



La limite Pliocène-Pléistocène en Afrique du Nord et au nord-ouest du Sahara

Jean-Louis Ballais, Jean Riser, J. Trayssac

► To cite this version:

Jean-Louis Ballais, Jean Riser, J. Trayssac. La limite Pliocène-Pléistocène en Afrique du Nord et au nord-ouest du Sahara. *Revue d'Analyse Spatiale Quantitative et Appliquée*, 1996, Mélanges Maurice Julian, 38-39, pp.39-47. hal-01567046

HAL Id: hal-01567046

<https://amu.hal.science/hal-01567046v1>

Submitted on 21 Jul 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

LA LIMITE PLIOCÈNE-PLÉISTOCÈNE EN AFRIQUE DU NORD ET AU NORD-OUEST DU SAHARA

J.L. BALLAIS *, J. RISER ** et J. TRAYSSAC ***

Résumé : La période plio-pléistocène couvre un temps géologique compris entre la fin du Tertiaire et le début du Quaternaire. Certains auteurs l'assimilent au Villafranchien. Elle est caractérisée par d'épaisses formations alluviales (Ranâs), véritables cônes de déjection démantelés formés de blocs et de gros galets cimentés par des croûtes calcaires résistantes. Dans ces accumulations, les roches cristallines sont altérées. Tous ces dépôts sont situés au-dessus des formations quaternaires. Ils ont été déformés par la tectonique villafranchienne et quaternaire. Enfin la topographie et le drainage, à cette époque, étaient, sur les piémonts des montagnes atlasiques, différents du drainage quaternaire et actuel.

Abstract: The plio-pleistocen period which covers a geological long time is assimilated by few authors at the villafranchian period. It is situated at the boundary between Pliocen and early Pleistocen. It is characterised by alluvial thick formations (Ranas) with blocks and big pebbles, by feralitic grounds, weathering of cristalline rocks and old thick calcareous crusts (Moulouyen). These pedologic formations show climatic changes between upper Tertiary an early Quaternary. All the plio-villafranchian formations are situated above the quaternary alluvial and colluvial levels. The topography and drainage patterns are different between plio-villafrachian and quaternary period. Finally, these deposits are deformed by lower villafranchian and quaternary orogenic phases.

Le Plio-pléistocène couvre en Afrique du Nord et au Nord-Ouest du Sahara une longue période mal définie qui est, pour certains auteurs, assimilée au Villafranchien. Ses limites et celles du Villafranchien posent problème. Néanmoins, cette période charnière entre le Tertiaire et le Pléistocène est caractérisée par une grande variété de dépôts liée à la durée de la période (2 Ma environ) et aux nombreux changements paléogéographiques et paléoclimatiques procédant encore du Tertiaire mais préfigurant déjà le Pléistocène. Tous les auteurs insistent sur l'importance de cette transition dans l'évolution morphologique des montagnes méditerranéennes et pré-sahariennes du Maghreb.

Ces changements sont particulièrement nets dans les modifications climatiques. Durant le Néogène, le climat est à caractère tropical, avec de longues périodes chaudes et sèches. A la charnière Pliocène-Pléistocène, les conditions climatiques deviennent progressivement méditerranéennes avec l'apparition du froid et du gel, en haute et moyenne montagne.

Par ailleurs, l'étude des dépôts présente quelques difficultés car la sédimentation est discontinue, la faune et la flore mal représentées et les méthodes de datations isotopiques difficiles à appliquer. Par conséquent cette longue période a été le sujet de nombreux débats.

Depuis la création de l'étage villafranchien, les différents auteurs ont noté que les formations qui s'y rattachent sont multiples et variées d'une région à l'autre et les termes pour les caractériser reflètent cette diversité : Plio-villafranchien, Villafranchien ancien, moyen ou récent, Quaternaire ancien parfois mais aucun de ces termes ne représente un véritable étage géologique défini dans le temps.

Ici, nous décrivons les différentes formations de la charnière Pliocène-Pléistocène, essentiellement dans les chaînes telliennes et présahariennes : Anti-Atlas à l'Ouest, Beni-Snassen et Atlas saharien au centre, Aurès et Nementcha à l'Est. Nous établirons des corrélations entre le Moghrébien marin du bassin de Tarfaya (Riser, 1996) et les différentes formations continentales attribuées au Plio-pléistocène. Pour la commodité de l'exposé, dans le texte, cette période charnière sera désignée sous le terme de Plio-villafranchien, le Villafranchien étant considéré comme le début du Quaternaire.

* Institut de Géographie - URA 903 - 29 av. R. Schuman - 13621 Aix-en-Provence.

