasnian. This resulted in the formation of upright, plurikilometric folds associated with reverse faults (North Doukkala), and of asymmetrical folds associated with mostly west verging ramps (South Doukkala). Folding involved all pre-Upper Frasnian–Strunian strata. This event can be correlated with the orogenic phase reported from more internal domains of the Morocco Hercynian belt, where it is referred to as the 'Bretonne' or 'Eovariscan' phase. To cite this article: H. Echarfaoui et al., C. R. Geoscience 334 (2002) 13–20. © 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

Palaeozoic / reflection seismic / Morocco / Doukkala / 'Bretonne' phase / compression

Résumé – L'analyse des profils sismiques et des forages pétroliers a permis de préciser la structuration du socle paléozoïque du bassin des Doukkala (Maroc) et suggère qu'une phase de déformation a affecté cette zone au cours du Frasnien. Elle est caractérisée par des plis de longueur d'onde plurikilométrique, associés à des failles inverses (Doukkala nord) et à des écaillés à vergence ouest (Doukkala sud). Ces mouvements tectoniques, responsables de lacunes partielles ou totales du Frasnien supérieur–Strunien, se rattachent à la phase orogénique d'âge Dévonien supérieur connue, dans les domaines plus internes de la Meseta marocaine, sous le nom de phase éo-varisque ou bretonne. Pour citer cet article : H. Echarfaoui et al., C. R. Geoscience 334 (2002) 13–20. © 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

Paléozoïque / sismique / Maroc / Doukkala / phase bretonne / compression

Abridged version

1. Overview

The Palaeozoic formations of the western Moroccan Meseta crop out extensively in the Rehamna and the Jebilet massifs. They extend westward under the Doukkala basin (*figure 1*). This basin extends above the Mesetian

coastal block, which was defined as a stable Variscan zone characterized, from Palaeozoic times onward, by weak deformation [12]. Our goal in this paper is to define the main tectonic events that controlled the Palaeozoic evolution of the Doukkala basement using a reflection seismic grid totalising about 4000 km calibrated by 11 wells drilled in the area (kindly released by ONAREP).

* Correspondance et tirés à part.

Adresse e-mail : hassan1348@caramail.com (H. Echarfaoui).

2. Stratigraphy

The Doukkala basement shows thick Palaeozoic formations unconformably overlain by a thin Mesozoic–Cainozoic cover. The well correlation shown in *figure 2* is based on industrial micropalaeontological data, especially conodonts, palynomorphs, chitinozoans and/or acritarchs [8, 9, 15].

The Ordovician (Arenig) was dated only in the OYB1 well [13]. In the other wells the attribution of this age to certain sandstone and quartzite intervals was done only by facies analogy. The Silurian was dated in DOT1 and OYB1 and the Lower Devonian in six of the existing 11 wells [8, 17]. The Silurian consists of dark shales and quartzites and the Lower Devonian is represented by bioclastic limestones and dark gray shales with basalt intercalations (*figure 2*). The Middle Devonian was dated in seven wells [9, 15]. It consists of dolomitic reef limestones that grade laterally to marly shales with limestone intercalations (*figure 2*). These deposits reflect the progressive instauration of a carbonate platform with reefal build-ups over the whole western Mesetian domain [10, 13]. The Upper Devonian was dated in six wells: Lower Frasnian in OZN1 [9], Upper Frasnian to Famennian–Strunian in the other five wells [15] and Strunian in SN1 [15]. It is characterized by silty to sandy shales with occasional limestone intercalations and a doleritic gabbro intercalation in EBA1 well (*figure 2*). The Early Carboniferous (Tournaisian) was dated in DOT1 and BHL1 [16]. The available micropalaeontological data also suggests the presence of the Permian in the latter well [17]. Elsewhere, the formations intercalated between the Upper Devonian and the Triassic are grouped as a Permian–Carboniferous unit (PC) which is characterized in all wells by continental coarse- to fine-grained clastic deposits. Datations based on macrofossils were also done for SN1 and OLD1 [2, 13] and are consistent with the above-mentioned micropalaeontological datations.

3. Seismic analysis

We subdivided the Palaeozoic formations of the Doukkala basin on the basis of their seismic signature, into four seismic units consisting of one or several seismic sequences (*figures 3–5*). These units are: CO (Cambrian–Ordovician and probably Upper Precambrian), SFi (Silurian–Lower Frasnian), Ds (Upper Frasnian to Famennian–Strunian) and PC (Permian–Carboniferous). They are organized over the whole basin into two differently structured groups separated by a strong angular unconformity (*figures 3–5*):

