



# EXCURSION AFEQ-AMEQ 2010

## **Livret - Guide**

Coordonné par

**L. BOUDAD et A. WEISROCK,**  
avec la collaboration de  
**A.AIT HSSAINE, L. CHAKIR, S. OCCHIETTI,**  
**A OUAMMOU et M. BOUAJAJA**



## **LE QUATERNAIRE DU MAROC SEMI-ARIDE DANS LA REGION D'AGADIR**

Agadir 13, 14, 15 Mai 2010



**Cliché de couverture :**

*Fig. Intro -1 /1-6-3 : Dunes post-ouliennes d'Igrane n'Imksaoun, Tamri (cf. aussi J1 – Arrêt 6) (L.B., Février 2010)*

**COMITE D'ORGANISATION :**

**Coordinateurs :**

**BOUDAD Larbi** (Professeur, FST– Maroc)

**LIMONDIN-LOUZOUET Nicole** (Directrice de recherches, CNRS – France)

**Membres :**

**AARAB Mohammed** (Professeur, FST Errachidia – Maroc)

**AIT HSSAINE Ali** (Professeur, FLSH, Agadir – Maroc)

**BOUAJAJA M'hamed** (Professeur, FLSH, Agadir – Maroc)

**CHAKIR Lahoucine** (Professeur, FLSH, Agadir – Maroc)

**OCCHIETTI Serge** (Professeur, Univ. Nancy 2, France)

**OUAMMOU Abderrahmane** (Professeur, FLSH, Agadir – Maroc)

**OUJAA Aïcha** (Professeur, INSAP, Rabat - Maroc)

**WEISROCK André** (Professeur émérite, Univ. Nancy 2, chercheur associé au MNHN Paris, France)

## **AVANT PROPOS ET REMERCIEMENTS**

L'Association Française pour l'Etude du Quaternaire (AFEQ) organise tous les deux ans un colloque international « Q » et chaque année une excursion dans une région française. Depuis quelques années, L'AFEQ a élargi son champ d'application au bassin méditerranéen et a ainsi organisé son excursion 2008 en Espagne.

Grâce à une collaboration étroite entre certains membres de l'AFEQ et différents chercheurs marocains, ainsi qu'entre les responsables des deux associations, AFEQ et AMEQ, il a été décidé d'organiser en 2010 une excursion commune au Maroc.

Le Maroc est bien connu pour sa grande richesse géologique et géomorphologique. Les formations quaternaires y sont particulièrement abondantes et variées. Le choix du lieu de l'excursion était donc très difficile au départ : une vue globale des longues séquences les plus complètes à Casablanca et Rabat aurait nécessité plusieurs jours, et une semaine avec Agadir en plus. Après réflexion et discussion entre les membres de l'AFEQ et de l'AMEQ, le choix s'est porté sur Agadir pour la diversité et l'originalité de ses formations quaternaires et aussi pour des raisons pratiques : excursion de 3 jours, bonne logistique et disponibilité des chercheurs de la région pour l'encadrement et l'organisation de cette manifestation scientifique.

Le comité d'organisation tient à remercier toutes celles et ceux qui ont participé à l'organisation de cette manifestation scientifique.

Le comité d'organisation présente ses vifs remerciements et exprime sa profonde reconnaissance à MM.:

- **Mohammed Zhaer BEN ABDELLAH**, Président de l'Université Moulay Ismail (UMI, Meknès)
- **Mustapha DERRAZ**, Vice Président Chargé des Affaires Académiques et du Développement Universitaire (UMI, Meknès)
- **Abdellah EL MANSOUR** : Doyen par Intérim à la Faculté des Sciences et Techniques d'Errachidia (UMI, Errachidia)
- **Ahmed SABIR** , Doyen de la Faculté des Lettres et des Sciences Humaines (UIZ, Agadir)

Pour leur soutien à la réalisation de cette manifestation scientifique.

Enfin nous remercions tous les participants qui se sont déplacés jusqu'à Agadir afin d'apporter leur contribution et enrichir le débat sur le Quaternaire marocain en général et celui de la région d'Agadir en particulier.

## **PROGRAMME**

**Mercredi 12 Mai 2010**

**Accueil des participants au COS-ONE à partir de 17h**

Boulevard Cheikh Saadi, 80005 Agadir

**19h : Conférence introductive : « *Le Quaternaire marin de la région d'Agadir* par le Professeur A. Weisrock**

**Jeudi 13 Mai 2010 :**

**J1 : LE QUATERNAIRE MARIN ENTRE AGADIR ET CAP GHIR**

**Arrêt N°1 :** Agadir Kasba = Agadir Oufella

Présentation de l'excursion par :

- **P. Antoine / N. Limondin** Présidents de l'AFEQ
- **L. Boudad / A. Oujaa** : Présidents de l'AMEQ

Coup d'œil sur le cadre géomorphologique (**A. Weisrock**)

**Arrêt N°2 :** Agadir – Founti : UMS 3 et 2 d'Agadir

(**A. Weisrock**)

**Arrêt N°3 :** Tamraght rive droite, Igouram , le complexe « Ouljien » , stade isotopique 5

(**A. Weisrock**)

**Déjeuner à l'hôtel-restaurant « Littoral » à Aourir Tamraght**

**Arrêt N°4 :** Assif Lamahyene : un paléorivage agadirien ? SI 7 ou 9

(**A. Weisrock**)

(**B.**)

**Arrêt N°5a :** Les grottes du Cap Ghir

(**A. Ouammou et M. Bouajaja**)

**Arrêt N°5b :** Cap Ghir, Tigouramine : étagement des paléorivages quaternaires ; « Ouljien » du cap

(**A. Weisrock**)

**Arrêt N°6 :** Oued Tamri, rive gauche, Igrane n'Imksaouene : le complexe post-ouljien , SI 4,3 et 2.

(**A. Weisrock et A. Ouammou**)

**Vendredi 14 Mai 2010**

**J2 : GEODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE DE LA CHAÎNE ATLASIQUE. GENESE ET  
DATATION DES TRAVERTINS DE CASCADE**

**Arrêt N°1** : Tamzergout, introduction à la morphodynamique plio-quaternaire de l'Atlas atlantique  
(*A. Weisrock, A. Aït Hssaine*)

**Arrêt N°2** : Tarhat n'Annkerim, surrection quaternaire et incision linéaire de l'Atlas atlantique (*A. Weisrock*)

**Arrêt N°3** : Tamarout, les travertins des grandes cascades d'Imouzzer-Ida Ou Tanane  
(*L. Boudad et A. Weisrock*)

**Déjeuner à l'hôtel-restaurant « des Cascades » à Imouzzer**

**Arrêt N°4** : Imouzzer-Ida Ou Tanane, « Dou l'Hôtel » : datation des travertins de cascade  
(*A. Weisrock et L. Boudad*)

**Arrêt N°5** : Imouzzer-Ida Ou Tanane, ancienne école : complexe travertineux ancien  
(*A. Weisrock et L. Boudad*)

**ASSEMBLEE GENERALE DE L'AFEQ : VENDREDI SOIR AU COS-ONE**

**Samedi 15 Mai 2010**

**J3 : EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE**

**Arrêt N°1** : Agadir-Ighil Ou Derdour : Pliocène marin et Moghrébien  
(*A. Weisrock*)

**Arrêt N°2** : Tagant n' Amskroud : formations superficielles des cônes anciens  
(*Aït Hssaine et L. Chakir*)

**Arrêt N°3** : Dkhila : Paléonappes alluviales de l'oued Issen  
(*A. Aït Hssaine*)

**Arrêt N°4** : Oued Beni m'Hamed : genèse des cônes de piedmont (*L. Chakir*)

**Déjeuner au restaurant « Jnane Soussia » à Taroudant**

**Arrêt N°5** : Oued l'Ouaar, el Hamer : Pléistocène supérieur-Holocène fluviatile et éolien  
(*A. Aït Hssaine, L. Chakir*)

**Arrêt N°6** : Oued l'Ouaar, Koudiat el Aricha : Pléistocène supérieur-Holocène fluviatile,  
suite  
(*A. Aït Hssaine*)

# INTRODUCTION

**QUATERNAIRE DU MAROC ATLANTIQUE,**  
**QUATERNAIRE DE L'ATLAS ATLANTIQUE**

Dès les années 1950 grâce à des sites majeurs comme la carrière de Sidi Abderrahmane à Casablanca et plus tard les coupes d'Agadir, le Maroc a vu l'établissement d'une chronostratigraphie classique du Quaternaire qui fait toujours référence.

Cette stratigraphie du Quaternaire marocain, aussi bien continentale que marine, doit cependant aujourd'hui être révisée et replacée dans le cadre des données globales. La création de l'AMEQ (Association Marocaine pour l'Etude du Quaternaire) en 2002 et l'organisation d'une rencontre biannuelle (Rencontre des Quaternaristes Marocains, RQM), viennent ainsi diffuser les données scientifiques nouvelles des différents chercheurs et élargir le débat sur les questions de chronologie, de néotectonique, de paléoclimatologie et paléoenvironnements. L'excursion de Mai 2010 à AGADIR présente les résultats acquis récemment dans la région, qui enrichissent des connaissances capitales pour l'Afrique du Nord et l'Atlantique centre-oriental.

**Quelques données de base (non-exhaustives) sur le Quaternaire du Maroc et tableaux chrono-stratigraphiques sur la région d'Agadir.**

Les recherches sur les formations plio-pléistocènes du Maroc ont débuté dès le XIX<sup>e</sup> siècle et se sont accélérées dans la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle pour aboutir en 1956, à la première classification synthétique du Quaternaire continental : « *essai de classification du Quaternaire continental marocain* » publié par un groupe de géologues et de géomorphologues sous la direction de G. Choubert. Ce travail a été complété dès 1958 par l'« *essai de classification du Quaternaire marin du Maroc atlantique* » de P. Biberson. Ces deux classifications furent les références incontournables des nombreuses études suivantes sur le Quaternaire marocain et même maghrébin. Puis de nouvelles observations et de nouvelles synthèses ont vu le jour. On en trouvera un bref raccourci à travers les documents ci-dessous.