** Université d'Avignon - Faculté des Lettres et Sciences Humaines - 5 rue Violette - 84023 Avignon.

*** Département de Géographie - Université P. Valéry - Route de Mende - 34032 Montpellier.

A la fin du Néogène, bien des chaînes de montagnes d'Afrique du Nord présentent déjà les caractéristiques tectoniques actuelles. Cependant, des différences existent dans l'histoire géologique de ces montagnes.

Par exemple, l'Anti-Atlas se distingue, durant les temps géologiques s'étendant du Trias à la fin du Miocène, par une relative stabilité tectonique. Les mouvements orogéniques les plus récents sont le contrecoup de la phase pliocène du Haut-Atlas et se matérialisent par de faibles déformations entraînant, associée aux changements climatiques, une reprise d'érosion dans le socle cristallin.

Dans le Haut-Atlas, la phase orogénique de la charnière Crétacé-Tertiaire donne à cette chaîne ses principales structures mais les aspects structuraux actuels sont le résultat des mouvements tectoniques plio-villafranchiens et quaternaires.

Dans les Beni-Snassen, les reliefs structuraux présentent leurs configurations actuelles dès la fin du Miocène (A. Laouina, 1990).

L'Atlas saharien et les Aurès offrent la même histoire orogénique récente. Cependant, il faut distinguer, dans l'Atlas saharien, outre la phase de compression intra-éocène pendant laquelle les principales structures sont acquises, les épisodes distensifs du Miocène supérieur et du Pliocène supérieur, puis l'épisode compressif de la base du Quaternaire (vers 1,5 Ma, fini-villafranchien) qui influe sur les volumes montagneux et affecte les formations plio-villafranchiennes.

Ces soulèvements entraînent une érosion active. Des conglomérats s'étalent sur les piémonts et s'accumulent dans les fosses sud-aurasienne et sud-tellienne, et surtout dans le Hodna qui absorbe un énorme volume de matériaux (jusqu'à 2000 m de sédiments pour le seul Pliocène sur des séries tertiaires à puissance maximale de 4000 à 6000 m, Guiraud 1973).

Les mouvements tectoniques et l'érosion active contribuent à l'édification de réseaux hydrographiques variés générateurs de hautes terrasses alluviales et de cônes de déjection.

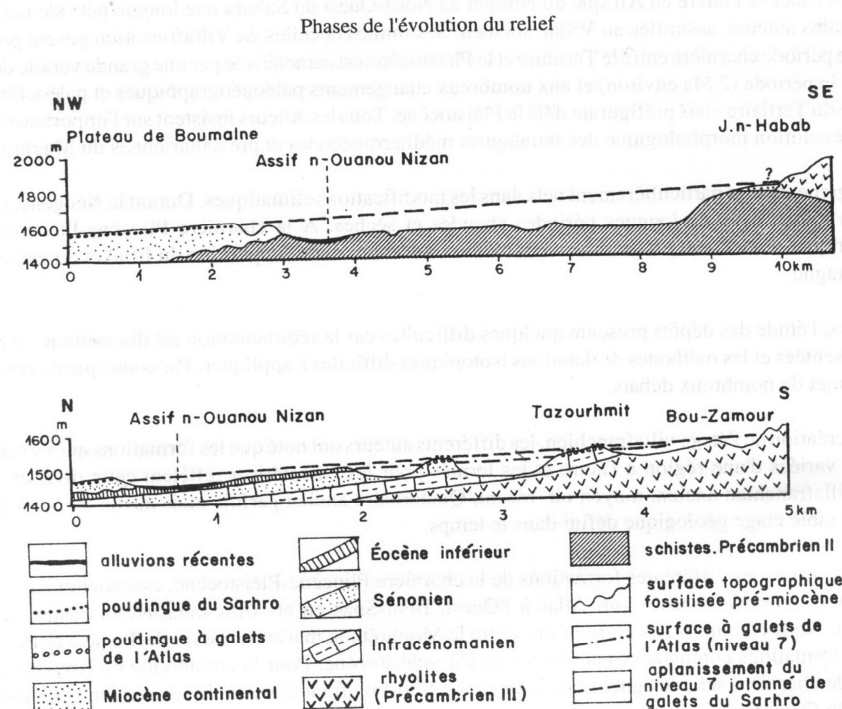


Fig. 1 - Coupe du dépôt plio-villafranchien de Tazourhmit

1. LES PRINCIPALES FORMATIONS ALLUVIALES

Ces formations variées comportent des ranas, de vieilles terrasses, des calcaires lacustres, des coulées de lave. Elles jalonnent de hauts niveaux d'érosion démantelées au cours du Quaternaire.