– a lower group consisting of CO and SFi units characterized by northerly striking compressional structures whose southward increasing complexity can be illustrated by three east–west profiles (*figures 3–5*); in the northern part of

the basin, west of the Rehamna massif, the folds affecting this group are plurikilometric, upright open folds and asymmetrical folds, bounded mainly in the west by reverse faults (*figure 3*); further south, the folds are associated with mostly west-verging ramps rooted in a common ‘décollement’ level located around 4 s (tw) (*figure 4*); still further south, the structural style is broadly similar, but the ‘décollement’ seems to operate along two bedding parallel faults that tend to connect at the thrust sheet (*figure 5*); moreover, in this southern section, the whole basement structures are folded westward by about 20°, due to the post-Devonian Variscan deformation and to the Alpine uplift of the adjoining Mouissat–Jebilet Massif;

– an upper group, consisting of Ds and PC units which are either weakly deformed (Ds) or not deformed (PC) and unconformably lie on top of varied units of the lower group; the Ds/SFi unconformity and the Ds layers are both affected by weakly marked, large wavelength folds unconformably overlain by the PC unit (*figure 5*); a post-Devonian, ante-Permo-Carboniferous phase also occurred, but was only responsible for a mild additional shortening; the Ds unit is lacking on top of the anticlinal ridges; it occupies the synclinal depressions where it can be quite thick (*figure 5*); it pinches out northeastward and eastward and terminates with onlaps against the deformed lower units; the PC unit is also characterized by onlap reflection terminations against the deformed lower units but with a wider aerial distribution.

4. Discussion and conclusions

The above-mentioned observations allow us to conclude that a compressive phase was likely responsible for the main folding and thrusting of the ante-Upper Frasnian formations. The Permo-Carboniferous strata were deposited in post-orogenic basins and are not deformed.

The Late Devonian (intra-Frasnian), so-called ‘Eovariscan’, ‘Bretonne’ or ante-Visean phase is also reported in previous field works from almost all of the Moroccan Hercynian domains. Although with much varied effects, ranging from sedimentary perturbations (immediately to the east of our study area, in Oulad Abbou [6], in Mechraa Ben Abbou [10, 11] and in the Anti-Atlas [10] to the major syn-metamorphic folding; in central Morocco in the Tiliouine area [18] and in the Khenifra area [1]; in the Oriental Meseta [5, 12] and in the Rif [4]).

In contrast, in the Doukkala basin, the ‘Bretonne’ phase is the main Variscan phase that can be detected by seismic reflection. The fold-and-thrust structures unravelled beneath the Doukkala Permo-Mesozoic cover could represent the western front of the Moroccan Eovariscan belt. In most areas, the Eovariscan deformation was overprinted by a more important, Upper Palaeozoic (Upper Visean–Namurian) synmetamorphic deformation [5, 10].

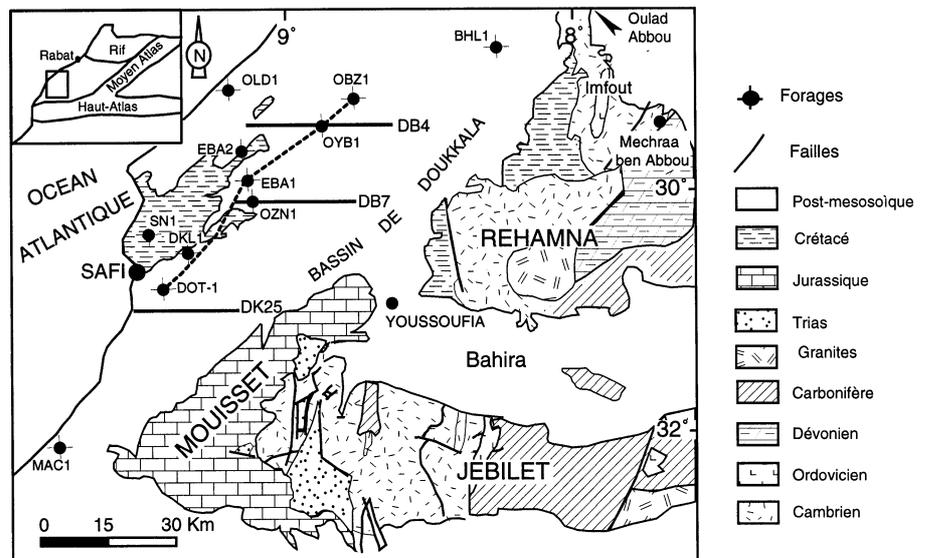


Figure 1. Carte géologique du bassin des Doukkala et des régions voisines, montrant la localisation des forages pétroliers et des lignes sismiques figurées ci-après.

Figure 1. Geological map of the Doukkala Basin, showing the location of the wells and of the seismic lines used in the present paper.

