



Quaternaire

Revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire

vol. 18/4 | 2007

Q5 Le Quaternaire, Limites et spécificités - Troisième partie

Impact de la néotectonique quaternaire sur la dynamique sédimentaire du Saïs (Maroc) : du bassin d'avant fosse pliocène au plateau continental quaternaire

Quaternary neotectonic impact on the Saïs sedimentary dynamic (Morocco): from Pliocene basin forechain to Quaternary continental shelf

Mohammed Charroud, Bouamama Cherai, Mohammed Benabdelhadi et Christophe Falguères



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/quaternaire/1199>

DOI : 10.4000/quaternaire.1199

ISSN : 1965-0795

Éditeur

Association française pour l'étude du quaternaire

Édition imprimée

Date de publication : 1 décembre 2007

Pagination : 327-334

ISSN : 1142-2904

Référence électronique

Mohammed Charroud, Bouamama Cherai, Mohammed Benabdelhadi et Christophe Falguères, « Impact de la néotectonique quaternaire sur la dynamique sédimentaire du Saïs (Maroc) : du bassin d'avant fosse pliocène au plateau continental quaternaire », *Quaternaire* [En ligne], vol. 18/4 | 2007, mis en ligne le 01 décembre 2010, consulté le 20 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/quaternaire/1199> ; DOI : 10.4000/quaternaire.1199

IMPACT DE LA NÉOTECTONIQUE QUATERNAIRE SUR LA DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE DU SAÏS (MAROC) : DU BASSIN D'AVANT FOSSE PLIOCÈNE AU PLATEAU CONTINENTAL QUATERNAIRE

■
Mohammed CHARROUD¹, Bouamama CHERAI¹,
Mohammed BENABDELHADI¹ & Christophe FALGUÈRES²

RÉSUMÉ

Au passage du Néogène au Quaternaire, la région du Saïs a connu un changement important dans l'évolution géodynamique, marqué par une intense activité néotectonique qui a permis un changement radical de la géomorphologie du Saïs. Notre étude a permis de retracer l'histoire géologique de cette région depuis le Néogène.

– Au Miocène supérieur, le Saïs correspond à un bassin marin d'avant fosse lié au sillon sud rifain situé à la limite sud du Prérif en cours de surrection. Son comblement se fait par des faciès marins profonds. Il s'agit d'une séquence majeure de dépôts essentiellement marneux à intercalations de turbidites lenticulaires gréseuses. La régression du Pliocène inférieur et moyen permet le dépôt de faciès paradeltaïques marquant ainsi les derniers dépôts marins dans le bassin du Saïs.

– Au Pliocène terminal, le Saïs, ainsi comblé, forme un bassin endoréique correspondant à un palier simple sur le profil du paléofleuve de Sebou qui l'alimente. Nous avons situé l'exutoire du PaléoSebou dans la partie est du bassin, au droit de la ville de Fès. La sédimentation est détritique terrigène de type fluviale sur les bordures du bassin. Elle est carbonatée et évaporitique de type lacustre au centre du bassin.

– Au Quaternaire, on observe un changement radical dans l'évolution du Saïs. Il s'agit de la réactivation néotectonique majeure du front sud rifain et des flexures du Moyen Atlas traduisant ainsi une phase de compression N-S à NNW-SSE. Cette phase a permis la création de nouveaux reliefs sur les bordures du Saïs et la surélévation de ceux préexistants. Le système de rampes du front sud rifain permet le chevauchement, vers le sud, des rides de Zalagh et de Tghat sur les formations pliocènes du Saïs. Notre travail montre pour la première fois que le Saïs n'est plus un bassin situé entre deux chaînes, mais plutôt un plateau surélevé attaché au versant nord de la chaîne du Moyen Atlas. De ce fait, le drainage du réseau hydrographique se fait, désormais, du sud vers le nord perpendiculairement à la direction générale du Saïs. Les formations du Pliocène et leur substrat miocène subissent une érosion intense qui se traduit par des incisions dépassant les 100 m. Actuellement, la plaine de Saïs correspond à la partie médiane du bassin versant de Sebou située entre la partie amont dans le Moyen Atlas et le point bas exutoire situé dans le Prérif et la plaine du Gharb.

Le passage du Pliocène au Quaternaire est marqué par une nouvelle phase tectonique qui a permis un changement radical dans la géomorphologie du Saïs et de ses bordures atlasiques et rifaines.

Mots-clés : Saïs, bassin d'avant fosse, limite Pliocène - Quaternaire, Front sud rifain, Rampes et activité néotectonique, Fleuve PaléoSebou, Plateau continental.

EXTENDED ABSTRACT

QUATERNARY NEOTECTONIC IMPACT ON THE SAÏS SEDIMENTARY DYNAMIC (MOROCCO) : FROM PLIOCENE BASIN FORE-CHAIN TO QUATERNARY CONTINENTAL SHELF

Saïs is located between Rif and Middle Atlas chains; its Quaternary evolution corresponds to an inversion in dynamics compared to its evolution in Miocene and Pliocene times. We defined three major stages:

– *Upper Miocene*: the Saïs is a foreland deep marine basin located at the southern limit of Pre-Rif during its uplift. The sequence includes more than 1 km of marls with interbedded turbidite sands.

The structural style analysis shows that NE and NW extensional faults are responsible for graben formation towards the Saïs basin centre. This extensional system is contemporary with an advance towards the south of preriffian ridges ramps existing in the northern part of basin. The simultaneity of the extensive and compressive structures is typical of the foreland basins.

The last marine deposits in the Saïs basin are littoral and paradeltaic sandy marls. The ultimate filling in Saïs basin, of Lower and Middle Pliocene age, is due to the marine regression in the South riffian basin.

– *Upper Pliocene evolution*: the Saïs basin, thus filled, formed a continental basin corresponding to a simple stage on profile of the Sebou palaeoriver. We define the discharge system of PalaeoSebou in the eastern part of basin near Fez. Sedimentation is dominated by conglomerates of fluvial origin on the edges of the basin; it is evaporitic and lacustrine carbonate towards the basin centre. The climate was hot and humid. The northern part of the basin shows a syntectonic character expressed by flexural faults that affected the fluvial conglomerates. This deformation reflects an episode of mobilization of the preriffian ridges ramp of Tghat and Zalagh.

¹ Faculté des Sciences et Techniques, Fès, Maroc. E-mail : mcharroud@hotmail.com, bcherai@caramail.com, benabdelhadi@yahoo.fr

² Département de Préhistoire du Muséum National d'Histoire Naturelle, UMR 5198 du CNRS, Paris, France. E-mail : falguere@mnhn.fr

Adresse de contact : M. Charroud, Département de Géologie, Faculté des Sciences et Techniques, Fès, BP. 2202, Fès, Maroc. mcharroud@hotmail.com

– *Quaternary evolution*: The culmination of Saïa area is made by the progress of preriffian ramp who overrides on Pliocene deposits of the northern edge of Saïa.

