Chapitre V : Discussion générale: Interprétation paléoenvironnementale

V.1- Existence d'un paléolac à Ouargla

Les données acquises sur la coupe PLO de Ouargla (micromorphologique, morphologique et analytique), montrent bien l'existence d'un paléolac, et ceci par l'évidence de certains indicateurs; surtout les microfossiles et la couche noire.

La présence du paléolac a exigée sûrement des conditions climatiques moins arides différentes de l'actuelle pour assurer sa fonctionnalité ; puisque les précipitations actuelles de la station de Ouargla (64,94 mm/an pour la période : 1990-2004) paraissent très faibles pour l'assurer. Ce qui a amené Boyé et *al.* (1978) en étudiant le paléolac de Mellala (30 km de Ouargla) à dire que l'existence de ce dernier devait exiger des précipitations annuelles supérieures à celles de la station de Ouargla qui sont impuissantes à le faire reparaître, donc un climat de marges désertiques avec précipitations très modérées et fort ensoleillement.

Petit-Maire (2002) suppose des précipitations 10 fois plus importantes que l'actuelle; 5 à 30 mm/an, dans les paléolacs de la ceinture désertique saharo-arabienne, pour expliquer le maintien de ces paléolacs.

L'alimentation de ces lacs était assurée à partir des montagnes de l'Atlas et les précipitations locales, donc ce paléolac est apparu éventuellement pendant une période plus humide que l'actuelle (Gasse, 2000 ; Hoelzmann et *al.*, 2002; Petit-Maire, 2002)

V.1.1- Comparaisons régionales

Dés le début, la mise en évidence de ce paléolac nous a poussé à poser deux questions :

1- Sa synchronicité avec le paléolac de Mellala existant dans la même région et bénéficiant des mêmes conditions climatiques.
2- Existences de liens avec d'autres lacs observés déjà dans des régions sahariennes.

L'étude de Boyé et *al.* (1978) sur ce site a permis de réaliser deux datations en C^{14} sur des fossiles prélevés des deux couches correspondant aux périodes de grande activité biologique et ont donné une date de 9550±130 ans B.P. pour la couche inférieure et 7900±110 ans B.P. pour la couche supérieur. Les travaux de Gibert (1989), sur ce même site ont montré l'existence de deux phases majeures de remise en eau, la première après 10.600 ans B.P. et la deuxième vers 7000 ans B.P.

Selon Damnati (2000), la majorité des lacs de l'Afrique de l'Hémisphère Nord étaient de hauts niveaux ou de niveaux intermédiaires entre 10000 et 6000 ans B.P. Ces conditions humides ont d'abord été enregistrées en Afrique de l'Est (entre 0° et 14°N) et ont gagné progressivement le Sahel et le Sahara où ces conditions ont été bien marquées entre 9500 et 7000 ans B.P. la majorité des lacs d'Afrique septentrionale étaient à un haut

niveau à 6000 ans B.P., mais certains commençaient déjà à descendre. Les lacs indiquaient des conditions progressivement plus sèches après 6000 ans B.P.

Petit-Maire et Guo (1996), indiquent aussi que le début de la phase humide au Sahara se traduit par l'apparition de lacs et marais entre 10000 et 9500 B.P., selon la situation géographique. De même pour Gasse (2002), qui admet qu'il y a deux épisodes lacustres majeurs qui sont parvenu à ca. 10500-8000 et 7500- 4500 B.P., respectivement, séparés par un épisode aride centré autour de 8000.

D'autre part, les carbonates lacustres du paléolac Ouest nubien (Nord-Ouest Soudan : 18,5°N/25,5°E) confirment l'existence de conditions stables d'eaux douces entre approximativement 9500 et 4000 ans B.P. dans une région actuellement hyperaride (15 mm/an) (Hoelzmann et *al*., 2000) ces dates correspondent approximativement à la période d'existence de la Sebkha Mellala.