## 1° Données de base sur la chronostratigraphie du Maroc

### Corrélations classique entre les stratigraphes continentale et marine du Quaternaire marocain\*

STRATIGRAPHIE CONTINENTALE		STRATIGRAPHIE MARINE	
Corrélation avec la stratigraphie alpine	Niveaux pluviaux		
Episode frais( ?) Post-Flandrien Non défini	Rharbien		
		Mellahien	Versilien (Flandrien)
Würm récent ?	Soltanien		
		Ouljien	Néotyrrhénien ? (= interstade Würm I-II? ou Riss-Würm?)
Würm I ?	Pré-Soltanien ?		
		Rabatien-Harounien	Eutyrrhénien ? (= Interglaciaire Riss- Würm ou interstade Riss ?)
Riss	Tensiftien		
		Anfatien	Paléotyrrhénien (interglaciaire Mindel- Riss)
Mindel	Amirien		
		Maarifien	Sicilien (Sicilien II ?, Milazzien ?)
Günz	Salétien		
		Messaoudien	Calabien ? Sicilien I ?
Danube II ?	Régréguien		
		Pas de transgression	
Danube I ?	Moulouyen		

\* point d'interrogation = pas d'accord explicite ou divergence entre les auteurs

*Tableau Intro -1 : Nomenclature et corrélations classiques du Quaternaire marocain, ajouter : tiré de (Beaudet, 1971*

LITTORAL		CONTINENT				PALEO-CLIMATS	PREHISTOIRE					
CHRONOLOGIE		Géologie-Morphol.		CHRONOLOGIE		FRAIS CHAUD SEC HUMIDE						
GEOLOGIE MORPHOLOGIE		MOULOUYA		Pédologie								
▽		CASABLANCA		Casablanca								
		MESETA		Meseta		↔						
HOL.	Dune	Mellahien	Remaniements superficiels locaux	All. limoneuses creusement	soils lessivés peu évolués	Rharbien	Neol.					
	Dépôts d'estuaire		Déflation	Sables beiges			III	Paléo. sup				
	Dépôts de plage		Colluvions				soils lessivés peu évolués	II-III				
	Calcaires roses							II				
	Remplissage des grottes		27-30000 BP	Colluvionnements	Alluvions Fx, puis Glacis G1				SOLTANIEN			
			Dunes	Erosion						I-II		
	Rivage Formation des grottes		75000 BP	Colluvionnements				Soils less peu évol.		Alluvion jaune	I	
	Dunes		=100000 BP	Erosion								
	Rivage		Ouljien moyen				CREUSEMENT	SOL ROUGE		hydrom. grise	INTER TENSIFTIEN	
	Creusement de grottes									sol rouge	SOLTANIEN	
Complexe dunaire avec 2 (rivage local)	Harounien du Nord 14 5000 BP	OULJIE INE.	Croûtes clac. pulv. et démant. des reliefs	Gypsoarête			TENSIFTIEN II					
			Erosion	Glacis G Alluvions Fw2			= Présoltanien					
Sols bruns calc. intercalés loc.	Harounien du Sud 260000 BP			CREUSEMENT		hydrom. grise	I-II					
Rivage						sol rouge						
Complexes dunaire	Anfatien sup.		Cr. calc. pulv. et démant. des reliefs α. linées Dalle hélicidés	Galcrête		TENSIFTIEN (s.s.)						
			Colluvions	Glacis G3 Alluvions Fw1								
PLEISTOCENE MOYEN	Rivages	Anfatien moyen		CREUSEMENT	hydrom. grise	INTER AMIRIEN TENSIFTIEN						
	Eolianite grise	Anfatien				Amirien II						
	Rivage	Pulsation de Sidi Abderrahmane		Galcrête Glacis G4 Alluvions Fv2		I-II						
	Complexe de calcarénites	inférieur		CREUSEMENT		Amirien I						
PLEISTOCENE INFÉRIEUR	Rivage	Messaoudien Sup.		Galcrête Glacis G5 Alluvions Fv1		Inter Moulouyen Amirien						
	Dunes	Mess. moyen		CREUSEMENT		II						
	Rivage	Messaoudien inf		Galcrête Glacis G6 Alluvions Fu		I-II						
	Dunes	= 19 MA		CREUSEMENT		I						
Plioc.	Form. deltaïques	MOGHREBIEN SUP.	Complexe dunaire	Galcrête Glacis G7 Alluvions Fu		MOULOUYEN						

Tableau Intro-2 : Lithostratigraphies comparées et interprétations chronologiques et climatiques (Casablanca, Meseta et Moulouya) (Texier et al. 1985)

Ce tableau montre l'inadéquation de la plupart des termes de la nomenclature classique

J1 : LE QUATERNAIRE MARIN DE L'ATLAS ATLANTIQUE

		LITHOSTRATIGRAPHIE		Faciès I S C	Altitude	Chronologie	Stades isotopiques	Etages classiques redéfinis		
HOLOCENE	FORMATION DE REDDAD BEN ALI				0-2 m	3,7 à 3,5 ka BP (1) Aminozone H (2) 1 à 3 Ka OSL (3)	1	MELLAHIEN		
PLEISTOCENE SUPERIEUR	FORMATION DE DAR BOUA AZZA	Membre de Lahlafa				Aminozone S (2)	4 à 2	SOLTANIEN		
		Membre de l'Ain Roummana			0-4 m	125 ka(4) Aminozone O (2)	5	OULJIEEN		
PLEISTOCENE MOYEN	Formation de KEF EL HAROUN	Membre de Bir Feghloul			7-8 m	163+33 ka OSL (3) Aminozone BF (5)	6 7	NR TENSIFTIEN		
		Membre d'Oulad Aj Jmel			9-13 m	303+ 30 ka OSL (3) Aminozone OAJ (5)	9	HAROUNIEN		
		Membre 4		D G2		20-24 m	367± 34 ka OSL (3)	10 11	PRESOLTANIEN TENSIFTIEN HAROUNIEN (Site A) ANFATIEN (Cap d'atellier)	
	Formation D'ANFA	Membre 3				18-20 m		13	NR	
		Membre 2		H J		17-20 m	> 0,4 Ma U/Th (6) 492± 57 ka OSL (3)	15	AMIRIEN	
		Membre 1		KL		17-20 m			17?	MAARIFIEN
				MNO						
	PLEISTOCENE INFERIEUR	Formation d'OULAD HAMIDA	Membre 4			29-32 m		19 ?	NR	
			Membre 3			32-35 m		21 ?	ANFATIEN	
			Membre 2			30-35 m		23 ?	AMIRIEN	
Membre 1					28-32 m	989 + 208 Ka OSL (3) Polarité inverse (7) env. 1 Ma Biostrati (8)	25 ?	MAARIFIEN		
Faciès : I : Intertidal D : Dunaire C : Continental						(1) EVIN in LEFEVRE et al. (1994) (2) OCCHIETTI et al. (1993) (3) RHODES (non publié) (4) OUADIA (1998) (5) OCCHIETTI (2002) (6) SCHWARCZ (in littens) (7) SEN (in littens) (8) GERAADS (2002)				

Tableau Intro.3 : Litho-chronostratigraphie des formations quaternaires de la région de Casablanca de la fin du Pléistocène inférieur à l'Holocène (Lefevre D et Raynal JP, 2002)

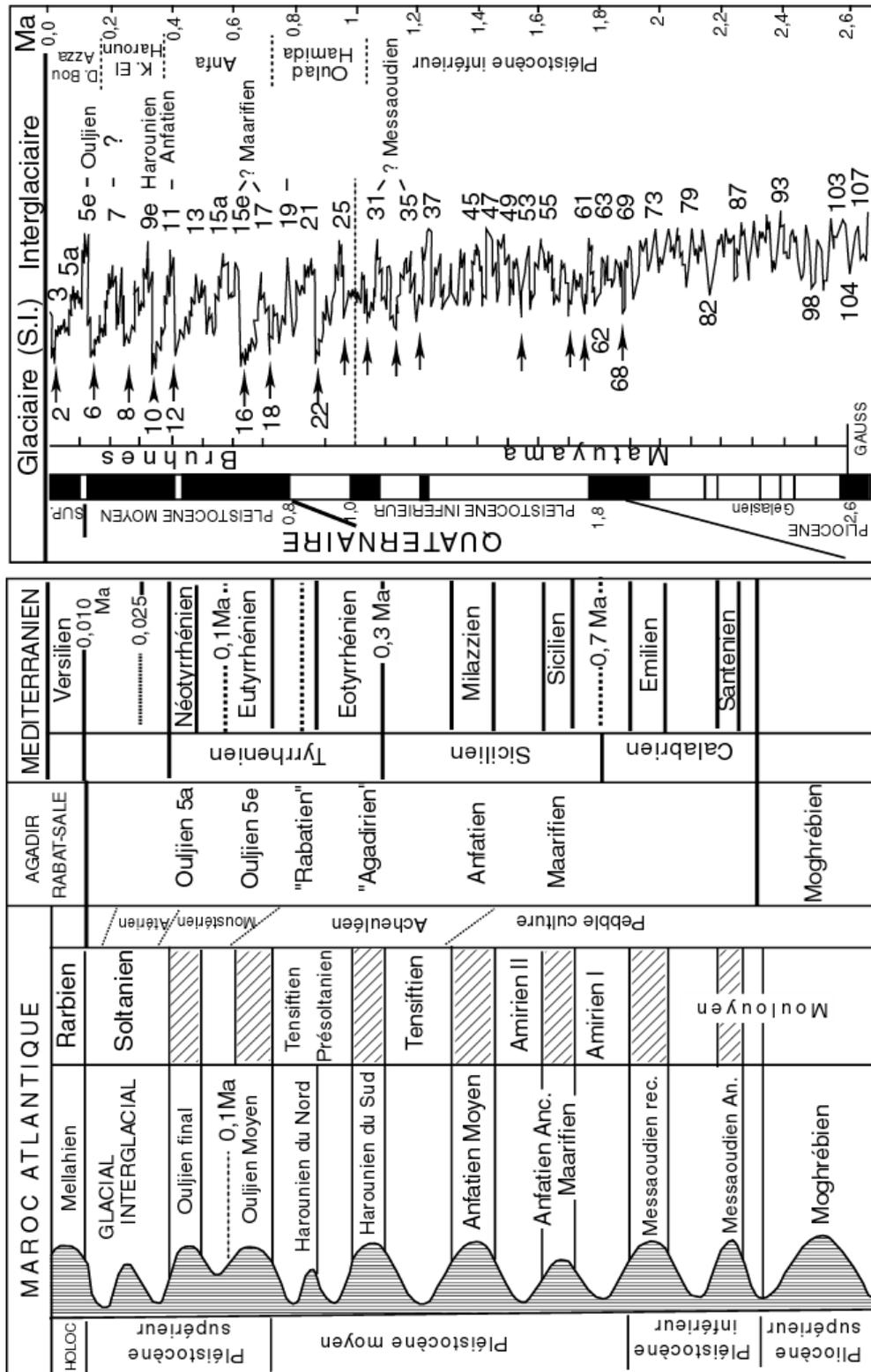


Tableau Intro-4 : Stratigraphie classique des dépôts quaternaire (gauche), et la nouvelle version basée sur les stades isotopiques (MIS, gauche), avec une corrélation entre les étages continentaux et marins et les étages définis en méditerranée (gauche). Modèle Horizontal/oblique transgression/régression, (Plaziat et al 2008)

Une nouvelle synthèse raccordée à la chronologie isotopique.