1. Introduction

Les terrains paléozoïques de la Meseta marocaine affleurent largement au niveau du Massif central, de la Meseta côtière et vers le sud, des massifs des Rehamna et des Jbilet. Leur extension vers l'ouest constitue le substratum du bassin des Doukkala (figure 1). L'objectif de cette note est de préciser, en utilisant la sismique réflexion et les données de forages, les événements tectono-sédimentaires majeurs qui ont affecté le socle paléozoïque de ce bassin. Ce travail, qui fait partie d'une thèse en cours de préparation par l'un des auteurs (E.H.), est basé sur l'étude de plus de 4 000 km de profils sismiques industriels, calés par onze puits pétroliers (figure 1).

2. Cadre géologique et structural

Le bassin des Doukkala est un bassin côtier atlantique (figure 1). Sa mince couverture méso-cénozoïque tabulaire repose en discordance angulaire sur le socle paléozoïque. Ce dernier constitue le prolongement vers l'ouest des terrains paléozoïques, déformés lors de l'orogénèse hercynienne, qui affleurent au niveau des boutonnières des Rehamna et des Jébiilet (figure 1). Ainsi, le Paléozoïque des Doukkala, qui fait partie du « Môle côtier », est classiquement défini comme la zone structurale la plus occidentale du Maroc hercynien, caractérisée par des couches faiblement déformées [12].

2.1. Stratigraphie

L'analyse micropaléontologique par les conodontes, la palynologie, les chitinozoaires et/ou les acritarches des carottes prélevées dans certains puits [8, 9, 15]

a permis d'établir la stratigraphie de la série paléozoïque, dont les variations sont illustrées par une corrélation sismo-stratigraphique des forages DOT1, EBA1, OYB1 et OBZ1 (figure 2).

L'Ordovicien n'est daté que dans le puits OYB1, qui a rencontré entre 2 786 et 2 856 m (profondeur finale) des schistes et des grès à intercalations de roches éruptives, dont l'intervalle 2 849,3–2 856,4 m a livré une association palynologique qui comprend notamment le chitinozoaire *Eremochitina baculata brevis* et l'acritarche *Acanthodiacrodium sp.*, attribuée à l'Arenig [8]. Par ailleurs, des faciès détritiques fins grésilo-quartzitiques et argileux rencontrés au fond des puits DOT1 et BHL1 ont été attribués, par analogie de faciès, à l'Ordovicien.

Le Silurien montre, à la base de DOT1, des argiles gris noir, à intercalations calcaires (4 398 m, 4 430 m), dont une carotte prélevée à 4 398,8 m a donné le chitinozoaire *Conochitina cf. Oelandica* du Llandoveryien probable [15]. À OYB1, cet étage est représenté par des quartzites et des argiles (2 521 et 2 644 m) ayant livré (intervalle 2 616–2 620 m) le chitinozoaire *Conochitina primitiva* et l'acritarche *Cymbosphaeridium pilaris*, rapportés au Silurien [8].

Le Dévonien inférieur est atteint par les puits DKL1, OLD1, SN1, EBA2, DOT1 et OYB1, mais il n'est traversé entièrement que par ces deux derniers puits. Il repose en concordance sur le Silurien et débute à DOT1 par des calcaires bioclastiques légèrement marneux et dolomitiques, surmontés par des argiles gris noir, dont l'intervalle 3 979,78–4 196 m est daté Emsien–Siegenien par l'association du miospore *Dictyotrites emsiensis* et de l'acritarche *Palacanthus ledanoisii* [15]. À OYB1, la limite entre le Dévonien et le Silurien est placée à l'intérieur d'un niveau basaltique à intercalations argilo-gréseuses, qui est sur-

