



**HAL**  
open science

**Les formations fluviatiles du Pléistocène supérieur et de l'Holocène dans la "plaine" de Tazoughmit (Oued Rheris, piémont sud-atlasique de Goulmina, Maroc) [Upper Pleistocene and Holocene fluvial sedimentation in the " pkaa " Tazoughmit (Oued Rheris, High Atlas southern piedmont of Goulmina, Morocco).]**

Larbi Boudad, Lahcen Kabiri, André Weisrock, Luc Wengler, Michel Fontugne, Mohamed El Maataoui, Abdelatif Makayssi, Jean Louis Vernet

► **To cite this version:**

Larbi Boudad, Lahcen Kabiri, André Weisrock, Luc Wengler, Michel Fontugne, et al.. Les formations fluviatiles du Pléistocène supérieur et de l'Holocène dans la "plaine" de Tazoughmit (Oued Rheris, piémont sud-atlasique de Goulmina, Maroc) [Upper Pleistocene and Holocene fluvial sedimentation in the " pkaa " Tazoughmit (Oued Rheris, High Atlas southern piedmont of Goulmina, Morocco).]. Quaternaire, 2003, 14 (3), pp.139-154. 10.3406/quate.2003.1738 . hal-02504318

**HAL Id: hal-02504318**

**<https://hal.science/hal-02504318v1>**

Submitted on 14 Oct 2020

**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.

---

Les formations fluviales du Pléistocène supérieur et de l'Holocène dans la "plaine" de Tazoughmit (Oued Rheris, piémont sud-atlasique de Goulmina, Maroc) [Upper Pleistocene and Holocene fluvial sedimentation in the " pkaa " Tazoughmit (Oued Rheris, High Atlas southern piedmont of Goulmina, Morocco).]

Iarbi Boudad, Lahcen Kabiri, André Weisrock, Luc Wengler, Michel Fontugne, Mohamed El Maataoui, Abdelatif Makayssi, Jean Louis Vernet

---

**Citer ce document / Cite this document :**

Boudad Iarbi, Kabiri Lahcen, Weisrock André, Wengler Luc, Fontugne Michel, El Maataoui Mohamed, Makayssi Abdelatif, Vernet Jean Louis. Les formations fluviales du Pléistocène supérieur et de l'Holocène dans la "plaine" de Tazoughmit (Oued Rheris, piémont sud-atlasique de Goulmina, Maroc) [Upper Pleistocene and Holocene fluvial sedimentation in the " pkaa " Tazoughmit (Oued Rheris, High Atlas southern piedmont of Goulmina, Morocco)]. In: Quaternaire, vol. 14, n°3, 2003. pp. 139-154;

doi : <https://doi.org/10.3406/quate.2003.1738>

[https://www.persee.fr/doc/quate\\_1142-2904\\_2003\\_num\\_14\\_3\\_1738](https://www.persee.fr/doc/quate_1142-2904_2003_num_14_3_1738)

---

Fichier pdf généré le 19/04/2018

## Résumé

Sur le piémont sud du Haut-Atlas calcaire oriental, les formations sédimentaires quaternaires superficielles des cônes de déjection de l'oued Rheris, dans la Plaine de Tazoughmit, appartiennent au Pléistocène terminal (= Soltanien récent, ici « formation de M'Zlarad »). Il s'y emboîte une formation holocène (= rharbienne, ici « formation de Tamda »), sous forme de terrasse alluviale. Plusieurs unités stratigraphiques sont distinguées au sein de ces formations.

La formation de M'Zlarad débute par les séries détritiques grossières habituelles des zones de piémonts, surmontées par des ensembles de niveaux limoneux plus ou moins argileux et concrétionnés ubiquistes du Soltanien supérieur marocain ; elle se termine par une série hydromorphe plus fine à nombreux indices palustres, datée à  $19\,465 \pm 150$  ans B P, puis est recouverte par de nouveaux limons rougeâtres et des épandages plus grossiers de glacis.

La formation de Tamda s'est emboîtée dans la précédente à l'Holocène supérieur ( $3540 \pm 60$  ans B P), après une période d'incision linéaire marquée dans la Plaine de Tazoughmit. Il semble en effet que la sédimentation se soit déplacée entre temps à l'aval de Goulmima, où l'oued Rheris a construit un second grand cône, dont les épandages proches de la surface sont datés à  $12\,345 \pm 110$  ans B P. Ces premiers résultats sont en bon accord avec les connaissances acquises sur l'évolution des piémonts atlasiques et anti-atlasiques marocains au Pléistocène supérieur et à l'Holocène, ainsi que des régions voisines du Maghreb. Ils montrent l'installation d'une période humide à tendance biostatique entre environ 22 000 et 18 000 ans B P, suivie d'une période plus aride, rhexistatique, entraînant l'incision des formations précédentes avant les dépôts de l'Holocène ancien. Bien plus tardivement, une nouvelle terrasse alluviale se met en place vers 3 500 ans B P, lors d'une récurrence humide. Ces résultats soulignent la complexité de la relation phases d'alluvionnement et d'érosion, variations climatiques et la nécessité de nouvelles investigations sur la période charnière Pléistocène supérieur-Holocène inférieur.

## Abstract

On the southern piedmont of the calcareous eastern High Atlas, the fan-deposited superficial Quaternary sedimentary formations of the oued Rheris, in the Tazoughmit plain, belong to the Upper Pleistocene (= recent Soltanian, called here « M'Zlarad formation »). An inset terrace (Holocene, or Rharbian terrace, called here « Tamda formation ») develops inside the M'Zlarad formation. Several stratigraphic units are observed in these two formations. The M'Zlarad formation begins with the usual coarse detritic piedmont series, overcome by more or less clayey series of silts, with slightly indurated CaCO<sub>3</sub> enriched zones that are well-known in the Moroccan Soltanian, at its upper part we find a clayey and silty hydromorphic sene of palustne origin, which was dated at  $19\,465 \pm 150$  y B P. Above this, the formation is overlaid by new reddish silts and more coarse material of the upper pediment slope.

The Tamda formation was built inset at the Upper Holocene ( $3\,540 \pm 60$  y B P), after a distinctive linear erosion period into the Plain of Tazoughmit. It seems that the sedimentary area was transported meanwhile downstream Goulmima, where the oued Rhens built a second large fan, which upper sediments were dated from  $12\,345 \pm 110$  y B P.

These first results are in good agreement with the previous knowledges concerning the High Atlas and Anti Atlas piedmonts evolution during the Upper Pleistocene and the Holocene, and also the surrounding areas of the Maghreb. They show the installation of a wet, biostatic period between 22 000 and 18 000 y B P, and then of an and, rhexistatic, erosion period before the deposition of the Lower Holocene sediments. A long time after, a new alluvial terrace took place at about 3 500 y B P, during an humid recurrence. These results show the great complexity of the relation between alluviation / erosion phases and climatic variations and the necessity of new researches about the Upper Pleistocene/Holocene transition period.

## LES FORMATIONS FLUVIATILES DU PLÉISTOCÈNE SUPÉRIEUR ET DE L'HOLOCÈNE DANS LA « PLAINE » DE TAZOUGHMIT (Oued Rheris, piémont sud-atlasique de Goulmima, Maroc)

■  
Larbi BOUDAD<sup>1</sup>, Lahcen KABIRI<sup>1</sup>, André WEISROCK<sup>2</sup>, Luc WENGLER<sup>3</sup>,  
Michel FONTUGNE<sup>4</sup>, Mohamed EL MAATAOUI<sup>5</sup>, Abdelatif MAKAYSSI<sup>6</sup>  
et Jean-Louis VERNET<sup>7</sup>

### RÉSUMÉ

Sur le piémont sud du Haut-Atlas calcaire oriental, les formations sédimentaires quaternaires superficielles des cônes de déjection de l'oued Rheris, dans la Plaine de Tazoughmit, appartiennent au Pléistocène terminal (= Soltanien récent, ici « formation de M'Zlarad »). Il s'y emboîte une formation holocène (= rharbienne, ici « formation de Tamda »), sous forme de terrasse alluviale. Plusieurs unités stratigraphiques sont distinguées au sein de ces formations.

La formation de M'Zlarad débute par les séries détritiques grossières habituelles des zones de piémonts, surmontées par des ensembles de niveaux limoneux plus ou moins argileux et concrétionnés ubiquistes du Soltanien supérieur marocain ; elle se termine par une série hydromorphe plus fine à nombreux indices palustres, datée à  $19\,465 \pm 150$  ans B.P., puis est recouverte par de nouveaux limons rougeâtres et des épandages plus grossiers de glacis.

La formation de Tamda s'est emboîtée dans la précédente à l'Holocène supérieur ( $3540 \pm 60$  ans B.P.), après une période d'incision linéaire marquée dans la Plaine de Tazoughmit. Il semble en effet que la sédimentation se soit déplacée entre temps à l'aval de Goulmima, où l'oued Rheris a construit un second grand cône, dont les épandages proches de la surface sont datés à  $12\,345 \pm 110$  ans B.P.

Ces premiers résultats sont en bon accord avec les connaissances acquises sur l'évolution des piémonts atlasiques et anti-atlasiques marocains au Pléistocène supérieur et à l'Holocène, ainsi que des régions voisines du Maghreb. Ils montrent l'installation d'une période humide à tendance biotastique entre environ 22 000 et 18 000 ans B.P., suivie d'une période plus aride, rhexistastique, entraînant l'incision des formations précédentes avant les dépôts de l'Holocène ancien. Bien plus tardivement, une nouvelle terrasse alluviale se met en place vers 3 500 ans B.P., lors d'une récurrence humide. Ces résultats soulignent la complexité de la relation phases d'alluvionnement et d'érosion, variations climatiques et la nécessité de nouvelles investigations sur la période charnière Pléistocène supérieur-Holocène inférieur.

**Mots-clés :** Géomorphologie, sédimentologie, paléoenvironnements, paléoclimats, Pléistocène supérieur, Holocène, Maroc.

### ABSTRACT

UPPER PLEISTOCENE AND HOLOCENE FLUVIAL SEDIMENTATION IN THE « PLAIN » OF TAZOUGHMIT (Oued Rheris, High Atlas southern piedmont of Goulmima, Morocco)

On the southern piedmont of the calcareous eastern High Atlas, the fan-deposited superficial Quaternary sedimentary formations of the oued Rheris, in the Tazoughmit plain, belong to the Upper Pleistocene (= recent Soltanian, called here « M'Zlarad formation »). An inset terrace (Holocene, or Rharbian terrace, called here « Tamda formation ») develops inside the M'Zlarad formation. Several stratigraphic units are observed in these two formations.

1 Université Moulay Ismaïl, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire des Formations superficielles, BP 509, Boutalamine, ERRACHIDIA, Maroc. boudad@hotmail.com

2 Université Nancy2, Département de Géographie, BP 33-97, F - 54015 NANCY Cedex. andre.weisrock@univ-nancy2.fr

3 Université de Perpignan, UMR 5590 CNRS, Préhistoire, milieux et paléoenvironnements quaternaires, 52, avenue de Villeneuve, F - 66860 PERPIGNAN.

4 Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, UMR 1572 CEA/CNRS, Domaine du CNRS, F - 91198 GIF-SUR-YVETTE.

5 Université Moulay Ismaïl, Faculté des Sciences, MEKNÈS, Maroc.

6 Université Moulay Ismaïl, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Chimie, ERRACHIDIA, Maroc.

7 Université de Montpellier, UMR 5059 CNRS, Paléoenvironnements, anthracologie et action de l'homme. Institut de Botanique, 163, rue A. Broussonet, F - 34000 MONTPELLIER Cedex

The M'Zlarad formation begins with the usual coarse detritic piedmont series, overcome by more or less clayey series of silts, with slightly indurated CaCO<sub>3</sub> enriched zones that are well-known in the Moroccan Soltanian ; at its upper part we find a clayey and silty hydromorphic serie of palustrine origin, which was dated at 19 465 ± 150 y. B.P. Above this, the formation is overlaid by new reddish silts and more coarse material of the upper pediment slope.