The preriffian ridges migrate towards the south by Zalagh, Sebou and Sidi Hrazem ramps. The southern riffian front "FSR" towards the south in the plain reorganized a change of course of the Sebou palaeoriver. This deformation translates NS to NNW-SSE compressional strain and allows reactivation of the preexisting Miocene structures and the neo-formation of new structures. A change in the evolution of Saïa results also of major neotectonic reactivation of the flexures of North Middle Atlas.

This new structural state allows the rise of the Saïa who becomes elevated plain related to the northern middle atlasic catchment basin. Saïa Pliocene formations and their Miocene substrate are subjected to intense erosion with fluvial incisions exceeding 100 m.

Currently, the Saïa plain corresponds to the median part of the Sebou catchment basin located between the middle Atlas upstream and Prerif downstream.

This last paroxysmal strain has been also described in the Pre-Rif (Faugères, 1978 ; Ait Brahim & Chotin, 1983; Chalouan *et al.*, 2000, 2003) and in the south of Middle Atlas (Charroud 2002; Charroud *et al.*, 2006). It is interpreted as being the result of the crustal readjustment under Alboran, Rif and Atlas (Frizon de Lamotte *et al.*, 2004), where shoshonitic volcanism produced in the eastern external Betico-Riffian zones is replaced by the alkaline volcanism (Calvert *et al.*, 2000). The role of crustal readjustment to explain the culmination of Saïa is proven for atlasic chain (Teixell *et al.*, 2003; Arboleya *et al.*, 2004; Ayarza *et al.*, 2005).

Key-words: Saïa foreland basin, Pliocene-Quaternary limit, South Riffian Front, Ramps and neotectonic activity, Sebou palaeoriver, Saïa continental shelf.

1 - INTRODUCTION

Le Saïa, au Maroc, s'étend depuis la plaine du Gharb à l'ouest jusqu'au Col de Touaher à l'est. Il correspond à un bassin néogène qui s'est développé entre deux unités structurales majeures : le Rif au nord, et le Moyen Atlas au sud (Gentil, 1918 ; Daguin, 1927 ; Faugères, 1978). L'évolution sédimentaire et structurale du Saïa est étroitement liée à l'évolution de ces deux chaînes.

Au sud, le Moyen Atlas forme un ensemble de plateaux qui surplombent le Saïa par le biais de flexures de direction SW-NE (Termier, 1936 ; Martin, 1981 ; Charroud *et al.*, 2006). Ces flexures ont joué un rôle primordial dans l'évolution sédimentaire au sud du Saïa (Charroud *et al.*, 2006).

Au nord, le Front Sud-Rifain « FSR » est représenté par les rides pré-rifaines qui chevauchent sur la plaine du Saïa (fig. 1). Celle-ci présente une variété de dépôts indiquant une succession d'environnements sédimentaires de type marins et continentaux. Pour comprendre son évolution au Pliocène et au Quaternaire, nous

avons procédé à une cartographie détaillée des structures de bordures et à une étude sédimentologique des différentes formations.

Dans les travaux précédents, d'une part le Pliocène et le Quaternaire ont toujours été associés en un seul événement dit le Plio-Quaternaire (Gentil, 1928 ; Faugères, 1978 ; Ait Brahim & Chotin, 1983 ; Bargach *et al.*, 2003) et d'autre part le Saïa a été considéré comme un bassin intramontane au Quaternaire (Choubert & Faure Muret, 1962 ; Faugères, 1978 ; Martin, 1981).

Afin de connaître le changement de morphologie et de dynamique mis en œuvre dans le Saïa du Pliocène au Quaternaire, nous avons pris sa partie orientale, la « Plaine de Fès », comme modèle. Les changements dans la dynamique sédimentaire et dans le bâti structural de cette zone sont mis en relation avec la chaîne intraplaque du Moyen atlas et périplaque du Rif.

2 - LE MIOCÈNE SUPÉRIEUR ET LE PLIOCÈNE INFÉRIEUR ET MOYEN : LE SAÏA, UN BASSIN D'AVANT FOSSE LIÉ AU SILLON SUD RIFAIN

La série lithostratigraphique du bassin marin du Saïa correspond à des environnements paléogéographiques distincts (fig. 2). Le premier correspond à un milieu marin profond (fig. 2A) où se dépose une série sédimentaire qui présente une épaisseur de plus de 1000 m

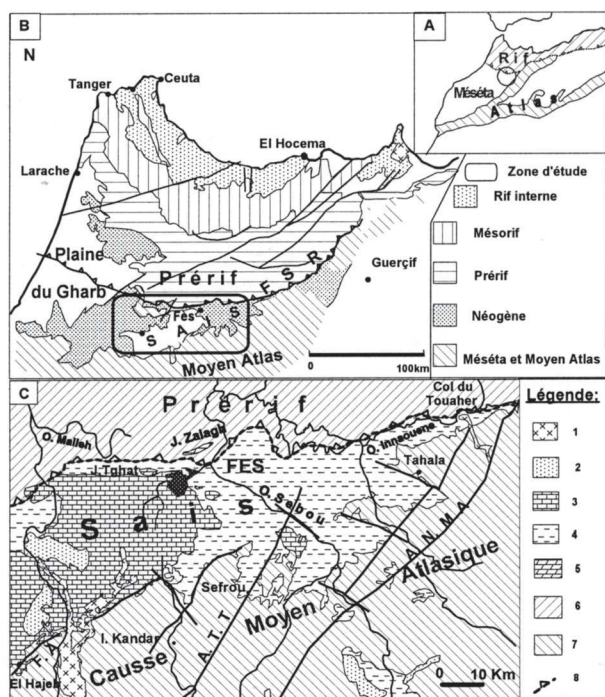


Fig. 1 : (A) : les domaines structuraux du Maroc, (B) : Esquisse structurale de la partie nord du Maroc, (C) : Esquisse géologique simplifiée de la partie orientale du Saïa : la plaine de Fès et ses bordures atlasiques et rifaïnes.

1 : basalte du Quaternaire ; 2 : marnes sableuses du Pliocène inférieur et moyen ; 3 : conglomérats et calcaires du Pliocène supérieur ; 4 : marnes du Miocène supérieur ; 5 : Rides pré-rifaines ; 6 : Prerif ; 7 : Moyen Atlas ; 8 : Front sud-rifain (FSR) ; F.A. : faille d'Adarouch ; A.T.T. : Accident de Tizi n'Tretten ; A.N.M.A. : Accident Nord Moyen Atlasique.

Fig. 1: (A) Structural domain of Morocco, (B) simplified structural map of North of Morocco, (C) simplified geologic map of Eastern Saïa: Fez plain and its atlasic and riffian edges.