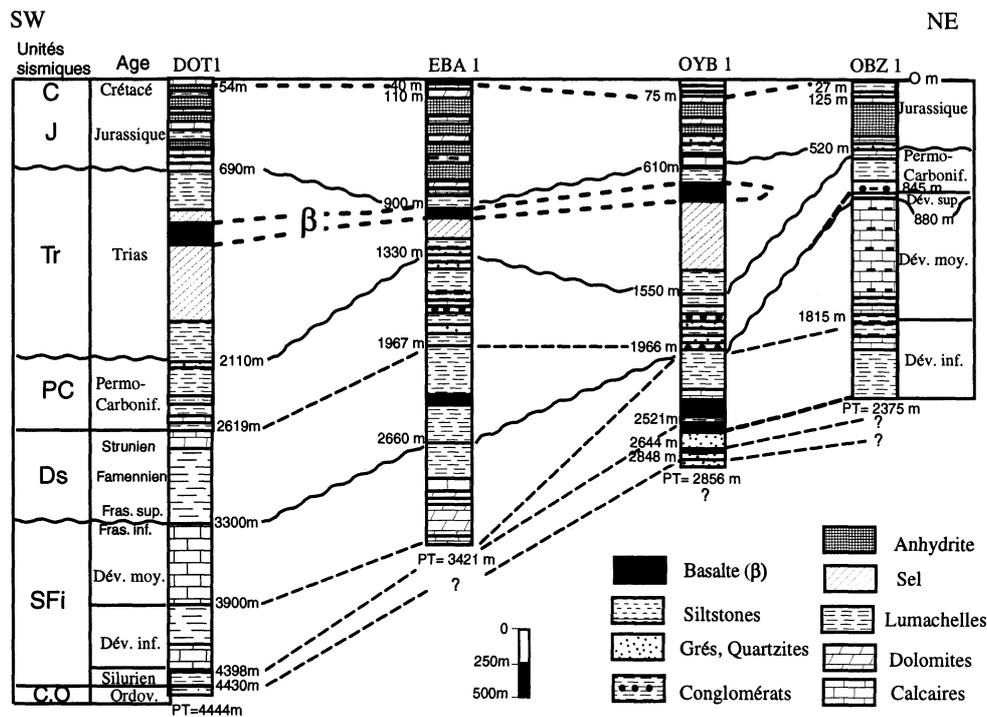


Figure 2. Corrélation sismo-stratigraphique des puits DOT1, EBA1, OYB1 et OBZ1.

Figure 2. Seismostratigraphic correlation of DOT1, EBA1, OYB1 and OBZ1 wells.

monté par des calcaires et des argiles (figure 2). L'intervalle 1 990–2 521 m de cet ensemble a livré un assemblage d'acritarches, comprenant les taxons *Onondagella asymmetrica* et *Triangulina alargada*, attribués au Siégenien [8].

Le Dévonien moyen est caractérisé par des calcaires et dolomies d'origine récifale (puits : DOT1, DKL1, OLD1, SN1, EBA1, EBA2, OZN1). Ces faciès bioconstruits évoluent latéralement vers des dépôts argilo-marneux à intercalations calcaires, par exemple entre DOT1 et EBA1 (figure 2). Ils traduisent l'édification progressive de la plate-forme carbonatée récifale, connue dans tout le domaine mesotien au cours de cette période [10, 11]. Dans le puits DOT1, des calcaires (3 300 m) ont donné des associations de miospores du Givétien, comprenant *Acinosporites cf. acanthomammillatus* et *Apiculiretusispora brandtii* [15]. Au nord, l'intervalle 2 292–2 348 m du puits OZN1 a livré un assemblage de microfossiles, incluant l'acritarce *Onondagella asymmetrica* datant l'Eifelien probable [9].

Les formations datés du Dévonien supérieur (DOT1, DKL1, OLD1, SN1, EBA1) se distinguent par des faciès terrigènes argilo-silteux et argilo-gréseux, d'épaisseur variable, associés parfois à des gabbros doléritiques (EBA1) (figure 2). Des cortèges riches et variés d'acritarches marins, par exemple *Maranhites perplexus*, *Daillydium pentaster* et *Solisphaeridium spi-*

noglobosum, prélevés dans les puits DOT1 (2 975,47–3 321 m) et EBA1 (2 087,5 m) permettent de dater ces niveaux du Frasnien supérieur au Famennien-Strunien [15]. À OZN1, les argiles de l'intervalle 2 372–2 430 m ont livré les acritarches *Maranhites sp.*, *Maranhites brasiliensis*, *Duvernaysphaera tessela* et *Umbellasphaeridium sp.*, ainsi que le palynomorphe *Rhabdosporites langi*, qui indiquent un âge Frasnien probablement inférieur [9], surmonté en contact faillé par l'Eifelien (voir infra). Enfin, à SN1, des dépôts gréséo-conglomératiques (890–1 228 m) ont révélé un contenu paléontologique (crinoïdes, bryozoaires, trilobites, brachiopodes et restes de plantes) datant le Strunien et pouvant s'étendre au Tournaisien [15].

Le Permo-Carbonifère est constitué exclusivement de faciès détritiques grossiers continentaux, dominés par des argilites rouges, souvent associés à des grès sableux et à des conglomérats (figure 2). Les rapports de fin de sondage signalent sa présence dans plusieurs puits (DOT1, BHL1, EBA1, EBA2, OBZ1, OYB1). Cependant, il n'est daté qu'à DOT1 et BHL1. À DOT1, un assemblage de miospores du Tournaisien, comprenant notamment *Lophozonotriletes cristifer*, *Dictyotriletes fimbriatus*, *Lophozonotriletes malevkensis* et *Pustularisporites cf. gibberous* est prélevé à 2 619 m [15]. Enfin, une étude récente attribue l'intervalle 1 975–2 212 m du puits BHL1 au Permien, sur