The Tamda formation was built inset at the Upper Holocene (3 540 ± 60 y. B.P.), after a distinctive linear erosion period into the Plain of Tazoughmit. It seems that the sedimentary area was transported meanwhile downstream Goulmima, where the oued Rheris built a second large fan, which upper sediments were dated from 12 345 ± 110 y. B.P.

These first results are in good agreement with the previous knowledges concerning the High Atlas and Anti Atlas piedmonts evolution during the Upper Pleistocene and the Holocene, and also the surrounding areas of the Maghreb. They show the installation of a wet, biostatic period between 22 000 and 18 000 y. B.P., and then of an arid, rhexistasic, erosion period before the deposition of the Lower Holocene sediments. A long time after, a new alluvial terrace took place at about 3 500 y. B.P., during an humid recurrence. These results show the great complexity of the relation between alluviation / erosion phases and climatic variations and the necessity of new researches about the Upper Pleistocene/Holocene transition period.

**Key-words :** Geomorphology, sedimentology, palaeoenvironments, palaeoclimates, Upper Pleistocene, Holocene, Morocco.

## 1 - INTRODUCTION

Cet article expose les premiers résultats de recherches entreprises sur le Quaternaire récent du piémont méridional du Haut-Atlas centre-oriental, dans la région de Goulmima, où se trouve la «haute plaine» de Tazoughmit (fig. 1), au nord de la ville de Goulmima (31°45 N ; 4°60 W, altitude 1 092 m). Il s'agit d'une cuvette synclinale de la zone sub-atlasique (Dubar, 1949), orientée SW-NE, déprimée au pied du Haut-Atlas, appartenant à la hamada crétacée de Meski. Les crêts externes méridionaux de la cuvette dominant à leur tour la plaine de Goulmima qui conduit à l'Anti-Atlas.

Des travaux antérieurs (Joly, 1962 ; Krimou, 1994 ; Boudad *et al.*, 2001-a, 2001-b) ont souligné l'importance des dépôts sédimentaires et le grand intérêt morphoclimatique de ce secteur, à la jonction des domaines structuraux atlasique, anti-atlasique et saharien, et des domaines climatiques semi-aride montagnard, sub-aride et aride. Il en résulte des possibilités nombreuses de combinaison de processus variés qui compliquent les interprétations paléoenvironnementales et paléoclimatologiques. Les connaissances sur l'évolution morphologique des piémonts atlasiques au Pléistocène supérieur (Soltanien *pro-parte*) et à l'Holocène (Rharbien) restent encore très fragmentaires dans ce secteur, en dehors du bassin de la Moulouya sur le versant nord (Dutour, 1983 ; Lefèvre, 1985). Cette première étude a pour but de décrire les formations sédimentaires liées essentiellement à l'activité de l'oued Rheris, et d'exposer les conditions géomorphologiques de dépôt et préservation de ces archives fluviales, dont le matériel apparaît paradoxalement très fin pour une zone de piémont. Il est clair qu'il ne s'agit ici que d'une étude préliminaire ; l'inventaire des formations du Pléistocène supérieur et de l'Holocène est loin d'être complet sur ce piémont atlasique ; en particulier, l'analyse du cône aval du Rheris n'a pas encore été entreprise.

La plaine de Tazoughmit constitue un premier piège à sédiments au pied du Haut-Atlas, à l'amont du foug de Goulmima ; celui-ci a pu jouer pour la vallée de l'oued Rheris un rôle d'entonnoir ralentissant le transfert des sédiments vers l'aval. L'oued Rheris et ses affluents atlasiques ont donc construit un premier grand cône complexe à l'amont du foug de Goulmima ; un second cône, moins épais mais plus étendu, s'est développé à l'aval de ce foug (fig. 2).

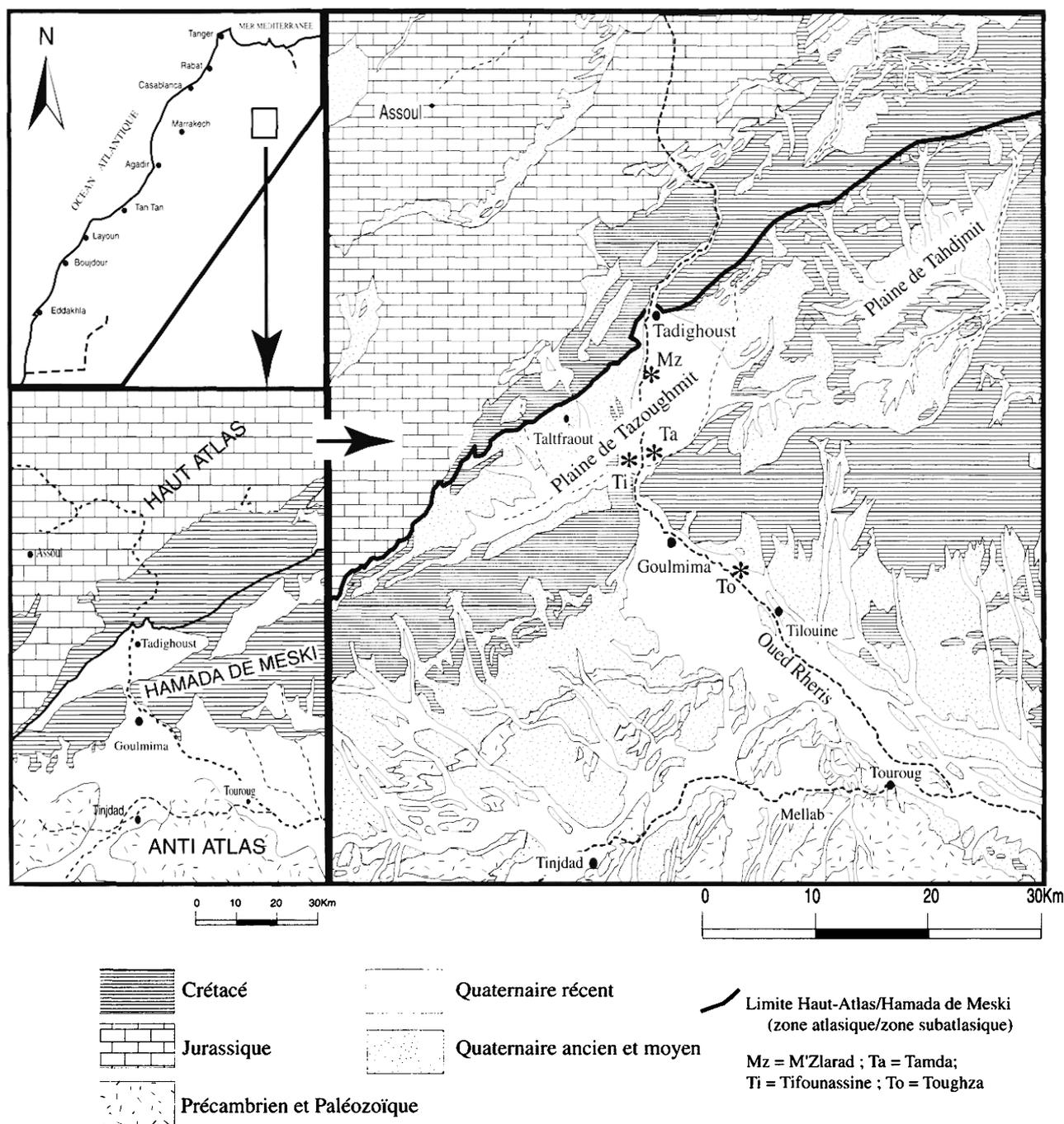
Le climat actuel de la région est caractérisé par une forte influence continentale, vu sa localisation à plus de 600 km à l'est de l'océan Atlantique ; de plus, le Haut-Atlas, orienté ici SW-NE, constitue un obstacle aux flux océaniques humides : à plus de 1 000 m d'altitude, la haute plaine de Tazoughmit se trouve en position d'abri. Vers le sud, l'influence saharienne est favorisée par l'abaissement relatif de l'Anti-Atlas oriental et de la Hamada de Meski : les vents d'est atteignent facilement le secteur. Il en résulte un climat de type « méditerranéen-saharien » (Joly, 1962), avec une moyenne annuelle de précipitations de l'ordre de 140 mm (station d'Errachidia) où les pluies tombent de manière concentrée surtout à l'automne et au printemps ; l'altitude fait que la neige et le gel ne sont pas inconnus. Au total, les mécanismes morphogénétiques actuels correspondent à ceux que F. Joly (1962) a classé dans les étages morphoclimatiques semi-aride et sub-aride.

## 2 - MÉTHODOLOGIE

Une première étude sédimentologique a été entreprise sur deux coupes principales du cône amont du Rheris (sites de M'Zlarad et de Tamda) sur la rive gauche de l'oued Rheris qui entaille les dépôts superficiels de la plaine de Tazoughmit : analyses granulométriques sur la fraction inférieure à 2 mm, puisque l'aspect général des dépôts est celui de sables et de limons dominants ; calcimétrie indispensable au pied d'un amont carbonaté, morphoscopie des grains de quartz à 0,315 mm. Une étude des minéraux lourds des sédiments des deux coupes a été effectuée dans le but de déterminer les zones successives d'origine dans le bassin versant du Rheris.

Des charbons de bois, ainsi que des coquilles de *Melanopsis*, ont été récoltés *in situ* afin de préciser la chronologie par leur datation <sup>14</sup>C, les charbons de bois ayant également fait l'objet d'une étude anthracologique (tab. 1).

L'ensemble des résultats devrait permettre une meilleure connaissance de ces formations récentes ainsi que leurs aspects paléoenvironnementaux. Enfin, un essai de comparaison avec les formations, de même âge, déjà étudiées dans les régions voisines du Maroc méridional et oriental sera tenté.



