

## Types de dépôts et processus de mise en place des cônes de déjection dans le bassin de la dayet Afourgagh (Moyen Atlas, Maroc)

Abdennasser BAALI, Lahcen GOURARI  
& Bouazza FEDAN

**Mots-clés :** Cônes de déjection, écoulement fluvial, écoulement boueux, dayet, Moyen Atlas, Maroc.

### ملخص

**أصناف التوضعات وأساليب تشكيل المخاريط في منخفض ضاية أفوركاغ (الأطلس المتوسط، المغرب).** يظهر حوض ضاية أفوركاغ ذو قاعدة دلميتية بالأطلس المتوسط الهضبي تكوينات سطحية متعددة من أهمها ما يرتبط بتوضعات مخروطية نهريّة. وطبيعة انتظام مرادها تسمح باستخراج عدة سحنات رسوبية ذات خاصيات هيدرودينامية مضبوطة. فقد سمح توزيع السحنات بكل مخروط من التمييز بين أربع مجموعات من مخاريط الأودية ذات جريان نهري أو سيول أحوال غالبية. ورغم تنوع السحنات اتضح أن كل توضعات الأودية تمت في نفس الفترة حيث ترسبت خلال فترة جافة قبل-هلوسينية، واحتمالا خلال البليوسين الأعلى.

### RESUME

Dans le Causse moyen-atlasique, le bassin versant de dayet Afourgagh à substrat essentiellement dolomitique présente de nombreuses formations superficielles dont les principales sont des dépôts de cônes alluviaux. La nature et l'organisation de leurs dépôts permettent de dégager plusieurs faciès sédimentaires à caractères hydrodynamiques précis. La distribution des faciès dans chaque cône de déjection a permis de distinguer quatre groupes de cônes alluviaux à écoulements fluviaux ou coulées boueuses dominantes. Malgré la diversité des faciès, tous les dépôts alluviaux sont contemporains et mis en place pendant une période aride anté-holocène, probablement du Pléistocène supérieur.

### ABSTRACT

**Deposition types and process of alluvial fan emplacement in the dayet Afourgagh basin ( Middle Atlas, Morocco).** In the middle-atlasic karst plateau, the dayet Afourgagh basin on the dolomitic substratum has showed the numerous superficial formations. Principal deposits are the alluvial fans. Ten sedimentary facies with precise hydrodynamics features are identified from their elements nature and organisation. Within each alluvial fan the facies distribution resulted four alluvial fans groups formed each by dominant mud flow or fluvial flow. The contemporary alluvial fans are deposited during ante-holocene probably at superior Pleistocene within a climatic environment dry.

### INTRODUCTION

Un cône de déjection est une forme d'accumulation dont la surface à l'aspect d'un segment de cône qui s'élargit vers l'aval. Les cônes de déjection sont édifiés au pied de reliefs disséqués par des systèmes de drainage suffisamment stationnaires sur un temps assez long pour qu'une accumulation localisée puisse se produire au débouché des vallées et vallons. Ils se définissent donc à la fois par leur morphologie et par la nature et l'organisation des sédiments qui les composent. Leur mise en place n'est pas liée à un type particulier de climat (TAILLEFER, 1951 ; RUST, 1978)

La chaîne moyenne-atlasique est subdivisée en deux ensembles structuraux séparés par l'accident nord-moyen-atlasique de direction N40° (COLO, 1961). Ces deux ensembles sont le Causse moyen-atlasique et le Moyen Atlas plissé. Le Causse moyen-atlasique, de

structure subhorizontale, est constitué principalement par une couverture carbonatée d'âge liasique. Ce domaine est formé d'un ensemble de plateaux étagés appelés causses.

Dans le Causse moyen-atlasique septentrional, le bassin de la dayet Afourgagh d'une superficie d'environ 48 km<sup>2</sup> occupe la moitié sud du bassin versant d'une dépression allongée de 12 km de longueur et de 2 à 4 km de largeur. Cette dépression s'étend depuis Takeltount au Sud jusqu'à Annoeur au Nord (Fig. 1). Son bassin versant, appartenant à l'étage bioclimatique subhumide à hiver froid, couvre principalement le causse d'Amekla et l'extrémité ouest du causse d'Imouzzère. Ces deux derniers causses sont séparés par l'accident de Tizin'tretien ou de Taililoute (N40°) qui a crée une dénivellation importante au niveau du bassin de la dayet Afourgagh. Le substrat de ce bassin sur lequel reposent les formations superfi-