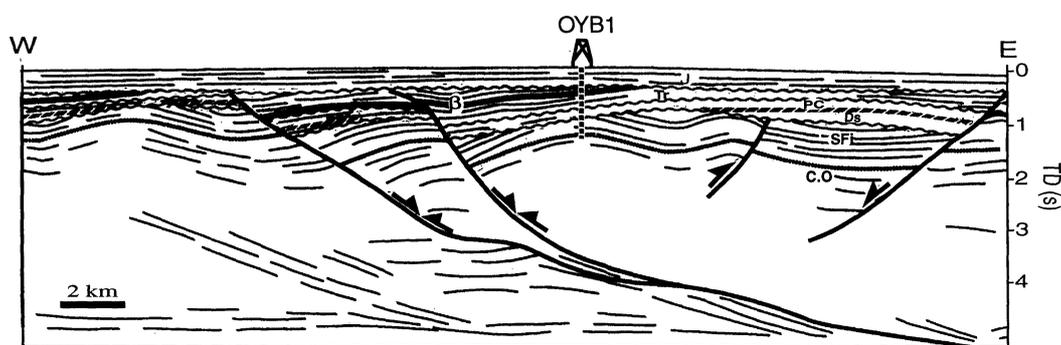


Figure 3. Interprétation de la ligne sismique DB 4 est–ouest (localisation sur la figure 1).

Figure 3. Line drawings of the east–west seismic line DB 4 (localisation in figure 1).

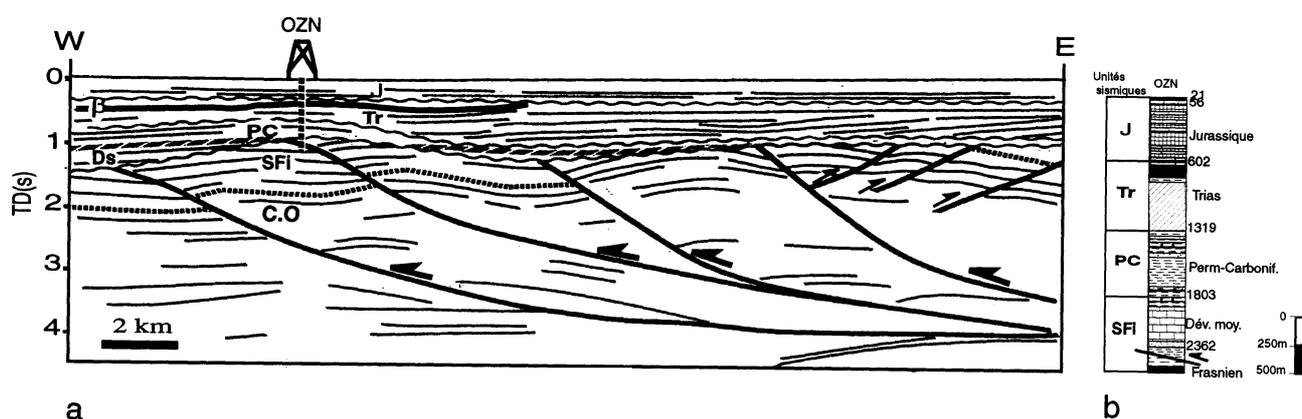


Figure 4. a. Interprétation de la ligne sismique DB 7 est–ouest (localisation sur la figure 1). b. Colonne stratigraphique du forage OZN1 (pour la légende voir la figure 2).

Figure 4. a. Line drawings of the east–west seismic line DB 7 (localisation in figure 1). b. Stratigraphic column of the OZN1 well (see figure 2 for legend).

la base d’une riche ostracofaune comprenant *Cavelina* sp. [16, 17].

Les datations par macrofossiles sont disponibles dans deux puits seulement, SN1 [2] et OLD1 [13] et s’accordent parfaitement avec la subdivision proposée dans cette analyse micropaléontologique, qui s’étend à l’ensemble du bassin des Doukkala.

2.2. Analyse sismo-structurale

L’interprétation de l’ensemble des lignes sismiques du socle du bassin de Doukkala à l’aide de ces données biostratigraphiques nous a permis de découper sa série paléozoïque, en fonction de la signature sismique, en quatre unités constituées chacune d’une ou plusieurs séquences sismiques au sens classique du terme (figures 3–5). Il s’agit des unités CO (Cambro-Ordovicien et probablement Précambrien), SFi (Silurien–Frasnien inférieur), Ds (Frasnien supérieur à Faménno-Strunien) et PC (Permo-Carbonifère).

L’unité CO est caractérisée par un faciès sismique plus au moins transparent, avec des réflexions discontinues d’amplitude variable mais généralement faibles, comportant quelques bandes internes à réflexions très énergiques, de bonne continuité relative (figure 5). Ces dernières correspondraient aux niveaux carbonatés et quartzitiques compétents, intercalés au sein de sédiments pélitiques plus fins, déposés au cours de cette période.