1: Quaternary basalt; 2: lower and middle Pliocene Sandy marls; 3: Upper Pliocene conglomerates and carbonates; 4: Upper Miocene marls; 5: preriffian ridges; 6: Prerif; 7: Middle Atlas; 8: South riffian Fault (FSR); F.A.: Adarouch Fault; A.T.T.: Tizi n'Tretten Fault; A.N.M.A.: North middle atlasic Fault.

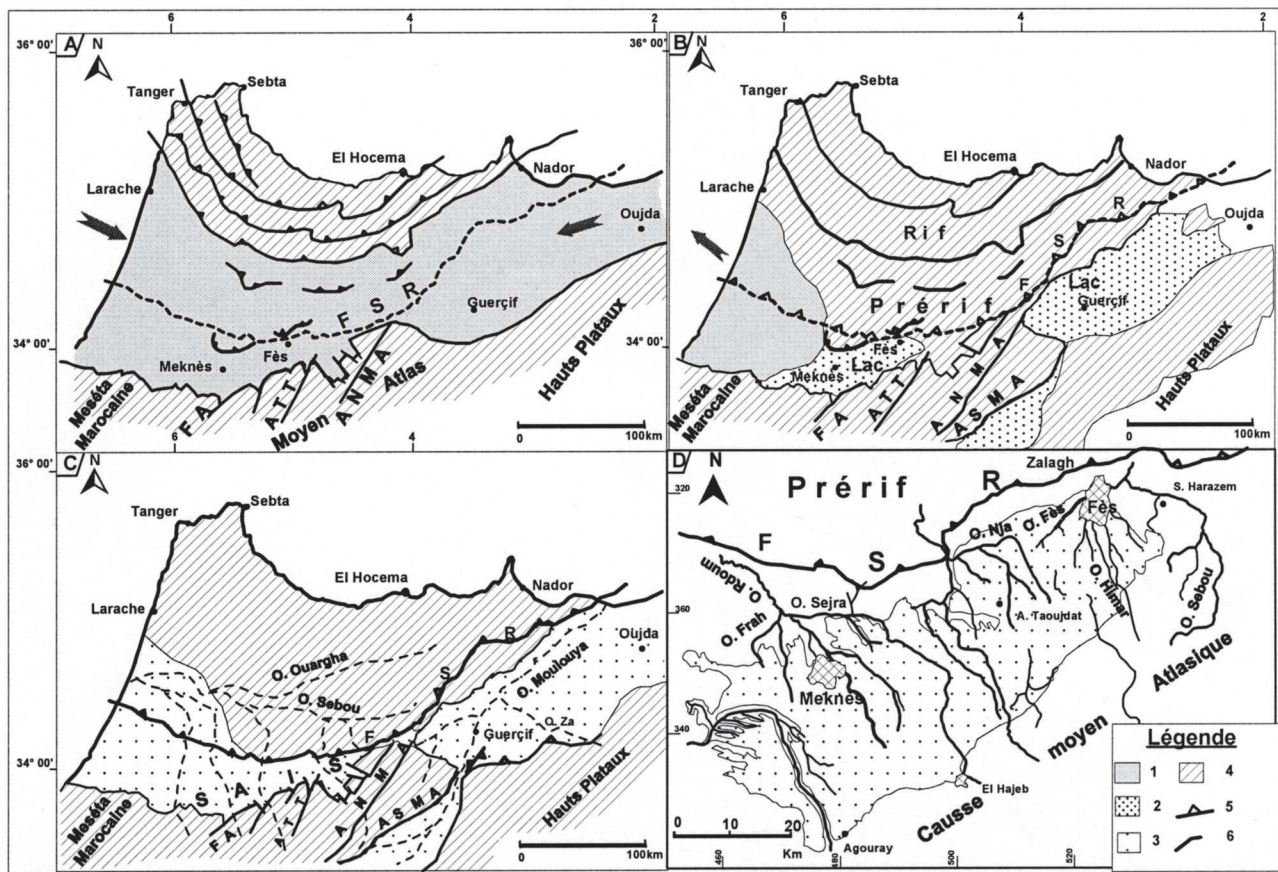


Fig. 2 : Evolution paléogéographique et paléotectonique du sillon sud rifain et de ses bordures au : (A) Miocène supérieur - Pliocène inférieur et moyen ; (B) Pliocène supérieur ; (C) Quaternaire ; (D) le réseau hydrographique actuel du Saïs.

Fig. 2: Paleogeographic and paleotectonic evolution of the Rifian southern marine trough and its edges: (A) Upper Miocene - Lower and Middle Pliocene; (B) Upper Pliocene; (C) Quaternary; (D) the current Saïs hydrographic.

formée par des marnes à intercalations de turbidites gréseuses datées du Tortonien et des marnes bleues de Fès datées du Messinien (Wernli, 1988). Cette série (fig. 3) est surmontée par des marnes sableuses et des sables du Pliocène inférieur et moyen (Faugères, 1978 ; Wernli, 1988). La paléogéographie de ce milieu correspond à une zone côtière alimentée par un paléo-delta. L'extension de ces faciès néritiques traduit une régression généralisée dans le bassin de Saïs suite à une baisse eustatique (Taltasse, 1953 ; Ahmamou & Chalouan, 1988 ; Ahmamou, 2002 ; Boumir *et al.*, 2003 ; Cherai *et al.*, 2004, 2005).

D'un point de vue tectonique, les corrélations réalisées d'après les données de forages dans le Saïs nous ont permis de caler le substratum du Miocène et d'expliquer la subsidence différentielle au sein du bassin. En effet, le soubassement du Miocène correspond aux calcaires et dolomies du Lias qui s'agencent sous forme d'un ensemble de horsts et grabens limités par un réseau de failles de direction NE et NW (fig. 4).

Cette tectonique se prolonge à l'est dans le Moyen Atlas permettant l'installation de golfes marins subsidents de direction NW (Choubert & Faure Muret, 1962 ; Charrière, 1990 ; Sabaoui, 1999 ; Hinaje, 2004). Cette tectonique distensive à la fois sur la bordure atlasique et au sein du bassin est synchronisée à des épisodes compressifs décrits au nord du sillon (Bargach *et al.*,

2003 ; Zakir *et al.*, 2004). Ces épisodes de compression et de distension sont caractéristiques du bassin d'avant fosse du Saïs qui se situe ainsi entre les haut-fonds du Moyen Atlas et du Prérif (Cherai *et al.*, 2004 ; Charroud *et al.*, 2006).

