

Mise En Evidence D'une Alternance D'episodes Climatiques Pendant La Fin Du Pleistocene Superieur : Enregistrements Dans Les Depots Lacustres De Dayet Iffere (Moyen Atlas, Maroc)

Bouchra Lemdeghri Alaoui

Abdennasser Baali

Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès

doi: 10.19044/esj.2016.v13n2p362 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v13n2p362](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v13n2p362)

Abstract

In northern Middle Atlas, the Dayet Iffère is located in an area affected by karst and tectonic. After its watershed genesis of middle altitude during the upper Pleistocene, two lacustrine formation were deposited. The detailed sedimentological study as well as the correlations between the different lacustrine formations defined in Dayet Afourgagh and Dayet Agoulmam, and the ^{14}C dating allowed to reconstitute the major stages of the filling evolution of the lake basin and its sedimentary dynamic. The variations of sedimentation are interpreted as climatic fluctuations and evolution of vegetation since upper Soltanien. These results show a complex interaction between sedimentary processes and climatic phenomena that tend to a stability marked by heat, permanent humidity and a fairly dense vegetation cover at the end of the Soltanian, after probably a hot arid to semi-arid episode.

Keywords: Sedimentation, Pleistocene, Middle Atlas

Resume

Dans le Moyen Atlas, chaîne de montagne marocaine, se sont développés des plans d'eau plus ou moins permanents appelés dayets. Parmi ces dayets, la Dayet Iffère se situe dans une zone tectono-karstique de moyenne altitude. Son remplissage sédimentaire, représenté par deux corps sédimentaires, est d'âge pléistocène supérieur (soltanien)-holocène. L'étude sédimentologique détaillée de la coupe lithologique soltanienne, accompagnée de corrélations avec les différentes formations lacustres définies dans les Dayets Afourgagh et Agoulmam ainsi que les datations au ^{14}C ont permis de reconstituer les grandes étapes de l'évolution du

comblement du bassin lacustre et de mettre en exergue sa dynamique sédimentaire. Les variations dans la sédimentation sont interprétées en tant que résultats de fluctuations climatiques et de l'évolution du couvert végétal depuis le Soltanien supérieur. Ces résultats font apparaître une interaction complexe entre processus sédimentaires et phénomènes climatiques qui tendent à une stabilité marquée par une chaleur, une humidité permanente et un couvert végétal assez dense à la fin du Soltanien, après un épisode chaud et probablement aride à semi-aride.

Mots clés : sédimentologie, sédiments lacustres, Soltanien (fin Pléistocène supérieur), paléoclimat, dayet, Moyen Atlas, Maroc.

INTRODUCTION

En raison de sa grande sensibilité aux variations de l'environnement, le domaine lacustre constitue un lieu d'investigation privilégié pour la reconstitution de l'histoire du couvert végétal, la mise en évidence des fluctuations du climat ainsi que la recherche et l'évaluation de l'impact anthropique sur l'environnement.

L'érosion mécanique par l'eau courante, productrice de sédiments détritiques, est influencée par les facteurs caractéristiques des bassins versants : lithologie (Dietrich & Dune, 1978), relief et tectonique (Schumm, 1964 ; Pinet & Souriau, 1988 ; Milliman & Syvitski, 1992), climat et végétation (Langbein & Schumm, 1958 ; Martins, 1988) et par les activités humaines (Trimble, 1975 ; Kemp & Al., 1978 ; Robinson, 1978). L'impact de ces divers paramètres se manifeste aussi bien sur la quantité (Corbel, 1959 & 1964 ; Robinson, 1978 ; Meade & al., 1990a & 1990b) que sur la qualité du matériel érodé (Mann & Cavaroc, 1973 ; Johnsson, 1992).

Le terme arabe dayet, ou "daya", désigne un plan d'eau continental permanent ou non permanent. La Dayet Iffère, qui fait l'objet de cet article, appartient aux dayets d'origine tectono-karstique du Moyen Atlas.

Ces dernières se sont développées de préférence dans les extrémités septentrionale et méridionale de la zone la plus humide du Moyen Atlas, d'altitude dépassant 1200 m, qui reçoit les principales précipitations venant de l'océan Atlantique.

Des études pluridisciplinaires en sédimentologie, morphologie, géologie structurale, hydrologie et karstification, effectuées sur des complexes sédimentaires piégés dans certaines dayets du Moyen Atlas, ont permis de reconnaître les cadres structural et karstique depuis le Pliocène (Baali, 1998) et d'établir un modèle explicatif de la genèse et de l'évolution de dayets dans le Moyen Atlas (Baali & al., 2000).

L'étude entreprise sur la Dayet Iffère procède d'une approche qualitative des apports. Celle-ci concerne un remplissage dont la

sédimentation est continue pendant la fin du Pléistocène supérieur (Soltanien) (Lemdeghri & al., 2014). Sur ce site, ces travaux ont permis de reconnaître la lithostratigraphie et la morphologie du bassin versant, d'identifier la nature et la géométrie du remplissage sédimentaire, de préciser l'âge et d'établir des corrélations avec les phases climatiques. Les résultats ont permis de caractériser la dynamique sédimentaire et l'évolution du géosystème pendant le Pléistocène supérieur.

CADRE GEOLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE

La Dayet Iffère est un lac permanent situé à la limite des causses d'Imouzzère et d'Amekla dans le Moyen Atlas tabulaire. Celle-ci fait partie du système lacustre du Moyen Atlas et forme avec les Dayets Agoulmam, Afourgagh (au Nord) et Ifrah (au Sud) un groupe de dayets alignées suivant l'accident de Tizi n'Tretten (N 40°) (Fig. 1).