L’unité SFi (Silurien–Frasnien inférieur) montre un faciès sismique lité, riche en réflexions internes, de très bonne continuité latérale et d’amplitude plus forte, surtout au sud du bassin (figure 5). Ce faciès reflète les alternances marno-calcaires et argilo-calcaires qui caractérisent la lithologie de cet intervalle.

L’unité Ds (Frasnien supérieur à Faménno-Strunien) est limitée à la base par une discordance érosive régionale, qui tronque en *top-lap* les réflexions sous-jacentes. Elle est caractérisée, soit par une configuration progradante où les réflexions se terminent en *top-lap* au sommet et en *down-lap* à la base, soit par

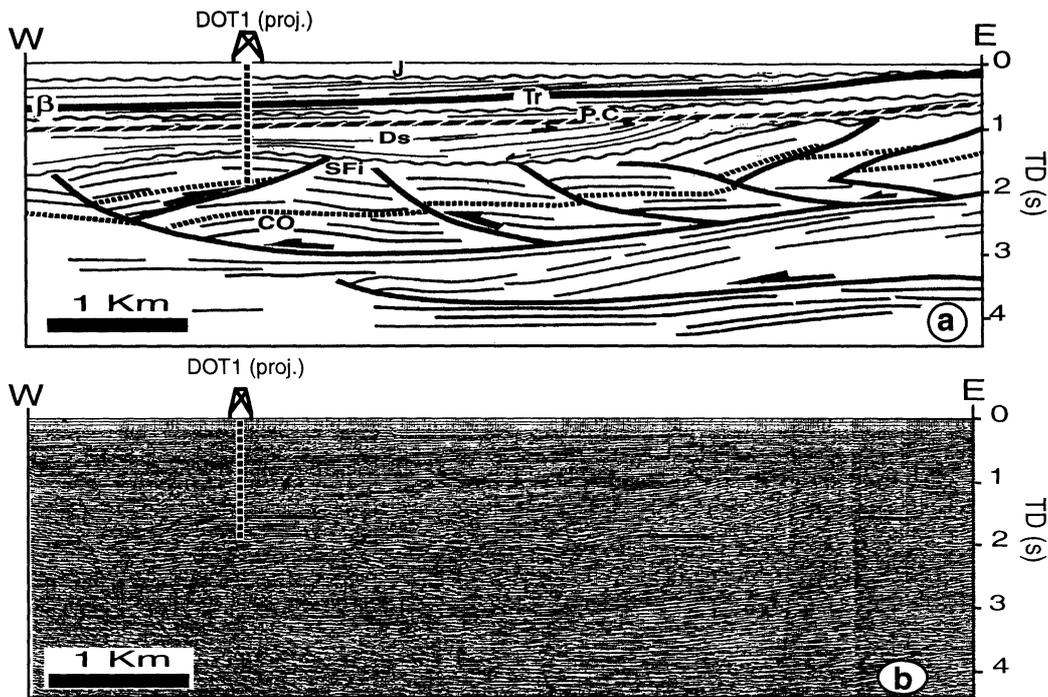


Figure 5. a. Interprétation de la ligne sismique DK 25 est–ouest (localisation sur la figure 1). **b.** Ligne sismique DK 25 (est–ouest) (localisation sur la figure 1).

Figure 5. a. Line drawings of the east–west seismic line DK 25 (localisation in figure 1). **b.** East–west seismic line DK 25 (localisation in figure 1).

une configuration parallèle, où les réflexions se terminent en *onlap* contre les rides anticlinales des unités sous-jacentes (figure 5).

L'unité PC (Permo-Carbonifère) montre également un faciès sismique lité à réflexions parallèles, généralement concordantes sur celles de l'unité sous-jacente (Ds), sauf là où celle-ci montre une configuration progradante avec des réflexions sigmoïdales se terminant en *top-lap* au sommet (figure 5). À l'est et au nord-est du bassin, où le Dévonien supérieur est absent, le Permo-Carbonifère repose en *onlap* directement sur les unités plus anciennes SFi et CO.

L'analyse sismique révèle l'existence, au sein des formations paléozoïques des Doukkala, de deux ensembles différemment structurés.

– Un ensemble inférieur plissé comporte toutes les formations d'âge anté-Frasnien supérieur (unités CO et SFi) et est caractérisé par des structures plicatives relativement simples au nord et plus complexes au sud du bassin. Au nord, à l'ouest des Rehamna, il s'agit de plis droits isopaques, à longueur d'onde plurikilométrique, associés à des failles inverses qui n'affectent pas l'unité Ds (figure 3). Au sud, en face des Jebilet, c'est une structuration en écailles dont la vergence est principalement orientée vers l'ouest (figures 4 et 5) et plus rarement vers l'est (figure 4). Une étude sismique pertinente [3] avait déjà mis en évidence l'existence d'une déformation compressive anté-viséenne (phase bretonne) dans cette unité, mais

l'absence de données de sismique et de forages suffisants n'avait pas permis de dater avec précision cette déformation, considérée alors comme d'âge post-Dévonien.