2° Tableaux de datations des formations de l'Atlas atlantique (A. Weisrock, 2009)

Location	Sample	Reference	U/Th age (ky)	<sup>231</sup> Pa age (ky)	Climatic stage
Cap Rhir	USM 72/19	Sabelberg, 78	(34,1± 1)		3
Cap Rhir	C.R. 30-1 I	Hoang et al., 78	44 ± 2		3
Cap Rhir	C.R. 30-1 II	id	44 ± 2	46 ± 2	3
Assif Amahyane	A.L. 22 I	id	46 ± 2		3
Assif Amahyane	A.L. 22 II	id	55 ± 2	49 ± 3	3

Tableau Intro-5 : Ages U/Th apparents de paléokjökkenmöding de l'UMS 2. Hoang et al. : Analyses sur exemplaires de *Thaïs (Stramonita) haemastoma* L. Sabelberg : (âge 14C)

Location	Sample	Reference	U/Th age (ky)	<sup>231</sup> Pa age (ky)	Climatic stage
Agadir-Port	A. 10 I	Hoang et al., 78	72 ± 2		5 a (?)
Agadir-Phare	A. 17	id	76 ± 2		5 a (?)
AgadirCentrale	A. 11	id	92 ± 7		5 a (?)
Cap Bouzellou	CB 1	Meghroui et al., 98	92 ± 5		5 a (?)
Agadir-Port	A. 10 II	Hoang et al., 78	96 ± 5	114 ± 18/13	5
Assif Tamghart	A.T. 19	id	97 ± 5		5 c (?)
Anza	96 14-1	Meghroui et al., 98	101 ± 12/11		5 c
Arhesdis	96 15-1	id	105 ± 6		5 c
Anza	96 14-2	id	108 ± 11/10		5 c ou 5 e
Arhesdis	ARH 1	id	115 ± 7,5/7		5 e
Founti	F 2	id	116 ± 9,7/9		5 e
Anza	Anza 1	id	119 ± 9/8,3		5 e

Tableau Intro-6 : Ages U/Th apparents de coquilles in situ des paléorivages de l'UMS 2. Hoang et al. : Analyses sur exemplaires de *Thaïs (Stramonita) haemastoma* L.

Location	Sample	Reference	U/Th age (ky)	Climatic stage
Founti	96 23	Meghraoui et al., 98	158 ± 34/27	7 (?)
Imsouane NP	Ims 35	Hoang et al., 78	179 ± 11	7 (?)
Agadir-Port	A. 127-2	id	185 ± 15	7
Founti	F 3	Meghraoui et al., 98	212 ± 18/16	7 e
Founti	96 22-1	id	234 ± 18/16	7 e
Agadir-Port	A. 8-2	Hoang et al., 78	240 ± 30/25	7 e ou 9 ?
Agadir-Port	A 127-1	id	265 ± 45/30	7 e ou 9 ?
Founti	96 22-2	Meghraoui et al., 98	267 ± 41/31	7 e ou 9 ?
Agadir-Port	A. 73	Hoang et al., 78	275 ± 35/30	9

Tableau Intro-7. Ages U/Th apparents de coquilles des paléorivages 2 – 3, Hoang et al. : Analyses sur exemplaires de *Thais* (*Stramonita*) *haemastoma* L.

Paléo-rivage	Site	<i>Patella</i>			<i>Mytilus</i>			<i>Thais</i>		
		moyenne	écart-type	n	moyenne	écart-type	n	moyenne	écart-type	n
OULIEN	Cap Rhir	0,535	0,077	15	0,775	0,015	3			
	Mouknari	0,549	0,065	6	0,976	0,104	3	0,393	0,13	5
	Imin Ifrane				0,994	0,063	3	0,315		1
	Assif Tamghart	0,672	0,042	7	0,958	0,125	4			
	Agadir Phare	0,663	0,066	3						
AGADIRIEN	Agadir Port base	1,024	0,048	3	1,249		1			
	Agadir Port sommet	0,822	0,085	7	0,934		1	0,559	0,221	5
	Mouknari	0,773		1	0,986		1			
	encoche	1,095		1	1,304		1			

Tab. 6 : Rapports d'épimérisation D-Alloisoleucine/L-Isoleucine des acides aminés totaux de coquilles marines de paléorivages du Pléistocène, de Cap Rhir à Agadir (n = nombre de spécimens analysés).  
 Table 6 : D-Alloisoleucine/L-Isoleucine amino acid ratios of marine shells from Pleistocene shorelines between Cape Rhir and Agadir (n = number of analysed samples).

Tableau Intro-8 : Atlas Atlantique, Aminogroupes du Pléistocène (S. Occhietti, 1999)

- UMS 1 de Tamghart-embouchure
- Paléokjökkenmödding du Cap Rhir
- UMS 2 du Cap Rhir s.s.
- Paléorivage 2-3 (a) d'Imouane-Nouveau puits
- Paléorivage 2-3 (b) d'Agadir-Port
- Paléorivage 2-3 (c) d'Imouane-Point de vue
- UMS 3 d'Agadir - Anza
- Paléorivage 3-4 (a) d'Imouane-Redan (?)
- Paléorivage 3-4 (b) d'Imo.-Piste directe (?)

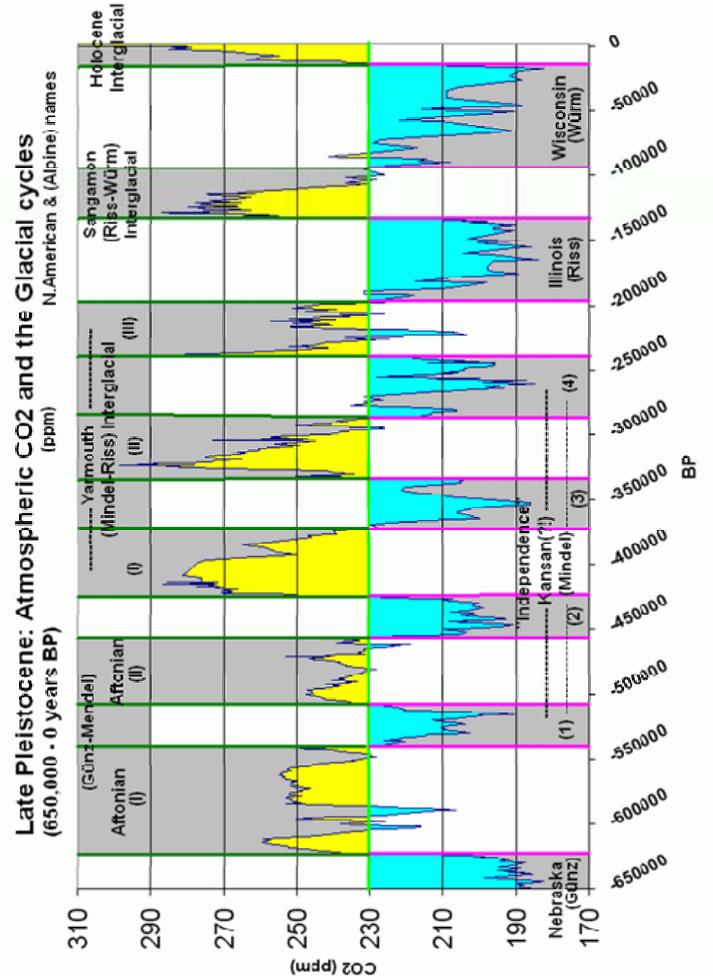


Tableau Intro-9 : Essai d'intégration des paléorivages de l'Atlas Atlantique dans le tableau des oscillations marines globales (A.W. 2009)

CASABLANCA

AGADIR

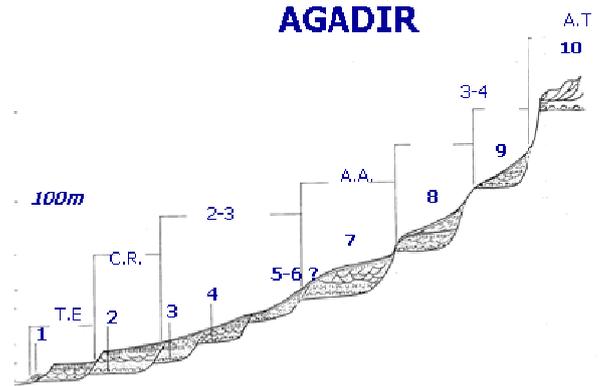
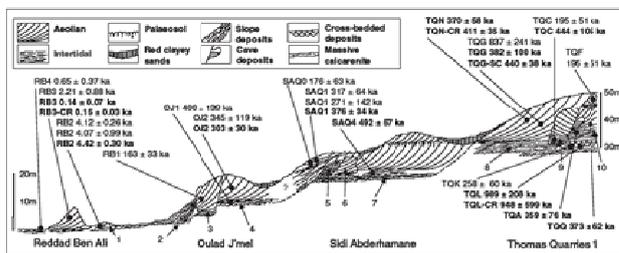


Fig. 2. Sketch stratigraphic section showing the inferred relationships and relative altitudes of the units above present sea level at the sites of Reddad Ben Ali, Oulad J'mel, Sidi Abderhamane and Thomas Quarries 1, after Tesker et al. (2002). OSL sample positions and age estimates are also marked; values in bold represent SAK, slow component (SC) or component-resolved (CR) values; values in normal print represent less reliable M/A/D age estimates. Marine units are numbered in inferred chronological sequence, and the stratigraphic interpretations of Tesker et al. (2002) are presented in Table 1. More detail for Thomas Quarries sample locations is provided in Fig. 4.

Tableaux Intro-10 et Intro-11 : Atlas Atlantique : Chronostratigraphie du Quaternaire marin et comparaisons avec Casablanca, A. Weisrock, 2009

# J1 : LE QUATERNAIRE MARIN DE L'ATLAS ATLANTIQUE

4

	LITHOSTRATIGRAPHIE				CHRONOLOGIE			SERIE CLASSIQUE DE CASABLANCA (PRESSION, 1911)	
	Formations	Faunes	Altitude	Age	Ammonites	Stades			
		1 5 C	en m	(E.A.S. 7, 8)	Ménck (2)	actuel			
<b>Holocène</b>	Membre de Redan Ben-Ali		0-2 m	1 à 3 m (E.S. 13) 2,7 à 3,2 m (E.S. 13)		1	MELAYRIE	Melayrie	
<b>PLÉISTOCÈNE SUPÉRIEUR</b>	FORMATION DE OAR BOU AZZA					4 à 7	SOLTANER	Soltanier	
	Membre de Lariba					5			
	Membre de l'ère Bourmiana		0-4 m	125 m (E.S. 10)		5	OUJEN		
<b>PLÉISTOCÈNE MOYEN</b>	FORMATION DE OUF EL HADOUA		7-8 m	143,50 m (E.S. 11)		8			
	Membre de El Fagouli		9-13 m	203,50 m (E.S. 13)		9			
	Membre d'Oued Al Jmel								
	FORMATION D'ALFA								
	Membre 4		20-24 m	367,50 m (E.S. 13)		10	PRE-SOLTANER (DZ)	Ach. évolut. Stade Vb	
<b>PLÉISTOCÈNE INFÉRIEUR</b>	Membre 3		18-20 m			11	TENSTIER (DZ, D1)	Ach. moyen Stade Vb	
	Membre 2		17-20 m	460 m (E.S. 10) 152 (E.S. 10) (2)		13	ANFATEN (DZ)	Ach. moyen Stade V	
	Membre 1		17-20 m			171	AMMEL (D1) MAAFEN (D)	Ach. ancien I, II, III	
	Membre 4		23-32 m			197	DEFFREI (E.S. 11-12)	Pré-C. Stade IV	
<b>PLÉISTOCÈNE INFÉRIEUR</b>	FORMATION D'OUJAD MARJAC								
	Membre 3		32-35 m			237		Deuxième des carières Thomas (précédemment rapportée à l'ensemble de l'ensemble)	
	Membre 2		30-35 m			237			
	Membre 1		29-32 m	1 m (E.S. 10) 102 (E.S. 10) (2)		237			
<b>PLÉISTOCÈNE INFÉRIEUR</b>	Carière Ghoubet Ben Isah		45 m						
	Carière De Bouhadj O. Caba		487 m						
	Carière Tarpin Al Ghoubet		80-85 m						
<b>PLÉISTOCÈNE INFÉRIEUR</b>	Carière (S) Messoud unité 2		90-87 m	61,8 m (E.S. 10) Moussoul					
	Carière (S) Messoud unité 1		108 m						
<b>PLÉISTOCÈNE INFÉRIEUR</b>	Carière Amal-Ougham unité 1		108 m						
	Carière Bir la Sma		115 m						
<b>PLÉISTOCÈNE INFÉRIEUR</b>	Carière de Gassat		170 m						