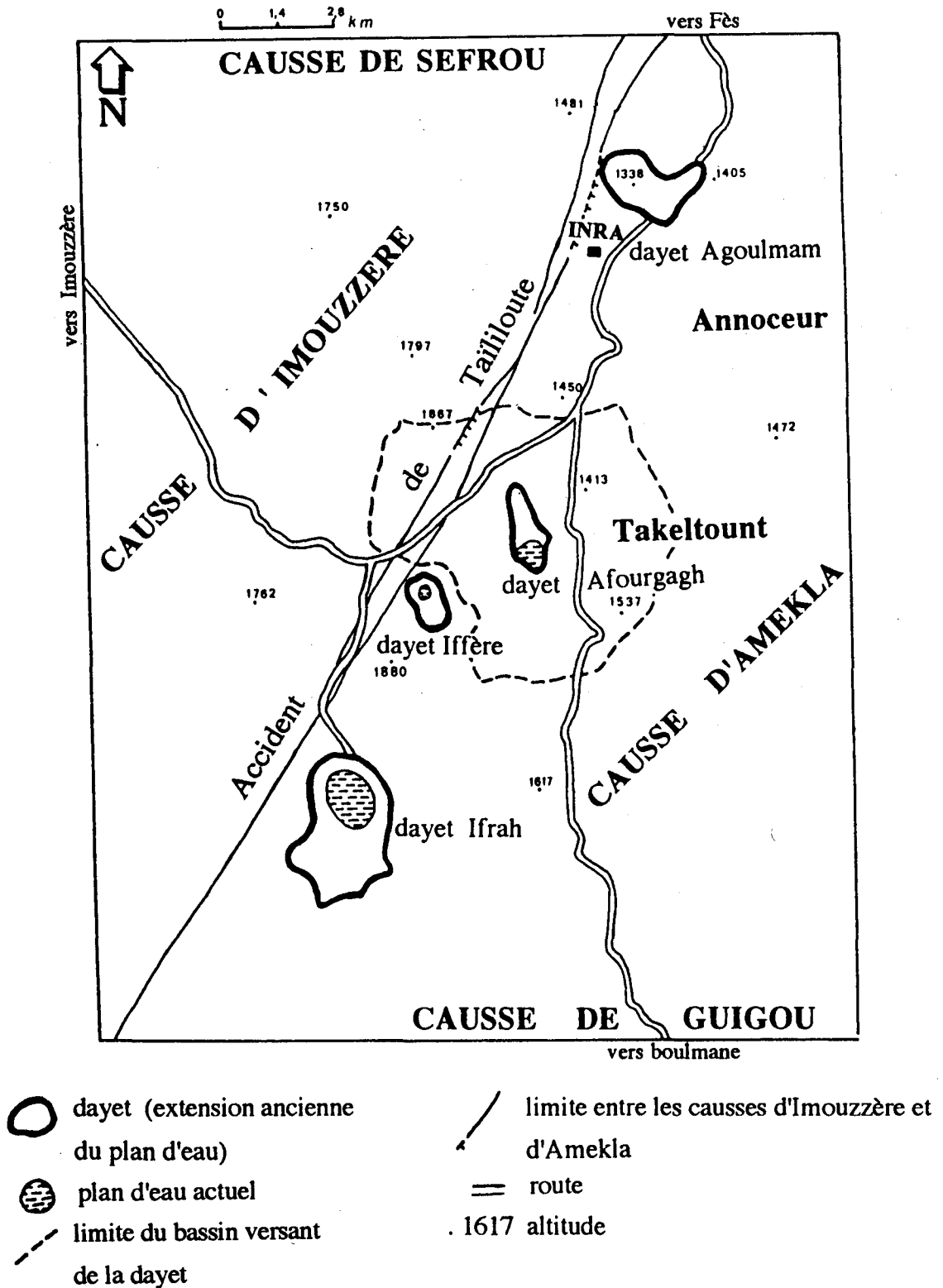


Figure 1 : Situation générale du bassin de la dayet Afourgagh.

cielles fluvio-lacustres d'âge plio-quadernaire (MARTIN, 1981), est constitué principalement de dolomies du Lias inférieur (63% de la surface totale du bassin versant), de calcaires lités du Lias moyen (8%) et d'argiles rouges et basaltes doléritiques du Trias (1%) qui affleurent au Nord (Fig. 2). La morphologie du bassin versant de la dayet Afourgagh est caractérisée par un fond subtabulaire et par des versants raides dans la partie occidentale et doux dans la partie orientale. Cette dissymétrie est atténuée aux pieds des versants occidentaux par des cônes de déjection étendus au débouché des oueds. Ainsi la partie occidentale du fond du bassin est riche en formes karstiques (dolines et ouvalas), formées dans les dolomies et les dépôts fluvio-lacustres. Dans ce contexte morpho-karstique, la dayet constitue la forme la plus importante (a et b, Fig. 2). Les sols de décarbonatation (terra-rossa) développés sur le substrat se sont érodés et accumulés sur les replats aux pieds de versants. Les formations superficielles (28%) sont très diversifiées et se répartissent en trois phases fluvio-lacustres (BAALI, 1990), dont la deuxième qui nous intéresse là occupe le milieu et les pieds des versants.

### LES FORMATIONS SUPERFICIELLES FLUVIO-LACUSTRES

Les trois principales formations fluvio-lacustres du bassin de la dayet Afourgagh sont chronologiquement successives et emboîtées et présentent deux hiatus sédimentaires. La première dite de l'ouvala, formée essentiellement de calcaires lacustres massifs à intercalations de couches meubles, apparaît sous le cône alluvial 4 (Fig. 2). La deuxième formation dite de la terrasse lacustre (x, Fig. 2) occupe presque la surface totale des formations superficielles et comprend des dépôts détritiques recouverts de calcaires lacustres au fond, et des grandes étendues de dépôts généralement conglomératiques à gréseux des cônes alluviaux sur les versants. La troisième dite de la dayet est formée essentiellement de dépôts détritiques fluvio-lacustres au sommet desquels deux cônes alluviaux récents se sont formés. Des travertins de sources se sont édifiés au voisinage de l'accident de Tizin'tretien (BAALI 1990).

La deuxième constitue par son étendue (88% de la surface des formations superficielles) et son épaisseur (plus de 30 m dans certains endroits), une formation importante dont les faciès méritent d'être étudiés et plus particulièrement ceux des cônes alluviaux qui font l'objet de cet article.

### LES FACIÈS SEDIMENTAIRES DES CONES ALLUVIAUX DE LA DEUXIEME FORMATION

Le bas des versants du bassin de la dayet Afourgagh est recouvert de dépôts généralement indurés dont la répartition et la forme en surface, bien qu'affectée par l'érosion et la tectonique, rappellent celles des cônes de déjection coalescents. Ils recouvrent 14% du bassin, ce qui représente 50% du total des affleurements des formations superficielles. Ces dépôts sont surtout représentés dans la partie ouest et nord-ouest de la dépression (cônes 3, 4, 5, 6 et 7), mais aussi au Sud (cône 1) et à l'Est (cônes 2) (Fig. 2). Ils présentent dix faciès agencés de façon variable au sein de chaque cône. Ces faciès vont être décrits et interprétés ci-dessous.

#### CONGLOMERATS A ELEMENTS JOINTIFS ET CIMENT SILTO-GRESEUX (faciès 1 et 2)

Dans ces faciès les principales variables sont la taille et l'émoûssé des éléments. Ces derniers sont de nature dolomitique, excepté dans les cônes 1 et 2 où ils sont dolomitiques et calcaires.

Dans les conglomérats à graviers ou galets (faciès 1, Fig. 3), la tendance au tri des éléments, plus ou moins émoûssés, est bien nette. Leur disposition indique souvent des sens de courants convergents vers le centre du bassin. Ce faciès à ciment peu abondant (clast supported) est observé dans le cône sud (1), dans les cônes nord et nord-ouest (3 et 4) et dans les zones apicale et distale du cône (7) à l'Ouest de la dayet.

Les conglomérats à éléments grossiers non triés, et à matrice parfois inexistante (faciès 2, Fig. 3), se trouvent dans la partie distale est du cône sud (1), dans le cône 9 (à l'Ouest du lac) et dans les cônes est (2). Ils se localisent surtout aux pieds des versants doux où affleurent les calcaires lités du Lias moyen, qui libèrent des éléments subanguleux (Fig. 2).

Les conglomérats de faciès 1, à galets ou graviers jointifs (orthoconglomérats) forment des nappes étalées qui auraient été édifiées par des écoulements fluviaux ou torrentiels (HERAIL, 1984). Les conglomérats de faciès 2 correspondraient à des dépôts criblés (sieve deposits) déposés dans les premiers moments des crues violentes (WASSON, 1974).