Il existe sur les piémonts des montagnes du Maghreb, un type d'accumulation de conglomérat de structure souvent complexe datant de cette époque : les ranas. Ces modelés ont été détruits par le ruissellement postérieur et apparaissent, de nos jours, sous la formes de lambeaux de chenaux hydrographiques en inversion de relief, jalonnant les traces de cours d'eau fossiles. Ce sont généralement des lambeaux de vieux cônes de déjection ou de terrasses. Ils existent d'ailleurs sur tous les piémonts et le long des vallées des montagnes méditerranéennes. En Afrique du Nord, elles se présentent sous forme d'accumulations de poudingues à ciment calcaire scellées par une croûte calcaire résistante. Lorsque les galets et blocs sont en roches cristallines, ils sont profondément altérés (Anti-Atlas). Les ranas dominent d'environ 150 m le lit des oueds actuels.

L'âge de ces ranas est difficile à déterminer, mais le piémont nord du Sarhro (Anti-Atlas oriental) montre une situation géologique intéressante. Un poudingue, originaire du Sarhro recouvre le revers de la cuesta de Timadriouine (Fig. 1 et 2). Actuellement, ce poudingue est isolé de son amont par la large vallée de l'Assif-n-Targuit. Par conséquent, il s'est déposé avant le creusement de la vallée. Celle-ci a été ensuite occupée par des épanchements volcaniques (ankaratrite) qui fossilisent aussi le front de la cuesta. Ces laves sont datées de 3 Ma (Shermerhoren et al., 1986). De même, quelques kilomètres à l'amont de cette coupe, à Tazourhmit, les poudingues issus du Jbel Sarhro recouvrent ceux du Haut-Atlas et l'ensemble est découpé par les vallées de l'Assif-n-Ouanou-Nissan et de ses affluents (Fig. 1).

Plusieurs autres datations ont été effectuées sur d'autres coulées de lave. Par exemple, en Oranie, dans la région de la Tafna, une coulée inférieure a été datée de 4 Ma (Laouina, 1990). Elle est recouverte de grès attribués au Calabrien. Ceux-ci sont fossilisés par une seconde coulée située à 2,55 Ma. Enfin, une troisième coulée (1,5 Ma) est recouverte par la croûte calcaire attribuée à la fin du Villafranchien.

Dans la plupart des coupes aucune datation n'est possible et la description et les comparaisons entre les faciès permettent de situer ces formations les unes par rapport aux autres. Dans les Beni-Snassen s'observent plusieurs accumulations torrentielles à bancs de galets intercalés dans des argiles silteuses.

Sur le cours aval de la Moulouya, les terrasses sont uniquement argileuses sans gravier ni galet. Certains niveaux sont riches en carbonate et montrent la décantation graduelle des limons et des carbonates dans des milieux palustres et lacustres. Ces accumulations, de 20 ou 30 m d'épaisseur offrent une discordance d'érosion avec les marnes sous-jacentes attribuées au Pliocène.

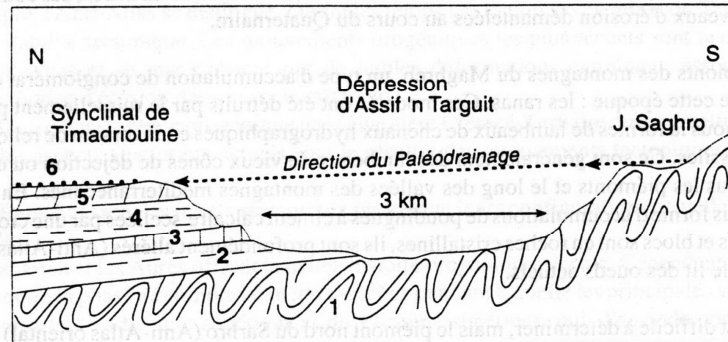
Dans la région de Djelfa (Atlas saharien), les formations attribuées au Plio-villafranchien sont parfois des dépôts colluviaux, des coulées boueuses ou des cônes de déjection et dépôts lacustres.

Sur le piémont sud de la chaîne Aurès-Nementcha, la fin de la sédimentation pliocène est caractérisée par 200 à 300 m de conglomérat. Au-dessus, s'étalent des dépôts de 20 m de puissance à l'amont et de quelques mètres d'épaisseur à l'aval, formés parfois de blocs de plusieurs mètres cubes couverts de calcin ou d'une croûte calcaire.