## AGADIR – ATLAS ATLANTIQUE

Form. Tam.emb. 0-2m 2,7 ± 0,1 ka

Form. Cap Rhir ss 2-8 m 114 ± 18/13ka  
Memb. Inss-NP 8-14m 179 ± 11 ka  
Form. Agadir-Port 20m 275 ± 35/30 ka

?

Memb. Inss-Pt V. 35m ?  
Form. Agadir-Anza 45-60 m ?

Memb. Inss. Redan, 70 m ?

Memb. Inss. Piste directe, 110 m ?

Form. Aga-Tildi + de 100 m en général

Form. de l'Oued Lahouar ?

Tab 1 : La longue séquence de Casablanca.  
Tab 1 : The casablanca long sequence.

J1 : LE QUATERNAIRE MARIN DE L'ATLAS ATLANTIQUE

	UMS	Lithostratigraphie	Altitudes	Chronologie	Stades isotopiques	Etages classiques	
HOLOCENE	UMS 1	Formation de TAMGHART-embouchure	0-2 m	2,7 ± 0,1 ka DP	1	MELLAHIEN	
PLEISTOCENE SUPERIEUR	UMS 2	Formation du CAP RHIR s.s.	Membre d'Ighin Imskeoun			2-3-4	
			Membre du Cap Rhir	0-8 m	74 – 119 ka BP	5	OULJIEN
PLEISTOCENE MOYEN		Formation d'AGADIR-PORT	Membre d'Imsouane N.Puits	4-14 m	179 ± 11 ka BP	7	
			Membre d'Agadir-Port	20 m	Entre 240 ± 30/25 et 275 ± 35/30 BP	9	HAROUNIEN-AGADIRIEN
	UMS 3	Formation d'AGADIR-ANZA	Membre d'Imsouane PV	35-45 m		11 ?	ANFATIEN
			Membre d'Agadir-Centrale	50 m		13 ou 15 ?	MAARIFIEN
			Membre d'Ims.-Redan	70 m		?	
PLEISTOCENE INFERIEUR	UMS 4	Formation d'AGADIR – TILDI	Membre d'Ims Pistre directe	110 m		?	MESSAOUDIEN
			Membre d'Ims Toboggan				
			Membre « Grès de Tildi »	+ de 200 m en général		?	MOGHREBIEN

Tableau Intro-12 : Quaternaire marin de l'Atlas Atlantique : état de la question (A.W., 2009)

## LE QUATERNAIRE MARIN DE L'ATLAS ATLANTIQUE



*Fig. 1-1-1 : La formation du Cap Rhir : la basse falaise vive dans le Jurassique, la paléosurface d'abrasion exhumée, le paléorivage « ouljien », sa couverture colluviale et la falaise morte (A.W., 1976)*



L. BOUDAD, 2010

Fig. 1-1-2 : Localisation des arrêts le long de la côte atlantique

**ARRET 1 : KASBA D'AGADIR (= AGADIR OUFELLA) – L'UMS 4, LA « RASA MOGHREBIENNE » (A. Weisrock)**

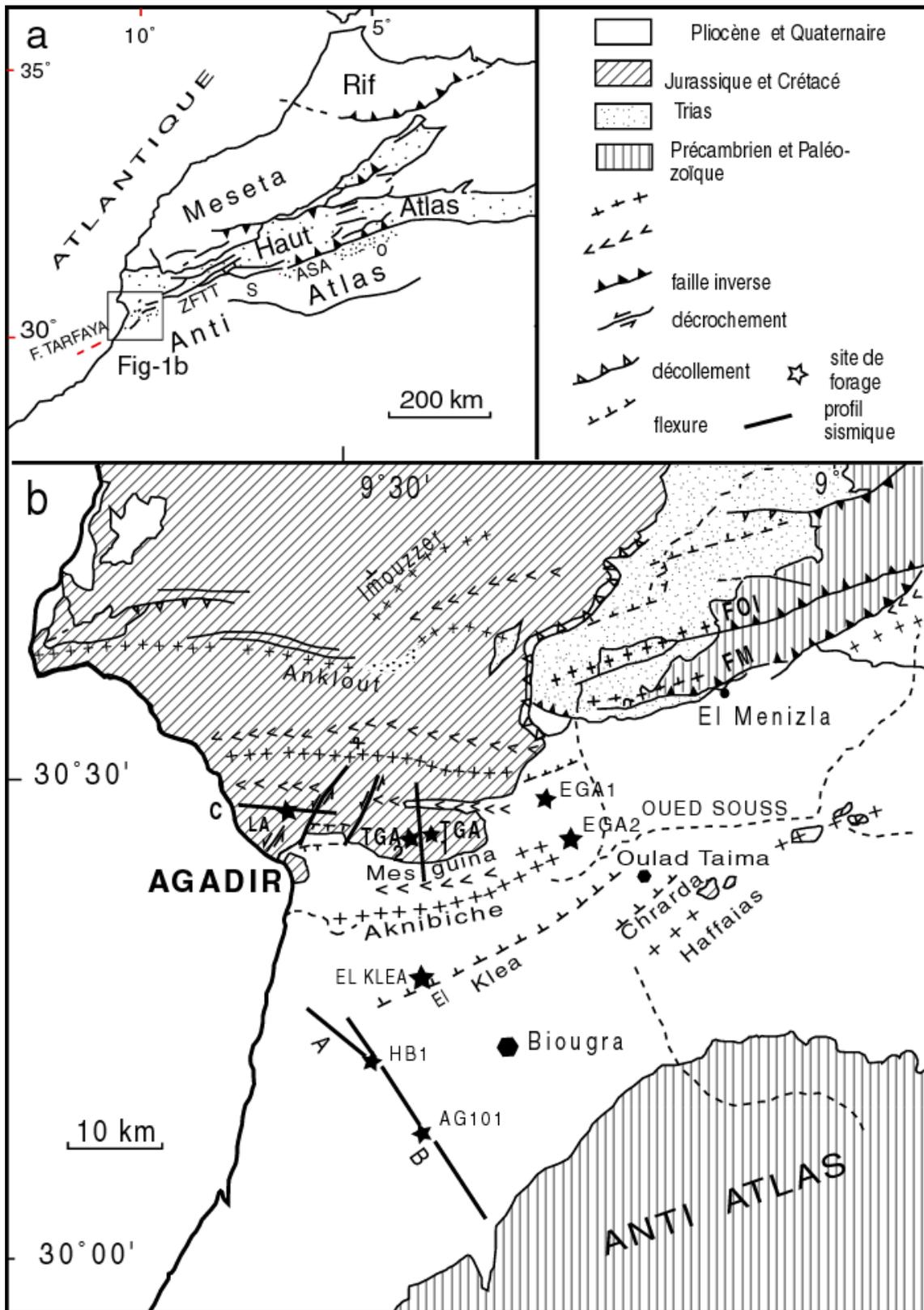
Dominant l'océan de ses 210 m, le point de vue de la Kasba d'Agadir invite à une triple réflexion sur la situation géographique d'Agadir, sa situation mégatectonique et l'intérêt qu'elles confèrent à l'évolution quaternaire de la région. On y définira aussi la « rasa moghrébiennne » ou UMS 4.

**La situation géographique et ses conséquences climatiques et humaines au Quaternaire**

Agadir se situe à 30° de latitude Nord et 9°30' de longitude Ouest, à la charnière des mondes saharien et méditerranéen, au contact de l'Océan Atlantique et du courant froid des Canaries. Il en résulte aujourd'hui un climat aride à hiver chaud fort original, illustré par la végétation climax dite « macaronésienne » dont l'emblème est l'Arganier. Les altitudes relativement modestes de l'Atlas atlantique (1789 m au point culminant) et la latitude expliquent l'absence des glaciations locales et l'appartenance aux variations climatiques quaternaires de type « aride-pluvial ». La triple dépendance saharo-atlantique et méditerranéenne se retrouve dans la faune et le peuplement humain préhistorique et historique : la faune tropicale « éthiopienne » n'a disparu que récemment ; les influences sahariennes sont évidentes dans la population ; aujourd'hui Agadir et l'Atlas atlantique constituent une des régions les plus occidentales du monde berbère et arabo-islamique, le Maghreb *el Aqsa*.

**La situation mégatectonique et les conséquences néotectoniques quaternaires**

A la bordure méridionale de la chaîne atlasique, le site d'Agadir se trouve juste sur un linéament majeur de l'écorce qui met en contact le craton africain (dont le bourrelet liminaire apparaît dans l'Anti-Atlas) et les sous-plaques nord-africaines. Ce linéament est en réalité un système de failles en relais au jeu polyphasé, apparenté à ceux des rifts de type est-africain ou nord-américain (Fig. 1-1-3). La faille inverse décrochante de Tildi joue localement le rôle principal, illustré tragiquement par le séisme de 1960 (Fig. 1-1-4). Ce dispositif a engendré d'une part la formation d'une chaîne plissée de type jurassien dans les séries méso et cénozoïques de l'Atlas atlantique et d'autre part celle d'un golfe sédimentaire de comblement essentiellement plio-quaternaire dans la Plaine du Souss. La côte au Nord d'Agadir est celle de l'Atlas atlantique, transverse à la structure, avec caps anticlinaux et baies synclinales. Le soulèvement depuis le Pliocène a permis la constitution d'une morphologie de *rasas* étagées particulièrement intéressante.