#### CONGLOMERATS A ELEMENTS NON JOINTIFS ET CIMENT SILTO-GRESEUX (faciès 3)

Les éléments emballés dans une matrice abondante (matrix supported) sont hétérométriques et assez à faiblement émoûssés. Les limites des bancs sont peu nettes. Ce faciès est fréquent dans le cône sud (1) et les cônes nord-ouest (4) et nord (3), et présent dans les cônes est (2) et ouest (5 et 7) (Fig. 2).

Ces conglomérats hétérométriques à ciment abondant sont de type "debris flow" (WASSON, 1977). Ils sont caractéristiques des cônes des milieux semi-arides et humides à écoulements spasmodiques (HERAIL, 1984). Leur mise en place nécessite des venues abondantes de matériaux fins et grossiers disponibles dans le bassin ver-

sant constitué principalement de dolomies souvent pulvérulentes et fragmentées à des degrés divers.

Les analyses minéralogiques effectuées sur les échantillons prélevés dans le ciment des cônes 1 (éch. 52 et 60) et 3 (éch. 53) montrent une faible teneur en argiles qui sont dominées par l'illite et la kaolinite (Tab. I). La roche totale

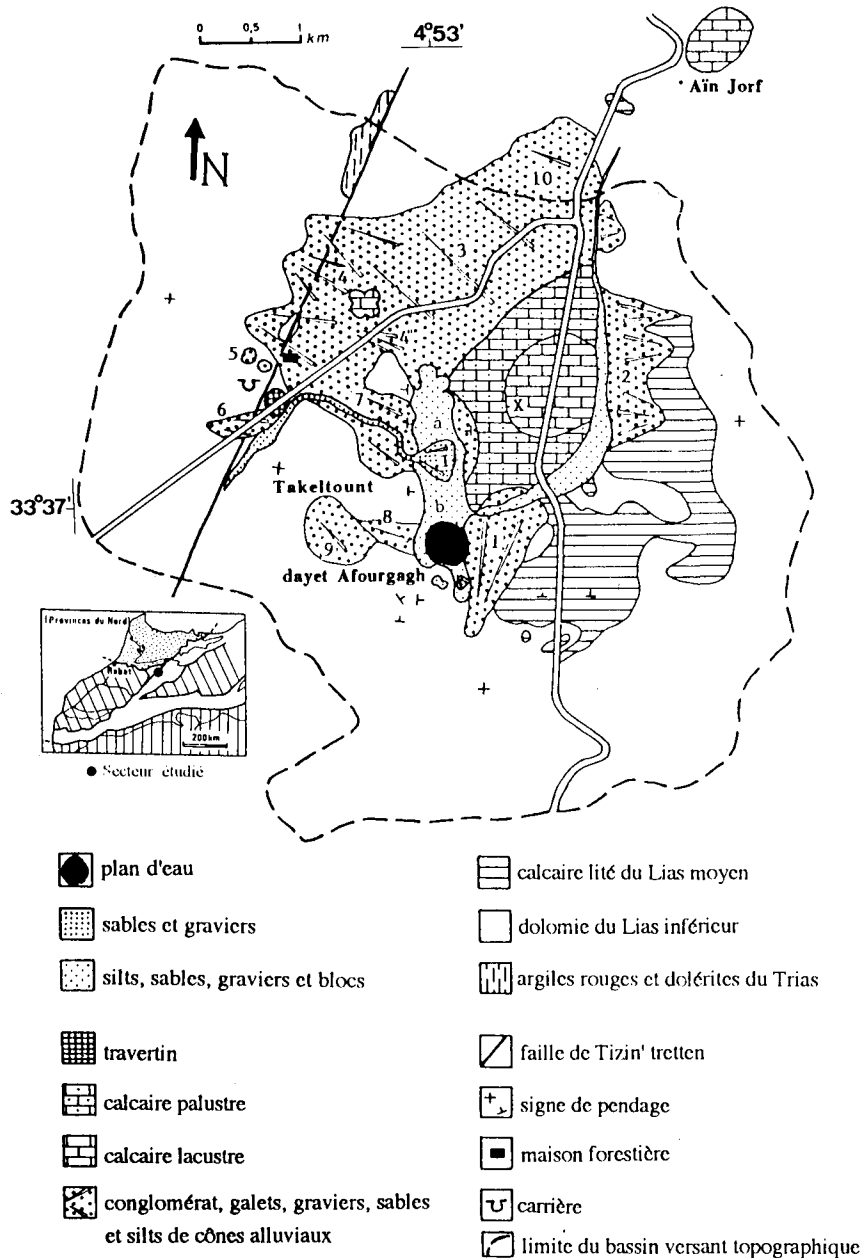


Figure 2 : Carte lithologique du bassin de la dayet Afourgagh (1, 2, 3...; I, a, b, x..., voir texte).

Ces conglomérats hétérométriques à ciment abondant sont de type "debris flow" (WASSON, 1977). Ils sont caractéristiques des cônes des milieux semi-arides et humides à écoulements spasmodiques (HERAIL, 1984). Leur mise en place nécessite des venues abondantes de matériaux fins et grossiers disponibles dans le bassin versant constitué principalement de dolomies souvent pulvérentes et fragmentées à des degrés divers.

Les analyses minéralogiques effectuées sur les échantillons prélevés dans le ciment des cônes 1 (éch. 52 et 60) et 3 (éch. 53) montrent une faible teneur en argiles qui sont dominées par l'illite et la kaolinite (Tab. I). La roche totale est composée de calcite en quantité non négligeable (+20%) à côté de la dolomite. Le feldspath et le quartz, présents en faible quantité, constituent avec la dolomite la fraction d'origine détritique.

**SILTS GRESEUX A GRAVIERS EPARS (faciès 4)**

Ils présentent en bancs de 10 à 40 cm d'épaisseur

(Fig. 3) intercalés dans les faciès 1, 2 et 3. Ce faciès se trouve dans les parties médiane et distale du cône sud (1) et dans les cônes nord (3) et nord-ouest (4). Il peut être interprété comme le résultat des épandages de boue ou de coulées boueuses "mud flow" (HERAIL, 1984). Il est d'ailleurs souvent associé à des conglomérats de faciès 3 "debris flow" par rapport auxquels il traduit seulement une variation dans la granularité des apports.