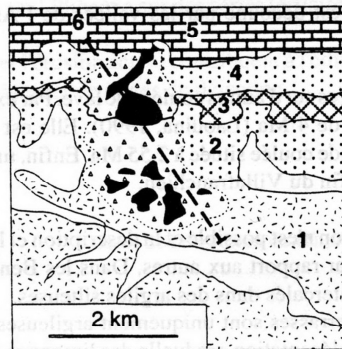
Au coeur des Aurès, près du village de Rhoufi, sur la rive droite de l'oued El Abiod s'observent des conglomérats en place qui tronquent les calcaires et marnes éocènes. La couverture de galets qui domine le lit actuel de l'oued d'environ 120 m est constituée de calcaire dolomitique, de grès, et de quartzite du Jurassique et du Crétacé.

Sur le piémont méridional de l'Atlas saharien et dans certains bassins intérieurs affleure une croûte calcaire couronnant un plateau désigné sous le terme de Petite Hamada (Joly, 1962 ; Ben-Brahim, 1994). Elle représente un replat en contre-bas de la hamada néogène. Cette croûte enrobe des matériaux de la hamada néogène et son minéral argileux essentiel est l'attapulgite. Cette croûte est parfois remplacée par un calcaire résistant comportant des bancs de galets et de gravier (Fig. 3 et Trayssac, 1981, p. 93). Dans la région de Djelfa, sur le piémont nord de l'Atlas saharien, un calcaire lacustre représente un équivalent latéral de la Petite Hamada.

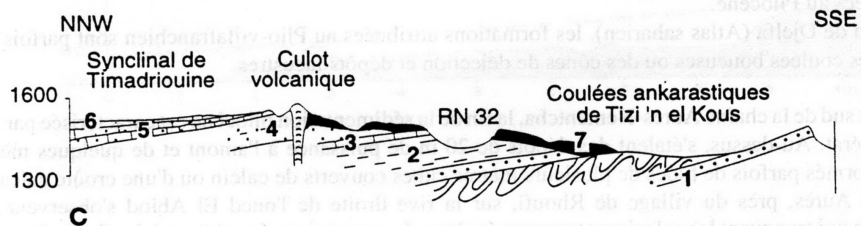
Dans la région des Chotts algéro-tunisiens, le Tertiaire se termine par le dépôt du Continental Terminal qui consiste en plusieurs centaines de mètres de sable, argile et conglomérat. Quelques bancs d'argile grise à lits gypseux contiennent, localement, des tests de *Ceratoderma glaucum*. Ils constituent la première formation à coquilles contemporaine probablement de la partie supérieure du conglomérat pliocène (Coque, 1962).



A



B



C

- 1 - Paléozoïque; 2 - Crétacé inférieur; 3 - Cénomano-Turonien; 4 - Sénonien; 5 - Paléocène - Eocène;
6 - Conglomerats néogènes; 7 - Coulées ankarastiques plio-quaternaires

Fig. 2 - Dispositif des coulées volcaniques de Tizi 'n el Kous par rapport aux unités morphostructurales du secteur de Timadriouine (d'après Ben-Prahim, 1994)

Ainsi, les formations plio-villafranchiennes et aussi le Villafranchien sont constitués de poudingues, ranas, cônes de déjection et terrasses souvent à gros blocs. Ces accumulations sont consolidées par des croûtes calcaires ou par des calcaires lacustres comme au sommet de la Petite Hamada. Il existe aussi quelques modelés secondaires comme des franes et éboulis. Toutes ces formations sont souvent discordantes sur le substratum néogène mais les passages progressifs au Plio-pléistocène s'observent aussi. En montagne, elles reflètent la tectonique qui accroît les volumes montagneux et la vigueur des pentes et, par voie de conséquence, l'activité de l'érosion.

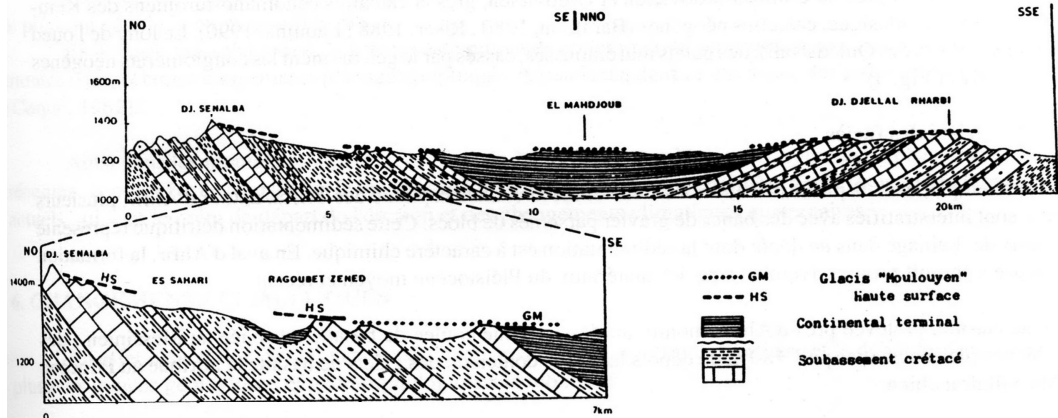


Fig. 3 - Les témoins de la haute surface dans la dépression de Djelfa et sur son encadrement de hautes crêtes (Trayssac, 1981)