**Fig. 1-1-3 : Schéma structural du Maroc et principaux accidents atlasiques (H. Mustaphi, F. Medina et al., 1997)**

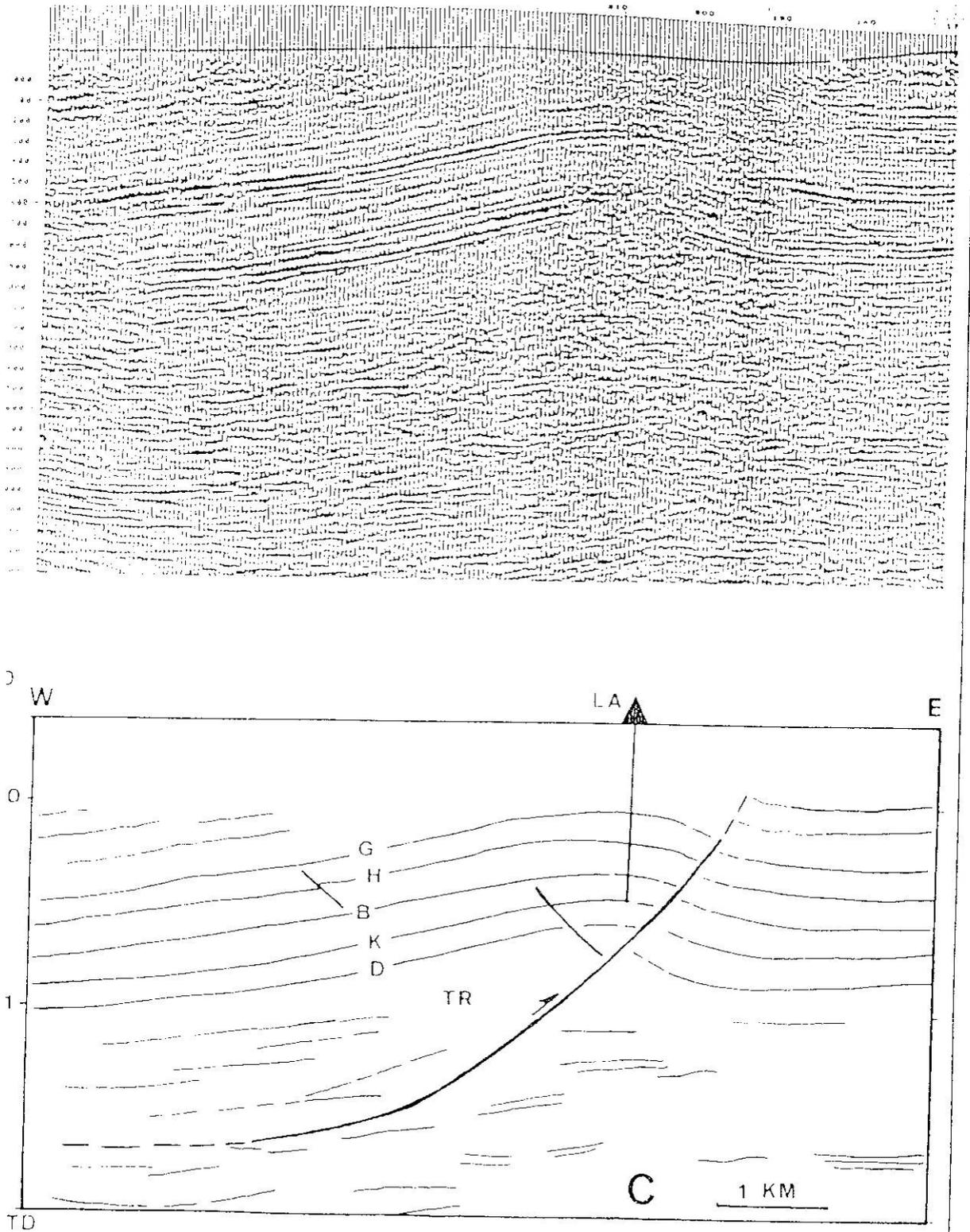


Fig. 1-1-4 : Schéma de la faille de Tildi (H. Mustaphi , F. Medina et al., 1997)

**L'UMS 4 d'Agadir-Tildi : la « rasa moghrébienne »**

Sur la colline de Tildi a été défini le « grès de Tildi », site-type du « Moghrébien » (Fig. 1-1-5), dont le concept a été étendu à toute la côte atlantique marocaine, faute de mieux, pour désigner une plate-forme d'abrasion marine remarquable qui préfigure le littoral actuel.

L'examen de la surface voisine à Anza (Fig. 1-1-6) révèle une partie de l'ambiguïté du terme « Moghrébien » et l'existence probable de plusieurs paléorivages au sein de l'UMS 4.

**1. PLAISANCIEN-ASTIEN OU PLIOCENE ANCIEN  
PROPREMENT DIT**

Mollasses et grès jaunes à *Pecten planomediis* et *Lissochlamys excisa*

**2. CALABRIEN (= MOGHREBIEN)  
VILLAFRANCHIEN OU PLIOCENE RECENT**

Grès de Tildi à *TrochateLLa trochiformis* et *Patella ambrogii* (Calabrien = Moghrébien) ; conglomérats et marnes rose-saumon à *Melanopsis terchalia* (Villafranchien) (= formation du Souss).

COUPE-TYPE : AGADIR-VILLE

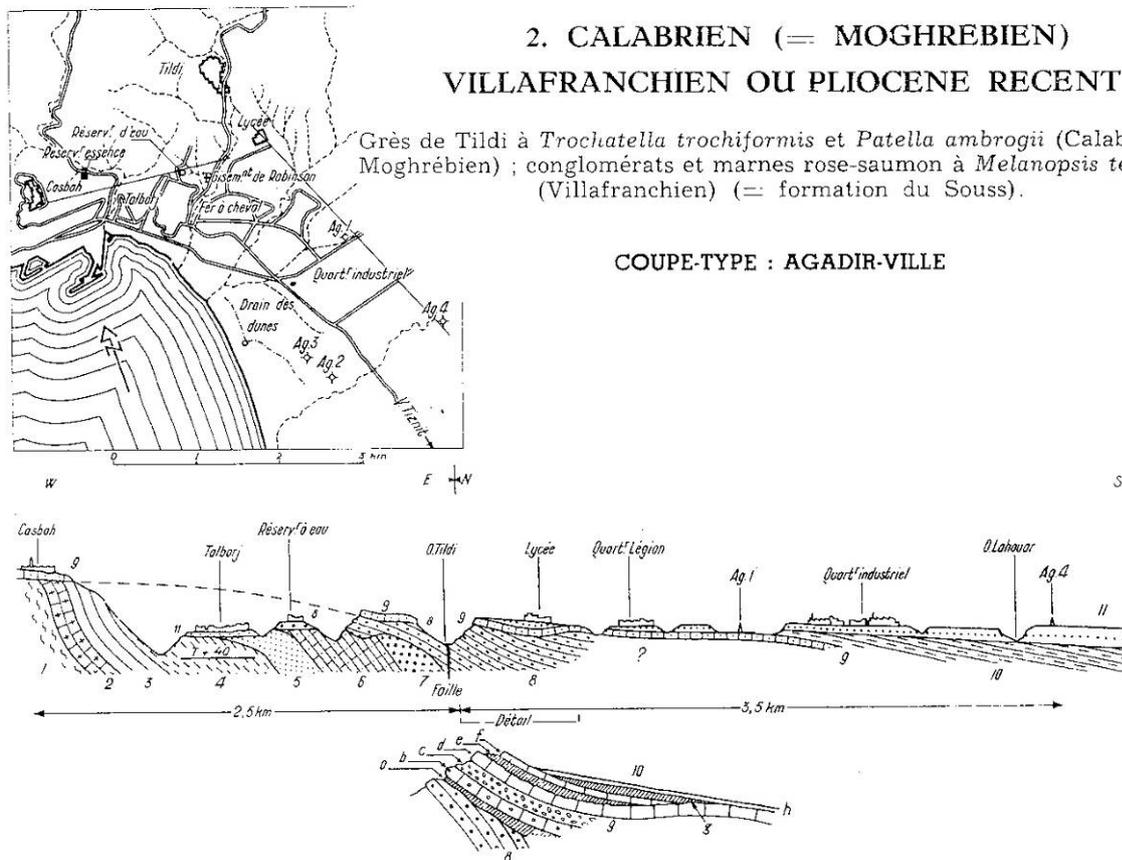


FIG 138 : Coupe-type du Pliocène ancien d'Agadir-ville et croquis de situation.  
1. Cénomaniens ; 2. Turonien ; 3. Coniacien ; 4. Santonien ; 5. Campanien ; 6. Maestrichtien ; 7. Oligocène sup. probable ; 8. Pliocène ancien ; 9. Calabrien (= Moghrébien) ; 10. Villafranchien ; 11. Quaternaire ancien. Les lettres de la coupe détaillée du niveau 9 renvoient au texte. T + 40 : terrasses quaternaires. Le séisme du 29 février 1960 a provoqué des bouleversements tels qu'il sera parfois difficile de retrouver certains éléments de cette coupe.

**Fig. 1-1-5 : Pliocène et Moghrébien, coupe-type d'Agadir (R. Ambroggi, 1963)**

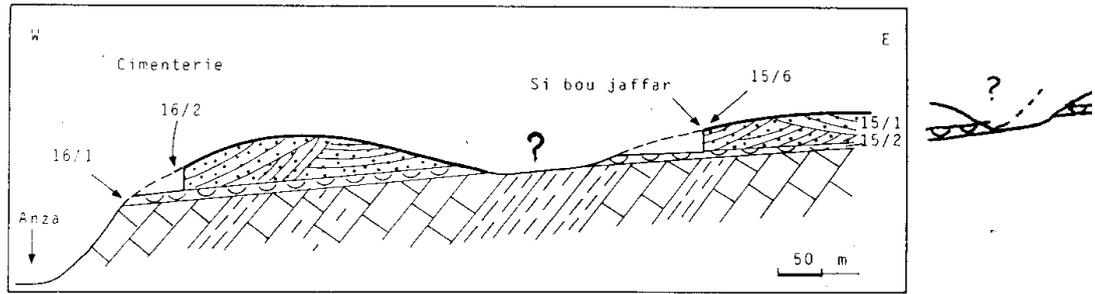


Fig. 75 : Coupe du Moghrébien d'Anza.

Moghrébien d'Anza

in A.W. 1993

• A Sidi bou Jaffar (x = 92,8 ; y = 392,2 ; z = 180 m), on observe de bas en haut :

- Crétacé supérieur calcaire incliné à 25° W.
- Poudingue à gros galets calcaires (jusqu'à 30 cm de long), qui devient rapidement une lumachelle concassée à petits galets calcaires (50 à 60%) et de roches éruptives, quartz et quartzites (40 à 50%). 2 m.
- Passage progressif à un faciès de plus en plus amenuisé comportant encore de très nombreux débris de coquilles marines. Échantillon 15/2.
- Grand complexe sableux rose clair (7,5 YR 8/4), sans stratification, presque toujours durement lapidifié sur toute son

épaisseur (10 m). Présence de quelques rares Hélicidés. Échantillon 15/1.