**SILTS GRESEUX A ENCROUTEMENT LAMINAIRE (faciès 5)**

Ce faciès se présente en lits indurés de deux à vingt centimètres d'épaisseur au sommet ou au sein des bancs des faciès décrits précédemment (faciès 5a, Fig. 3). Ces dépôts encroûtés montrent des lamines de couleurs variées: blanc, beige, jaune et surtout rose saumon. Au sommet des bancs l'encroûtement moule l'ensemble des constituants (faciès 5b).

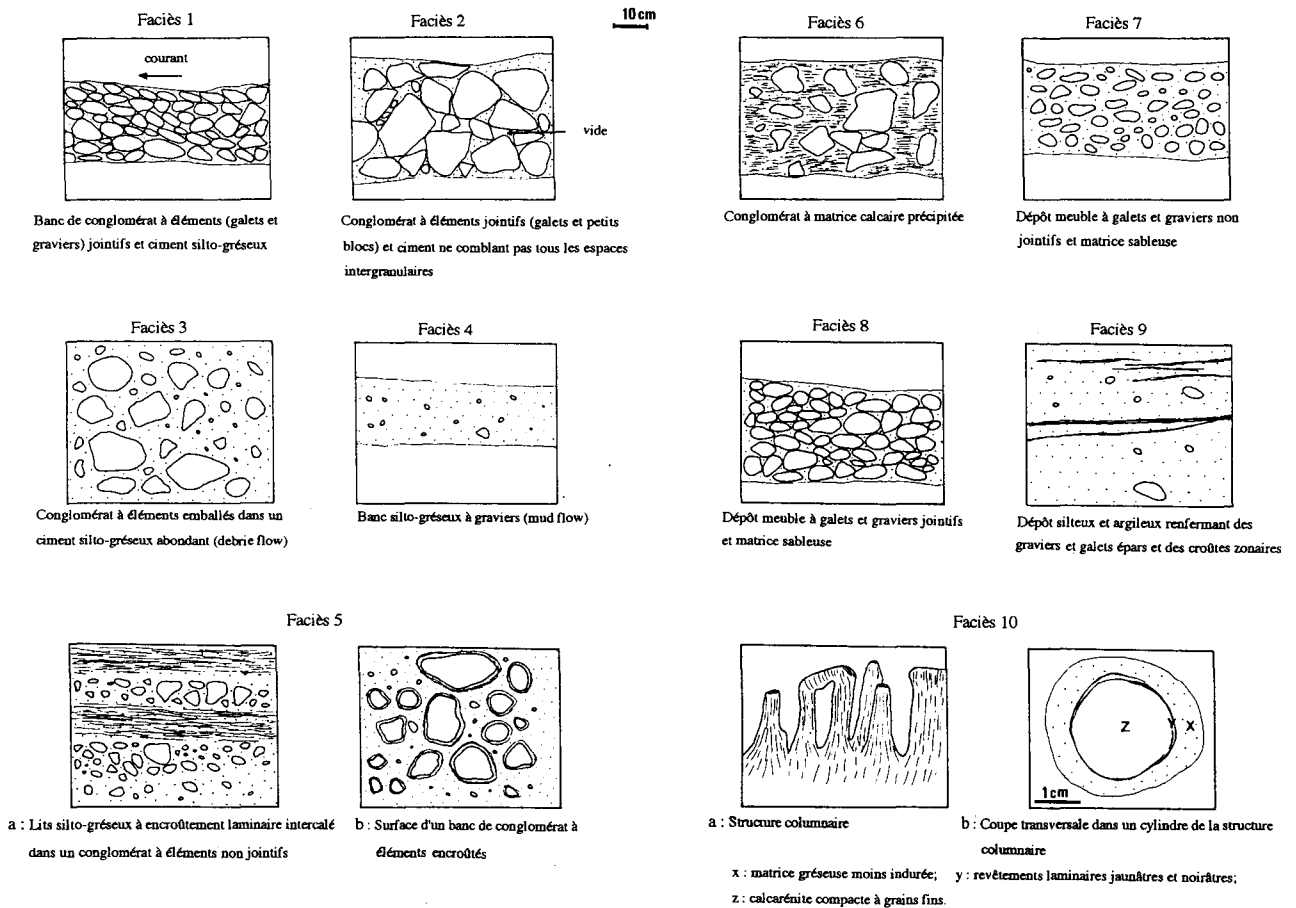


Figure 3 : Représentation schématique des faciès sédimentaires (de 1 à 10) des cônes alluviaux du bassin de la dayet Afourgagh.

Ce faciès se rencontre dans les cônes 1, 3, 4, 7 et 9. Il est le résultat d'épandages de boue successifs, entrecoupés de phases d'encroûtement superficiel laminaire (DURAND & al. 1979).

La composition minéralogique d'un échantillon pris dans la partie aval du cône sud (1) (éch. 49) montre la présence surtout de kaolinite dans la fraction argileuse et une forte teneur en calcite associée au quartz dans la roche totale (Tab. I).

#### CONGLOMERATS A MATRICE CALCAIRE PRECIPITEE (faciès 6)

Dans ce faciès, les éléments jointifs ou non apparaissent emballés dans une matrice crayeuse discontinue, jaunâtre à blanchâtre (Fig. 3). La matrice n'est pas uniquement constituée de grains d'origine détritique, comme dans le faciès 1 et 3, mais aussi de calcite de précipitation.

Ce matériau, légèrement induré, résulte de l'infiltration d'eau chargée de carbonates à travers les éléments grossiers et fins. La précipitation de la calcite, entre les grains partiellement cimentés, est d'origine vadose, processus classique sous climats méditerranéens et semi-arides (HERAIL, 1984 ; CAMPY & MACAIRE, 1989).

Ce faciès a la même signification hydrodynamique que les faciès 1 et 3. Il est abondant dans les cônes du versant est (2) en contrebas des affleurements calcaires, dans la zone apicale du cône (7) près de l'émergence de trois sources situées à l'Ouest et dans le cône (9) à l'Ouest du lac où se rejoignent les eaux de ruissellement.

#### DEPOTS MEUBLES A GRAVIERS, SABLES ET SILTS (faciès 7 et 8)

Des couches formées de sédiments meubles de granulométrie variable peuvent être observées, en alternance dans les cônes 4", 6 et 7. Ces matériaux peuvent être assez bien classés ou hétérométriques. Les silts sont généralement homogènes et de couleur rouge brique à rose saumon. Les sables sont jaunâtres. Lorsqu'ils sont homométriques leur stratification est souvent nette : lamines horizontales ou obliques.