**Fig. 1 : Situation géographique et localisation des sites étudiés.**  
**Fig. 1 : Geographical situation of the sites mentioned in the text.**

Taxons	Nombre
<i>Olea europaea var. sylvestris</i>	(26)
Gymnosperme type <i>Juniperus</i>	(5)
<i>Pistacia atlantica</i>	(1)
<i>Pistacia lentiscus</i>	(1)
Indéterminables	(17)

**Tab. 1 : Taxons déterminés à partir des charbons de la terrasse de l'Holocène supérieur de l'oued Rheris à Tamda.**  
**Tab. 1 : Determined taxons from charcoals of the late Holocene terrace of the oued Rheris at Tamda.**

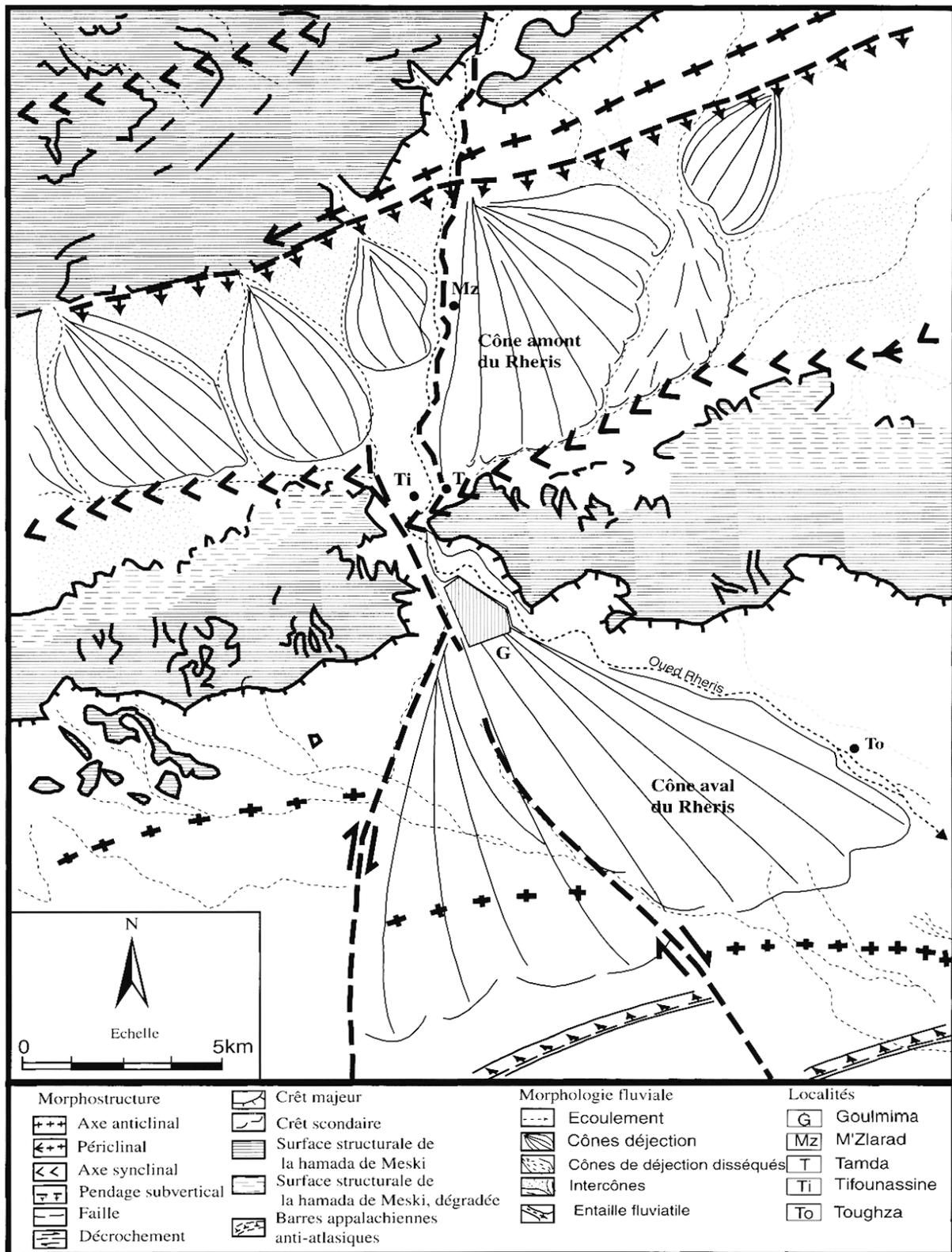


Fig. 2 : Croquis géomorphologique du piémont sud-atlasique à Goulmina (Cartographie : A. Charif, A. Weisrock).  
 Fig. 2 : Geomorphological sketch of southern piedmont of High Atlas at Goulmina (Cartography : A. Charif, A. Weisrock).

### 3 - LITHOSTRATIGRAPHIE DES FORMATIONS

Les sédiments quaternaires superficiels de la plaine de Tazoughmit sont constitués par les restes des dépôts de cônes de déjection et leur couverture, ainsi que de glacis-terrasses alluviaux, à faciès surtout sableux et limono-argileux, apportés par l'oued Rheris et ses affluents.

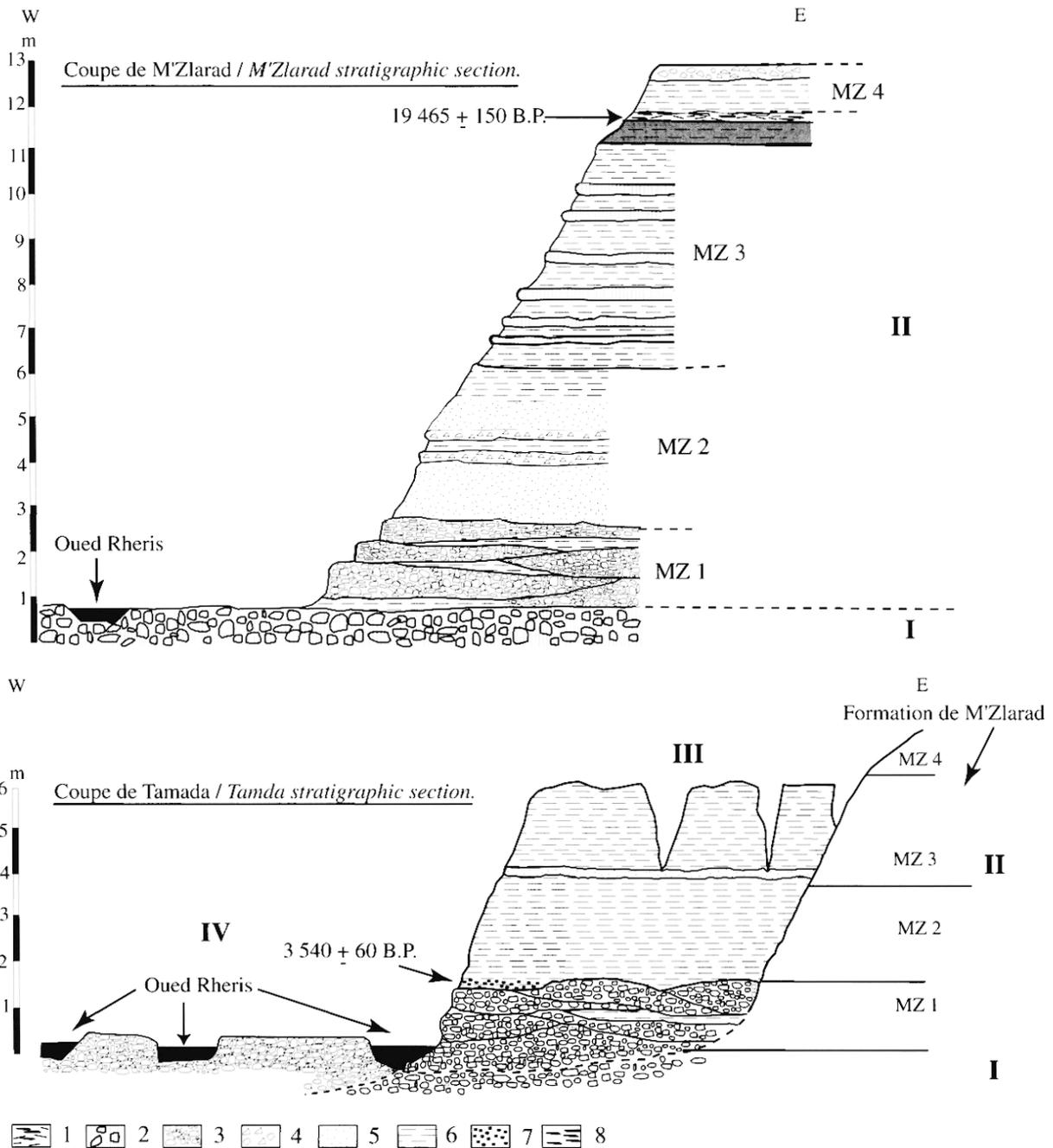
Aujourd'hui l'oued Rheris entaille différenciellement ces dépôts, d'une quinzaine de mètres sur sa rive gauche à la coupe de M'Zlarad, et d'environ 6 m à la coupe de Tamda (fig. 2, fig. 3).

L'analyse morphologique des niveaux les plus proches du lit majeur de l'oued actuel montre deux formations bien distinctes : la formation de M'Zlarad, correspondant

à des restes de dépôts de cône de déjection, qui forment des îlots au-dessus du glacis-terrasse le plus récent de l'oued Rheris. Ce glacis-terrasse constitue la formation de Tamda qui est donc emboîtée dans celle de M'Zlarad (fig. 3). A l'aval du foug de Goulmima, le second cône de l'oued Rheris montre en surface une vaste étendue de dépôts limono-sableux blancs découpés par l'érosion éolienne. Cette formation, dite de Toughza, n'a pas encore fait l'objet d'une étude détaillée. Toutefois, des *Melanopsis* récoltées en abondance au sommet de cette formation ont donné un âge de  $12\,345 \pm 110$  ans B.P. (tab. 2).

### 3.1 - LA FORMATION DE M'ZLARAD (fig. 4)

La coupe relevée sur une épaisseur totale de 12 m comprend quatre unités stratigraphiques superposées et contrastées, reposant en discordance sur une formation plus ancienne, non étudiée ici, qui est constituée par une nappe de galets compacte, consolidée par un encroûtement de type phréatique très durci, avec de nombreux galets de calcaire présentant de profondes vermiculures de dissolution.



**Fig. 3 : Coupes de la rive gauche de l'oued Rheris à M'Zlarad et à Tamda.**

1. Travertine. 2. niveaux carbonatés. 3. galets. 4. pierres anguleuses. 5. sable. 6. limon. 7. charbon de bois. 8. *Melanopsis*.

I : Quaternaire moyen ou ancien conglomératique, II : formation de M'Zlarad, III : Formation de Tamda, IV : Dépôts de l'oued actuel.

Fig. 3 : Stratigraphic sections of the left bank of the oued Rheris at M'Zlarad and at Tamda.

1. Travertine. 2. calcrete. 3. pebbles. 4. angular stones. 5. sand. 6. silt. 7. charcoal. 8. *Melanopsis*.

I : Pebbly old or middle Quaternary, II : M'Zlarad formation, III : Tamda formation, IV : Present fluvial deposits.

Formations, Unités	Âges (B.P.)	$\delta^{13}\text{C}$ p.mille	Matériel	Lieu et n° échant.	N°analyse
Tamda, TM2	3 510 ± 60	-2.5	charbons	Tamda (Tam.2)	Gif - 11653
Toughza, sommet	12 345 ± 110	-4.5	Melanopsis	Toughza (Tour.1)	Gif - 11646
M'Zlarad, MZ4	19 465 ± 150	-2.8	Melanopsis	Tifounassine (Tif.1)	Gif - 11645

**Tab. 2 : Datations  $^{13}\text{C}$  des formations de M'Zlarad, Toughza et Tamda.**  
*Tab. 2 : Radiocarbon datations of M'Zlarad, Toughza and Tamda formations.*

### Unité 1 :

Elle se compose de deux niveaux :

- Un niveau discontinu argilo-limono-sableux (échantillon M1, de 75 microns de médiane).

- Une nappe de galets hétérométriques essentiellement calcaires, provenant du Jurassique du Haut-Atlas et du Crétacé de la Hamada de Meski, emballés dans une matrice sablo-argilo-limoneuse rougeâtre, à petits amas friables et filaments radicellaires carbonates (échantillon M2, de 250 microns de médiane, et plus de 60 % de carbonates). L'épaisseur moyenne de la nappe caillouteuse est de 2 m et l'on y distingue une disposition en longues lentilles peu épaisses. L'analyse granulométrique des sables de l'unité 1 montre une moyenne graphique qui tend vers les sables de type moyen (médiane à 200 microns), avec un classement normal. Les proportions des différents types de grains de quartz montrent une forte dominance des grains non usés (60 %), mais les ronds-mats ne sont pas négligeables (17 %).