- Croûte ravinante de versant, de près d'1 m d'épaisseur. Éch. 15/6.

• A la carrière de la Cimenterie (x = 92 ; y = 391,4 ; z = 150 m), on peut voir :

- Substratum maestrichtien : bancs de calcaires blancs à minces lits de silicite, redressés à 35°. La base fossilifère est irrégulière, avec de micro-crêts mis en valeur, comme sur le littoral actuel.
- En discordance angulaire très nette, le dépôt moghrébien, présentant deux faciès successifs :
  - un poudingue et lumachelle où l'on a trouvé des fragments de *Pectinidae* et *Veneridae*, ainsi que *Monodonta (Osilinus) sagittifera* Lmk. Échantillon 16/1 ;
  - un faciès sableux biodétritique jaune d'or, à petits granules de roches éruptives, très consolidé. Échantillon 16/2. Au sommet, cette formation est encroûtée et karstifiée.

Étude des échantillons en lames minces : tableau 20

Échantillon		Nature du ciment	Phase détritique	Biophase		Classement	
Localisat.	n°			dominante	secondaire	Iso.	Hétéro.
Carrière Cimenterie	16/1	Sparite phréatique		Bivalves Huîtres	Gastérop. Algues		+
id.	16/2	id.	Quartz rares Hématite Limonite	id. concassés et oxydés Algues, <i>Halimeda</i>			+
Sidi bou Jaffar	15/2	Microsparite - ciment oxydé puis consolidation sparitique phréatique	Quartz peu abondants corrodés Glaucanie Limonite	Bivalves Algues Huîtres	<i>Miliolidae</i>		
id.	15/1	Microsparite poreuse Vides colmatés par sparite + silt quartzeux	Quartz ab. Glaucanie Calcédonite silicifications secondaires in silt, a qtz corrodés	Echinides Algues Gastérop. terrestres Bivalves	<i>Miliolidae</i> <i>Globigerinidae</i>		
id.	15/6	Matrice argilo-micritique + silts quartzeux	Quartz ab. en lits Limonite				

Fig. 1-1-6 : Moghrébien d'Anza (A. Weisrock, 1980/93)

**ARRET 2 : AGADIR-FOUNTI, CARREFOUR ET ANCIENNE STATION  
ELECTRIQUE : L'UMS 3, MAARIFIEN OU ANFATIEN ?  
(A.Weisrock)**

Entre 35 et 50 m d'altitude, cet arrêt est consacré à l'UMS 3 ou complexe maarifien-anfatien. Il s'agit d'une forme de relief quaternaire majeure, présente tout au long de la côte de l'Atlas atlantique d'Agadir à Imsouane, la première grande plateforme bien individualisée en contrebas du Moghrébien. C'est une rasa polygénique à couverture dunaire, fluviale et colluviale polyphasée. Trois aspects d'un paléorivage de base sont visibles ici :

**Agadir-Founti, carrefour : un paléorivage à faciès variés**

Un poudingue à galets fluviaux essentiellement calcaires et ciment sableux biodétritique marque la surface d'abrasion marine qui tronque les calcaires du Crétacé supérieur (Fig.1-2-1), indiquant la proximité de l'embouchure d'un paléo oued. Plus on se déplace vers l'ouest et le faciès devient marin, passant à une lumachelle concassée, puis à certains éléments bien conservés dans un faciès plus sableux. Sur ce paléorivage se développe une dune sableuse biodétritique lapidifiée et plusieurs générations de colluvions encroûtées.



*Fig. 1-2-1 : Agadir – Founti, carrefour. Paléorivage vers 40 m d'altitude (photo A.W., Févr. 2010)*

Gastéropodes d'Agadir-Carrefour (récoltes de 1976, déterminations de Ph. Brébion, in A. Weisrock, 1980/93) : *Patella intermedia* Jeff., *Calliostoma conuloïdes* Lmk., *Monodonta crassa* Pult., *Gibbula pennanti* Phil., *Vermetus* sp., *Turritella conspersa* Ad. et Reeve, *Turritella* sp., *Natica fanel* (Ad.) Recl., *Euspira fulminea* Gm., *Crepidula porcellana* Lmk., ***Calyptraea (Trochita) trochiformis* Gm.**, ***Nucella (Acanthina) plessisi* Lec.**, *Tritonalia erinacea* L., *Dorsanum miran* (Ad.) Brug., *Sphaeronassa mutabilis* L., *Hinia reticulata* L., *Yetus cucumis* Roed., *Gibberula oryza* Lmk., *Clavatula* cf. *rubrifasciata* Reeve. A plus de 35%, il s'agit d'espèces infralittorales de fond meuble, indiquant l'existence d'une baie ouverte, avec deux espèces tropicales fossiles caractéristiques du Pléistocène inférieur et moyen.

Bivalves d'Agadir-Carrefour (récoltes de 1976, déterminations de A. Lauriat-Rage, in A. Weisrock, 1980/93) : *Mytilidae*, *Anomia (anomia) ephippium* L., *Acanthocardia (Rudicardium) tuberculatum* (L.), *Tapes (Ruditapes) decussatus* (L.), *Clausinella fasciata* (Da Costa). Les *Mytilidae*, formes peu profondes, dominant, avec les *Cardium*.

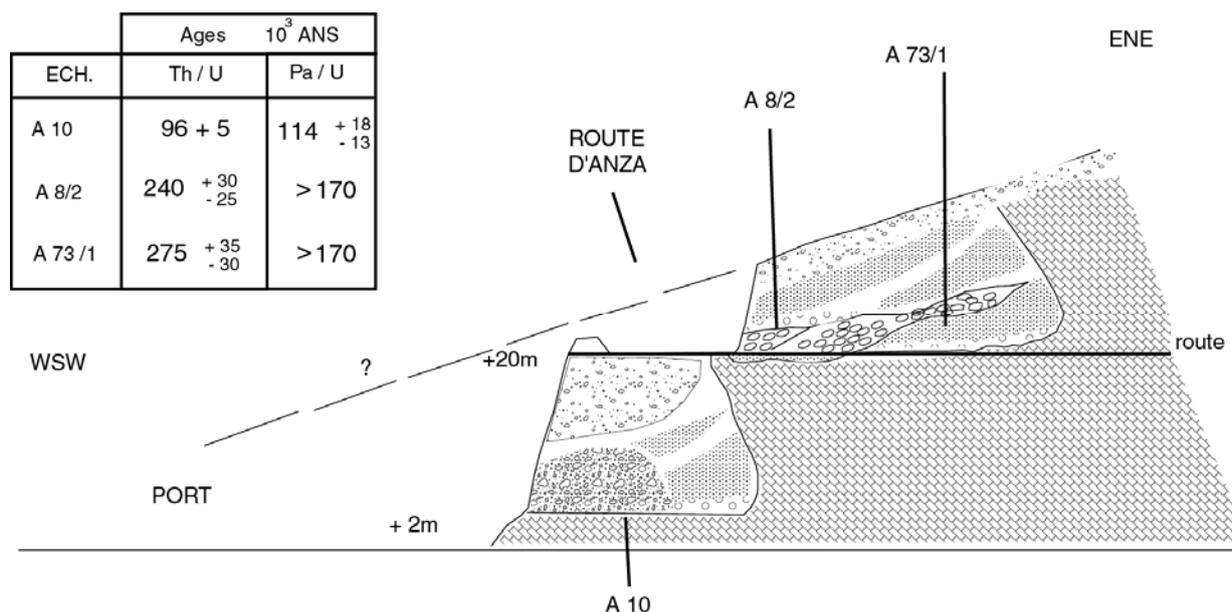
#### **Agadir-Founti, ancienne station électrique : deux faciès marins superposés**

A la base, vers 40 m, faciès lumachelle plus ou moins concassée à petits galets, avec les mêmes espèces qu'à Agadir-Carrefour, sur env. 1m, puis dépôt sablo-limoneux rubéfié à *Cardium*, sur 2m visibles, et enfin sable dunaire biodétritique assez grossier. Le tout est recoupé par les dépôts de versant très encroûtés. Le dépôt de base correspond à la transgression avec une faune infralittorale à espèces chaudes. Le dépôt à *Cardium* est médio ou supralittoral, avec des apports continentaux fins rubéfiés et un probable rafraîchissement des eaux de surface. La dune marque l'émersion de la zone mais encore la relative proximité du trait de côte.

Aucune datation U/Th n'a été publiée sur les coquilles de ce paléorivage (travaux inédits de J.L. Reyss). Une mesure de racémisation des acides aminés sur un exemplaire de *Patella* a montré son ancienneté plus grande que celle des aminozones de l'Agadirien et de l'Ouljien (S. Occhietti, in A. Weisrock et al., 1999).

L'ensemble de l'USM3, entre l'Ancienne station électrique et le Carrefour, présente une déformation anticlinale selon un axe sensiblement parallèle à celui de la faille de Tildi.

En 1976, Ph. Brébion avait conclu qu'il s'agissait, pour le dépôt de base, de l'équivalent du Maarifien classique de Casablanca. Ce qui faisait qu'on ne retrouvait pas trace de l'Anfatien à Agadir.



**Fig. 1-2-2 : Etagement des paléorivages de l'UMS 2 à Agadir-Founti (A. Weisrock, 1980/93, modifié)**

Le site du **Founti-Ancien Port d'Agadir** fournit aussi l'occasion d'évoquer l'UMS 2, avec sa fameuse coupe (Fig. 1-2-2) montrant l'étagement de deux paléorivages dont les pieds de falaise se trouvaient respectivement à 8 et 20 m, paléorivages datés des stades 5 et 9 (A. Weisrock et *al.*, 1999). Aujourd'hui, les coupes du paléorivage inférieur ne sont plus accessibles et celle du paléorivage supérieur a disparu presque totalement du fait de l'élargissement de la route d'Anza-Nouveau Port. Cet élargissement a en revanche fait apparaître une nouvelle coupe d'un paléorivage situé vers 20 m, dont M. Meghraoui et *al.* (1998) ont daté 5 échantillons, entre 158 +34/-27 et 267 +41/-31 ka (Tableau 1-2-1).

Table 1. U-Th dating of fossil samples collected from marine terraces Q3 and Q4 north of Agadir

Location	Sample	U (ppm)	$^{234}\text{U}/^{238}\text{Th}$ (initial)	U/Th age (ka)	Climatic stage
Cap Bouzellou	CB1	1.889±0.023	1.230±0.039	92 (+5.5; -5.2)	-
Cap Bouzellou	CB3	1.892±0.057	ind	Old age	-
Anza	Anza1	1.226±0.035	1.414±0.038	119 (+9; -8.3)	5.3
Anza	96-14-1	0.555±0.022	1.102±0.057	101 (+12; -113)	5(?)
Anza	96-14-2	2.26±0.12	1.262±0.047	108 (+11; -10)	5(?)
Arhesdis	ARH-1	3.619±0.108	1.265±0.027	115 (+7.5; -7)	5.3
Arhesdis	96-15-1	2.272±0.060	1.339±0.030	105 (±6)	5(?)
Arhesdis	ARH-1	3.619±0.108	1.265±0.027	115 (+7.5; -7)	5(?)
Fonti	Found 2	2.280±0.010	1.481±0.076	116.6(+9.7 ; -9)	5.3
Fonti	96-23	0.231±0.018	1.996±0.227	158.6(+34 ; -27)	
Fonti	Found 3	5.750±0.133	0.930±0.028	212 (+18 ; -16)	v 7.3
Fonti	96-22-1	3.020±0.0156	1.824±0.035	234 (+18 ; -16)	7(?)
Fonti	96-22-2	1.864±0.0156	1.864±0.056	267(+41 ; -31)	7(?)