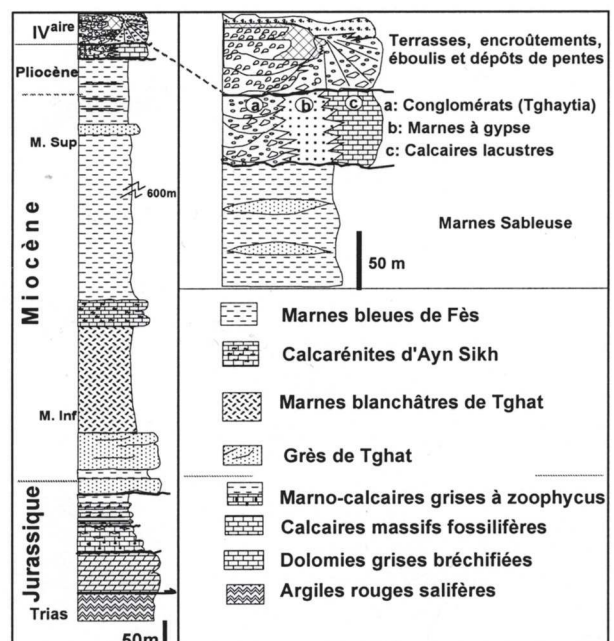


Fig. 3 : Log synthétique de la plaine de Fès.

Fig. 3: Synthetic log of the Fes plain.

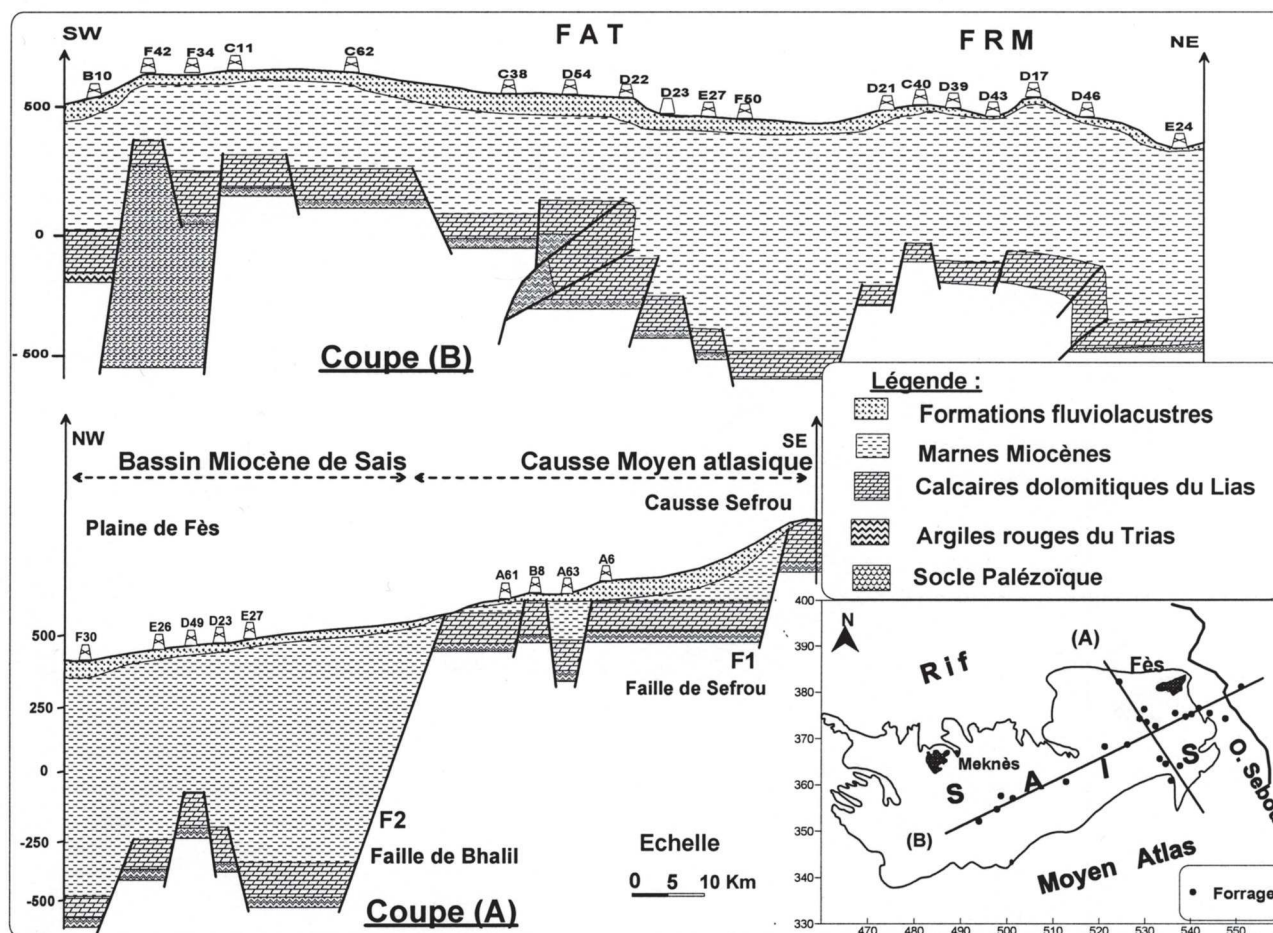


Fig. 4 : Coupes longitudinale et Transversale calée par forages dans le Saïs.

FRM : Flexure de Ras El Maa ; FAT : Flexure d'Ain Taoujdat.

Fig. 4: longitudinal and transversal cross sections fixed by drillings in Saïs. FRM: Ras El Maa Flexure; FAT: Flexure of Ain Taoujdat.

3 - LE PLIOCÈNE SUPÉRIEUR : LE SAÏS, UN BASSIN ENDORÉIQUÉ DE TYPE LACUSTRE ALIMENTÉ PAR LE PALÉOSEBOU

Le Saïs connaît un grand changement environnemental au cours du Pliocène. Au Pliocène moyen, la mer régresse suite au comblement du bassin au Miocène. Au Pliocène supérieur, une phase de continentalisation s'installe et se traduit par des dépôts fluviatiles, fluviolacustres et lacustres (Taltasse, 1953 ; Fauères, 1978 ; Ahmamou, 1987, 2002 ; Fassi, 1999 ; Boumir *et al.*, 2003 ; Cherai *et al.*, 2004). La répartition de ces formations au sein de la plaine de Fès permet de différencier deux ensembles lithostratigraphiques majeurs :

- le premier est formé par des dépôts détritiques terrigènes de type fluviatile, présent essentiellement dans la partie nord de la plaine, à la limite avec la ride de Tgahat. Ils s'étendent vers l'est au niveau du Borj sud de la ville et à Al Gâada (Champond & Itcher, 1967). Nous avons désigné cette formation sous le nom de « *Conglomérats de Tghaytia* » (Cherai *et al.*, 2004 ; Charroud *et al.*, 2006). Ces conglomérats sont discordants sur les marnes sableuses du Pliocène inférieur et moyen (angle de discordance inférieur à 10°). Cette formation est constituée par une succession de bancs de conglomérats métriques intercalés par de petites

passées de grès grossiers en marquant un ensemble de séquences séparées par des surfaces de ravinements. Les éléments constitutifs des conglomérats sont hétérogènes et polymériques d'origine liasique ou miocène. Ils sont emballés dans une matrice gréseuse et grésosargileuse.