### Unité 2 :

Cette unité détritique, dans l'ensemble beaucoup plus fine, présente une couleur rougeâtre qui permet de l'individualiser sur le terrain. Elle est épaisse en moyenne de 3,50 m, mais présente dans le détail de fortes variations des pourcentages de sables, limons et argiles, selon 3 sous-unités :

- Base 2a (échantillon M3) surtout sableuse (médiane 100 microns, 71 % de sables) et relativement moins carbonatée que l'ensemble (autour de 30 % de  $\text{CaCO}_3$ ) ;

- Partie médiane 2b, à passées de galets fragmentés (échantillons M4a, M4c), alternant avec des dépôts argilo-limono-sableux (échantillons M4b, M5, M6, dont les médianes varient peu, entre 70 et 76 microns, mais où les pourcentages de carbonates augmentent dans le même sens que ceux des limons et argiles) ;

- Sommet 2c, où l'on trouve d'abord des sables peu carbonatés (échantillon M7, de 100 microns de médiane), puis une augmentation progressive des limons et argiles dans l'échantillon M8 (médiane à 75 microns).

Dans l'ensemble, la variation granulométrique est importante au sein de cette unité ; les passées sableuses (M3, M7 en particulier) montrent des sables bien triés,

avec beaucoup de ronds-mats et une moindre concentration en carbonates. L'unité 2 montre à sa base un pourcentage important de sables (71 %), avec une médiane qui varie entre 50 et 105 microns. Le pourcentage des sables diminue vers le sommet au profit des argiles et des limons. Les indices granulométriques S0 et Sk indiquent un sable très fin et très bien classé. Les grains de quartz non usés sont relativement abondants, mais cette unité présente aussi le niveau le plus élevé en ronds-mats, ce qui indique deux types de processus différents, saisonniers ou successifs à une autre échelle de temps : mobilisation de produits d'altération sur les versants, remaniements ou apports éoliens lors du dépôt. Les courbes granulométriques traduisent un faciès fluvial, avec une influence éolienne plus ou moins accentuée (fig. 5).

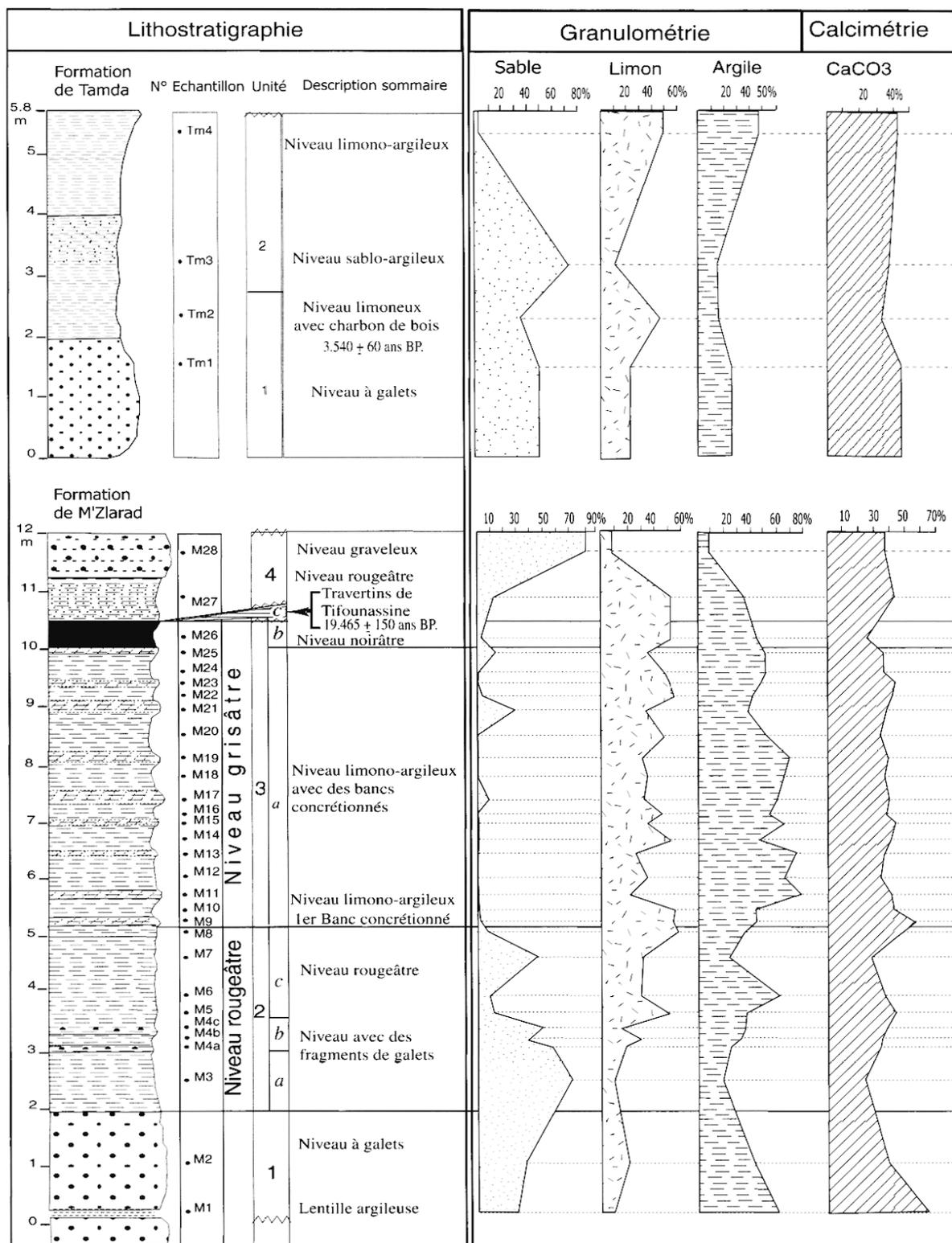
### Unité 3 :

Il s'agit d'une puissante unité argilo-limoneuse assez homogène, d'environ 5 m d'épaisseur totale, qui se repère facilement sur le terrain grâce à sa couleur grisâtre ou blanchâtre, puis même noirâtre au sommet, qui peut comporter latéralement des amas travertineux. On peut donc y distinguer 3 sous-unités :

- 3a = sous-unité blanchâtre, où les sables disparaissent ou représentent toujours moins de 28 %. Dans le détail, les médianes des échantillons varient peu, entre 50 et 72 microns, et on a affaire soit à des limons argilo-sableux, soit à des argiles limono-sableuses (fig. 5, fig. 6). Cette sous-unité est caractérisée par la fréquence des niveaux carbonatés indurés, soit sous forme d'encroûtements racinaires, de nodules ou de poupées calcaires accompagnées de dendrites manganifères, soit même sous forme de cimentations continues. On passe insensiblement à la sous-unité 3b, qui n'est pas présente partout dans la plaine de Tazoughmit.

- 3b = sous-unité noirâtre qui atteint 50 cm d'épaisseur à M'Zlarad, un mètre à la coupe voisine de Talt-fraout (Boudad *et al.*, 2001-a). L'échantillon M26 de M'Zlarad montre un limon argilo-sableux de 45 microns de médiane, avec 3 % de sables seulement et une forte présence de débris de matière organique.

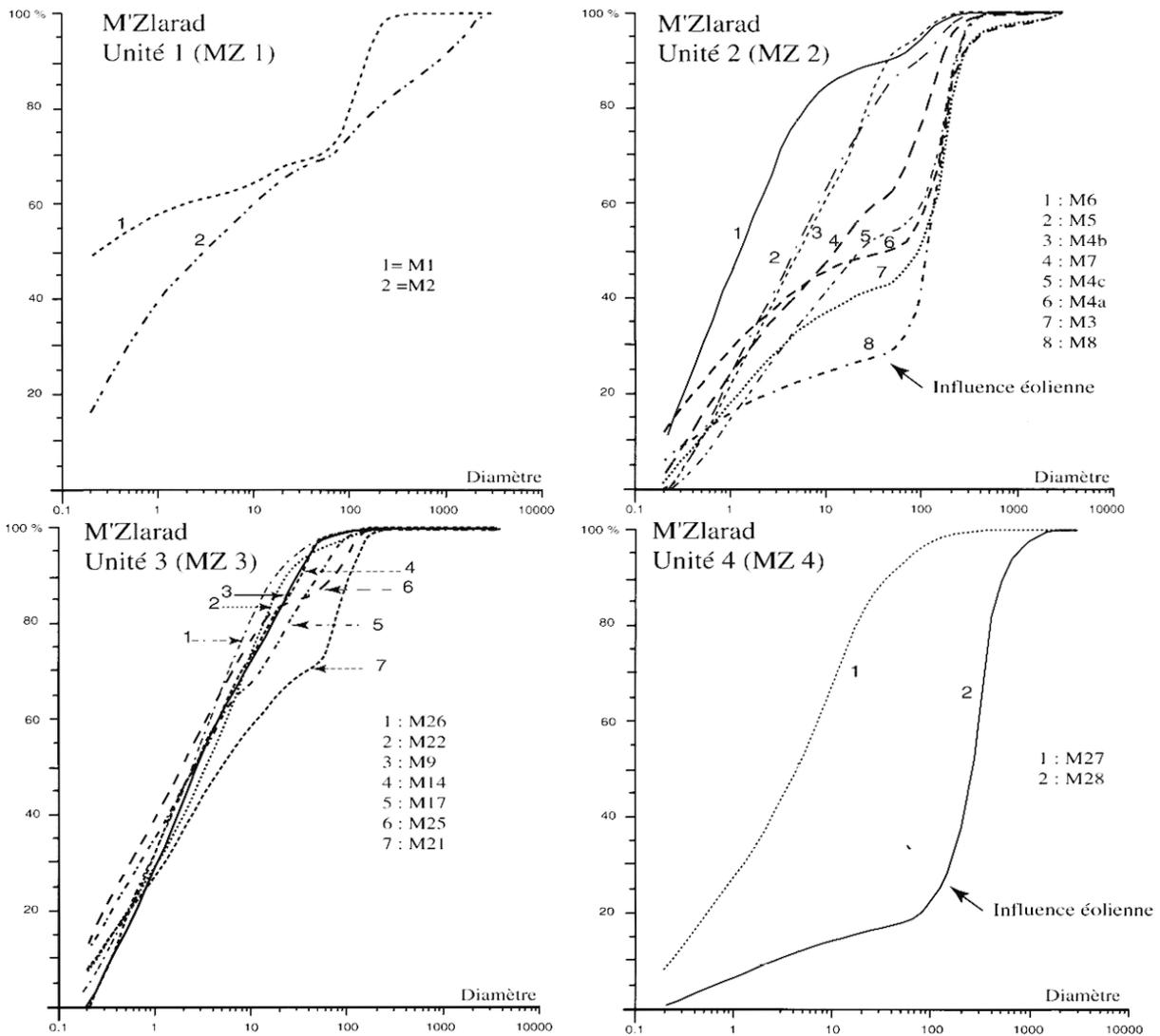
- 3c = amas travertineux à roseaux, qui se trouvent surtout à la périphérie du bassin, au sommet de l'unité 3. Dans et sur ces amas travertineux démantelés, au lieu dit Tifounassine (fig. 2), on a récolté de petits éclats lamellaires sur silex et de nombreuses coquilles de *Melanopsis*,



1. Niveau à galets, 2. Niveau limono-argileux, 3. Bancs concrétionnés, 4. Niveau hydromorphe riche en matière organique, 5. Niveau sablo-limoneux, 6. Niveau graveleux.

1. Pebbly level, 2. Silty-clay level, 3. Concretioned bank, 4. Hydromorphic level with organic matter, 5. Sandy and silty level, 6. Gravelly level.

Fig. 4 : Données sédimentologiques des coupes de la plaine de Tazoughmit.  
Fig. 4 : Sedimentological data of the outcrops of the Tazoughmit plain.