Cette petite étendue d'eau, qui représente la partie résiduelle du lac, occupe la partie ouest du fond de la dépression du bassin versant et est emboîtée dans les sédiments lacustres d'âge pléistocène supérieur (Soltanien) et holocène.

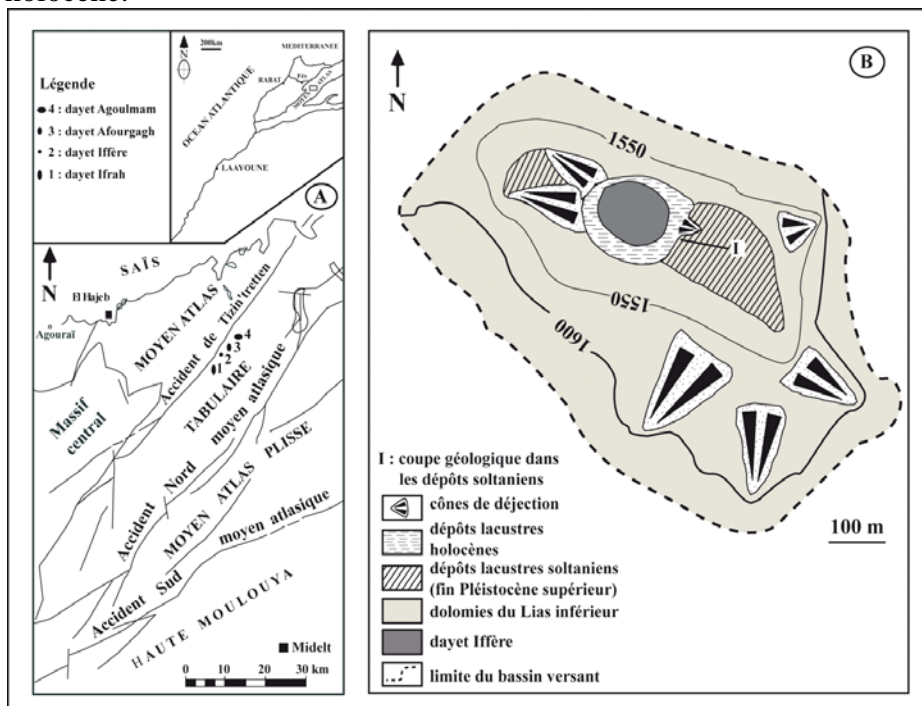


Fig. 1. Situation (A) et lithologie (B) du bassin versant de la Dayet Iffère

LE SUBSTRAT LIASIQUE ET SON COMPLEXE D'ALTERATION

La Dayet Iffère se présente sous forme d'un chaudron (gouffre) rempli d'eau (Martin, 1981). Sa superficie est de l'ordre de 1,5 ha et sa

profondeur ne dépasse pas 14 m. Le retrait de son plan d'eau durant les deux dernières décennies suite à la sécheresse, laisse affleurer sur les rives, excepté la rive nord, des dépôts lacustres holocènes et subactuels. Le substrat sur lequel s'est formée la dayet est totalement dolomitique, avec quelques lambeaux de calcaires du Lias. Cette dolomie, le long de la faille de Tizi n'Tretten, présente plusieurs faciès : massifs, fausses brèches ainsi que sableux et broyés. Ces trois faciès, les plus touchés par la faille, se trouvent essentiellement à l'Ouest du plan d'eau.

Les dolomies massives et litées, à l'Est et au Nord, présentent une fracturation intense. Les observations au microscope polarisant ont montré que celles-ci sont formées par agencement des rhomboèdres de dolomite en puzzle (Fig.2). Les analyses minéralogiques par diffraction des R X ont montré que ces dolomies sont composées de dolomite, illite et interstratifiées illite/chlorite.

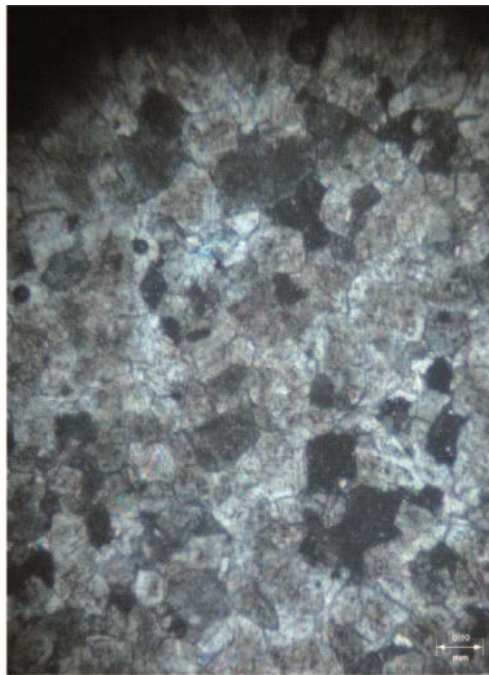


Fig. 2. Photo des faciès des dolomies au microscope polarisant

Sur les dolomies, se trouvent des reliquats de sols rouges (terra rossa) anciens. La partie sommitale de ces sols se trouve actuellement brunifiée témoignant d'une pédogenèse récente. Ils se présentent parfois en paliers, dont l'épaisseur dépasse 3 à 4 m, qui peuvent être les témoins résiduels d'une paléogéographie de la dépression. La composition minéralogique montre une dominance de la kaolinite, puis du quartz et de la dolomite. Cette composition montre la présence d'autres minéraux argileux (smectites,

chlorite, illite, illite/chlorite) en très faibles quantités. Les sols actuels, en surface du substrat et sous la couverture végétale, sont en général des sols bruns meubles et riches en matière organique non décomposée. Leur composition minéralogique montre qu'ils contiennent du quartz, la calcite, la dolomite et les minéraux argileux ubiquistes (illite, chlorite, interstratifiées illite/chlorite). Ils présentent les caractéristiques des rendzines (Duchaufour, 1983).