Les dépôts silteux et sableux (faciès 7) peuvent résulter d'un écoulement pérenne en nappes, à l'abri des chenaux principaux (HERAIL, 1984), ou apparaître à la fin des périodes de crues lorsque l'énergie du courant devient faible. Les couches riches en graviers et galets (faciès 8, Fig. 3) ont été mises en place dans des chenaux par une hydrodynamique fluviale ou torrentielle d'énergie assez forte (HERAIL, 1984).

D'autres dépôts de même type mais à éléments subanguleux à anguleux occupent la zone apicale du cône 6. Ils se sont déposés dans les mêmes conditions hydrodynamiques mais à proximité de leur bassin d'alimentation.

Les dépôts sableux (éch. 23) et silteux (éch. 22) du cône 7 ont des teneurs élevées en dolomite; la fraction argileuse est dominée par la kaolinite et l'illite (Tab. I). Ces mêmes faciès lorsqu'ils sont indurés (calcarénites) (éch. 48 et 50) ont une teneur en calcite supérieure à 20% et de faible quantité d'argiles.

Tableau I : Composition minéralogique des faciès 3, 5, 7 et 8 des cônes déjection 1, 3 et 7

Ch. : chlorite ; Sm. : smectite ; I/Ch : interstratifiées Illite / Chlorite ; Il. : illite ; Ka. : kaolinite ; Qz : quartz ;

Fe. : feldspath ; Do. : dolomite ; Ca. : calcite ; tr : trace ; \* : peu abondant ; \*\* : abondant ; les teneurs des minéraux de la roche totale sont en dixième.

N°éch.	Fraction argileuse							Roche totale			
	Ch.	Sm.	I/Ch.	Il.	Ka.	Qz	Fe.	Qz	Do.	Ca.	Fe.
52	tr	tr	tr	*	*	tr	tr	1	5	3	1
60	tr	tr		tr	tr	tr	tr	0.5	5.5	4	
53	tr	tr	tr	*	*	tr		0.5	5.5	2	2
49	tr	tr	tr	tr	*	tr	tr	2		8	
22	*	*	tr	*	**	*	*	1	9		tr
23	*	*	*	**	**	*	*	0.5	9		0.5
48	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0.5	5	2.5	2
50	tr	tr	tr	tr	*	tr	tr	0.5	5	2	2.5

### ARGILES ET SILTS A CROUTES INTERCALEES (faciès 9)

Ce faciès, constitué d'argiles et silts rouge brique non consolidés, renferme des galets et graviers (dolomitiques dans le cône 8, dolomitiques et doléritiques dans les cônes 10) et des intercalations de croûtes calcaires zonaires d'épaisseur millimétrique (Fig. 3). Il se rencontre dans le cône alluvial (8) situé à l'Ouest du lac (Fig. 2) et dans les cônes nord (10). On le trouve exclusivement en aval des zones pouvant fournir des matériaux fins (les silts et argiles du Trias par exemple).

Ces dépôts fins à rares éléments grossiers épars et sans structures sédimentaires sont de type coulée boueuse. Ils ont été édifiés par des écoulements spasmodiques, de faible énergie, séparés par des périodes d'accalmie suffisamment longues pour permettre la formation des croûtes zonaires.

### DEPOTS A STRUCTURE COLUMNAIRE (faciès 10)

Dans certaines couches, surtout les plus sableuses (cône 7 et reliquat du cône ancien 5), on observe des structures cylindriques indurées, sans vide axial, de 3 à 5 cm de diamètre sur 20 cm de longueur en moyenne, orientées verticalement et souvent jointives (faciès 10 a, Fig. 3).

Ces structures colonnaires résultent probablement du piégeage de sédiments et de la précipitation de carbonates dans les vides laissés par les végétaux (tiges ou racines) après leur disparition. Cette interprétation est argumentée par :

- la présence, dans l'axe de certains cylindres, de structures végétales reconnaissables à l'oeil nu et épigéminées par de la calcite blanchâtre;

- l'aspect du manchon séparant la structure cylindrique de la matrice qui l'entoure; cette dernière est moins indurée que les cylindres et en est séparée par une pellicule jaunâtre associée à des précipitations noirâtres d'oxydes de manganèse (faciès 10 b, Fig. 3);

- la couleur brune du ciment, au microscope polarisant, plus accentuée dans le cylindre que dans la matrice; ce contraste de couleur pourrait être dû à une faible teneur de matière organique responsable aussi de la meilleure cohésion de ces structures (PLAZIAT, 1971).

L'association de sables homométriques et de structures végétales, témoins de processus pédologiques dans des conditions humides, indique des écoulements pérennes et réguliers.

### PRINCIPAUX CARACTERES ET SIGNIFICATION DES FACIES RENCONTRES DANS LES CONES ALLUVIAUX

L'étude des dix faciès sédimentaires, décrits ci-dessus, des cônes de déjection a permis de connaître leurs

principaux caractères et leur signification hydrodynamique (Tab. II):

- la dynamique de leur mise en place correspond soit à des écoulements pérennes d'énergie variable selon les sites (faciès 1, 2, 6, 7, 8 et 10), soit à des coulées boueuses (faciès 3, 4, 5 et 9). On retrouve la dynamique classique dans le cas des cônes de déjection des régions semi-arides (FIEDMAN & SANDERS, 1978 ; HERAIL, 1984 ; RAINECK & SINGH, 1986).

- après leur dépôt, les sédiments des cônes ont évolué diversement : certains sont restés meubles (faciès 7 et 8) probablement parce qu'ils sont bien classés (sables et silts), dépourvus de particules très fines (dépôts sableux et grossiers) ou n'ont pas été touchés par les eaux continentales phréatiques ou d'infiltration. Cependant quelques couches ont subi une induration locale. C'est le cas notamment des sables à structure colonnaire (faciès 10);

- + d'autres sont fortement indurés (faciès 1, 2, 3 et 4). On trouve là, aussi bien des dépôts d'écoulements fluviaux que de coulées boueuses. Une telle induration, si elle est favorisée par précipitation de la calcite (Tab. I) dans la matrice peu perméable des coulées boueuses, nécessite certainement une évolution plus longue dans les dépôts d'écoulements fluviaux à forte porosité;

- + d'autres sont peu indurés (faciès 6) par précipitation de carbonates en solution dans les eaux d'infiltration. On remarque que les faciès peu ou pas indurés correspondent toujours à des sédiments d'écoulements fluviaux à forte porosité intergranulaire initiale;

- + des indices d'émersion plus ou moins prolongée existent dans certains faciès :

- les croûtes zonaires sont essentiellement intercalées dans les dépôts de coulées boueuses (faciès 5 et 9). Leurs mises en place correspondent à des phases plus arides, à pluies spasmodiques et longues périodes sèches permettant la formation des croûtes,

- les sols dans lesquels est apparue la structure colonnaire (faciès 10) et les dépôts sableux-aux dépens desquels se sont formés, traduisent plutôt des phases humides.