**Fig. 5 : Courbes cumulatives des sédiments de la plaine de Tazoughmit.**  
*Fig. 5 : Cumulative grain-size of Tazoughmit's sediments.*

qui ont donné un âge <sup>14</sup>C de 19 465 ± 150 ans B.P. (Gif-11 645, tab. 2).

Au niveau de l'unité 3, la fraction sableuse est peu représentée (0 à 28 %), avec une médiane qui s'abaisse entre 50 et 75 microns. Ce faible pourcentage de sables s'accompagne d'un fort taux de carbonates (fig. 4). Les fractions fines, argileuses et limoneuses, dominent largement.

**Unité 4 :**

Elle débute par une séquence très comparable à la précédente du point de vue de la texture (échantillon M27, limono-argilo-sableux, de 46 microns de médiane), mais de couleur rougeâtre, indiquant la fin des conditions hydromorphes sous eau stagnante et le rétablissement d'un drainage de plus en plus actif. L'énergie des écoulements s'amplifie en effet vers le sommet, où la sédimentation se termine par un dernier niveau graveleux qui présente des éléments d'origine proximale, encore anguleux, caractéristiques des dépôts de glaci-cône ; ces éléments sont emballés dans une matrice sableuse rouge (échantillon M28, de 200 microns de médiane). L'indice

de skewness montre que le classement est maximal du côté des sables fins pour l'unité 1 et varie entre les sables fins et les sables grossiers pour les unités 2 et 3. Les sédiments qui montrent un bon classement du côté fin sont ceux qui montrent aussi des caractères morphoscopiques éoliens. Cette tendance est confirmée par les courbes cumulatives qui montrent des redressements typiques indiquant une influence éolienne marquée au sein de

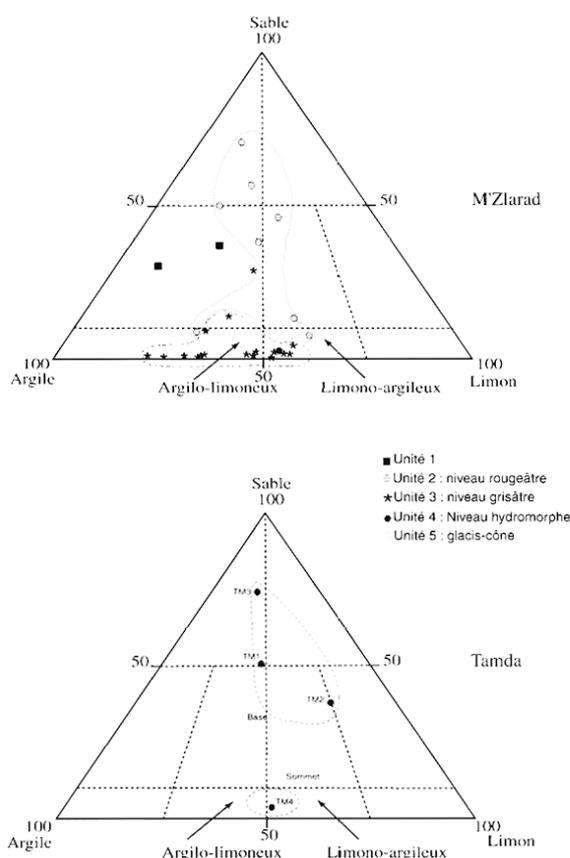


Fig. 6 : Répartition des textures au sein des formations de M'Zlarad et de Tamda.

Fig. 6 : Diagram-texture in the formations of M'Zlarad and Tamda.

faciès fluviaux (fig. 5). Le diagramme de texture (fig. 6) montre pour la formation de M'Zlarad une dominance de la fraction inférieure à 40 microns (limon et argile) dans l'ensemble, mais aussi une nette différence entre l'unité 2 et l'unité 3 : en effet, si la majorité des échantillons de l'unité 2 sont sableux, ceux de l'unité 3 sont entièrement limono-argileux ou argilo-limoneux. Ce résultat est bien visible également sur la répartition verticale des sables (fig. 4). Pour les fractions fines de l'unité 3, on note aussi la présence de deux sous-unités, l'une argilo-limoneuse, à la base, et l'autre limono-argileuse, correspondant probablement à des phases successives de décantation.

### 3.2 - LA FORMATION DE TAMDA (fig. 4)

Elle constitue le niveau morphologique principal de la plaine de Tazoughmit, sous la forme d'un glaciais-terrace bien développé à l'amont du foug de Goulmima, où il est disséqué en bad-lands par l'oued Rheris et ses affluents sur une épaisseur d'environ 6 m.

La coupe de Tamda montre que cette formation est constituée d'une nappe de galets d'environ 2 m d'épaisseur à la base, surmontée par 4 m de dépôts limoneux rouge clair ne présentant que des traces d'encroûtement diffus ; l'ensemble est emboîté dans les restes de la formation de M'Zlarad, représentés à Tamda par l'unité 2, et au sommet, à Tifounassine, par l'unité 3. Dans le détail, on observe :

#### Unité 1 :

- A la base, empilement de galets grossiers constituant de longues barres longitudinales séparées par des lits sableux. La matrice de ces galets (Tm1) est un sable limono-argileux de 164 microns de médiane, assez peu carbonaté (20 %) ;

- Au sommet (Tm2), il s'agit de limons sablo-argileux plus fins (médiane 80 microns), assez bien triés. Dans cette séquence, on a récolté des charbons de bois flottés en grande quantité, qui ont donné un âge de  $3\,540 \pm 60$  ans B.P. (Gif- 11 653, tab. 2).

Une étude anthracologique a été effectuée sur les charbons récoltés à la base de la formation de Tamda au sein d'une lentille de sables fins et datés à  $3\,510 \pm 60$  ans B.P. (Gif- 11 653). une cinquantaine de fragments carbonneux (tab. 1).

#### Unité 2 :

- A la base, des sables fins fluviaux (Tm3), de 115 microns de médiane ;

- Au sommet, des limons fins de décantation (Tm4), de 56 microns de médiane.

La proportion de grains de quartz éolisés progresse au sein de cette unité. Contrairement à la formation de M'Zlarad, la formation de Tamda montre une fraction sableuse qui reste relativement abondante, à l'exception des niveaux supérieurs où la fraction limono-argileuse domine. La médiane diminue de la base (164 microns) vers le sommet (56 microns). Les sables sont bien classés et à texture moyenne (Sk varie entre 0,76 - 0,96). Le pourcentage des ronds-mats augmente dans les niveaux supérieurs.

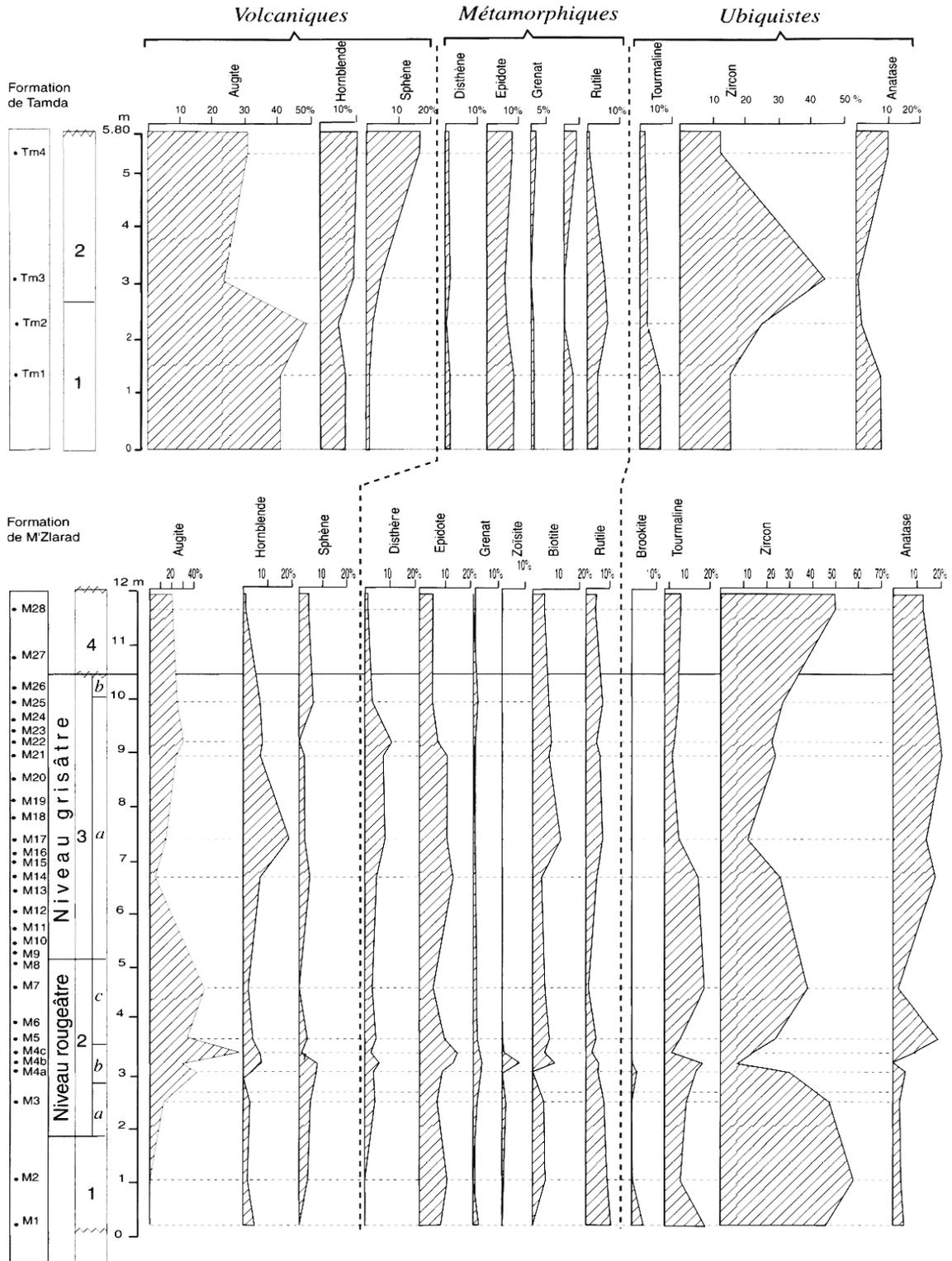
## 4 - ANALYSES COMPLÉMENTAIRES

### 4.1 - MINÉRAUX LOURDS

L'étude des minéraux lourds des formations du Pléistocène supérieur et de l'Holocène de la plaine de Tazoughmit montre la présence de 13 espèces minéralogiques (fig. 7) dans les sables ayant un diamètre compris entre 40 et 500 microns. Ces espèces peuvent indiquer 3 provenances (Parfenoff *et al.*, 1970) :

- Minéraux du volcanisme : augite, hornblende et sphène ;
- Minéraux du métamorphisme : disthène, épidote, grenat, biotite et zoïsite ;
- Minéraux ubiquistes : rutile, brookite, tourmaline, zircon et anatase.

Une étude sommaire de la géologie du bassin versant de l'oued Rheris (fig. 8), d'après les travaux de G. Dubar (1949), R. du Dresnay (1956), R. Bernasconi (1983), A. El Kochri et J. Chorowicz (1988), montre d'abord que les deux premières catégories de minéraux ne peuvent provenir que du domaine structural atlasique, donc d'apports fluviaux distaux, aux dimensions supérieures à 200 microns ; mais il n'est pas exclu que les sables fins



**Fig. 7 : Répartition des minéraux lourds des coupes de M'Zlarad et de Tamda.**

*Fig. 7 : Heavy minerals of the outcrops of M'Zlarad and Tamda.*

puissent être d'origine éolienne, et qu'ils puissent provenir de l'Anti-Atlas. Les apports proximaux sont issus de trois affluents principaux qui drainent la zone sub-atlasique (Hamada de Meski), où, en dehors des calcaires résistants (Cénomaniens, Turoniens, Sénoniens), les affleurements les plus larges et les plus érodés se trouvent dans des grès sableux et des marnes rouges (Sénonien) à l'est, des grès et marnes rouges (Crétacé inférieur continental) à l'ouest.