LA GEOMORPHOLOGIE

Le contour du bassin versant de la Dayet Iffère a une forme géométrique (subrectangulaire) avec un alignement rectiligne de relief, ce qui explique l'influence de la tectonique sur son origine. Il s'agit d'un fond (\approx 1540 m d'altitude) entouré de versants généralement raides avec une pente supérieure à 50% et qui peut atteindre 80% en moyenne. Les cônes de déjection aux débouchés des talwegs se sont formés sur les surfaces relativement aplaties.

De part et d'autres de la dayet, le remplissage lacustre soltanien forme deux terrasses : une à l'Est, bien nette dans le paysage (1540 m d'altitude) alors que, celle de l'Ouest, est délimitée et érodée (1534 m d'altitude). Les deux terrasses se raccordent à la dayet par deux talus ravinés par des oueds. A l'Ouest, deux oueds ravinent la formation soltanienne et, à leurs débouchés, constituent des cônes de déjection dont les parties distales se combinent aux dépôts lacustres post-soltaniens de la dayet. A l'Est, l'oued débouche dans la dayet et forme un delta sous-lacustre.

Les versants sont couverts d'une forêt depuis les sommets jusqu'aux rivages de la dayet (1528 m d'altitude), à l'exception de la terrasse soltanienne orientale qui est occupée naturellement d'herbacées. La forêt est assez dense et représentée principalement d'arbres de chêne vert (*Quercus ilex*), d'oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), de pin (*Pinus pinaster var. magrebiana*) et d'espèces herbacées (Lemdeghri Alaoui & Baali, 2005 ; Lemdeghri & al., 2014).

LE REMPLISSAGE QUATERNAIRE

La nature des corps sédimentaires du remplissage du bassin de la Dayet Iffère montre que deux phases lacustres principales ont été clairement enregistrées par les dépôts.

L'ancienne formation lacustre occupe l'Est et l'Ouest de la dayet alors que la plus récente se trouve autour de la dayet. À cette dernière, se raccordent des cônes de déjection à l'Ouest et un delta sous lacustre à l'Est (Fig. 1). L'ancienne formation lacustre forme à l'Est une terrasse qui se raccorde à la dayet par un talus où affleurent ses différentes couches de pendage horizontale. Il s'agit en général de deux niveaux topographiques

presque plans dont le plus récent se trouve autour de la dayet alors que le plus ancien est plus haut d'une dizaine de mètres à l'Est et à l'Ouest (Fig. 1). Le premier niveau topographique élevé forme un net replat plus à l'Est qu'à l'Ouest, le deuxième est emboîté dans le premier autour de la dayet, excepté la rive nord qui est rocheuse et en pente raide.

La coupe levée dans la formation lacustre récente deltaïque (Holocène) a fait l'objet d'une étude sédimentologique et palynologique (Lemdeghri Alaoui & Baali, 2005). La coupe lithologique levée dans la formation lacustre ancienne (Soltanien) fait l'objet de cet article (Fig. 3).

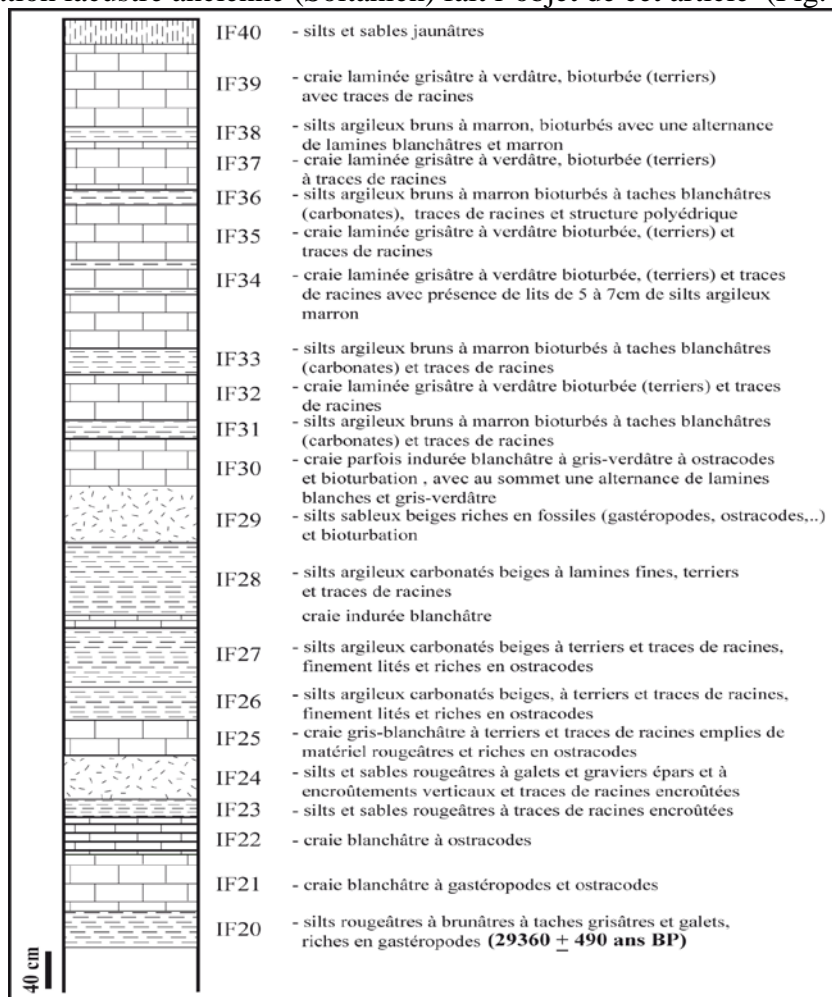


Fig. 3. Coupe lithologique dans la formation soltanienne de la Dayet Iffère (localisation, voir Fig.1)