– Un niveau supérieur, constitué des unités Ds, peu déformée, et PC, non déformée, repose en discordance angulaire sur les unités précédentes. La discordance Ds/SFi et les horizons Ds sont affectées par un faible plissement peu marqué à grande longueur d'onde, surmonté en discordance par l'unité PC (figure 5). Une phase post-Dévonienne anté-Permo-Carbonifère, responsable cependant d'un faible raccourcissement, est également enregistrée. L'unité Ds est lacunaire au-dessus des rides anticlinales sous-jacentes et occupe principalement les zones synclinales, où les épaisseurs sont considérables, surtout au centre du bassin, formant un large dépo-centre, de direction subméridienne, bien visible sur la section DK 25 (figure 5). L'unité Ds s'amincit progressivement vers le nord, le nord-ouest et l'est, où elle se biseaute en *onlap* contre la discordance au-dessus de SFi (figure 2). Le Permo-Carbonifère est également transgressif sur les reliefs préexistants, mais avec des épaisseurs plus régulières et une extension plus large, notamment vers l'est (figures 4 et 5).

Ces observations indiquent l'existence d'une phase compressive majeure ayant structuré les terrains anté-Frasnien supérieur (anté-unité Ds) des Doukkala. Son âge serait alors intra-Frasnien, d'après les données

du forage OZN1, qui montre que l'Eifélien est mis en contact anormal par faille inverse sur le Frasnien inférieur (*figure 4*). Les terrains datés du Frasnien supérieur au Famenco-Strunien ne présentent qu'une déformation compressive mineure, qui entraîne ainsi la déformation de la discordance sous-jacente. Le Permo-Carbonifère ne montre pas de déformation détectable par la sismique à l'échelle de tout le bassin.

3. Discussion et conclusion

Nos résultats suggèrent que la déformation majeure du Paléozoïque sous le bassin de Doukkala s'est réalisée au cours d'une phase hercynienne précoce, d'âge anté-Frasnien supérieur-Famennien, phase qualifiée dans la littérature de phase anté-viséenne, « éovarisque » ou « bretonne ». Afin de replacer cette phase dans un contexte régional, nous allons passer en revue les perturbations tectono-sédimentaires ou tectono-métamorphiques dont elle est responsable et qui sont relevées dans différents domaines hercyniens marocains.

Immédiatement à l'est du bassin des Doukkala, le Frasnien à *Manticoceras* est transgressif sur le Dévonien inférieur à Oulad Abbou, alors qu'il est lacunaire à Oued Cherrat où le Famennien supérieur est directement transgressif sur le Givétien ou l'Emisien [6]. Plus au sud, dans les Rehamna, à Mechraa ben Abbou, le Famennien détritique fossilifère à végétaux terrestres repose en contact transgressif sur des dolomies dévoniennes [10, 11]. Ce faciès, interprété comme lié à une ride, contraste avec les séries flyschoides du Dévonien supérieur, identifiées plus à l'est (oued Khibane) [10, 11] et comparables à celles de même âge, forées dans le bassin des Doukkala (*figure 2*). Par ailleurs, plusieurs indices d'émer-sion, associés à une importante lacune du Frasnien-Famennien inférieur, sont signalés dans cette même

région [11]. Dans la Meseta nord-occidentale, la fraction fine (1 et 2 μm) d'un échantillon de schistes anchizonaux de l'Oued Korifla, datée par K/Ar [7], a donné un âge anté-Viséen de 361,2 + 8,3 Ma. Dans la vallée de l'oued Oum-Er-Rbia, dans le prolongement septentrional du socle des Doukkala, les fractions fines de deux échantillons de *grauwackes* cambriennes ont donné des âges dispersés entre 362 + 8 à 408 + 11 Ma, reflétant vraisemblablement la réouverture incomplète de micas détritiques anciens lors d'un événement thermique d'âge Dévonien supérieur [14].

Au Maroc central, dans la région de Tiliouine, le Viséen supérieur repose en discordance angulaire sur le Givétien-Frasnien inférieur, le Dévonien moyen ou le Dévonien inférieur [18]. Plus à l'est, une grande chaîne plissée anté-viséenne, d'âge intra-Dévonien supérieur, caractérisée par des structures sub-méridiennes déversées vers l'ouest, a été mise en évidence dans la région de Khénifra [1]. Cette chaîne anté-viséenne, dite aussi bretonne, est également présente en Meseta orientale, dans la zone de Midelt-Oujda et dans celle des flyschs orientaux [5, 12], ainsi que dans des noyaux paléozoïques de la chaîne rifaine [4].