Vu le caractère détritico-éolien de ces sources, il est logique de corréler une bonne part des minéraux ubiquistes aux apports proximaux.

La zone atlasique du bassin versant de l'oued Rheris montre un fort contraste entre un sous-bassin occidental et un sous-bassin oriental. Le sous-bassin occidental est celui du Haut Atlas calcaire par excellence, avec des empilements de calcaires liasiens inférieurs et du Jurassique

moyen. Ce n'est que dans les boutonnières triasiques et paléozoïques, au fond de combes déprimées, que l'érosion linéaire atteint des schistes verts-micacés et des basaltes dolomitiques altérés. Les minéraux métamorphiques et volcaniques y ont leur origine principale, et même s'ils peuvent aussi être présents au sein des faciès calcaires secondaires, ils représentent bien des apports distaux.

Les faciès calcaires et dolomitiques (uniquement liasiques) sont plus rares dans le sous-bassin oriental excavé par de larges dépressions monoclinales développées dans les faciès marneux rouges du Domérien et du Toarcien. On va donc retrouver ici une forte proportion d'ubiquistes.

Au total, la configuration du bassin versant rend compte de l'importance des ubiquistes, et surtout du zircon, au sein des deux formations (fig. 7), ce que montre aussi l'indice de maturité (% des ubiquistes / % des autres minéraux), presque toujours supérieur à 1 : ceci confirme que les matériaux déposés dans la plaine de Tazoughmit proviennent surtout de la zone sub-atlasique et du sous-bassin atlasique oriental. L'indice de maturité est plus élevé en moyenne pour la formation de M'Zlarad ; dans cette formation, l'indice le plus fort (5,46) se trouve au niveau de la lentille argilo-limono-sableuse de la base de l'unité 1. Au niveau de l'unité 2, cet indice varie entre 0,42 et 2,03, puis il reste relativement constant au niveau de l'unité 3 (0,67 - 1,70), avant d'atteindre 2,84 dans l'unité 4 qui correspond à une couverture de glaciais-cône d'origine proximale.

Dans la formation de M'Zlarad, la proportion d'ubiquistes (zircon en particulier) est toujours importante, sauf dans quelques échantillons, où le pourcentage de minéraux volcaniques s'élève : la concentration de l'augite se remarque ainsi dans M4c (44 % de minéraux volcaniques), niveau à galets brisés de l'unité 2, ce qui confirme une origine distale de cet apport et peut-être aussi un événement climatique rapide (fortes pluies) sur la partie du bassin versant concernée. C'est aussi, pour une moindre part, le cas de M 17 (apport de hornblende) dans l'unité 3. Les pourcentages de minéraux issus du métamorphisme croissent en même temps que ceux du volcanisme (voir par exemple le fort apport d'épidote au niveau des unités 2 et 3) : ceci semble confirmer que les dépôts proviennent alors du sous-bassin occidental du haut Rheris, constituant des apports distaux nouveaux, apportés par des écoulements abondants et réguliers.

Si l'on applique le même raisonnement à la formation de Tamda, on voit que globalement les apports du volcanisme y sont plus abondants que dans la formation de M'Zlarad, ce qui est en accord avec le principe de sédimentation inverse : l'érosion des niveaux structuraux inférieurs paléozoïques et triasiques du haut bassin versant occidental s'accroît ; le plus fort apport de minéraux volcaniques (augite, sphène) se situe juste à la base du dépôt de l'Holocène supérieur, indiquant une érosion active dans ce haut bassin, sans oublier le remaniement de séries pléistocènes antérieures. A un moindre degré, ces pourcentages augmentent aussi vers le sommet des séries Tm2 et Tm4, alors que les médianes de granulométrie diminuent : ceci peut être interprété comme l'indice d'une décantation des apports de crues distales à Tamda.

## 4.2 - DATATIONS (tab. 2)

Deux datations  $^{14}\text{C}$  ont été effectuées sur des coquilles de *Melanopsis* préalablement traitées avec une solution d'acide chlorhydrique afin d'éliminer d'éventuelles cristallisations superficielles. L'activité  $^{14}\text{C}$  a été mesurée par comptage  $\beta$  à l'aide de compteurs proportionnels à gaz ( $\text{CO}_2$ ). Les dates sont exprimées en âges  $^{14}\text{C}$  conventionnels B.P. et ont été corrigées du fractionnement biologique (correction de  $\delta^{13}\text{C}$ , Stuiver et Pollack, 1977). Aucune correction d'effet de réservoir n'a été prise en compte, un vieillissement résultant d'un effet d'eau, dure étant peu probable pour ce type d'échantillon et pour ces conditions de formation. Néanmoins, les risques de recristallisation secondaire depuis la formation du dépôt ne peuvent être totalement écartés, aussi ces âges doivent-ils être considérés comme minimum.

## 5 - INTERPRÉTATIONS

### 5.1 - LA FORMATION DE M'ZLARAD

#### Unité 1

Les lentilles sableuses et caillouteuses peu épaisses sont caractéristiques des charges de fond des oueds intermittents du domaine semi-aride, avec des galets disposés en vrac au sein de la matrice. L'hétérométrie des galets laisse supposer une double origine, distale et proximale, de la charge de fond, ce qui sous-entend des crues importantes et une pluviosité généralisée à l'ensemble du bassin versant.

#### Unité 2

Les sables de cette unité se distinguent des autres dépôts sablo-limono-argileux correspondant aux épandages fluviaux sur le piémont, qui sont nettement majoritaires, à cause de nombreux indices d'éolisation ; comme on ignore la durée de mise en place de l'ensemble du dépôt, il est difficile d'attribuer l'origine des passées éoliennes à des périodes pluri-annuelles de sécheresse, à des sécheresses estivales renforcées, ou à des héritages. Contrairement à l'unité 1, cette unité 2 ne comporte que très peu de galets, qui ont de plus la particularité d'être fragmentés. L'influence du gel hivernal dans le bassin montagnard, qui culmine à plus de 3 000 m d'altitude, n'est pas exclue (Raynal *et al.*, 1953).

Au total, la grande épaisseur de cette unité et la faible proportion de charge grossière qui s'y trouve montre que le fonctionnement du système hydrologique a subi un changement important, avec moins de compétence, mais plus de régularité, par rapport à l'unité 1.

#### Unité 3

Cette unité est originale par sa structure et sa couleur. L'unité 3a est constituée de limons de débordement déposés par décantation. Ces caractères se confirment dans la série 3b, limon très fin bien classé, très pauvre en sables (3 %) et riche en matière organique.

Cette sous-unité (3b) indique un milieu fortement hydromorphe, à mauvais écoulement et processus de décantation, dans un environnement à couvert végétal local relativement dense.

Au total l'unité 3 montre une transformation des conditions morphodynamiques encore plus radicale que la précédente, avec des apports uniquement distaux de faible compétence, donnant des dépôts d'inondation et des dépôts palustres caractérisés par une forte mobilisation des carbonates. On peut en déduire l'existence de pluies régulières sur le Haut-Atlas, alimentant de manière soutenue les écoulements et les nappes phréatiques, et donnant des conditions hydromorphes sur le piémont. Au paroxysme de cette phase, vers 20 000 ans B.P., le comblement de la plaine à l'amont du foug de Goulmima entretient des zones palustres peu profondes, à couvert végétal dense et faible écoulement laminaire.

#### Unité 4

Au contraire, le pourcentage de sables peut atteindre 82 % au niveau de l'unité 4 de M'Zlarad, où l'on assiste à un changement radical au niveau morphodynamique.

Cette unité montre la mobilisation progressive des sols limoneux rouges sur les versants, puis des produits d'altération du substratum essentiellement calcaire à nouveau à l'affleurement. Elle indique donc le retour à des processus morphodynamiques semi-arides ou arides, avec un éclaircissement de la végétation, qui ne peut être précisée après 18 000 ans B.P.

*La formation de M'Zlarad présente donc un intérêt majeur sur ce piémont atlasique, puisqu'il s'agit du témoin local du Soltanien supérieur marocain. Bien qu'il s'agisse de dépôts alluviaux par nature discontinus dans l'espace et le temps, ils enregistrent ici assez nettement trois phases d'aggradation, avec des limons rouges inférieurs (unité 2), des dépôts à tendance palustre (unité 3) et des limons et sables rouges supérieurs (unité 4), phases déjà identifiées en d'autres secteurs du Maroc méridional et oriental (Weisrock, 1980 ; Wengler, 1993 ; Thorp *et al.*, 2002).*

#### 5.2 - LA FORMATION DE TAMDA

La formation de Tamda nettement plus sableuse que celle de M'Zlarad est le témoin d'une phase de crues de l'oued Rheris sous des conditions climatiques d'abord assez similaires aux actuelles, puis probablement plus humides, avec des pluies plus régulières qu'aujourd'hui.

Les caractéristiques floristiques indiscutables, des charbons analysés dans l'unité montrent que nous sommes en présence d'un assemblage semi-aride : la brousse à Olivier-Pistachier, qui est cantonnée aux sols lourds et argileux. Ce peut-être soit le témoin de la végétation développée sur les épandages alluviaux eux-mêmes, soit celui de la végétation du bassin versant : les caractères sédimentologiques du dépôt vont plutôt dans le sens de bois flottés lors des crues (il ne s'agit pas d'un foyer local). Dans cette hypothèse, l'étage semi-aride serait celui du bassin atlasique du Rheris, tandis que des conditions plus arides affectaient le piémont, à l'image de la situation actuelle. La présence probable d'un Génévrier pourrait aller dans ce sens, mais l'identification spécifique n'est pas possible, pour savoir si on a affaire à un génévrier thurifère. L'abondance relative des charbons à ce niveau pourrait aussi être un indice de déforestation dans le bassin ver-

sant, induisant une érosion accrue ; des cas semblables sont identifiés dans le Moyen Atlas (Lamb *et al.*, 1999) et dans l'Oriental (Wengler *et al.*, 1994 ; Wengler, 1995). La présence humaine dans les hautes vallées du Haut Atlas est en effet attestée avant 3 000 et même 4 000 ans B.P. (Malhomme, 1959 ; Chenorkian, 1995). Mais on ignore précisément ce qu'il en est pour les hautes vallées du Rheris.

#### 6 - DISCUSSION

La dynamique de mise en place des deux formations sédimentaires du piémont de Tazoughmit étudiées ici varie à la fois de l'une à l'autre et d'une unité à l'autre au sein de chaque formation.