Lézine (1993) avait déterminé l'existence d'un paléolac dans la Sebkha actuelle dite de Chemchane en Mauritanie (21°N et 12°O, pluviosité moyenne de 60 mm/an), entre 8100 et 6400 B.P.

A travers ces données, on peut conclure que ces paléolacs montrent presque la même période d'activité et que le paléolac de Ouargla parait être actif dans la même durée; entre 10000 et 4000 ans B.P. pour donner naissance après cette date à une Sebkha et évoluer vers l'hyperaridité actuelle. Cependant, ces dates ne sont qu'approximative et restent à confirmer par des études de datations absolues (C^{14}, thermoluminescence…) pour donner une idée précise de la période d'activité de ce paléolac.

V.2- Les processus pédologiques comme indicateurs du paléoclimat

On peut envisager la fluctuation des conditions climatiques dans la région, a travers les processus pédologiques observés dans les sols étudiés, ce qui confirme la fluctuation climatique au cours de l'Holocène déjà décrite par plusieurs auteurs (Petit-Maire et Guo, 1996 ; Petit-Maire, 2002 ; Mayewski et *al*., 2004) et confirmée dans la région de Ouargla par les études de Hamdi-Aissa (2002a) et Hamdi-Aissa et *al*., (2004) ainsi que les travaux de Boyé et *al.* (1978) et Gibert (1989) en étudiant la Sebkha Mellala et dans la région de Guerrara par Djili (2004) et Messen et *al*., (2004).

.

Les sols étudiés montrent la présence de traits pédologiques qui sont le résultat de paléoprocessus dûs à des conditions climatiques antérieures différentes de l'actuelle.

Le site PLO, montre une fluctuation des conditions climatiques en allant du bas vers le sommet du profil:

- D'abord arides : dominance de la fraction sableuse;
- Puis des conditions plus humides (apparition du paléolac) : couche noire, les microfossiles et l'augmentation de la fraction fine;
- Enfin évolution à un stade hyperaride qui caractérise la période actuelle : dominance de la fraction sableuse et apparition du gypse.

L'encroûtement calcaire existant à PLO est d'origine lacustre et à une épaisseur plus ou moins importante. Il témoigne selon Dutil (1971), de climats humides. En le comparant avec des phénomènes voisins situés sur les hauts plateaux impliquerait déjà un climat avec une hauteur de précipitations voisine de 300 à 400 mm/an. Cependant, dans ces même régions, le climat actuel n'apparaît pas suffisamment humide pour justifier de telles formations pédologiques. On devrait donc, invoquer un climat un peu plus humide.

D'autre part, Hamdi-Aïssa (2001) avait déterminé que le faciès carbonaté-calcique des solutions dans la région de Ouargla était équivalent à celui sous climat méditerranéen actuel. Ce qui confirme les résultats obtenus par Dutil (1971).

Gibert (1989), admet que l'augmentation de la profondeur du paléolac de Mellala se traduit par une dilution des eaux et par la cristallisation de calcite et surtout le développement de biomarqueurs.

L'encroûtement calcaire au site PLO parait être formé durant une période plus humide caractérisée par une augmentation du niveau du paléolac de Ouargla.

Dans le cas de la coupe AZ, plusieurs traits pédologiques montrent bien la fluctuation des conditions climatiques qui ont évolué dans ce cas aussi vers une aridité. Ces signes de périodes humides se matérialisent par la présence des caractères suivants :

- Les revêtements argileux qui révèlent l'ancienneté de ces sols;

- Les nodules calcaires qui indiquent des conditions humides;

- Les intercalations argileuses et limono-argileuses qui reflètent des conditions humides que l'actuelle;

- La stratification entre des horizons limono-sableux et sableux.