2. FORMES ÉOLIENNES ET ÉOLIANITES

Les formes éoliennes sont rares à cause de l'ancienneté des formations. Cependant Y. Callot (1987) décrit un modelé intéressant sur le piémont sud de l'Atlas saharien. Après le dépôt, à la fin du Pliocène, du calcaire hamadien, une phase aride difficile à situer dans le temps contribue à l'édification de longues dunes courbes, probablement au Plio-villafranchien ou au Villafranchien. Dans les gassi de ce vieil erg, les oueds descendus de la bordure atlasique creusent aussi des vallées courbes. Après l'érosion des dunes, les talwegs seuls apparaissent incisés dans les calcaires de la hamada. Au cours du Villafranchien ou du Pléistocène inférieur, une croûte calcaire scelle interfluvés et talwegs.

A l'aval des plaines du bas Sahara qui constituent le niveau de base de l'Atlas saharien oriental, s'observent, depuis la fin du Miocène des traces dispersées et discrètes d'un ancien erg au sable gypseux bien trié et à stratifications entrecroisées. L'épaisseur de cette éolinite est d'environ 10 m. Il est vraisemblable d'attribuer celle-ci au Pliocène supérieur.

3. RAPPORTS AVEC LE SUBSTRATUM

Plusieurs cas peuvent se présenter. Le Plio-villafranchien est discordant et ravine le substratum ou alors le passage est progressif de l'un à l'autre.

3.1. Discordance et ravinement

A l'extrémité occidentale de l'Anti-Atlas, le long du rivage de la région de Tarfaya, il est possible de réaliser des corrélations entre dépôts marins et littoraux.

Dans le Sud marocain, s'observent des dépôts littoraux du Moghrébien (Plio-villafranchien). Ils représentent des régressions et transgressions marines, avec présence de slikkes et shorres, formations de plages, argiles lagunaires, dunes littorales mais aussi dépôts fossilifères de la marge littorale du plateau continental. L'épaisseur du Moghrébien varie entre trois et vingt ou trente mètres (Ortlieb, 1975 ; Blanc, 1996 ; Weydert, 1996). Tous ces faciès sont discordants sur les argiles bitumineuses du Crétacé.

De nos jours, le Moghrébien est érodé en falaises vives et constitue aussi une ligne de rivage au pied d'une falaise morte modelée dans les calcaires et argiles sableuses de la hamada néogène.

Dans le bassin de Boudenib, au pied du Haut Atlas central, la Petite Hamada, un équivalent probable du Moghrébien marin et littoral est emboîtée dans les calcaires de la hamada néogène du Guir (Ben-Brahim, 1994).

Les ravinements sont les cas les plus fréquents et les formations plio-villafranchiennes ravinent n'importe quel substratum : schistes et grès du Cambro-ordovicien et Ordovicien, grès et calcaires céno-mano-turonien des Kem-Kem et du sillon sud-atlasique, calcaires néogènes (Barathon, 1980 ; Riser, 1988 ; Laouina, 1990). Le long de l'oued Djelfa-Melah (monts des Ouled-Nail), des galets mal émoussés, cassés par le gel, ravinent les conglomérats néogènes (Trayssac, 1981 et Fig. 3).

3.2. Variété des faciès

Par exemple, dans la partie orientale des Beni-Snassen et dans la plaine des Triffa, autour d'Ahfir, plusieurs travertins sont interstratifiés avec des bancs de gravier parsemés de blocs. Cette sédimentation détritique représente des chenaux de drainage dans un dépôt dont la sédimentation est à caractère chimique. En aval d'Ahfir, la formation travertineuse s'enfouit progressivement sous les matériaux du Pléistocène moyen et récent.

Une carotte, prélevée près d'Ahfir, montre au-dessus d'une coulée de basalte attribuée au Messinien ; des marnes bleues plaisanciennes puis 180 m de dépôts lacustres contenant des galets de basalte et attribué au Pliocène et au Plio-villafranchien.

3.3. Passage progressif du Tertiaire au Pléistocène

Le Pliocène-Quaternaire ne présente aucune discordance et le passage du Tertiaire au Quaternaire se fait progressivement sous forme de dépôts détritiques : argiles sables et conglomérats. Ce type de sédimentation est le cas le plus rare observé dans les montagnes et leurs piémonts au Maghreb.