Vers le sommet se sont développés des édifices travertineux à galets encroûtés. Ces travertins ont fait l'objet de datation par la méthode des séries de l'uranium (U/Th). L'âge obtenu dépasse la limite de la méthode ce qui correspond à plus de 300 000 ans. Les mesures des paléocourants par imbrications de galets montrent un sens de courant depuis l'est et le sud-est ce qui correspondrait à celui du système fluviatile du « *PaléoSebou* » dont la zone amont est située au sud dans le Moyen Atlas. Cette dynamique fluviale est marquée par un système en tresses à la base de la formation et qui passe progressivement vers le haut à un système méandrique. Ceci atteste de l'accentuation de la pénéplation. Toutefois, ces conglomérats montrent des chevauchements aveugles synsédimentaires au sud de la ride de Tgahat, ce qui témoigne de sa réactivation tectonique.

- le second est constitué par des marnes vertes à passées lenticulaires de gypse dites « *Marnes vertes à gypse* » qui constituent le passage latéral des conglomérats

mérats de la première formation. Dans la partie centrale de la plaine de Fès, les marnes vertes à gypse passent latéralement aux « Calcaires de Bensouda » (fig. 5). Ce sont des calcaires blancs, des calcaires argileux et des calcaires travertineux à traces de radicules et de bioturbations intenses. Ces calcaires présentent des différences d'épaisseurs et de faciès considérables (Taltasse, 1953 ; Ahmamou, 2002). Les études sur la paléogéographie que nous avons réalisées permettent de déduire un régime lacustre à palustre très peu profond soumis à une évaporation intense sous un climat chaud et humide en relation avec l'extension de la période biostasique du Pliocène supérieur au Maroc (Charroud *et al.*, 2006).

Nous en déduisons donc que ce système lacustre est de type endoréique alimenté depuis l'est par le Paléofleuve de Sebou dont l'exutoire se situ à Fès du côté est du Saïs (fig. 5) (Charroud *et al.*, 2006).

D'un point de vue tectonique, la bordure nord du bassin montre l'influence du « FSR » sur la dynamique fluviale (fig. 2B). L'existence de discordances angulaires sur chevauchements aveugles à vergence sud sont observées au sein des conglomérats de Tghaytia (Cherai *et al.*, 2004). Ces structures traduisent des épisodes de compression liés aux mouvements de la ride de Tghat qui chevauche vers le sud sur le Saïs (Bargach *et al.*, 2003 ; Cherai *et al.*, 2004).

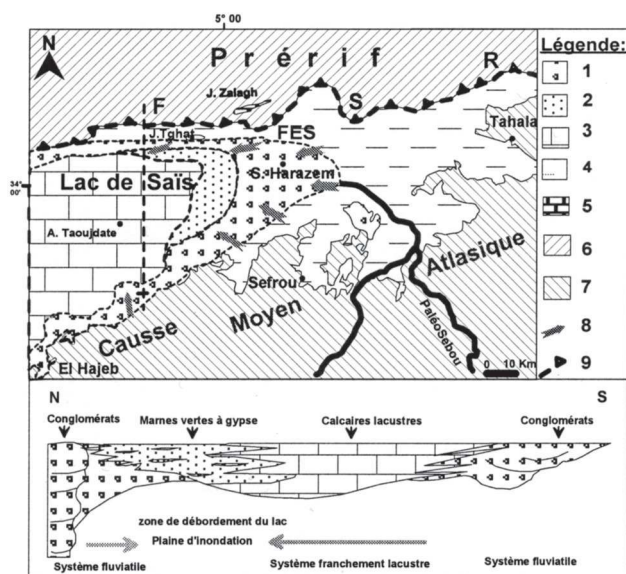


Fig. 5 : Paléogéographie de la partie est du Saïs (Plaine de Fès) au Pliocène supérieur : Alimentation du bassin lacustre de Saïs par le Paléofleuve de Sebou ; coupe générale N-S dans le bassin lacustre de Saïs montrant le passage latéral de faciès.

1 : Tghaytia Conglomerates ; 2 : Green gypsum marls ; 3 : Bensouda limestones ; 4 : Marly substratum of upper Miocene-lower and middle Pliocene ; 5 : preriffian Ridges ; 6 : Prerif ; 7 : Middle Atlas ; 8 : fluvialite paleo-currents ; 9 : South Riffian Fault (FSR).

Fig. 5: Eastern upper Pliocene paleogeography of Saïs basin (Fez Plain): discharge system of PaleoSebou River in the Eastern part of basin at Fez; NS section in the lake Saïs basin showing the side passage of facies.

4 - LE QUATERNAIRE : PHASE DE DÉFORMATION NÉOTECTONIQUE MAJEURE ET PÉRIODE D'INCISION IMPORTANTE DANS LE SAÏS. PASSAGE DU BASSIN ENDORÉIQUE AU PLATEAU CONTINENTAL

Au passage Pliocène-Quaternaire, on assiste dans le Saïs à un changement radical dans le bâti structural et morphologique. Ce changement est dû à deux facteurs prédominants :

Une phase tectonique majeure N-S : la surélévation du Saïs et la création des reliefs sur ses bordures

La bordure nord du Saïs correspond aux rides de Tghat et de Zalagh et de leurs branches annexes matérialisant le « FSR ». La cartographie (fig. 6), les coupes réalisées (fig. 7) ainsi que les observations microtectoniques faites au niveau de ces rides montrent les points suivants :

1 - La ride de Tghat correspond à une structure en rampe qui culmine à 800 m et dont le cœur est formé par les marnes du Jurassique moyen (Faugères, 1978). Cette structure chevauche les conglomérats de Tghaytia par sa branche la plus méridionale à Dayaâ. Ainsi, un premier relief est créé à partir des formations du Pliocène supérieur. Les galets décalés et les stries mesurées montrent une orientation de la contrainte principale $\delta 1$ horizontale N-S à NNW-SSE. Le redressement des formations fluviatiles pliocènes témoigne de cette activité néotectonique importante (Cherai *et al.*, 2004, 2005 ; Charroud *et al.*, 2006).

2 - Zalagh à ossature liasique, correspond à une ride qui culmine à 900 m. Il s'agit d'une structure de rampe qui chevauche vers le sud les formations miocènes plus récentes.

Au nord, elle progresse en profondeur pour permettre au palier de Sebou d'affleurer à la faveur de la faille principale du front de chevauchement « FSR ». Ces structures utilisent le Trias argilo-salifère comme base de glissement des rampes pour chevaucher sur les marnes bleues messiniennes de Fès et sur les conglomérats pliocènes.