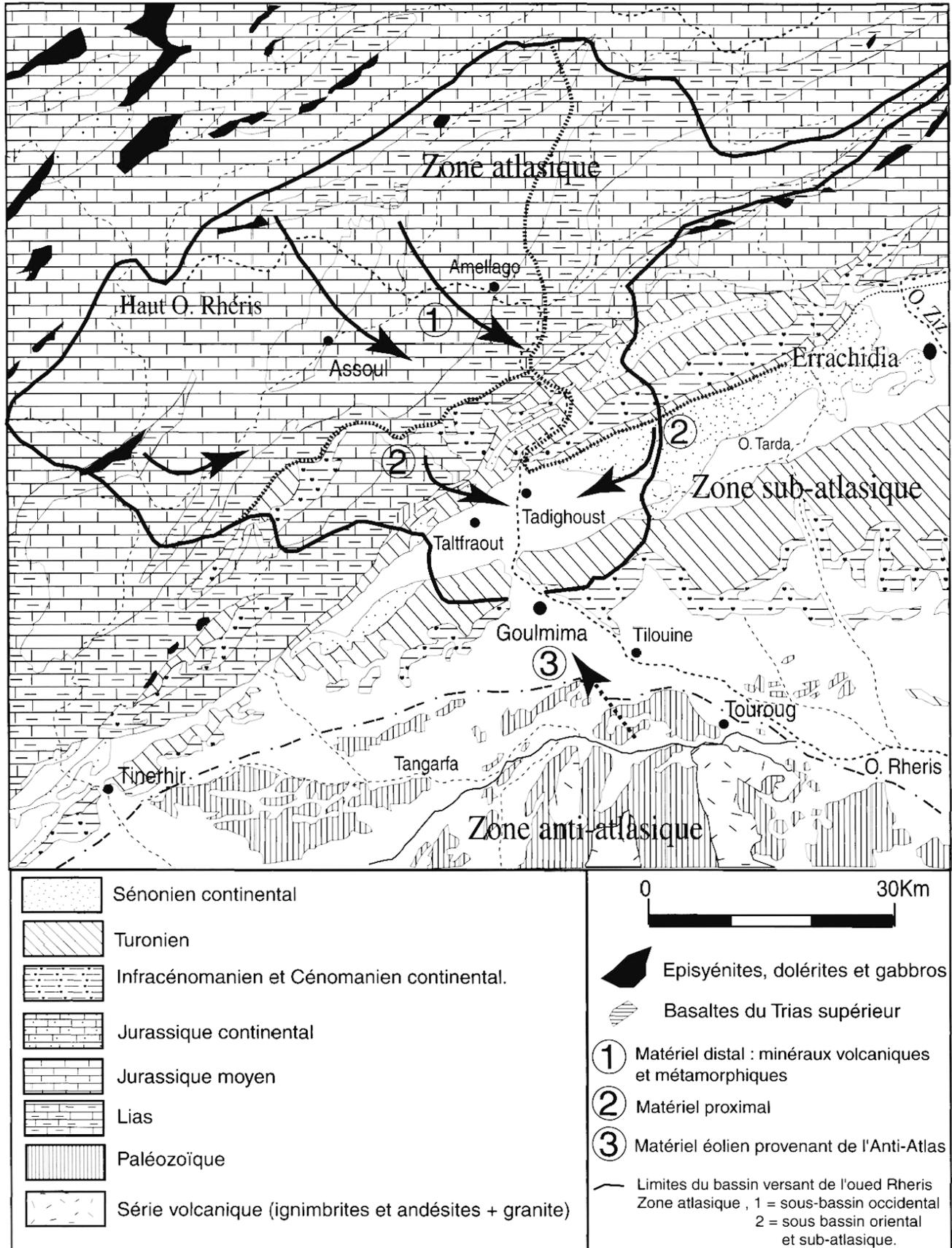
Dans la formation de M'Zlarad, la haute énergie de la base (nappe de galets) passe rapidement à une sédimentation de plus en plus faible énergie vers le sommet, la couverture terminale de glacis-cône exclue. L'apport de sédiments fins et l'augmentation des limons et des argiles, de même que celle des minéraux lourds hérités de formations volcaniques et métamorphiques, surtout dans l'unité 3, confirment une *origine distale*, avec sans doute des précipitations un peu plus importantes et mieux réparties qu'aujourd'hui. Il est clair que la sédimentation devient à un moment donné palustre, avec des faciès déposés sous une couche d'eau peu profonde, très riches en débris de matières organiques (sous-unité 3b) et des faciès latéraux travertineux (3c), témoins de la présence d'eaux chargées en carbonate issus de la dissolution active des calcaires à l'amont, ce qui sous-entend aussi la présence de nappes phréatiques, bien alimentées au sein des dépôts antérieurs : les unités 1, 2, 3a montrent en effet de nombreuses traces d'hydromorphie (changements de couleur dus à la réduction), et certaines accumulations carbonatées, comme les cimentations phréatiques dans les lentilles de galets, témoignent de conditions plus humides. Il est remarquable que les autres données sédimentologiques aillent dans le même sens : indices de gel dans le haut bassin avec des galets fragmentés, indices de provenance du matériel du même haut bassin. D'après la première datation obtenue, *cette période, humide sur le piémont, froide en montagne, se place autour de 20 000 ans B.P.*

La présence d'une nouvelle phase de sédimentation proximale de glacis-cône, complètement différente, au sommet de la formation de M'Zlarad, traduit un changement des processus morphodynamiques, avec un retour de conditions de type semi-aride à aride. Cette phase met fin aux processus d'aggradation à matériel fin sur le piémont ; dans l'état actuel des recherches, on ne peut la corréler avec celle du dépôt du second cône de l'oued Rheris situé à l'aval de Goulmima, dont l'unité supérieure sablo-limoneuse blanchâtre, très étendue et contenant des *Melanopsis*, est datée à  $12\,345 \pm 110$  ans B.P.

La formation de Tamda est une accumulation de l'Holocène récent, beaucoup plus rapide, générée par des crues de type torrentiel dans le bassin versant du Rheris et accompagnée d'épandages épais de matériaux à décroissance granulométrique rapide dans le temps et dans l'es-

pace, autant d'indicateurs de climat semi-aride dans le bassin et probablement déjà aride sur le piémont, ce que suggèrent aussi les analyses minéralogiques et anthra-

cologiques. Ces caractéristiques morphoclimatiques ont encore évolué vers l'aridité depuis le dépôt, puisque cette formation est aujourd'hui disséquée en bad-lands.

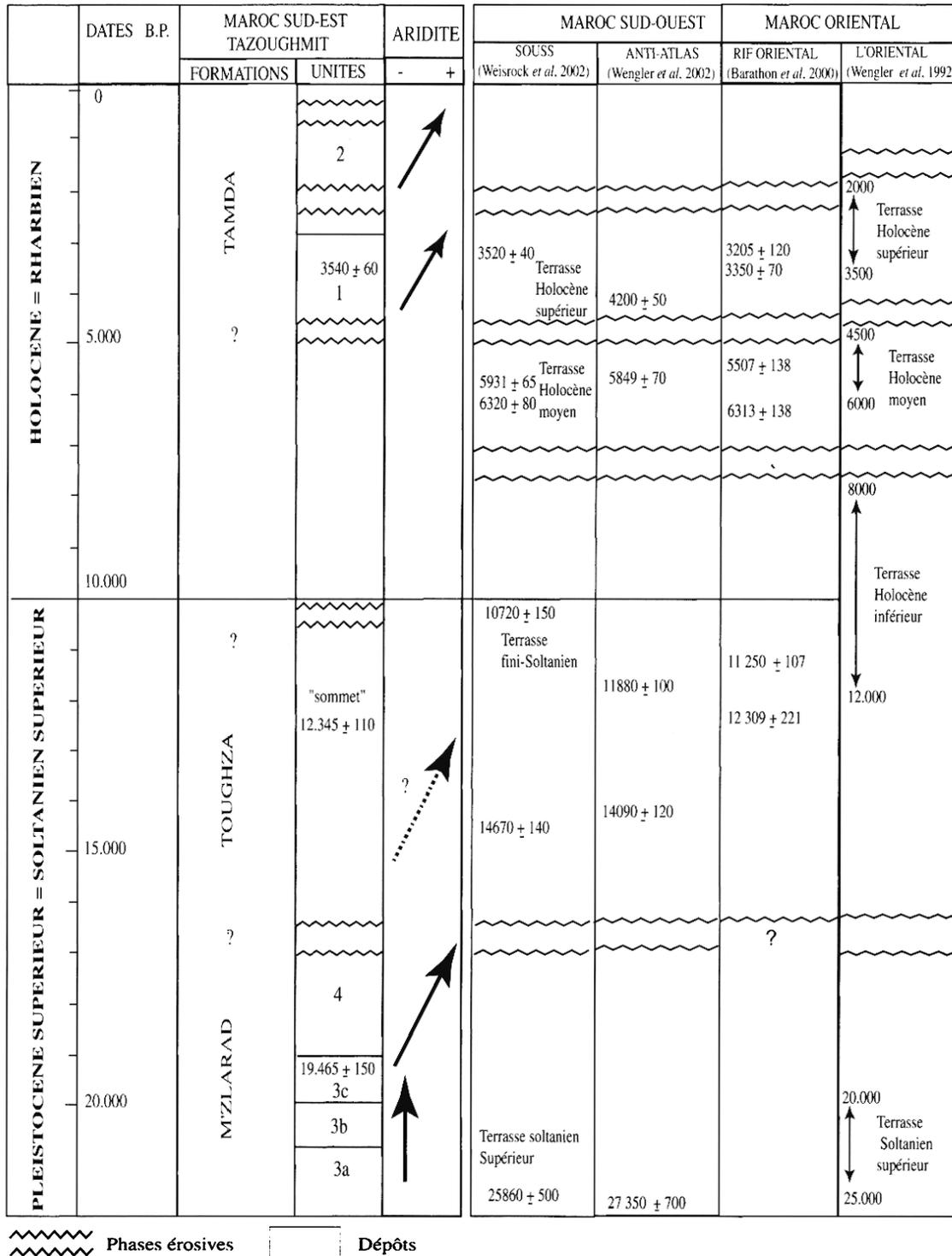


**Fig. 8 : Origine du matériel des sédiments de la plaine de Tazoughmit.**  
 Fig. 8 : Origin of the sedimentary material of the plain of Tazoughmit.

**7 - CONCLUSIONS : PLACE DES FORMATIONS DE TAZOUGHMIT DANS LE CONTEXTE CHRONO-CLIMATIQUE DU MAROC (tab. 3)**

La mise en place des dépôts du Pléistocène supérieur de la plaine de Tazoughmit débute par un apport de forte énergie de l'oued Rheris avec de puissantes nappes de galets. Cette dynamique diminue d'intensité vers le sommet, comme en témoignent les dépôts de plus en plus

fins où se mêlent les apports fluviaux et éoliens, soit saisonnièrement, soit à une autre échelle de temps. Le fait le plus important et nouveau est la mise en évidence sur ce piémont d'une sédimentation de texture limono-argileuse traduisant le phénomène de décantation en milieu fluvio-palustre, avec une végétation probablement couvrante, correspondant à une phase humide avec des précipitations plus abondantes et mieux réparties qu'aujourd'hui. Nous retrouvons ici l'existence de la période biostasique humide située entre 22 000 et 18 000 ans B.P., identifiée au



**Tab. 3 : Les formations de Tazoughmit dans le contexte climato-chronologique du Maroc.**  
 Tab. 3 : The formations of Tazoughmit in the climatic and chronologic framework of Morocco.