Dans le cas de la coupe MEL, les formations gypseuses existantes révèlent des conditions climatiques plus humides que l'actuelle pour permettre leur genèse et la mobilisation de ces quantités de gypse, qui ont été formées dans un milieu lagunaire. La cristallisation du gypse montre que le paléolac de Mellala était soumis à un fort ensoleillement provoquant une évaporation intense. La teneur élevée en gypse de cette coupe peut être expliquée selon Hamdi-Aïssa (2001), par un système hydrogéochimique dominé par SO_4^{2-} et Ca^{2+}, sous un climat supposé moins aride qu'aujourd'hui, avec plus d'apports d'eaux vraisemblablement allogènes (Marmier et *al.*, 1972; Boyé et *al.*, 1978; Gibert, 1989).

Dans ce même site (Sebkha de Mellala), on remarque l'existence de conditions plus humides que l'actuelle par la présence de fossiles indiquant des eaux douces a peu salées, comme l'avait déjà signalé Boyé et *al*. (1978). De même l'existence des couches grises au niveau de la coupe SM présente un passage par un stade marécageux.

V.2.1- Relation entre le gypse et le calcaire total dans la région de Ouargla

Cette relation est représentée graphiquement, par les courbes de régression linéaires (Figures 17, 18, 19 et 20), qui montrent une faible corrélation positive dans le site SM (r = 0,2615), et elle est très fortement négative dans la butte témoin BTM (r = -0,8275), et une corrélation négative dans le site MEL (r = -0,1792) et PLO (r = -0,4219), ce qui est en conformité avec les résultats de Hamdi-Aïssa (2001) et Djili (2004). Hamdi-Aïssa (2001), en étudiant les microassemblages calcitiques et gypsiques a constaté que ces derniers ne sont ni juxtaposé, ni superposé; une telle hiérarchie signifie que la calcite et le gypse ne sont pas aggradés simultanément, parce que leur aggradation exige d'une façon ou d'une autre des conditions géochimiques plus ou moins antagonistes (Watson, 1988).

De ce fait, la région de Ouargla, comme il a été indiqué par Hamdi-Aïssa (2001), a connu des fonctionnements différents de celui d'aujourd'hui. A certains moments, la précipitation des carbonates de calcium a été favorisée et à d'autres celle du gypse et enfin comme aujourd'hui celle des sels solubles.

Cette hiérarchisation est confirmée aussi par la présence des pseudomorphoses de gypse en calcite dans la coupe PLO, qui traduisent selon (Hamdi-Aïssa, 2001; Hamdi-Aïssa et *al*., 2004) le changement paléo-hydrogéochimique des solutions du faciès sulfaté-calcique au carbonaté-calcique, puis à nouveau au faciès sulfaté-calcique

V.3- succession des sédiments hydo-éoliens

Pour le solum PLO, les sédiments à la base sont beaucoup plus sableux, avec disparition des traits texturaux à cause de la dominance de la fraction grossière. Puis, il y a une certaine augmentation de la fraction fine vers les horizons moyens, et apparition de fossiles et de la couche noire ce qui se traduit par des conditions plus humides. Vers le sommet, la sédimentation paraît plus grossière, avec apparition du gypse montrant de ce fait une évolution du climat vers l'aridité.

Dans le cas de l'Amied, il y a une succession entre des sédiments sableux et sablo-limoneux. Donc, une fluctuation entre des conditions pluvieuses et sèches. Et on remarque que cette sédimentation d'abord assez fine est devenue de plus en plus grossière avec l'aridité, ce qui est le même phénomène remarqué dans la Daya de M'RARA (Ouest de l'oued Righ) étudiées par (Dutil et *al.*, 1959; Dutil, 1971).

Dans les deux cas nous avons remarqué, une succession des sédiments hydro-éoliens. Ce qui est expliqué selon Swezey (2001), par une mobilisation des sédiments par les processus éoliens durant les périodes plus arides, et une stabilisation par la végétation et ou enfouissement par les sédiments flluvio-lacustres durant les périodes plus humides. Cette séquence est liée selon ce dernier avec les conditions arides du dernier Pléistocène, les conditions humide de l'Holocène ancien, et un retour à des conditions plus arides pendant le dernier Holocène.