LITHOSTRATIGRAPHIE DE LA COUPE DU SOLTANIEN

La coupe lithologique I étudiée a été levée sur le talus raccordant la dayet à la terrasse d'âge pléistocène supérieur (Soltanien) (Fig. 1B). Cette

coupe présente une alternance de couches, de lits et de lamines de couleurs variées (Fig. 3). La nature lithologique est en général une alternance de silts, silts argileux, silts sableux et de craies. Du point de vue faciès lithologiques, quatre types peuvent être distingués :

- craie blanchâtre dans la moitié inférieure de la coupe et craie gris-verdâtre dans la moitié supérieure;
- silts et silts sableux rougeâtres à la base de la coupe;
- silts argileux marron dans la moitié supérieure de la coupe;
- silts argileux et silts sableux beiges entre ces deux derniers faciès.

Les limites entre les différentes couches sont nettes et sans passage progressif ou discontinuités mécaniques. Les silts rougeâtres peuvent renfermer des graviers et des galets dolomitiques épars. La bioturbation existe exclusivement dans les faciès calcaires. Les ostracodes, les bivalves et les gastéropodes sont ubiquistes.

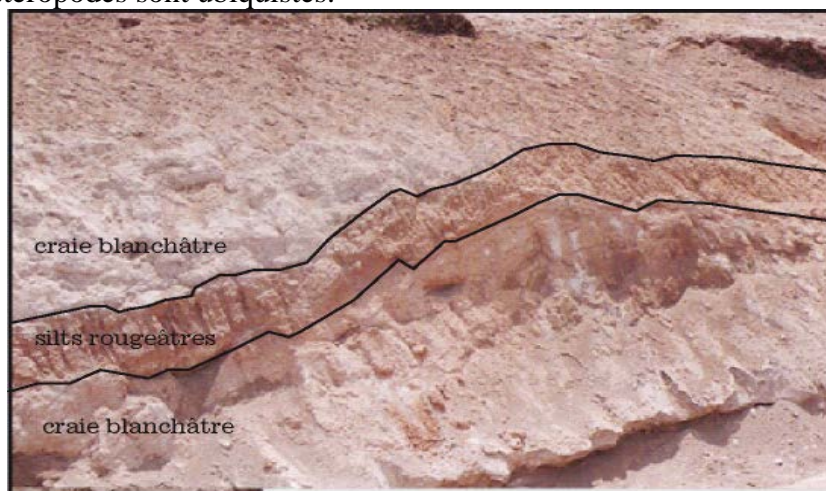


Fig.4 : Exemples de faciès sédimentaires (sils rougeâtres et craie blanchâtre) de la coupe lithologique soltanienne

METHODOLOGIE

Le travail présenté ici comporte la réalisation de la carte lithologique du bassin versant de la Dayet Iffère, la description de la coupe lithologique soltanienne et l'identification des faciès sédimentaires (Fig. 3 et 4). Pour l'analyse sédimentologique des différents faciès constituant la coupe, le taux de carbonates, la granulométrie et l'extraction de fossiles ont été réalisés. Des échantillons du substrat, de terra rossa, de sol et des différents faciès de la coupe soltanienne ont été soumis à la diffractométrie des R.X afin de déterminer leur composition minéralogique (roche totale et argiles).

La composition de la fraction $< 2\mu\text{m}$ a été déterminée par diffractométrie des rayons X (diffractomètre Rigaku à anticathode Cu). Les échantillons ont été préalablement soumis à une dispersion dans

l'hexamétaphosphate de sodium, puis saturés en Ca^{2+} dans une solution de CaCl_2 . Une suspension des particules $< 2\mu\text{m}$ a été prélevée après rinçage et sédimentation partielle, puis déposée sur une lame de verre. Les préparations de minéraux orientés ont été analysées brutes, puis traitées à l'éthylène glycol et par chauffage à $550\text{ }^\circ\text{C}$ pendant 2 h. Une approche semi-quantitative a été réalisée par mesure de la surface du pic principal de diffraction de chaque minéral ($1/100^\circ$). Pour la composition de la roche totale, après broyage, la poudre non orientée est déposée sur une lame de verre.

Des datations au ^{14}C dans les remplissages lacustres, anciens et récents, ont permis de placer cette coupe dans son cadre chronologique.

La détermination des carbonates est réalisée à l'aide d'une attaque à HCl à chaud puisque les échantillons renferment de la dolomite détritique fine qui s'attaque partiellement à HCl à froid. Ce phénomène rend les mesures calcimétriques fausses et fluctuantes d'une mesure à l'autre.

Pour faire la granulométrie de la fraction détritique majoritairement formée de carbonates issus du substrat dolomitique, la procédure menée est la séparation de la fraction sableuse de la fraction constituée de silts et d'argiles de chaque échantillon brut (sans préparation).

RESULTATS

ANALYSE DES CARBONATES

Les résultats de l'attaque à chaud des carbonates par HCl montrent une teneur en carbonates assez élevée (plus de 60%) dans tous les faciès, excepté dans certains niveaux de silts argileux marron et rougeâtres (Fig. 5). Ces derniers montrent une teneur en fraction détritique argileuse (non carbonatée) assez représentative. Les faciès crayeux sont les plus riches en carbonates, allant jusqu'à 80% dans la craie blanchâtre de la moitié inférieure de la coupe.