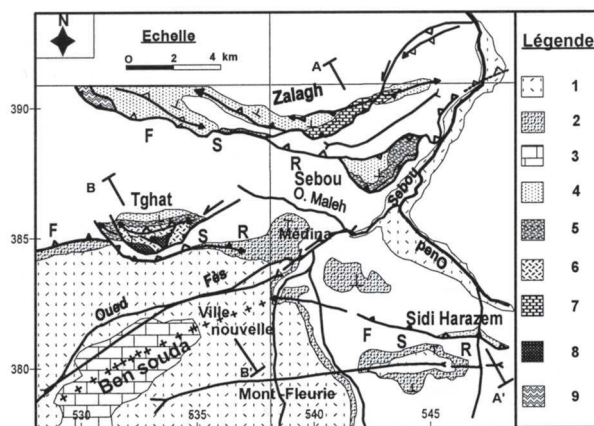


Fig. 6 : Schéma structural de la plaine de Fès au Quaternaire : les principales structures de rampes à la limite avec la plaine de Fès.

Fig. 6: Quaternary Structural map of the Fez plain: principal ramp structures in side with the Fez plain.

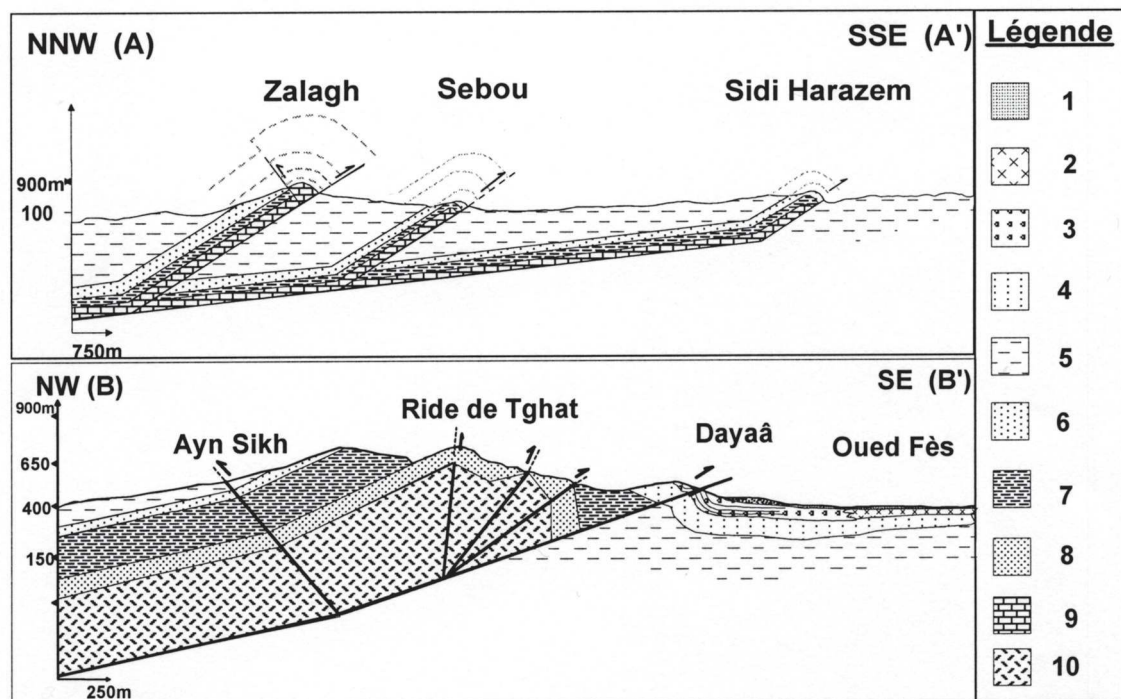


Fig. 7 : Coupes structurales dans les rides pré-rifaines et le Saïa (Plaine de Fès) : rampes tectoniques de Zalagh, Sebou, Sidi Hrazem et Tghat et leurs structures annexes.

1 : terrasses et glaciis (Quaternaire récent) ; 2 : conglomérat de Tghaytia (Pliocène sup.) ; 3 : marnes vertes à gypse (Pliocène sup.) ; 4 : marnes sableuses (Pliocène inf. et moy.) ; 5 : marnes bleues de Fès (Miocène sup.) ; 6 : calcarénites d'Ain Sikh (Miocène) ; 7 : marnes blanchâtres de Tghat (Miocène) ; 8 : grès grossier de Tghat (Miocène) ; 9 : dolomies de Zalagh (Lias inf) ; 10 : marno-calcaires de Tghat (Jurassique moy.).

Fig. 7: Structural cross-sections in the preriffian ridges and Saïa (Fez Plain): tectonic ramp of Zalagh, Sebou, Sidi Hrazem and Tghat and their additional structures.

1: terraces and glaciis (Quaternary recent); 2: Tghaytia Conglomerate (upper Pliocene); 3: Green gypsum marls (Upper Pliocene); 4: Sandy marls (lower and middle Pliocene); 5: Blue marls of Fez (Upper Miocene); 6: Ain Sikh sandy limestones (Miocene); 7: Tghat white Marls (Miocene); 8: Tghat Sandstone (Miocene); 9: Zalagh Dolomites (Lower Lias); 10: Tghat marly limestones (Middle Jurassic).

Plus au sud, le FSR se manifeste par la structure en rampe de Sidi Hrazem et chevauche sur les formations pliocènes d'Al Gâada. À l'ouest, cette structure s'amortit par un pli anticlinal à axe plongeant dans les conglomérats de Tghaytia et les calcaires lacustres de Bensouda à Fès.

Le décollement des rampes du « FSR » se fait au niveau des argiles salifères du Trias. Cet écaillage affecte le socle paléozoïque dont des éléments de granite mylonitisés affleurent au droit de la faille de Sebou.

Ce système de rampes évolue vers le sud à l'intérieur de la plaine de Fès par le biais des structures de Tghat et de Sidi Hrazem. Cette déformation a permis la mise en relief du bassin endoréique pliocène et la surélévation des rides de plus de 500 m par rapport à la plaine de Saïa.

La Faille d'Adarouch « FA » correspond à une flexure majeure qui permet le passage du Moyen Atlas au Saïa. Au Miocène, cette faille normale forme la limite sud du graben de Saïa (Taltasse, 1953 ; Cherai *et al.*, 2004 ; Charroud *et al.*, 2006). Le rejeu néotectonique de cette faille est démontré par le redressement de la série pliocène à son aplomb suite à la phase compressive N-S (Charroud *et al.*, 2006)

Au centre de la plaine de Saïa existe les flexures de Taoujdate et de Ras El Maa dans les calcaires lacustres. Elles sont le résultat du rejeu des failles du Miocène en

failles inverses permettant la création de rampes tectoniques en profondeur (fig. 2C et fig. 4B).

Ainsi, on peut qualifier cette phase de paroxysmale dans la région. Elle est d'orientation N-S à NNW-SSE. Elle est décrite dans le Préfif (Faugères, 1978 ; Ait Brahim & Chotin, 1983 ; Chalouan *et al.*, 2000, 2003) et dans la partie est du Moyen Atlas (Charroud, 2002 ; Charroud *et al.*, 2006). Cette apogée est interprétée comme étant le résultat du réajustement de la croûte sous l'Alboran, le Rif et les Atlas (Teixell *et al.*, 2003 ; Frizon de Lamotte *et al.*, 2004 ; Arboleya *et al.*, 2004 ; Ayarza *et al.*, 2005). Durant cette phase, le volcanisme shoshonitique produit par les zones externes orientales bético-rifaines est remplacé par le magmatisme alcalin (Calvert *et al.*, 2000).