- + les dolomies qui alimentent l'essentiel des sédiments fournissent des éléments de toute taille, de silts aux blocs. Les sédiments à phase argileuse sont rares et limités à la proximité des affleurements d'argiles triasiques (cônes 10) et des replats d'accumulation de la terra-rossa (cône 8).

Tableau II : Récapitulation des principaux caractères et de la signification des faciès rencontrés dans les cônes de déjection.

Evolution post-dépôt		Dynamique sédimentaire	
		Ecoulement fluvial	Coulée boueuse
Absence de consolidation		faciès 7 et 8	
Consolidation	faible	faciès 6	
consolidation	forte	faciès 1 et 2	faciès 3 et 4
Croûtes calcaires intercalaires			faciès 5 et 9
Paléosol à structure colonnaire		faciès 10	

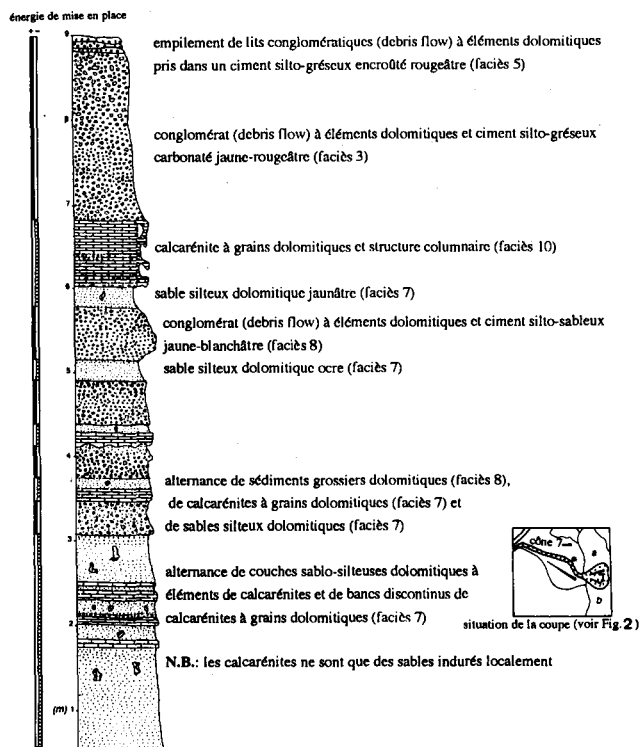


Figure 4 : Log type dans la partie moyenne du cône alluvial 7.

### DISTRIBUTION DES FACIÈS ET CLASSIFICATION DES CONES ALLUVIAUX

La distinction des faciès décrits ci-dessus au sein des accumulations fait apparaître plusieurs groupes dans les cônes de déjection.

**GROUPE A : CONES DE DEJECTION SITUES AU SUD (1), A L'OUEST (5 ET 9), AU NORD-OUEST (4) ET AU NORD (3) DU BASSIN**

On y observe une alternance sans ordre apparent de couches formées principalement de faciès 1, 2, 3, 4 et 5 avec dominance de faciès 1 et 3. Aucune coupe d'importance n'a pu être levée du fait de l'absence de bons affleurements.

La dynamique de leur mise en place par écoulements fluviaux et coulées boueuses apparaît la plus évidente. Cette dynamique fut discontinuée avec des phases d'émergence permettant au faciès 5 à croûtes laminaires de se former sous un climat à phases sèches (FREYET & MOISENET, 1983). Le bassin versant qui a fourni les matériaux constitutifs de ces cônes était riche en fragments de roches disponibles à l'entraînement et recouvert d'un sol de type fersiallitique comme en témoigne la matrice fine rougeâtre des conglomérats. Ces sols résultant plutôt d'un climat tropical plus ou moins humide (FREYET & MOISENET, 1983), ont dû être élaborés bien avant leur érosion car ces processus correspondent à des environnements et climats différents.



Ces faciès constituant le groupe A sont connus dans les pays méditerranéens sous le nom de la brèche "mortadella" (DEMANGEOT, 1965). Ils ont recouvert de nombreux bas de versants pendant le Plio-quaternaire (FREYTET &

MOISSENET, 1983). Mais on ne peut être plus précis quant à leur âge. Les infiltrations d'eau superficielle dans ces faciès hétérométriques ont permis leur cimentation par précipitation de la calcite dans les espaces intergranulaires.

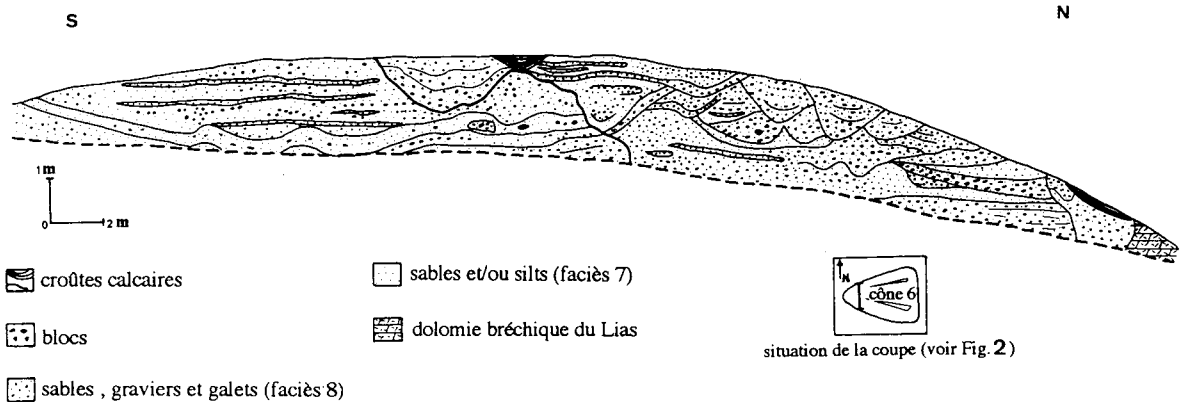


Figure 5 : Coupe transversale dans la zone proximale du cône alluvial 6.

**GROUPE B : CONES DE DEJECTION SITUES A L'OUEST DU BASSIN (4", 6 et 7)**

Les sédiments de ces cônes sont principalement constitués de faciès meubles 7 et 8. Le cône 7 associe, en plus, les faciès 1, 3, 5 et 6 plus consolidés et à croûtes laminaires.