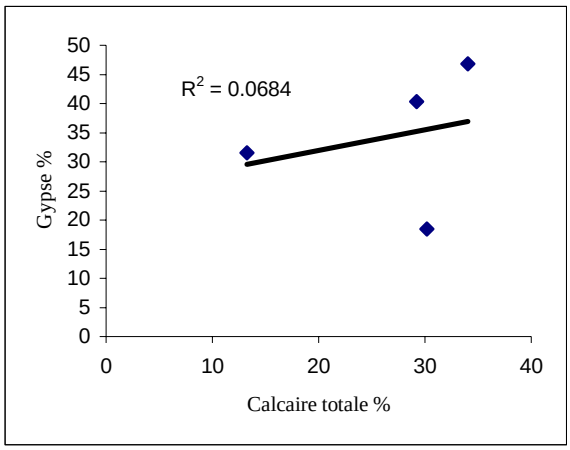


Figure 17 : Relation entre le gypse et le calcaire pour la coupe SM.

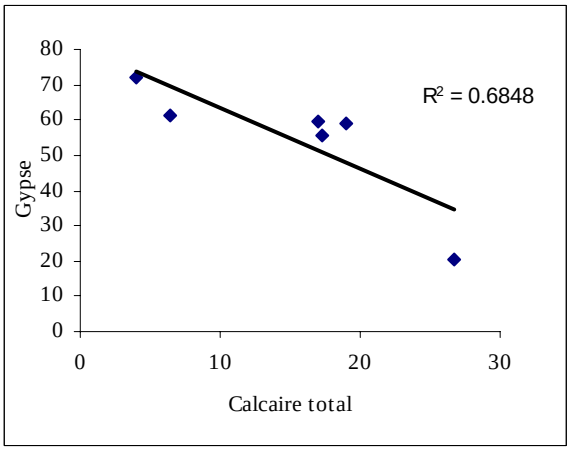


Figure 18 : Relation entre le gypse et le calcaire pour la butte témoin BTM.

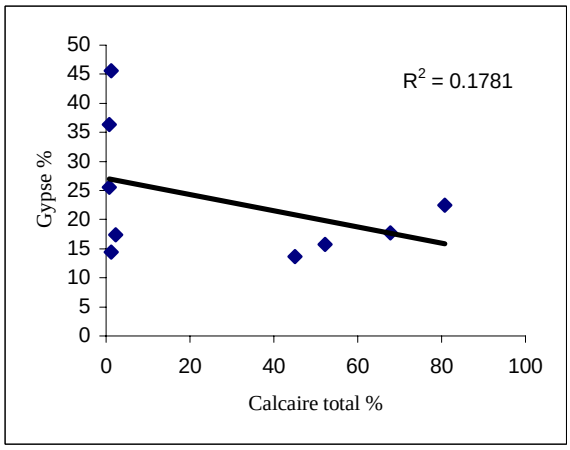


Figure 19 : Relation entre le gypse et le calcaire pour la coupe PLO.

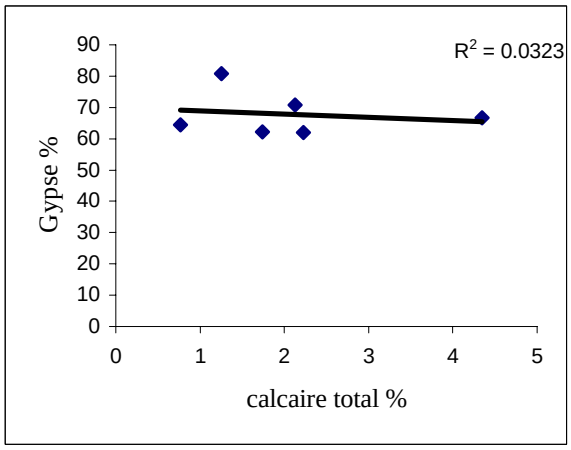


Figure 20 : Relation entre le gypse et le calcaire pour la butte témoin MEL.