4. PALÉOHYDROGRAPHIE

Dans bien des cas, les formations du Plio-villafranchien ont modelé une surface d'érosion parcourue par des réseaux hydrographiques différents de ceux du Quaternaire.

Il a déjà été question, dans cet article, des dépôts alluviaux de Timadriouine coupés de leur amont par la large vallée de l'Assif Targuit (versant nord du Sarhro). Sur le piémont sud de la même chaîne, la cuesta du Bani n'était pas exhumée partout. Durant toute cette époque, les rivières descendues du Sarhro déposaient des nappes alluviales sur le revers de la cuesta tandis que la vaste dépression périphérique entre la chaîne du Sarhro et sa couverture sédimentaire primaire n'existait pas. Dans d'autres cas de larges vallées comme celle de l'oued Mird (retombée saharienne du Sarhro) n'étaient pas aussi profondes que de nos jours (Fig. 1). Cependant, dans l'Atlas saharien, bien que le réseau ait été en partie désorganisé lors des phases de planation, le nivellement incomplet de la chaîne a maintenu les limites de certains bassins versants, de grandes pentes d'écoulement et probablement, une part des tracés des principaux oueds.

5. PHASES TECTONIQUES

Toutes les formations du Plio-villafranchien sont déformées par des mouvements tectoniques postérieurs et datés de la fin du Villafranchien ou du Quaternaire ancien.

Après la phase lutétienne, celle de la charnière Tertiaire Quaternaire reste la plus active dans les montagnes d'Afrique du Nord. Ces mouvements orogéniques déforment le Plio-villafranchien en bordure de la chaîne atlasique (Couvreur, 1981). Ces mouvements modifient la direction des axes de drainage si bien que les matériaux issus du versant sud du Haut Atlas viennent recouvrir en discordance ceux du flanc nord du Sarhro et fossilisent même certains tronçons du réseau hydrographique anti-atlasique.

Toujours sur le versant sud du Haut Atlas (Ben-Brahim, 1994) des failles inverses mettent en contact le Plio-villafranchien et le Quaternaire ancien (Fig. 2).

Dans les monts des Ouled-Naïl et du Zab (chaîne de l'Atlas saharien), les déformations tectoniques sont de plusieurs types. A l'intérieur du domaine montagneux, on observe que de petites failles hachant les sédiments néogènes. Les déformations principales se sont produites sur les bordures nord et sud de la chaîne ou des plis associés à des failles inverses, avec décrochements conjugués, déforment les conglomérats néogènes. Leur action s'est poursuivie assez tardivement puisque le calcaire lacustre de l'équivalent de la Petite Hamada, en bordure sud de la plaine du Zahrez Rharbi, est affecté de flexures en rapport avec des failles de direction NNW-SSE à NW-SE.

Dans les Aurès la phase plio-villafranchienne permet le soulèvement des chaînes des Gueheb et Guergruit sur le piémont sud de la montagne (Fig. 4).

En Tunisie pré-saharienne, la présence de puissants conglomérats synorogéniques, au sommet du Tertiaire montre d'importants changements paléogéographiques dépendants, dans ce cas aussi, des mouvements tectoniques (Coque, 1962).

Ainsi dans les montagnes alpines d'Afrique du Nord, il est possible de distinguer deux phases orogéniques récentes : la première au Néogène et la seconde au Plio-villafranchien. Cette dernière a créé les volumes montagneux actuels qui sont le point de départ de l'érosion et des changements climatiques quaternaires.

6. CHANGEMENTS CLIMATIQUES

En effet, l'évolution des climats apparaît très marquée entre la fin du Tertiaire et le début du Quaternaire et plusieurs indices géologiques et géomorphologiques le montrent.

Il faut distinguer d'ailleurs les climats de montagne de ceux des plaines et des piémonts. L'accroissement des volumes montagneux instaure la présence du froid et des précipitations plus abondantes. Ainsi les phénomènes périglaciaires apparaissent en montagne et l'existence de galets de gros calibre et de blocs dans les rans témoigne de la compétence forte des cours d'eau et donc de l'abondance des pluies.

Dans les plaines, sur les piémonts et les bas de versant, les influences des climats du Tertiaire perdurent avec la présence de la rubéfaction des sols en particulier mais peu à peu, les influences semi-arides du climat méditerranéen commencent à dominer à partir du début du Villafranchien. Elles se matérialisent par des écoulements sporadiques puissants transportant des matériaux grossiers loin des reliefs alors que la sédimentation néogène reste à caractère meuble.