Les coupes levées dans les cônes 6 et 7 (Fig. 4 et 5) montrent une succession de couches meubles sablo-silteuses laminées et de couches de galets, graviers et sables épaisses de 40 cm à 2 m. Les calcarénites à grains dolomitiques rencontrées dans le cône 7 (Fig. 4) ne sont que des indurations locales de sables dolomitiques. Dans la zone apicale du cône 7, le faciès 6 à matrice calcaire légèrement indurée apparaît. Sa formation est liée à des venues d'eau de sources situées à l'Ouest. En ce qui concerne le cône 6, on observe une stratification lenticulaire, avec des remplissages grossiers de chenaux dans la zone apicale (Fig. 5). Les lits à fort pendage vers l'Est (25 à 30°) à proximité de l'accident de Tizin'tretien, la surface à pente raide dépassant 20° et l'ondulation accusée de certaines lentilles silteuses anciennes scellées par les dépôts sus-jacents (Fig. 5) traduisent une déformation tectonique syn et post-dépôt.

La succession des faciès 7 et 8 dans ces cônes traduit plutôt un écoulement fluvial pérenne, assez régulier, avec des épisodes temporaires à plus forte énergie (on compte quatre épisodes de ce type au sein du log, Fig. 4).

Les faciès (1, 2 et 5) de coulées boueuses qui coiffent la série du cône 7 montrent un changement de la dynamique de mise en place avec des écoulements plus spasmodiques à la fin de cet épisode sédimentaire. Dans la partie sud et aval de ce cône, l'abondance de couches meubles à éléments fins (faciès 7) peut s'expliquer par l'étalement de l'eau à la surface des endroits du cône situés à l'abri des chenaux principaux passant plus au Nord. L'apparition du faciès 10 à structure colonnaire nécessite une certaine humidité peut être d'origine climatique ou favorisée par des conditions topographiques locales permettant la rétention d'eau.

**GROUPE C : CONES DE DEJECTION SITUES A L'EST DU BASSIN (2)**

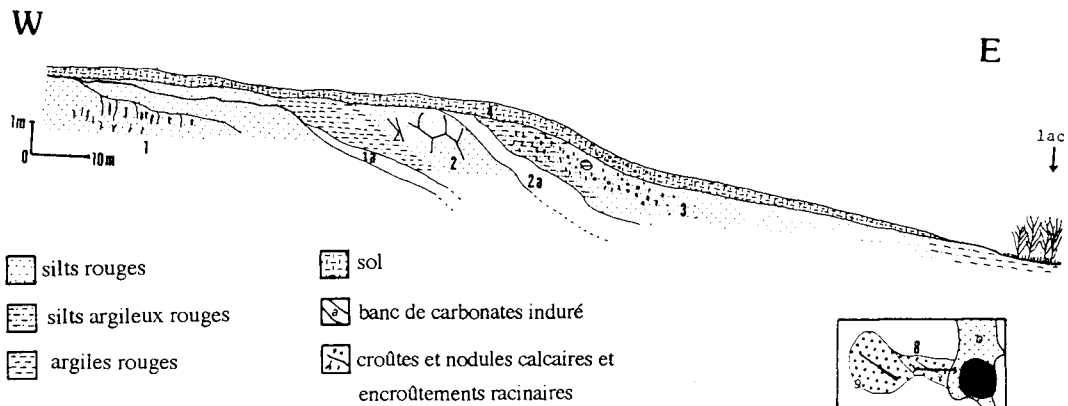
Dans ces cônes, on observe les faciès 2 et 6 à fragments de dolomies et calcaires anguleux et à matrice blanchâtre et croûtes zonaires abondantes. Ces caractères particuliers s'expliquent par leur situation aux pieds de versants doux, où affleurent principalement des calcaires liasiques fragmentés et sensibles à la dissolution, et par l'exigüité du bassin versant limitant la longueur des transits particuliers. Ces cônes ont été édifiés par des apports spasmodiques de type coulée boueuse à blocs aux débouchés de courts vallons normalement secs. Ces phases d'écoulement sont séparées par des périodes sèches permettant la formation de multiples croûtes zonaires dans un contexte climatique semi-aride.

**GROUPE D: CONE DE DEJECTION SITUES A L'OUEST DU LAC (8) ET CONES DE DOJECTION SITUES AU NORD DU BASSIN (10)**

Ces cônes ont la particularité d'être surtout formés de matériaux fins silto-argileux rougeâtres à galets épars et croûtes zonaires (faciès 9). Dans le cône (8), le développement des encroûtements responsable de l'induration des bancs, qui soulignent des paléosurfaces à pente forte vers le lac, permet de séparer des unités lithologiques (Fig. 6). Ces accumulations sédimentaires résultent aussi de coulées de boues essentiellement argilo-silteuses. L'absence de consolidation due à l'abondance d'argiles (PLAZIAT & al., 1987) pourrait expliquer la forte reprise des dépôts par l'érosion entre les phases majeures d'apport. Les paléosurfaces de ravinement à forte pente ont été fossilisées par des encroûtements calcaires.

Tableau III : Distribution des faciès et classification des cônes de déjection dans le bassin de la dayet Afourgagh.

Groupe	A					B			C D	
	1	3	4	5	9	4"	6	7	2	8 10
<b>Faciès 1</b>	*	*	*					*		
<b>Faciès 2</b>	*				*				*	*
<b>Faciès 3</b>	*	*	*	*	*			*	*	
<b>Faciès 4</b>	*	*	*							
<b>Faciès 5</b>	*	*	*		*			*		
<b>Faciès 6</b>					*			*	*	
<b>Faciès 7</b>						*	*	*		
<b>Faciès 8</b>						*	*	*		
<b>Faciès 9</b>										*
<b>Faciès 10</b>				*				*		*
<b>Dynamique de mise en place</b>	CB					EF EF			CB	CB



1, 2, 3 et 4 : unités lithologiques (faciès 9) séparés par des encroûtements majeurs (1a et 2a)

Figure 6 : Coupe dans le cône alluvial 8.

## CONCLUSION

L'étude des dépôts alluviaux accumulés aux pieds des versants du bassin de la dayet Afourgagh a permis d'identifier dix faciès. La répartition de ces faciès dans les dépôts alluviaux et leur signification hydrodynamique font apparaître quatre groupes distincts de cônes (Tab. III) :

**Groupe A** (cônes 1, 3, 4, 5 et 9) formé principalement de conglomérat à éléments jointifs ou non à ciment silto-gréseux et de silts gréseux à graviers épars ou à encroûtements laminaires. Ces faciès se sont essentiellement mis en place par une dynamique de coulées boueuses

dans un contexte climatique semi-aride ou humide. Les constituants de ces faciès sont issus principalement des versants dolomitiques.