Cependant, la fraction non carbonatée, qui est considérable (50%) dans les parties inférieure et supérieure de la coupe, présente au milieu (du IF25 au IF30) une teneur faible (25%) qui se manifeste dans le faciès sédimentaire (silts argileux et silts sableux beiges). Sachant que cette fraction non carbonatée ne provient que du bassin versant et principalement du complexe d'altération qui se trouvait en surface du substrat.

GRANULOMETRIE

Les résultats obtenus de la séparation de la fraction sableuse de la fraction constituée de silts et d'argiles de chaque échantillon brut montrent un taux de sables n'excédant pas 50%, avec un taux moyen de 20 à 30% (Fig.5). Aucune similitude n'est à noter entre les variations granulométriques et les variations des carbonates. Ceci est dû à l'origine dolomitique de la

fraction détritique allochtone qui s'attaque à HCl et à la craie qui représente la fraction chimique autochtone. Cependant, elle informe sur la dynamique d'alimentation du bassin sédimentaire qui n'était pas forte. Il faut signaler que les faciès crayeux et les faciès argileux contiennent une fraction sableuse faible allant jusqu'à 20%.

COMPOSITION MINÉRALOGIQUE DES PRINCIPAUX FACIÈS

Les analyses minéralogiques de la fraction < 2µm et de la roche totale des principaux faciès de la coupe soltanienne ont confirmé les descriptions lithologiques décrites ci-dessus. Elles ont montré l'existence de calcite dans tous les faciès. Cependant, son taux variable dépassant 80% dans les faciès calcaires (IF.30 = 83%), peut atteindre 50% dans les faciès détritiques fins (IF.38 = 50%).

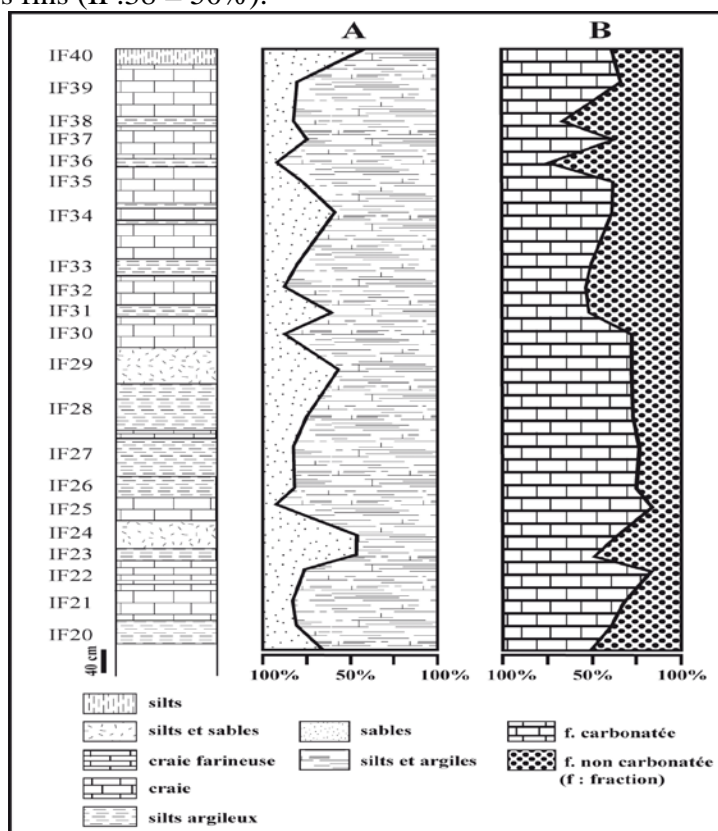


Fig.5 : Taux de sables (A) et de carbonates (B) des dépôts soltaniens du bassin versant de la Dayet Iffère.

La dolomite et le quartz détritiques présentent des taux faibles dans les niveaux calcaires (IF.30 = 14 % de dolomite et 3% du quartz) alors que

dans les niveaux détritiques, ils sont assez représentés (IF.38 = 27 % de dolomite et 23% du quartz).

Indépendamment de la nature des faciès, dans les niveaux inférieurs (IF.25 et IF.30), le taux moyen est de 45% de kaolinite, de 17% de chlorite et de 24% d'illite alors que les smectites présentent un taux qui augmente de bas en haut (10% à 17%). Dans les niveaux supérieurs (IF.36 et IF.38), le taux de 44% de kaolinite et de 15% de chlorite est constant, le taux de 18,5% de l'illite a diminué alors que le taux de 20% à 25% des smectites est demeuré assez représenté (Fig. 6).

Il ressort de cette analyse qu'il existe en permanence des minéraux détritiques (dolomite, quartz, illite, kaolinite, smectites, chlorite) alors que dans les niveaux calcaires (silts argileux et sableux, carbonatés, craie) la calcite d'origine chimique (autochtone) domine.

Les niveaux détritiques sont dominés par la dolomite et le quartz. Les smectites existent dans les niveaux inférieurs et deviennent de plus en plus représentées, aux dépens de l'illite, vers le sommet et principalement, dans les faciès détritiques fins argileux marron. Ces derniers contiennent de la calcite et présentent des structures pédologiques (structures polyédriques, terriers, bioturbations et concrétions).

Ces analyses ont été effectuées afin de qualifier et de quantifier les composants de chaque faciès et de suivre leur évolution le long de la coupe lithologique.