Ainsi, la phase orogénique éovarisque intra-Dévonien supérieur, qui s'est exprimée de manière très inégale au Maroc, semble avoir donné naissance aux structures compressives observées par sismique sous le bassin des Doukkala. Dans le reste du Maroc, les structures éovariques sont reprises par celles d'une phase varisque, d'âge Viséen supérieur à Namuro-Westphalien [5, 10]. Dans le socle du bassin des Doukkala, l'interprétation des données de subsurface que nous proposons ici suggère que la seule phase de plissement importante ayant affecté les terrains paléozoïques est la phase intra-Dévonien supérieur. Les structures observées, de type *fold-and-thrust belt*, représenteraient le front occidental de la chaîne éovarisque marocaine.

Remerciements. Nous remercions M.A. Bally pour sa contribution à l'interprétation des lignes sismiques et MM. A. Michard et C. Hoepffner pour leurs remarques et suggestions constructives ainsi que pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail. Nos remerciements vont également à M. M.A. El Morabet, directeur de l'exploration à l'Onarep, qui a aimablement mis à notre disposition les données de subsurface utilisées dans cette étude.

Références

- [1] Allary A., Lavenu A., Ribeyrolles M., Étude tectonique et microtectonique d'un segment de la chaîne hercynienne dans la partie sud-orientale du Maroc central, in : Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, 261, 1976, 170 p.
- [2] Baker X., Krull Y., Rapport géologique et technique du puits SN1, rapport interne Preussag-BRPM, 1965.
- [3] Barbu A., Le concept de zone pétrolière potentielle dans l'exploration du bassin des Doukkala (Maroc occidental), Mines et Géologie, Rabat 42 (1977) 49–57.
- [4] Chalouane A., Les nappes ghomarides (Rif septentrional, Maroc), un terrain varisque dans la chaîne alpine, thèse, université Louis-Pasteur, Strasbourg, 1986, 317 p.
- [5] Hoepffner C., La tectonique hercynienne dans l'Est du Maroc, thèse d'État, université Louis-Pasteur, Strasbourg, 1987, 280 p.
- [6] Hollard H., Le Dévonien du Maroc et du Sahara nord-occidental, in : Int. Symp. Devonian Syst., Calgary, Vol. 1, Publications Alberta Society Petrology and Geology, 1967, pp. 203–244.
- [7] Huon S., Clivage ardoisier et réhomogénéisation isotopique K/Ar dans les schistes ardoisiers paléozoïques du Maroc, étude microstructurale et isotopique, conséquences régionales, thèse, université Louis-Pasteur, Strasbourg, 1985, 124 p.

[8] Lefèvre X., Peniguel Y., Étude biostratigraphique du sondage OYB1 dans l'intervalle 1956–2857 (permis des Doukkala-Maroc), rapport interne Onarep, 1973, 11 p.

[9] Lefèvre X., Peniguel Y., Étude biostratigraphique de l'intervalle compris entre 2 292 et 2 430 m du sondage OZN1 (permis des Doukkala, Maroc), rapport interne Onarep, 1973, 9 p.

[10] Michard A., Éléments de géologie marocaine, in : Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, 252, 1976, 408 p.

[11] Michard A. (Coord.), Le massif paléozoïque des Rehamna (Maroc). Stratigraphie, tectonique et pétrogénèse d'un segment de la chaîne hercynienne varisque, in : Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc 303, 1983, 180 p.

[12] Michard A., Cailleux Y., Hoepffner C., L'orogène mésétien du Maroc : structure, déformation hercynienne et déplacements, in : Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, 335, 1989, pp. 313–327.

[13] Negroni X., Gendrot Y., Jahn Z., Skwirblies W., Rapport géologique et technique du puits OLD1, convention Preussag-BRPM, 1966.

[14] Raïs N., Caractérisation minéralogique, cristallographique et isotopique (K–Ar) d'un métamorphisme polyphasé de faible intensité. Exemple : les *grauwackes* cambriennes du Maroc occidental, thèse, université de Bretagne occidentale, 1992, 193 p.

[15] Rapport Paleoservices Ltd., Rapport interne biostratigraphique et sismique, Onarep, 1987, 134 p.

[16] Slimane X., El Mostaine Y., Observations biostratigraphiques au niveau des formations rouges de la séquence syn-rift dans les bassins de Doukkala et Essaouira (résumé), in : 1^{re} réunion du GMPT, Oujda, 1997.

[17] Romepetrol, L'étude du bassin sédimentaire mésozoïque Sud-Ouest marocain (Essaouira-Agadir), Bucarest, rapport inédit, Onarep, 1983.

[18] Tahiri A., Le Maroc central septentrional : stratigraphie, sédimentologie et tectonique du Paléozoïque. Un exemple de passage des zones internes aux zones externes de la chaîne hercynienne du Maroc, thèse d'Etat, université de Bretagne occidentale, 1991, 299 p.