Correlation with eustatic highstands after Imbric et al. (1984) and Chappell & Shackleton (1986)

Tableau 1-2-1 : Datations U/Th de paléorivages à Agadir-nord (M. Meghraoui et al., 1998)

**ARRET 3 : ASSIF TAMGHART – IGOURAM : L'UMS 2, L'OULJIEN (STADE 5)  
(A. Weisrock)**

L'embouchure de l'Assif Tamghart montre un des plus nets étagements de rasas soulevées de l'Atlas Atlantique (Fig. 1-3-1) et des **quatre UMS fondamentales** :

L'UMS 1, holocène, est représentée ici par les basses terrasses de l'assif : une terrasse à base grossière et limons dont il reste quelques témoins rive gauche ; la terrasse de la bananeraie, ou ce qui en subsiste. Au-delà du cap rive gauche se trouvait une banquette sableuse couverte de *kjökkenmödding*, de 2 m d'épaisseur, attribuée jadis à tort au Mellahien, et en fait d'âge historique : elle a entièrement disparu.

L'UMS 2, voir ci-dessous,

L'UMS 3, qui porte aujourd'hui les agglomérations de Sihel et Tama Ou Enza,

L'UMS 4 ou Tamghart Oufella.

**L'UMS 2 à Assif Tamraght – Igouramene : le complexe « Ouljien », le stade 5**

La coupe (G. Lecointre, 1952 ; A. Weisrock et P. Rognon, 1977) fait voir (Fig. 1-3-2 et 1-3-3) :

1 = nappe fluvio-marine à gros galets (jusqu'à 75 cm) de calcaires, grès et lumachelles, dans un ciment sablo-limoneux rose foncé compact,

2 = grève de galets plus petits et triés, enrobés d'une fine pellicule calcaire et pris dans un ciment sableux biodétritique jaune,

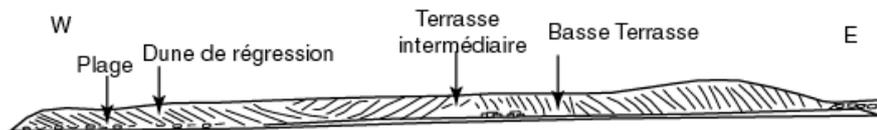
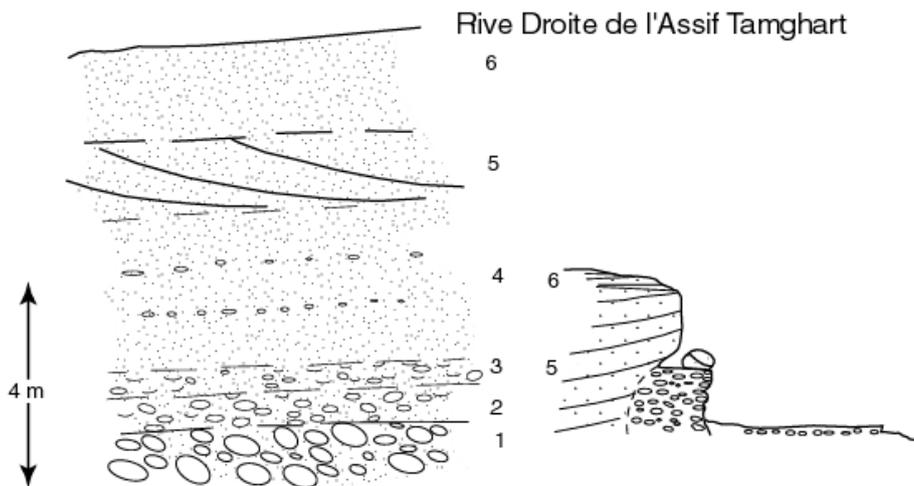
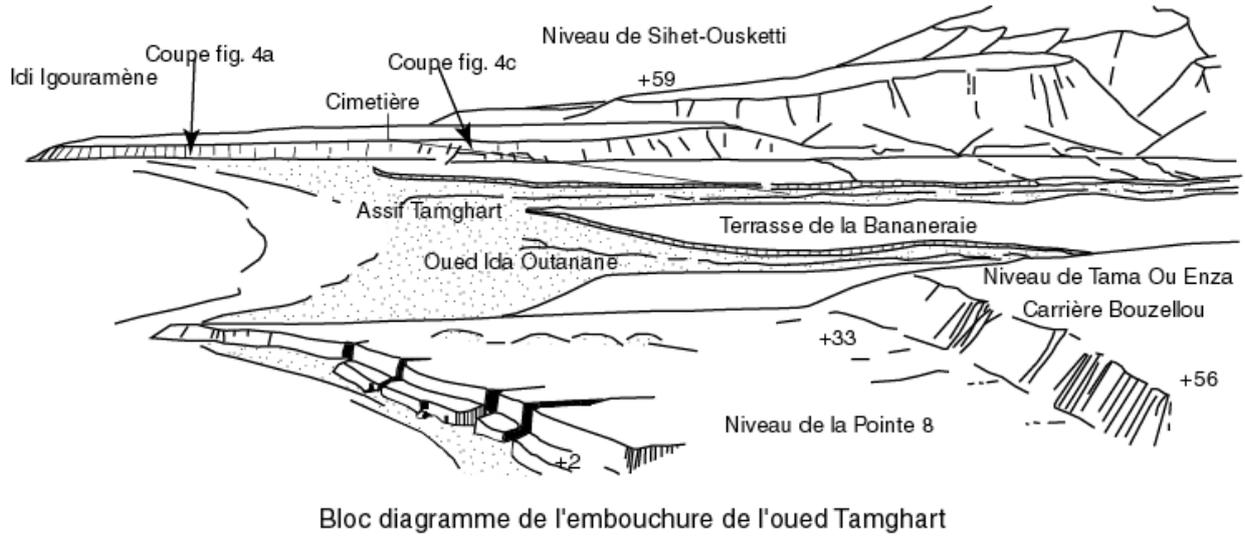
3 = poudingue lumachelique à nombreuses coquilles entières, parmi lesquelles on reconnaît une vingtaine d'espèces de Gastéropodes, dont : *Patella safiana* Lmk., *Mesalia mesal* (Ad.) Desch, *Turritella conspersa* Ad. et Reeve, *Cymatium (Cabestana) doliarium* (L.), *Semicassis saburon* (Brug.), *Thaïs (Stramonita) haemastoma* (L.), *Arcularia gibbosula* (L.), *Cancellaria (Bivetiella) cancellata* (L.) et une douzaine d'espèces de Bivalves, dont : *Mytilidae*, *Pecten jacobaeus* (L.), *Acanthocardia (Rudicardium) tuberculatum* (L.)

4 = dépôt presque uniquement sableux assez grossier (méd 240 microns), biodétritique, entrecoupé par des lits de petits galets calcaires de plus en plus espacés,

5 = sable dunaire biodétritique (méd 180 microns) à stratification entrecroisée

6 = sable et limon rose à *Helix*, présentant de nombreuses figures d'encroûtements, notamment racinaires

Un dépôt marin (3) a envahi l'embouchure de l'oued qui a probablement été déplacée durant l'épisode dunaire maximal (5). Rive droite, une coquille de *Thaïs* de ce dépôt (3) a donné un âge de 97 +/- 5 Ka (Hoang C.-T., in A. Weisrock 1980/93).



**Fig. 1-3-1 et 1-3-2- Les 4 UMS principales à l'assif Tamraght et la coupe de l'embouchure, rive droite – Sidi Igouram (A. Weisrock et P. Rognon, 1977)**



Fig. 1-3-3 : Le dépôt fluvio-marin de Tamraght – Igouram (photo A.W., fév. 2010)

#### ARRET 4 : ASSIF LAMAHYANE, 3 PALEORIVAGES ETAGES DES UMS 3 ET 2 (A. Weisrock)

La route côtière, récemment élargie, recoupe ici deux paléorivages et en surplombe un troisième.

Au sud de l'assif Lamahyane, à Nzala Abouda, vers 50 m, on retrouve le rivage de base de l'UMS 3, avec une faune moins riche (grands exemplaires de *Charonia nodifera* Lmk.) récoltée en 1975 alors que la coupe était peu dégagée. Le dépôt symétrique de Tassila Imrirene, également à 50 m, avait fourni : *Patella intermedia* Jeff., *Calliostoma conuloïdes* Lmk., *Turritella conspersa* Ad. et Reeve, ***Trochita trochiformis* Gm.**, *Cymatium corrugatum* Lmk., *Thais haemastoma* L., ainsi que 4 espèces de Bivalves dominées par les *Mytilidae*. La nouvelle coupe a dégagé un grand affleurement continental postérieur à ce rivage, qui reste à étudier.

Au nord de l'assif, vers 20-30 m, un deuxième paléorivage (Fig. 1-4-1) apparaît aujourd'hui clairement. On y trouve une quinzaine d'espèces de Gastéropodes, dont ***Acanthina plessisi* Lec.**, de petite taille, et une demi-douzaine d'espèces de Bivalves, dominées par les *Pectinidae*.

Ph. Brébion avait rapporté ce rivage au Harounien (ou Agadirien), équivalent du stade 9 à Agadir.



**Fig. 1-4-1 : Paléorivage de +20 m à Assif Lamahyane (photo A.W., fév. 2010)**

En contrebas de la route se trouvent vers 2 m les restes d'un troisième paléorivage surmontés par des dépôts de versant rubéfiés et encroûtés. La base du dépôt a fourni 8 espèces de Gastéropodes, dont les « classiques » de l'Ouljien, *Semicassis saburon Brug.*, *Thais haemastoma L.*, *Yetus cucumis Roed.*, et 7 espèces de Bivalves, avec *Mytilidae*, *Pectinidae*, *Ostreidae*, *Rudicardium tuberculatum L.* Le « cachet » chaud de cette faune est assez marqué. Une coquille de *Thais* récoltée à la limite du dépôt rubéfié a fourni un âge apparent de 46 +/- 2 ka. Dans les années 1980, une grande discussion portait sur l'existence d'un « Néo-ortho-Tyrrhénien », ou « Inchirien » du Sénégal et Mauritanie. Une transgression intra-würmienne a eu lieu, mais elle n'a pas retrouvé le niveau précédent et il est plus prudent de considérer cette coquille comme un reste probable de paléo-kjökkenmödding.