L'émergence du bassin lacustre et phases d'incisions :

Le réseau hydrographique actuel dans la plaine de Saïa présente une direction perpendiculaire à l'allongement général de celle-ci (fig. 2D). L'écoulement hydrique se fait du sud vers le nord. La plaine de Saïa forme alors la partie médiane du bassin versant de Sebou dont l'amont se situe au Moyen Atlas et l'aval au Préfif et à la Plaine du Gharb. Les incisions engendrées dépassent les 100 m.

Ce changement paléogéographique correspond à l'assèchement du lac pliocène par une vidange brutale (Taltasse, 1953 ; Cherai *et al.*, 2004 ; Charroud *et al.*, 2006).

Ce changement est dû à l'activité néotectonique de la phase N-S compressive responsable de la surélévation du Plateau de Saïs. Le PaléoSebou est dès lors forcé d'inciser dans les rides pré-rifaines à l'est de Zalagh (Charroud *et al.*, 2006). Cette déviation dans le parcours de l'oued Sebou est accompagnée d'une phase climatique plus aride et d'une baisse eustatique permettant l'accentuation de l'érosion. Ainsi se créent des zones de talus à pente forte, glacis et cônes alluviaux.

Nous avons observé également des manifestations néotectoniques plus tardives sur le flanc sud de la ride de Tghat et de Zalagh. Il s'agit de failles inverses et de plissements qui affectent les glacis et les cônes alluviaux quaternaires récents (Cherai *et al.*, 2004).

5 - CONCLUSIONS GÉNÉRALES

L'évolution du Saïs au cours du Quaternaire est dépendante de son histoire géologique au Miocène et au Pliocène.

Au Miocène, le Saïs est un bassin marin compartimenté en horsts et grabens à substratum jurassique. Cette tectonique distensive sépare le bassin de Saïs au nord du haut-fond du Moyen Atlas au sud par le biais de failles normales de bordure du bassin de direction NE et NW. Le Saïs est un bassin d'avant fosse lié au sillon sud rifain sous dépendance atlantique et méditerranéenne. Sa bordure nord est marquée essentiellement par la tectonique tangentielle à vergence S et SW permettant la mise en place des structures du Pré-rif. Cette dynamique miocène se termine par la régression marine généralisée au Pliocène inférieur et moyen suite au comblement du Saïs.

La continentalisation du bassin au Pliocène supérieur permet l'installation de milieux lacustres et fluviaux alimentés depuis l'est par le PaléoSebou dont l'exutoire se situe à Fès. Le Saïs est un bassin endoréique soumis à un climat humide et chaud et dont les bordures correspondent au tracé actuel de la plaine. Dans sa partie nord, l'activité tectonique se manifeste par des failles inverses synsédimentaires qui se rattachent à un épisode de remobilisation des rides de Tghat et de Zalagh.

Au Quaternaire, on assiste à la réactivation des principales structures qui bordent le Saïs. Les conséquences sont :

- l'émersion du bassin lacustre et le changement de parcours du fleuve Sebou qui incise ainsi pour la première fois le Pré-rif ;

- la surélévation et la création des reliefs sur les bordures du Saïs par la phase tectonique compressive N-S à NNW-SSE. Cette phase permet l'avancée du FSR dans la Plaine de Saïs à Fès par le biais de la structure de Sidi Hrazem. Cette tectonique tangentielle est exprimée par des structures en rampes. C'est le cas de la ride de Tghat qui va culminer à 800 m et de la ride de Zalagh à 900 m.

Certaines des failles du bassin miocène rejouent en failles inverses permettant la création de rampes tectoniques en profondeur qui se traduisent dans la topographie actuelle par des flexures dans les calcaires lacustres au centre de la plaine de Saïs (flexure de Taoujdate et de Ras El Maa).

Notre travail montre donc pour la première fois que le Saïs n'est pas un bassin au Quaternaire, mais plutôt, un plateau surélevé attaché au versant nord de la chaîne du Moyen Atlas. Cette surélévation du plateau a permis d'une part le changement du sens de drainage du réseau hydrographique qui s'écoule désormais du sud vers le nord perpendiculairement au Saïs et d'autre part d'importantes incisions de ce nouveau réseau qui atteignent 100 m à l'est de Fès au niveau de l'oued Sebou.

Le passage du Pliocène au Quaternaire est marqué par une nouvelle phase tectonique importante qui a permis un changement radical dans la géomorphologie du Saïs et de ses bordures atlasiques et rifaines.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AHMAMOU M., & CHALOUAN A., 1988 - Distension synsédimentaire plio-quaternaire et rotation anti-horaire des contraintes au Quaternaire ancien sur la bordure nord du bassin du Saïs Fès (Maroc). *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, **12**, 19-26.
- AHMAMOU M., 2002 - *Evolution et dynamique sédimentaires des carbonates fluvio-lacustres Plio-quaternaires dans le Saïs de Fès (Maroc)*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Mohamed V, Rabat, 230 p.
- AIT BRAHIM L., & CHOTIN P., 1983 - Mise en évidence d'un épisode compressif dans les calcaires plio-quaternaires du bassin de Saïs, Rif, Maroc. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, **296**, 1333-1336.
- ARBOLEYA M.-L., TEIXELL A., CHARROUD M., & JULIVERT M., 2004 - A structural transect through the High and Middle Atlas of Morocco. *Journal of African Earth Sciences*, **39**, 319-327.
- AYARZA, P., ALVAREZ-LOBATO F., TEIXELL A., ARBOLEYA M.-L., TESON E., JULIVERT M., & CHARROUD M., 2005 - Crustal structure under the central High Atlas mountains (Morocco) from geological and gravity data. *Tectonophysics*, **400**, 67-84.
- BARGACH K., CHALOUAN A., GALINDO-ZALDIVAR J., RUANO P., AHMAMOU M., JABALOY A., AKIL M., SANZ DE GALDEANO C., CHABLI A., & BENMAKLOUF M., 2003 - Détermination de paléocontraintes à partir des galets striés des formations conglomératiques plio-quaternaires au front de la chaîne du Rif (Maroc) : la Ride de Tghat. *Notes et Mémoires du Service Géologique, Maroc*, **452**, 99-108.
- BOUMIR K., GOURARI L., & AHMAMOU M., 2003 - L'évolution paléoenvironnementale et paléogéographique du Néogène du plateau de Meknès (Sillon sud-rifain central, Maroc). *3^{ème} Congrès International de la Stratigraphie du Néogène Atlantique* (R.C.A.N.S), Tétouan, 17.
- CALVERT A., SANDVO E., DOGAN S., BARAZANGI M., ROECKER S., MOURABIT T., VIDAL F., ALGYACIL G., & JABOUR N., 2000 - Geodynamic Evolution of the Lithosphere and Upper Mantle Beneath the Alboran Region of the Western Mediterranean: Constraints from Travel Time Tomography. *Journal of Geophysical Research*, **105**, 10871-10898.
- CHARRIÈRE A., 1990 - *Héritage hercynien et évolution géodynamique alpine d'une chaîne intracontinentale : le Moyen Atlas au SE de Fès (Maroc)*. Thèse, Doctorat d'Etat, Toulouse, 589 p.
- CHALOUAN A., GALINDO-ZALDIVAR J., BARGACH K., AHMAMOU M., RUANO P., BENMAKLOUF M., SANZ DE GALDEANO C., & AKIL M., 2000 - Deformaciones recientes en el frente de la Cordillera Rifeña (Prerif, Marruecos). *Geogaceta*, **29**, 43-46.