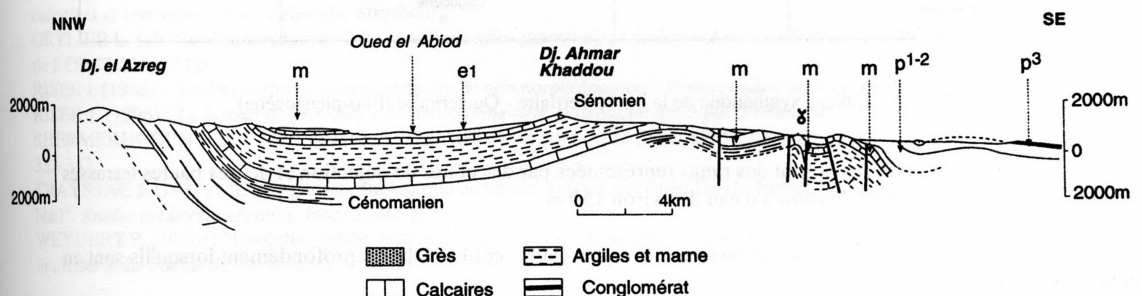


Fig. 4 - Coupe du sud-ouest des Aurès (d'après Guiraud R., 1973 ; modifié)

Dans le Sud-tunisien, les grandes plaines des chotts se recouvrent de sebkhas qui indiquent, par leur fonctionnement, des hivers relativement humides et des étés longs et secs. La faune villafranchienne de Aïn Brimba montre que le climat était plus sec que de nos jours et ses caractéristiques spécifiques sont celles de régions arides (Jaeger, 1980). Finalement, les dépôts lacustres de Aïn Brimba sont interstratifiés avec des éolianites prouvant l'existence d'une phase aride au Villafranchien. A la fin de celui-ci, une croûte calcaire se développe sur les colluvions et les alluvions ; pour son élaboration, les conditions semi-arides sont donc réalisées pendant un temps assez long (Coque, 1962 ; Trayssac, 1981 ; Ballais, 1984 ; Laouina, 1990).

Des remarques semblables peuvent être formulées dans la région de Taza, entre le Moyen Atlas et les collines pré-rifaines. En moyenne montagne, les cônes alluviaux présentent une matrice parfois riche en fer (sols fersialitiques) témoignant d'un certain lessivage sous des conditions humides ou tout au moins tempérées ; alors qu'en plaine, les dépôts sont calcaires ou gypseux avec la présence de palygorskite. Ainsi, le climat y est plus sec et chaud (Mathieu et al., 1975).

CONCLUSION

Il est intéressant de rassembler, de cette période charnière, les principales caractéristiques. Celles-ci permettent, à défaut de datations absolues et de fossiles représentatifs, de localiser ces formations dans le temps et de les définir par rapport au Tertiaire d'une part et au Quaternaire de l'autre. Elles sont en quelque sorte les clefs de détermination du Plio-villafranchien d'Afrique du Nord. Le tableau 1 situe ces formations par rapport au Tertiaire et au Quaternaire dans les domaines étudiés.

	DOMAINE CONTINENTAL			DOMAINE MARIN ATLANTIQUE		
	Étages continentaux du Maroc	Correspondance Sahara nord occidental	Facès	Étages marins	Facès	Faunes
QUATÉNAIRE	Villafranchien supérieur niveau 6	Aïdien	terrasses à gros galets, épandage de piémont, encroûtement saumon à hélicidés	Maarifien		Baisse des températures, lente disparition des espèces fossiles présentes aux niveaux précédents
		Petite Hamada		Maghrébien sup.	lumachelle grès dunaire	Acanthina plessisi Trochita trochiformis Monodonta sagittifera
	Plio villafranchien		silicifications, Calcaire lacustre, croûte épandage de gros blocs, terrasse à gros blocs Poudingue	Maghrébien inf. Pliocène moyen Pliocène inf.	lumachelle grès dunaire Molasse Grès jaunes	Faune pliocène
	Messinien Pontien Pliocène			Oligocène		

Tabl. 1 - Tableau synthétique de la limite Tertiaire - Quaternaire (Plio-pléistocène)

- Les formations alluviales sont des ranas représentées par des cônes de déjection et de très hautes terrasses dominant souvent le lit actuel des cours d'eau d'environ 150 m.

- La couverture de ces ranas est grossière, à très gros galets et blocs altérés profondément lorsqu'ils sont en roches cristallines.

- Très souvent ces formations sont scellées par une croûte calcaire et dans quelques cas s'observent aussi des sols fersialitiques.

- Dans les dépôts lacustres la principale argile est la palygorskite.

- Ces différents faciès témoignent de changements climatiques. Aux nuances des climats tropicaux de la fin du Tertiaire succèdent, au début du Villafranchien des tendances subtropicales et sèches en plaine, fraîches et humides en montagne avec une affirmation plus marquée des influences méditerranéennes à partir du Villafranchien supérieur.