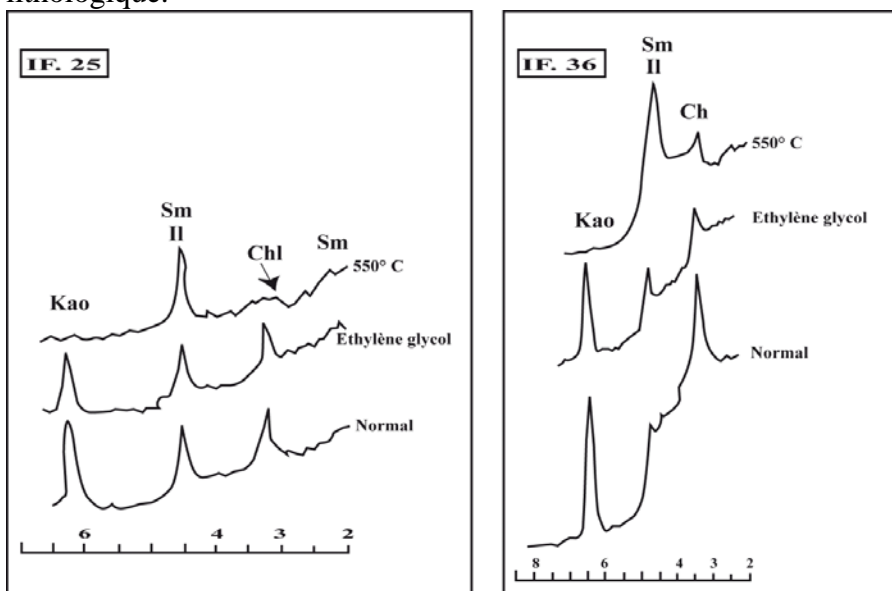


Fig. 6. Exemples de diffractogrammes de la fraction fine < 2µm de la craie (IF. 25) et des silts argileux (IF. 36); (Kao : Kaolinite; II: Illite; Sm:Smectites; Ch:Chlorite)

CHRONOLOGIE DU REMPLISSAGE

Elle est basée sur les corrélations lithostratigraphiques régionales et les datations au radiocarbone. Afin de trouver une approche chronologique, une corrélation a été menée entre les deux formations lacustres rencontrées dans la Dayet Iffère et celles déjà reconnues et définies dans les Dayets Afourgagh et Agoulmam (Baali, 1998 et Baali et al., 2007).

Les datations absolues dans les deux formations sédimentaires viennent préciser l'attribution chronologique relative donnée au début par comparaison aux autres dépôts lacustres de la zone. Cette méthode a permis d'attribuer un âge soltanien à la première formation lacustre et néolithique (holocène) à la deuxième formation lacustre (Fig.7). Dans la formation lacustre néolithique, deux datations absolues ont été faites au ^{14}C . Ces datations ont été favorisées par la présence de charbon de bois et de matière organique abondante et ont confirmé notre suggestion. Dans la première formation lacustre, la seule couche qui a fourni assez de coquilles est la couche IF20, après lavage et extraction d'une très grande quantité de matériaux. Ceux-ci ont donné un âge de $29\ 360 \pm 490$ ans BP (Lyon- Iffer Béta-183490) (âge minimum) par ^{14}C (Fig. 3).

INTERPRETATION

L'analyse de la sédimentation du remplissage lacustre depuis la fin du Pléistocène supérieur jusqu'à l'Holocène montre que si le comblement s'effectue selon une dynamique centripète, le développement des différentes formations détritiques allochtones (issues du bassin versant) et chimiques autochtones (intrabassin sédimentaire) n'est pas homogène au cours du temps.

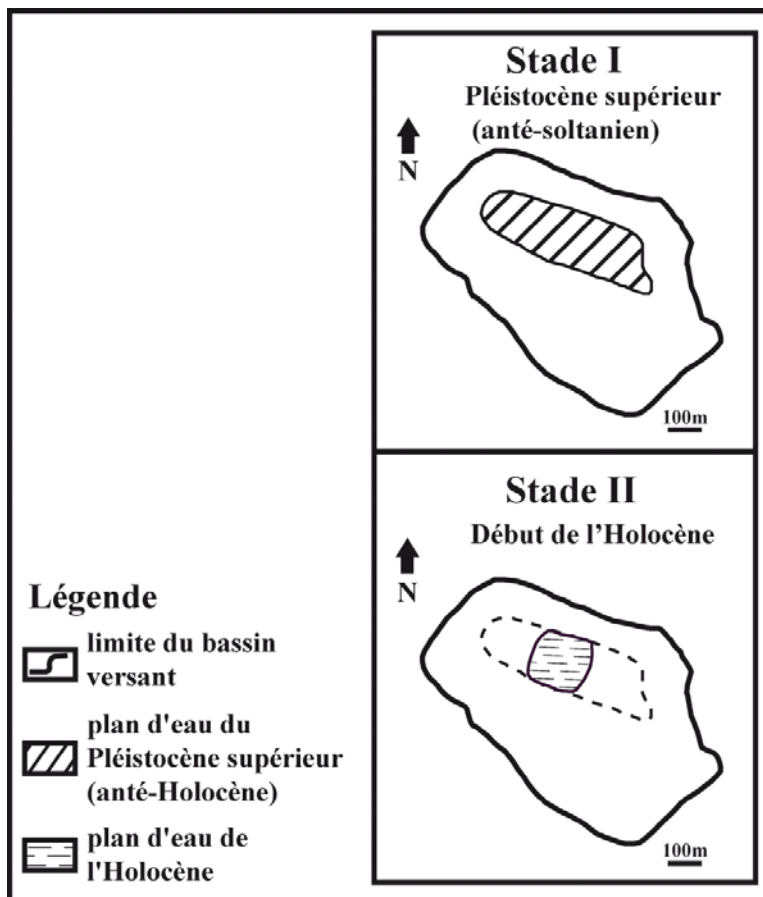


Fig. 7. Les deux stades lacustres successifs du remplissage de la Dayet Iffère

En effet, la présence en permanence d'une fraction détritique, mais variable (dolomitique et argileuse), explique une alimentation continue et fluctuante du bassin sédimentaire en éléments érodés du bassin versant dont la lithologie et la morphologie sont restées stables. Ainsi, cette sédimentation a été marquée du bas en haut par :