Maroc atlantique méridional (Weisrock, 1980 ; Weisrock *et al.*, 1985, 1994) comme au Maroc oriental, où elle paraît toutefois un peu plus ancienne (Wengler, 1993), étendue à l'ensemble du Maghreb (Rognon, 1987 ; Brun, 1989), mais plus ou moins contestée jusqu'à présent, faute de données probantes, au Maroc méridional continental (Littmann et Schmidt, 1989). Cette phase d'aggradation fine est recouverte en discordance par un épannage de glaci-cône détritique qui indique une morphogénèse active sous climat semi-aride ou aride, avec un retour des apports proximaux. Mais on ignore encore quand se place cette aridification, après 18 000 ans B.P. En première hypothèse, la formation de Toughza, (cône aval du Rheris) datée à  $12\ 345 \pm 110$  ans B.P., pourrait correspondre à cet épisode. De tels glaci-cônes colluviaux « tardi-soltaniens » existent bien au Maroc sud-occidental (Weisrock, 1980 ; Weisrock *et al.*, 2002), et même sur le versant saharien de l'Anti-Atlas, plus au sud (Wengler *et al.*, 2002). Au Maroc oriental, la phase aride fini-soltanienne voit l'érosion mobiliser le matériel des versants, ce qui correspond à l'instauration d'un régime irrégulier de précipitations, avec de violentes pluies associées à des périodes de sécheresse (Wengler *et al.*, 1998). Les nouvelles accumulations précèdent une incision linéaire majeure du réseau hydrographique, que l'on observe ici également. Cette incision intervient avant la mise en place des premiers dépôts attribués à l'Holocène, sans qu'on puisse la dater encore plus précisément. Les archives fluviales du Pléistocène supérieur sur le piémont de Tazoughmit ne représentent pas un enregistrement continu des phénomènes climatiques en fonction du temps : chaque élément dans chaque unité a pu être mis en place durant une période plus ou moins humide ou plus ou moins aride (Wengler *et al.*, 1992), ce qu'il conviendra de préciser ; il est clair cependant que la période 22 000 - 18 000 B.P. était plus humide ; la succession des phases climatiques repérées ici en fonction des différentes unités morphostratigraphiques observées ne diffère pas sensiblement de celles du Haut Atlas occidental (Weisrock, 1980 ; Weisrock *et al.*, 1985 ; Bhiry *et al.*, 1989) ou de l'Anti-Atlas occidental (Wengler *et al.*, 2002). Un forçage climatique commun (recrudescence du passage des perturbations atlantiques sur le Maghreb au moment du maximum glaciaire européen) sur ces régions méridionales du Maroc a donc bien été déterminant pour leur mise en place (Rognon, 1987 ; Rognon et Coudé-Gaussen, 1996), comme pour leur conservation par la suite.

L'histoire holocène du piémont de Tazoughmit est encore loin d'être connue. Alors qu'en d'autres régions sub-arides du Maroc, la terrasse holocène majeure est celle de l'Holocène inférieur ou celle de l'Holocène moyen (Weisrock *et al.*, 1991 ; Wengler, 1993), la terrasse principale de l'oued Rheris à Tamda est celle de l'Holocène supérieur, ce qui correspond à ce que l'on connaît en Algérie et en Tunisie (Wengler, 1995). Ceci va dans le sens de l'influence d'un épisode climatique commun plutôt que vers le résultat d'une activité anthropique accrue dans les vallées haut-atlasiennes.

## REMERCIEMENTS

Cette recherche a pu être effectuée grâce au programme PROTARS II (P2T3/13) du Ministère de l'Enseignement supérieur et du centre National de Coordination et de Planification de la Recherche Scientifique et Technique (CNCPRST) du Royaume du Maroc. L'analyse de certaines coupes a été effectuée au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris au Laboratoire de l'Institut de Paléontologie Humaine, sous la direction du Professeur Henry de Lumley.

## BIBLIOGRAPHIE

- BARATHON, J.-J., EL ABASSI, H., LECHEVALIER, C., MALEK, F. et JOLLY-SAAD, M.-C., 2000 - Mise au point sur les formations holocènes dans le Rif oriental, Maroc, *Géomorphologie*, 4, 221-238.
- BERNASCONI, R., 1983 - *Géologie du Haut Atlas de Rich, Maroc*. Thèse, Univ. Neuchâtel, 106 p.
- BHIRY, N., ROGNON, P. & OCCHIETTI, S., 1989 - Origine et diagenèse des sédiments quaternaires de la vallée moyenne du Souss. *Sciences Géologiques*, Strasbourg, 84, 135-144.
- BOUDAD, L., KABIRI, L., KRIMOU, A., DELAUNE, M., EL MAATAOUI, M. & OUFNI, L., 2001 a - Signification dynamique et climatique des formations fluviales de la plaine de Tazoughmit (Goulmima, Maroc). *16<sup>ème</sup> colloque des bassins sédimentaires marocains*, Meknès, 28-30 Sept. 2001, pre-prints, 158-160.
- BOUDAD, L., KABIRI, L., DELAUNE, M., KRIMOU, A. & EL MAATAOUI, M., 2001 b - Les formations quaternaires continentales du Sud-Est marocain. In : *1<sup>ère</sup> rencontre des quaternaristes marocains*, Rabat, 1-2 Nov. 2001, pre-prints, 3-4.
- BRUN, A., 1989 - Microfiores et paléovégétation en Afrique du Nord depuis 30 000 ans. *Bulletin Société Géologie France*, Paris, 8 (V-1), 25-33.
- CHENORKIAN, R., 1995 - Le vestige archéologique *gravure rupes-tre* : étude et interprétation. *L'Homme méditerranéen, mélanges offerts à Gabriel Camps*, LAPMO, Aix-en-Provence, 157-178.
- DUBAR, G., 1949 - Carte géologique provisoire du Haut-Atlas de Midelt. Notice explicative. *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, Rabat, 59 bis, 60 p.
- DU DRESNAY, R., 1956 - Contribution à l'étude de la série détritico jurassico-crétacée dans le Haut Atlas oriental. *Notes du Service géologique du Maroc*, Rabat, 14 (133), 9-32.
- DUTOUR, A., 1983 - *Etude géomorphologique de la partie occidentale de la haute Moulouya (Maroc)*. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Université Poitiers.
- EL KOCHRI, A. & CHOROWICZ, J., 1988 - Tectonique synsédimentaire et style éjectif dans la couverture mésozoïque du Haut Atlas oriental, Maroc. Exemple de la boutonnière de Mougueur. *Bulletin Société Géologie France*, Paris, 8 (IV-4), 541-550.
- JOLY, F., 1962 - Etude sur le relief du sud-est marocain. *Travaux de l'Institut Scientifique Chérifien, série géographie physique*, 10, Rabat, 578 p.
- KRIMOU, A., 1994 - *Etude géomorphologique de la région de Goulmima-Tadighoust*. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Rabat, 217 p.
- LAMB, H., ROBERTS, N., LENG, M., BARKER, P., BENKADDOUR, A. & VAN DER KAARS, S., 1999 - Lake evolution in a semi-arid montane environment : responses to catchment change and hydroclimatic variation. *Journal of Paleolimnology*, 21, 325-343.
- LEFEVRE, D., 1985 - *Les formations Plio-Pléistocènes de Ksabi (Moyenne Moulouya, Maroc)*. Thèse Université Bordeaux I, 243 p.
- LITTMANN, T. & SCHMIDT, K.-H., 1989 - The response of different relief units to climatic change in arid environment (Southern Morocco). *Catena* 16, 343-355.
- MALHOMME, J., 1959 et 1961 - *Corpus des gravures rupestres du Grand Atlas*. Publ. du Service des Antiquités du Maroc, Rabat, 13 et 14.

- PARFENOFF, A., POMEROL, Ch. & TOURENC, G., 1970** - *Les minéraux en grains. Méthode d'étude et détermination*. Masson, Paris, 578 p.
- RAYNAL, R., DRESCH, J. & JOLY, F., 1953** - Deux exemples régionaux de glaciation quaternaire au Maroc : Haut Atlas oriental et Moyen Atlas septentrional. *Actes IV<sup>e</sup> Congr. Intern. du Quaternaire*, Rome-Pise, 10 p.
- ROGNON, P., 1987** - Late Quaternary climatic reconstruction for the Maghreb (North Africa). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 58, 11-34.
- ROGNON, P. & COUDE-GAUSSEN, G., 1996** - Changements dans les circulations atmosphériques et océaniques à la latitude des Canaries et du Maroc entre les stades isotopiques 2 et 1. *Quaternaire*, 7, 197-206.
- STUIVER et POLLACK, 1977** - Radiocarbon, discussion Reporting 14C Data, *Radiocarbon*, 19, 355-363.
- THORP, M., GLANVILLE, P., STOKES, S. & BAILEY, R., 2002** - Preliminary optical and radiocarbon age determinations for Upper Pleistocene alluvial sediments in the southern Anti-Atlas Mountains, Morocco. *C.R. Geosciences*, 334, 903-908.
- WEISROCK, A., 1980** - *Géomorphologie et paléoenvironnements de l'Atlas atlantique, Maroc*. Thèse de doctorat d'état es-lettres, Univ. Paris 1, 931 p., et *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, Rabat, 1993, 332-486.
- WEISROCK, A., ADELE, B., CHARIF, A. & TANNOUCH-BENNANI, S., 2002** - Dunes littorales et dunes continentales au Maroc atlantique semi-aride (29°-30° N), du Pléistocène supérieur à l'Actuel. *Revista Cuaternario y geomorfologia*, Madrid, 16, 43-56.
- WEISROCK, A., DELIBRIAS, G., ROGNON, P. et COUDÉ-GAUSSEN, G., 1985** - Variations climatiques et morphogenèse au Maroc atlantique (30-33°N) à la limite Pléistocène-Holocène. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (8), t. I, n°4, 565-569.
- WEISROCK, A., FONTUGNE, M. & OUAMMOU, A., 1994** - Le Soltanien supérieur de l'oued Tamdroust (Province de Tiznit, Maroc). *Revue de Géographie du Maroc*, Rabat, 16 (1-2), 351-372.
- WEISROCK, A., OUAMMOU A. & AÏT HSSAÏNE, A., 1991** - Erosion et sédimentation dans les oueds du Sud-Ouest marocain à l'Holocène. *Physio-Géo*, Paris, 22/23, 95-100.
- WENGLER, L., 1993** - *Cultures préhistoriques et formations quaternaires au Maroc oriental. Relations entre comportements et paléoenvironnement au Paléolithique moyen*. Thèse de doctorat d'état es-sciences, Univ. Bordeaux 1, 1433 p.
- WENGLER, L., 1995** - Dégénération ou modification du milieu au Maghreb durant l'Holocène : causes anthropiques ou naturelles ? *XV<sup>e</sup> Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*. Edit. APDCA, Juan-les-Pins, 315-329.
- WENGLER, L., DELEBRIAS, G., EVIN, J. & FONTUGNE, M., 1998** - Datations par le radiocarbone des cultures préhistoriques en relation avec l'environnement dans l'Est du Maroc. In : *<sup>14</sup>C et Archéologie*, 3<sup>e</sup> Congrès internat., avril 1998, Lyon, *Revue d'Archéométrie* n. sp. et mém. *Société Préhistorique Française*, 26, 371-379.
- WENGLER, L., VERNET, J.-L., BALLOUCHE, A., DAMBLON, F. & MICHEL, P., 1992** - Signification des paléomilieux et évolution du climat au Maghreb. Le Maroc oriental au Pléistocène récent. In : J.-L. Vernet, *Les charbons de bois, les anciens écosystèmes et le rôle de l'homme*, coll. int. Montpellier, sept. 1991. *Bulletin Société Botanique France*, 139, 507-529.
- WENGLER, L., VERNET, J.-L. & MICHEL, P., 1994** - Evénements et chronologie de l'Holocène en milieu continental au Maghreb. Les données du Maroc oriental. *Quaternaire*, 5, 3-4, 119-134.
- WENGLER, L., WEISROCK, A., BROCHIER, J.-E., BRUGAL, J.-P., FONTUGNE, M., MAGNIN, F., MATHIEU, J., MERCIER, N., OUAMMOU, A., REYSS, J.-L., SENEGAS, F., VALLADAS, H. & WAHL, L., 2002** - Enregistrement fluvial et paléoenvironnement au Pléistocène supérieur sur la bordure méridionale atlantique de l'Anti-Atlas (oued Asaka, SO marocain). *Quaternaire*, vol. 13, n° 3-4, 179-192.