- Le Plio-villafranchien repose sur le Néogène ou s'y trouve emboîté dedans comme la petite Hamada ou le Moghrébien par rapport à la hamada néogène

- Toutes les formations quaternaires sont situées en contre-bas.

- Les topographies et le drainage sont différents entre le Plio-villafranchien et le Quaternaire.

- Enfin ces dépôts sont déformés par les mouvements tectoniques du Villafranchien et du Quaternaire inférieur.

Ainsi, la présence de ciments et de croûtes calcaires, la profonde altération des roches cristallines, l'altitude élevée des dépôts par rapport aux niveaux quaternaires, les réseaux hydrographiques différents de ceux du Quaternaire, les nombreuses déformations tectoniques de ces formations démontrent bien leur ancienneté.

Bibliographie

- BALLAIS J.L. (1984) : *Recherches géomorphologiques dans les Aurès, Algérie*. ANRT, Lille, 2 vol. 626 p.
- BARATHON J.J. (1980) : "Sédimentation néogène, formes et dépôts quaternaires et néotectonique du piémont NE des Kebbana". *Géol. Médit.*, t. VII, n° 4.
- BARATHON J.J. (1982) : "Le Villafranchien du NE du Maroc". Colloque du *Villafranchien méditerranéen*, Lille.
- BEN-BRAHIM M. (1994) : *Le Sillon de Boudenib (SE marocain)*. Thèse, Paris I, 281 p.
- BLANC J.J. (1996) : "Les formations indurées du Moghrébien de Tarfaya (Maroc) pétrologie, analyse séquentielle", in Riser J. *Le bassin de Tarfaya*, l'Harmattan edit. Paris, 284 p.
- CALLOT Y. (1984) : *Géomorphologie et paléoenvironnements de l'Atlas saharien au Grand Erg oriental ; dynamique et paléolacs holocènes*. Thèse sci. Paris VI, 474 p.
- Colloque (1982) : *Le Villafranchien méditerranéen*. Lille, 396 p.
- COQUE R. (1962) : *La Tunisie présaharienne, étude géomorphologique*. A. Colin Edit., Paris, 476 p.
- COUVREUR G. (1981) : *Essai sur l'évolution morphologique du Haut Atlas calcaire*. Thèse d'Etat, 2 Vol., 877 p.
- GUIRAUD R. (1973) : *Evolution post-triasique de l'avant pays de la chaîne alpine en Algérie, d'après l'étude du Hodna et des régions voisines*. Thèse Sci. 230 p.
- JEAGER J.J. : *Evolution des Rongeurs du Miocène à l'actuel en Afrique nord-occidentale*. Thèse Sci., Montpellier.
- JOLY F. (1962) : *Etudes sur le relief du Sud-Est marocain*. Thèse Lettres, trav. de L'Inst. Sci. chérifien, Rabat, 578 p.
- LAOUINA A. (1990) : *Le Maroc nord-occidental: reliefs, modelés et dynamique du calcaire*. Publ. du Rectorat de l'Univ. Mohammed v, Oujda, 605 p.
- MATHIEU L., THOREZ J., EK C. (1975) : "Contribution à l'étude des encroûtements calcaires dans le cadre de la morphogenèse et de la pédogenèse en climat méditerranéen semi-aride et aride ; application à la région de Taza". in colloque *Type de croûtes calcaires et leur répartition régionale*, Strasbourg.
- ORTLIEB L. (1975) : *Recherches sur les formations plio-quaternaires du littoral ouest-saharien (28°30', 20°40')*. Trav. et Doc. de l'ORSTOM, 274 p.
- RISER J. (1988) : "Le jbel Sarhro et sa retombée, étude géomorphologique". Notes et mém. du Serv. géol. du Maroc, n°317, 362p.
- RISER J. (1996) : *Le bassin de Tarfaya. Paléoenvironnements, paléanthropologie, Préhistoire*. l'Harmattan edit. Paris, 284 p.
- SHERMERHOREN L.J.G. et al. (1986) : "Vulkanismus im Anti-Atlas (Marokko)". *Berliner geowiss. Abb.*, A. 66, Berlin, pp. 333-342.
- TRAYSSAC J. (1981) : "Etude géomorphologique du bassin-versant de l'oued Djelfa-Melah, versant nord des monts de Ouled-Naïl". *Etudes méditerranéennes*, fasc. 3, 241 p.
- WEYDERT P. (1996) : "Evolution paléo-sédimentologique des formations meubles de la carrière Shell-ONAREP de Tarfaya". in Riser J. *Le bassin de Tarfaya*, l'Harmattan edit., Paris, 284 p.