- une diminution d'épaisseur des formations détritiques (de couches en lits et lamines) ;
- une diminution dans leur granulométrie (des sables-silteux et silts aux silt- argileux) ;
- et un changement dans la couleur des couches détritiques (rougeâtre, puis beige et enfin, marron). Ce changement au sein du matériel allochtone représente l'indice d'une variation du climat, du couvert végétal et de la couverture pédologique. Il est accompagné par une évolution de minéraux secondaires (développement des smectites depuis la base au sommet de la coupe) aux dépens de minéraux primaires issus du substrat (dolomite, illite et interstratifiées illite/chlorite) et de la couverture

pédologique de type terra-rossa. Les reliquats de cette dernière montrent la dominance de la kaolinite en présence de dolomite, quartz, smectites, chlorite et interstratifiées illite/chlorite.

La fraction non carbonatée, issue principalement du complexe d'altération en surface (couverture pédologique), détermine trois parties successives au sein de la coupe étudiée. Elle peut atteindre 50% dans la première basale et la troisième supérieure, soit du niveau IF20 au IF25 et du niveau IF30 au IF40, ce qui explique une disponibilité en matériau en surface du bassin versant. Cependant, elle est de l'ordre de 25% dans la partie moyenne (du IF25 au IF30), prouvant la rareté en matériau de surface.

Cela conduit à une hypothèse en trois étapes successives :

1°/ érosion de la couverture pédologique, sans couvert végétal, déjà formée antérieurement sous un climat humide et chaud matérialisée par la présence de terra-rossa ;

2°/ érosion de la roche mère dolomitique dénudée (absence de couches rougeâtres) ;

3°/ développement de sols qui s'épaississent sous un climat chaud et humide et sous une couverture végétale, produisant de moins en moins de particules. Celles-ci sont plus fines et plus pauvres en minéraux primaires (illite et dolomite) et enrichies en minéraux secondaires (smectites, kaolinite, chlorite).

La lithologie, dominée par les calcaires, témoigne d'une sédimentation chimique (autochtone) dans un environnement carbonaté et sous un climat chaud méditerranéen à subtropical à saisons contrastées humides et sèches (Millot, 1967). L'association à la fois de composants détritiques (apports terrigènes issus du bassin versant) et chimiques n'exclut pas un apport terrigène continu (en eau), issu du bassin versant, dont la morphologie est restée stable et identique à l'actuel.

La présence de carbonates d'origine secondaire (concrétions), de structures pédologiques et de traces de bioturbations constituent un témoin des faciès palustres où s'effectuent des infiltrations ainsi que des précipitations des carbonates suite aux phénomènes d'émersion et de submersion (Freytet, 1984).

CONCLUSION

L'analyse du bassin versant, de sa couverture pédologique et des sédiments stockés à son fond a permis de caractériser celui-ci d'un bassin de moyenne altitude. Son histoire, depuis sa genèse tectono-karstique, est révélée par deux types de sédiments lacustres du Soltanien et de l'Holocène. Les deux sont emboîtés et bien différents du point de vue lithologique. L'analyse sédimentologique détaillée et la datation ^{14}C de la coupe

lithologique étudiée ont permis de préciser sa situation chronologique dans le Soltanien et de suivre l'évolution sédimentologique de chaque composant.

La présence de couches exclusivement détritiques permet de prévoir un flux sédimentaire important issu de l'érosion des sols déjà formés sur les versants. La granularité fine de ces couches laisse penser à une lixiviation de sols fersiallitiques sous un couvert végétal généralement clairsemé. Cependant, l'évolution depuis la base de la fraction détritique, rougeâtre, relativement grossière et sous forme de couches, en fraction détritique marron, plus fine et sous forme de lits et de lamines, en haut de la coupe ainsi que l'apparition des smectites et de la kaolinite (minéraux secondaires) aux dépens des minéraux primaires (illite) prouvent une stabilité des versants et une pédogenèse sous une couverture végétale assez dense permettant de minimiser l'effet mécanique de l'érosion.

Ces résultats sont l'expression d'une certaine tendance à la stabilité de la couverture pédologique sous un couvert végétal et un climat humide (biostasie) pendant la mise en place des sédiments de la coupe. La première moitié s'est effectuée pendant un épisode climatique probablement aride à semi-aride où l'érosion est relativement intense. La dominance de faciès calcaires autochtones est l'indice d'un climat chaud durant toute la période de mise en place.

Toutefois, aucun indice n'indique l'intervention de l'homme dans ces lieux privilégiés.

D'après ces données, il ressort clairement que la genèse de la Dayet Iffère est antérieure au Soltanien, date de la formation lacustre ancienne.

References :

1. **BAALI A. (1998).** - Genèse et évolution au Plio-Quaternaire de deux bassins intramontagneux en domaine carbonaté méditerranéen. Les bassins versants des Dayets Afourgagh et Agoulmam (Moyen Atlas, Maroc). Thèse, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah de Fès, 326p.
2. **BAALI A., CHEDDADI R., et CHAIRI R. (2007).**- Evolution sédimentologique, pédologique et paléoclimatique du bassin lacustre de la dayet Agoulmam (Moyen Atlas, Maroc) depuis le Pléistocène (Soltanien) à l'Holocène. Revue Méditerranéenne de l'Environnement, p. 267-280.
3. **BAALI A., EL FELLAH B. & FEDAN B. (2000).**- Modèle explicatif de la genèse et de l'évolution des dayets (Agoulmams) du Moyen Atlas (Maroc). Le premier colloque national sur le Jurassique marocain Association Marocaine des Géologues pétroliers (Rabat, Maroc).