**Groupe B** (cônes 4", 6 et 7) formé principalement de faciès meubles à graviers, sables et silts dolomitiques avec des conglomérats à éléments jointifs ou non et à ciment silto-gréseux et encroûtements calcaires. Les faciès dominants, déposés par des écoulements fluviaux pérennes, témoignent d'une certaine humidité du climat. Les matériaux de ces faciès proviennent aussi des versants dolomitiques.

**Groupe C** (cônes 2) composé essentiellement de conglomérats à éléments non jointifs et à matrice silto-gréseuse

encroûtée. Ces faciès se sont mis en place par des coulées boueuses sous un climat semi-aride. Les constituants de ces faciès sont issus des versants dolomitiques et calcaires.

**Groupe D** (cônes 8 et 10) constitué essentiellement d'argiles et silts rouges à croûtes calcaires intercalées et éléments épars. Ce faciès a été édifié par des coulées boueuses discontinues et de faible énergie sous un climat semi-aride.

Les facteurs de différenciation entre ces groupes de cônes dans le bassin de dayet Afourgagh sont d'ordre lithologique et dynamique. La composition lithologique des faciès dominants dans les divers groupes de cônes de déjection dépend de celle du bassin versant qui, en fournissant soit des éléments dolomitiques (groupes A et B), soit des éléments dolomitiques et calcaires (groupe C), soit des éléments argileux depuis les affleurements du Trias ou les accumulations de la terra-rossa (groupe D), détermine l'essentiel de la lithologie des cônes.

La dynamique de mise en place, liée au type d'écoulement qui est souvent contrôlé par le climat, détermine le type de faciès. La plupart des dépôts (groupes A, C, D) traduisent des écoulements spasmodiques de type coulée boueuse ("mud flow") ou coulée boueuse à blocs ("debris flow") sous climat semi-aride. Ce type de climat est confirmé par l'abondance des croûtes laminaires et encroûtements aux pieds des versants calcaires (groupe C).

Les cônes qui traduisent une dynamique d'eau courante plus ou moins pérenne (groupe B), sont situés au débouché des principaux anciens talwegs dont les eaux sont issues en partie des sources. L'abondance des dépôts traduit des écoulements plus abondants que ceux relevés aujourd'hui, et donc sans doute un climat plus humide que l'actuel, et une meilleure disponibilité des matériaux pour l'érosion sur des reliefs rajeunis par les rejeux néotectoniques de l'accident de Tizin'tretten. Ces rejeux se sont manifestés à plusieurs reprises par des failles normales, des ondulations et des basculements de couches de cônes de déjection (cônes 4, 5, 6 et 7).

Ces dépôts de cônes de déjection, antérieurs aux dépôts fluvio-lacustres de la dayet Afourgagh d'âge pléistocène supérieur-holocène (BAALI & FEDAN, 1996), seraient d'âge pléistocène supérieur.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAALI A. (1990). - *Evolution tectono-karstique et sédimentologique du bassin des dayets Afourgagh et Agoulmam (Moyen Atlas, Maroc)*. Diplôme de spécialité de 3ème cycle, Fac. Sci. Dhar El Mehraz, Fès.
- BAALI A. et FEDAN B. (1996). - Evolution sédimentologique et contrôle tectono-karstique du bassin de la dayet Afourgagh au cours du Plio-quaternaire (Moyen Atlas, Maroc). *Bull. Inst. Sci.*, Rabat, 20, p. 58-70.
- CAMPY M. et MACAIRE J. J. (1989). - *Géologie des formations superficielles. Géodynamique, faciès, utilisation*. Ed. Masson, Paris, 433p.
- COLO G. (1961). - Contribution à l'étude du Jurassique du Moyen Atlas septentrional. *Notes et Mémo. Serv. géol., Maroc*, N° 139, 226p.
- DEMANGEOT J. (1965). - Géomorphologie des Abruzzes adriatiques. *Thèse lettres*, Paris.
- DURAND J.H., GAUCHER G., LACROIX D., MATHIEU L., MERCIER J.L., VOGT T. et WILBERT J. (1979). - Premiers résultats du groupe de travail sur les croûtes calcaires. *Bull. Ass. Sci. Et. Quat.*, 54-55, pp. 25-29.
- FREYTET P. et MOISSENET E. (1983). - *Présence de restes algaires identifiables dans des croûtes calcaires plio-quaternaires du NE de l'Espagne*. *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 296, série II, pp. 1563-1566.
- FRIEDMAN G.M. et SANDERS J.E. (1978). - *Principles of sedimentology*. John Wiley et Sons New York.
- HERAIL G. (1984). - Les cônes de déjection: formes et sédiments. *Bull. Centres. Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine*; 8,1, pp. 135-150, Pau, France.
- PLAZIAT J.C. (1971). - Racines ou terriers ? Critères de distinction à partir de quelques exemples du Tertiaire continental et littoral du bassin de Paris et du midi de la France. Conséquences paléogéographiques. *Bull. Soc. géol. Fr.* (7), XIII, n°1-2 pp. 195-203.
- PLAZIAT J.C., FREYTET P. et MAREC P. (1987). - *Sédimentation molassique et paléopédogenèse en Languedoc*. 81p: in Association des Sédimentologues Français.
- REINECK H.E. et SINGH I.B. (1986). - *Depositional sedimentary environments*. Springer Verlag, New-York. 549p.
- RUST B. R. (1978). - Depositional models for braided alluvium. In : Miall, A. D. (ed.) : *Fluvial sedimentology. Mem. canad. Soc. Petroleum Geol.* 5, pp. 605-625.
- TAILLEFER F. (1951). - *Le piémont des pyrennées françaises. Contribution à l'étude des reliefs de piémonts*. Privat, Toulouse, 383 p. + 7 cartes hors texte.
- WASSON R.J. (1974). - Intersection point deposition on alluvial fans : An Australian example. *Geogr. Ann.*, 56, 1-2, pp. 83-92.
- WASSON R.J. (1977). - *Late glacial alluvial fan sedimentation in the lower Denvent Valley, Tasmania*-Sedimentology 24, pp. 781-799.

## Adresses des Auteurs :

- Abdenasser BAALI & Lahcen GOURARI  
 Université Mohamed Ben Abdellah, Faculté  
 des Sciences, Département de Géologie  
 Dhar El Mehraz B.P. 1796 Atlas - Fes - Maroc
- Bouazza FEDAN  
 Université Mohamed V.  
 Institut Scientifique, Département de Géologie