- CHALOUAN A., GALINDO-ZALDÍVAR J., BARGACH K., RUANO P., AKIL M., CHABLI A., JABALOY A., AHMAMOU M., & SANZ DE GALDEANO C., 2003 - Evolution tectonique du front de la Chaîne du Rif et de son avant-pays Meseto-Atlasique dans un modèle d'un coin expulsé vers le SW. *3^{ème} Congrès International de la Stratigraphie du Néogène Atlantique* (R.C.A.N.S), Tétouan, 31.
- CHAMPOND G., & ICHTER J.-P., 1967 - Mémoire explicatif de la carte géotechnique de Fès. *Notes et Mémoires du Service Géologique, Maroc*, 186 bis, 106 p.
- CHARROUD M., 2002 - *Evolution géodynamique des Hauts Plateaux (Maroc) et de leurs bordures du Mésozoïque au Cénozoïque*. Thèse d'Etat Es-Sciences, Université FES, 314 p.
- CHARROUD M., CHERAI B., BENABDELHADI M., CHARROUD A., EL MOUTAOUAKIL N., FALGUÈRES C., & LAHRACH A., 2006 - Sedimentary evolution of a fore-chain Sais basin during plio-quadrenary and modalities of tectonic inversion (Sais basin, Morocco). *Geophysical research abstracts, European Geosciences Union*, 8, 10039.
- CHERAI B., CHARROUD M., LAHRACH A., & EL MOUTAOUAKIL N., 2004 - Le front sud rifain une expression complexe d'une tectonique tangentielle à la limite du bassin de Sais au Mio-Pliocène et au Quaternaire (Région de Fès, Maroc). *Colloque international à la mémoire de Feue A. Faure Muret*, Rabat, Maroc, 13.
- CHERAI B., CHARROUD M., LAHRACH A., & EL MOUTAOUAKIL N., 2005 - Risques naturels et problèmes d'aménagements urbains dans la ville de Fès, Maroc. *3^{ème} Journée Internationale des Géosciences de l'environnement*, El Jadida, Maroc, 52.
- CHUBERT G., & FAURE MURET A., 1962 - Evolution du domaine atlasique marocain depuis les temps paléozoïques. *In Livre à la Mémoire du Professeur Paul Fallot*, Mémoire hors série de la Société Géologique de France, Paris, 1, 447-527.
- DAGUIN F., 1927 - *Recherche géologique sur la feuille Fès (quart Nord-Est)*. Notes et Mémoires du Service Géologique, Maroc, 32, 38 p.
- FASSI D., 1999 - *Les formations superficielles du Saïs de Fès et de Meknès. Du temps géologique à l'utilisation actuelle des sols*. Notes et Mémoires du Service Géologique, Maroc, 389, 527 p.
- FAUGÈRES J.-C., 1978 - *Les rides sud-rifaines : Evolution sédimentaire et structurale d'un bassin atlantico-mésogéen de la marge africaine*. Thèse de Doctorat Es Sciences, Université de Bordeaux 1, 480 p.
- FRIZON DE LAMOTTE D., CRESPO-BLANC A., SAINT-BEZAR B., COMAS M., FERNÁNDEZ M., ZEYEN H., AYARZA P., ROBERT-CHARRUE C., CHALOUAN A., ZIZI M., TEIXELL A., ARBOLEYA M.-L., ALVAREZ-LOBATO F., JULIVERT M., & MICHARD A., 2004 - TRANSMED-transect I [Betics, Alboran Sea, Rif, Moroccan Meseta, High Atlas, Jbel Saghro, Tindouf basin]. *In* W. Cavazza, F. Roure, W. Spakman, G.M. Stampfli & P.A. Ziegler (eds), *The TRANSMED Atlas - the Mediterranean region from Crust to Mantle*. Springer, Berlin Heidelberg.
- GENTIL L., 1918 - Note d'un voyage géologique à Taza (Maroc septentrional), contribution à l'étude du détroit sud-rifain. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 4^e série, 18, 129-177.
- HINAJE S., 2004 - *Tectonique cassante et paléochamps de contraintes dans le Moyen et le haut Atlas (Midelt-Errachidia) depuis le Trias à l'Actuel*. Thèse d'Etat Es-Sciences, Rabat, 425 p.
- MARTIN J., 1981 - *Le Moyen Atlas central, étude géomorphologique*. Notes et Mémoires du Service Géologique, Maroc, 258, 445 p.
- SABAOU A., 1999 - *Rôles des inversions dans l'évolution méso-cénozoïque du Moyen Atlas septentrional (Maroc) : L'exemple de la transversale El Menzél- Ribat Alm Khayr- Boulblane*. Thèse d'Etat, Université de Rabat, 432 p.
- TALTASSE P., 1953 - *Recherches géologiques et hydrogéologiques dans le bassin lacustre de Fès-Meknès*. Notes et Mémoires du Service Géologique, Maroc, 115, 152 p.
- TEIXELL A., ARBOLEYA M.-L., JULIVERT M., & CHARROUD M., 2003 - Tectonic shortening and topography in the central High Atlas (Morocco). *Tectonics*, 22, 1051.
- TERMIER H., 1936 - *Etude géologique sur le Maroc central et le Moyen Atlas septentrional*. Notes et Mémoires du Service Géologique, Maroc, 33, t.II-IV, 328 p.
- WERNLI R., 1988 - *Micropaléontologie du Néogène post-nappes du Maroc septentrional et description systématique des foraminifères planctoniques*. Notes et Mémoires du Service Géologique, Maroc, 331, 266 p.
- ZAKIR A., CHALOUAN A., & FEINBERG H., 2004 - Evolution tectono-sédimentaire d'un domaine d'avant-chaîne : exemple des bassins d'El Habt et Sidi Mrayt, Rif externe nord-occidental (Maroc) : précisions stratigraphiques et modélisations tectonique. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 175, 383-397.