4. **CORBEL J (1959).** - Vitesse de l'érosion. Zeitschr. Geomorph., 3, pp. 1-28.
5. **CORBEL J (1964).** - L'érosion terrestre, étude quantitative (méthodes, techniques, résultats). Ann. Géogr. Fr., 389, pp. 385-412.
6. **DIETRICH W. E. & DUNE T. (1978).** - Sediment budget for a small catchments in mountainous terrain. Z. Geomorph. N. F., Suppl. Bd. 29, Berlin, pp. 191-206.
7. **DUCHAUFOR P. (1983).** - Pédologie 1 : Pédogenèse et classification. Masson éd. Paris, 419p.
8. **FREYTET P. (1984).** - Les sédiments lacustres carbonatés et leurs transformations par émergence et pédogenèse. Importance de leur identification pour les reconstitutions paléogéographiques. Bull. Centres. Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine, 8, 1, pp.223-247, Pau, France.
9. **JOHNSSON M. J. (1992).** - Chemical weathering controls on sand composition. In: Encyclopaedia of Earth Science. Academic Press, Inc., New York, vol. 1, pp. 455-466.
10. **KEMP A. L., DELL C. I. & HARPER N. S. (1978).** - Sedimentation rates and a sediment budget for Lake Superior. Jour. Great Lakes Res., 4, 3-4, pp. 276-287.
11. **LANGBEIN W. B. & SCHUMM S. A. (1958).** - Yield of sediment in relation to mean annual precipitation. Am. Geophys. Union Trans., 39, pp. 1076-1084.
12. **LEMDEGHRI ALAOUI B. & BAALI A. (2005).** - Analyses polliniques des sédiments lacustres holocènes de la Dayet Iffère (Moyen Atlas, Maroc). 18^{ème} Colloque des Bassins Sédimentaires Marocains, Fès, Maroc, pp.102-103.
13. **LEMDEGHRI ALAOUI B., BAALI A., RENAULT-MISKOVSKY J., CHEDDADI R. & RHOJJATI A., (2014)** – Action anthropique depuis 3000 ans dans le Moyen Atlas marocain: analyses polliniques des sédiments de Dayet Iffère : 82ème Congrès de l'Acfas, Montréal.
14. **LEMDEGHRI ALAOUI B., BAALI A., CHEDDADI R. & RHOJJATI A., (2014)** – Mise en évidence d'une alternance d'épisodes climatiques pendant la fin du Pléistocène supérieur : enregistrements dans les dépôts lacustres de Dayet Iffère (Moyen Atlas, Maroc) : 82ème Congrès de l'Acfas, Montréal.
15. **MANN W. R. & CAVAROC V.V. (1973).** -Composition of sand released from three source areas under humid, low relief weathering in the North Carolina piedmont. J. Sediment Petrol., 43, pp. 870-881.

16. **MARTIN J. (1981).** - Le Moyen Atlas central. Etude géomorphologique. Notes et Mémoires du Service géologique. n°258 bis; 445p.
17. **MARTINS O. (1988).** - Flux of particulate inorganic matter through the Niger River into the Atlantic Ocean. *Neth. Jour. Sea Res.*, 22, 2, pp. 91-97.
18. **MEADE R. H., WEIBEZAHN F. H., LEWIS W.M. & HERNANDEZ D.P. (1990a).** - Suspended-sediment budget for the Orinoco River. In: F. H.WEIBEZAHN, H. ALVAREZ and W. M. LEWIS, *The Orinoco River as an ecosystem*. Jr. editors, Imp. Rubel C A., Caracas, pp. 55-79.
19. **MEADE R. H., YUZYK T. R. & DAY.T.J. (1990b).** - Movement and storage of sediment in rivers of the United States and Canada. In: *The geology of North America*, v. 0-1. Surface water hydrology. Geol. Soc. America, Boulder, pp. 255-280.
20. **MILLIMAN J. D. & SYVITSKI J.P.M. (1992).** - Geomorphic/tectonic control of sediments. Discharge of sediment to the ocean: the importance of small mountain rivers. *J. Geol.* 100, pp. 525-544.
21. **MILLOT G. (1967).** - Signification des études récentes sur les roches argileuses dans l'interprétation des séries sédimentaires. *Sedimentology*, 8, pp. 259-280.
22. **PINET P. & SOURIAU M. (1988).** - Continental erosion and large-scale relief. *Tectonics*, 7, pp. 563-582.
23. **RHOJJATI A., NOURELBAIT M., BENKADDOUR A., DAMNATI B., BAALI A., TAIEB M., DECOBERT M., MALEK F. & CHEDDADI R. (2012).** - Significations paléoenvironnementales des dépôts du remplissage holocène du lac Iffer (Moyen Atlas, Maroc). *Quaternaire*, 23, (3), p. 241-252.
24. **ROBINSON A. R. (1978).** - Relationship between soil erosion and sediment delivery. *Int. Ass. Hydrol. Sc.*, 122, pp. 159-167.
25. **SCHUMM S. A. (1964).** - The disparity between present rates of denudation and progeny. *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper*, 454H, 13p.
26. **TRIMBLE S. W. (1975).** - Denudation studies: can we assume stream steady state. *Science*, 188, pp. 1207-1208.