**ARRET 5a : LE CAP RHIR : Les GROTTEs DU CAP RHIR  
(M. Bouajaja et A. Ouammou)**

Les grottes du Cap Ghir se situent sur le territoire de la commune de Tiguert, province d'Agadir - Ida Ou Tannane, à 40km au nord d'Agadir sur la RN1 en direction d'Essaouira. Il s'agit de de grottes de bas de falaise, taillées par la mer dans les calcaires du Jurassique supérieur lors de la transgression harounienne ou probablement déjà lors de la transgression anfatienne.

A l'extérieur de la plus grande des grottes, on peut apercevoir un cône de déblais riche en silex taillés. Ces déblais seraient issus de fouilles non conventionnelles subies par le site pendant les années cinquante. Mais de cette exploitation, aucune publication n'a été signalée et le matériel éventuellement recueilli demeure introuvable. En 2005, une campagne de fouilles a été organisée sur le site pendant une quinzaine de jours. Ces fouilles ont été conduites par des chercheurs de l'INSAP (A.BOUZOUGAR, A. ELBARTAI) en collaboration avec des chercheurs de la FLSH d'Agadir (A.OUMLIL, A.OUAMOU, M.BOUAJAJA). Ces fouilles se sont fixé comme objectif la reprise de l'étude du gisement avec les méthodes de fouille modernes (systématiques) et la datation du site. Ces fouilles ont duré une quinzaine de jours et ont vu la participation des étudiants en mastère, patrimoine et développement. Elles ont permis la mise au jour d'un important matériel archéologique. Ce matériel est actuellement déposé à l'INSAP. Les premières observations au cours de la fouille montrent que ce matériel est composé essentiellement d'industrie lithique (lamelles à bord abattu) mais comprend aussi quelques poinçons en os et des morceaux d'ocre rouge. Bien que le remplissage semble remanié, on ne remarque pas de mélange dans l'industrie lithique qui est composé comme cité plus haut de lamelles à bord abattu façonnées sur un même type de silex noir.



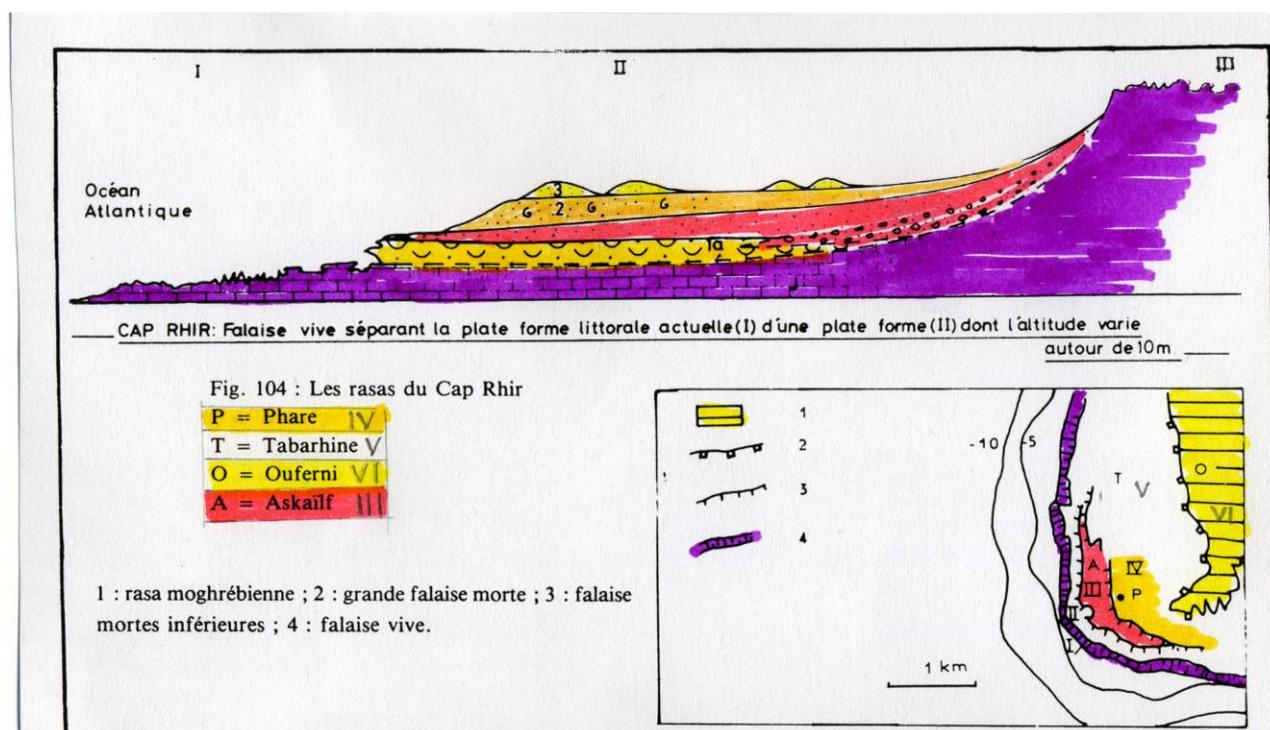
*Fig. 1-5-1 : Les grottes de Cap Rhir – Tiguert (photo M.B., 2005)*

**ARRET 5b : LE CAP RHIR : L'ETAGEMENT DES PLAGES SOULEVEES,  
L'UMS2 et l' « OULJIEN » (A. Weisrock)**

Le Cap Rhir est l'un des sites géologiques les plus emblématiques du Maroc et a donné lieu à une abondante littérature, depuis J. Bourcart (1927, 1939) et sa théorie de la marge continentale, J. Dresch (1941), G. Lecointre (1952)... Sous le Moghrébien de l'Aferni (359 m), l'étagement de 3 surfaces d'abrasion, avec leurs falaises mortes respectives, est remarquable, avec l'Ouljien vers 2 m, le Harounien vers 20 m et l'Anfatien - Maarifien vers 40 -50 m au niveau du Phare. On trouve encore au moins deux surfaces d'érosion marine plus élevées bien conservées en trottoirs au-dessus d'Imi n'Ifrane.

**Arrêt 5b : Coupe de Cap-Rhir – Tigouramine**

Le paléorivage qui sous-tend la rasa inférieure est visible dans la coupe de la basse falaise actuelle. Sur les calcaires dolomitiques oxfordiens, il s'agit d'une lumachelle concassée à cimentation variable, d'un peu plus d'un mètre d'épaisseur moyenne (Fig. 1-5-2 et 1-5-3).



*Fig. 1-5-2 : Coupe de l' UMS 2 au Cap Rhir – Tigouramine (A. Weisrock, 1980/93)*



**Fig. 1-5-3 : Paléorivage de +2 m au Cap Rhir – Tigouramine (photo L.B., fév ; 2010)**

Les passages coquilliers sont au moins de l'ordre de 3, séparés par des croûtes compactes, dont la dernière est nettement zonaire (Fig. 1-5-4). En lame mince, le dépôt situé juste sous la croûte supérieure montre (analyses de J.J. Blanc, *in* A. Weisrock, 1980/93) :

- Une phase détritique composée surtout de grains de quartz frais
- Une phase bioclastique où abondent les débris de Lamellibranches, d'Echinidés, et, secondairement, d'Algues, d'Annélides et de *Miliolidae*, ce qui confirme un milieu de haute énergie,
- Un ciment polyphasé qui comporte 1° une micrite enrobant les grains qui est une cimentation précoce en milieu marin infralittoral. Cette induration est incomplète et laisse subsister des vides. 2° les espaces lacunaires sont comblés après émergence par deux types de ciments calcitiques : une microsparite grise en rapport avec des percolations atténuées, et une sparite vadose claire de type phréatique indiquant une pluviosité accrue. En surface, celle-ci prédomine et donne la croûte zonaire. Ces ciments remplissent non seulement les espaces entre les grains biodétritiques, mais enrobent aussi des silts rubéfiés qui ont été injectés dans les vides avant la 2<sup>ème</sup> cimentation.



**Fig. 1-5-4 : Id. Détail des encroûtements (photo A.W., fév. 2010)**

La macrofaune comporte une quarantaine d'espèces de Gastéropodes, en général de petite taille, avec une dominance des formes de fond rocheux peu profond et très peu de Bivalves. Par rapport aux sites de la baie d'Agadir, les espèces tropicales sont légèrement en baisse, mais les récoltes sont probablement issues en majorité de la partie supérieure de la coupe.

Comme il y a au moins 3 dépôts lumachelliques séparés par des cimentations, on peut penser que ce dépôt a enregistré plusieurs phases d'oscillations marines. La seule datation effectuée sur une coquille de *Thaïs haemastoma* récoltée dans le dépôt rouge surmontant la lumachelle, 2 km au nord du Cap, a donné un âge U/Th apparent de 44 +/- 2 ka BP.

**ARRET 6 : OUED TAMRI - IGHIN N'IMKSAOUN, LE COMPLEXE DUNAIRE  
POST-OULJIEN (A. Weisrock, A. Ouammou et M. Bouajaja)**

Sur 30 m d'épaisseur, la coupe d'Ighin n'Imksaoun (El Ouahidi, 2008) montre l'empilement de 13 unités sédimentaires (Fig. 1-6-1 et Fig. 1-6-2) Voir aussi Fig. Intro-1 ou 1-6-3 :

U1 : base = poudingue à gros galets calcaires ; sommet = poudingue à petits galets de rhyolithe et rares coquilles marines

U2 : sables biodétritiques stratifiés, méd. à 250 microns

U3 : empilement de 11 séries composées chacune à la base de sables fins à moyens (190 microns) bien classés, éolisés et au sommet de sables limoneux (170 microns) à nombreuses coquilles d'*Helix*

U3.12 : Dalle calcaire principale

Au-dessus, le même type de sédimentation se poursuit, mais avec des unités plus épaisses et plus continues :

U4 : sables limoneux (180 microns) rubéfiés, friables

U5 : sables biodétritiques (220 microns)

U6 : sables plus ou moins limoneux (210) et rubéfiés, à *Helix*

U7 : sables stratifiés un peu plus grossiers (230)

U8 : sables grossiers (265) rubéfiés, à fort pourcentage de limons et argiles (50%)

U9 : sables grossiers (270) biodétritiques, peu consolidés

U10 : sables limoneux (182) rubéfiés, contenant une industrie à grands éclats plats sur galets calcaires, avec qq. hachereaux sur éclats

U11 : sables grossiers (275) biodétritiques, à stratifications obliques

U12 : sables fins (172) rubéfiés, à Hélicidés et coquilles d'œufs d'Autruches, dont un fragment a fourni un âge de plus de 30 ka

U13 : sables fins (175) rosâtres bien stratifiés

Cette coupe montre le grand développement des systèmes dunaires post-ouljien dans les secteurs favorables du littoral et le potentiel qu'ils recèlent pour une connaissance plus précise des oscillations mineures rapides du niveau océanique, des fluctuations climatiques et du peuplement préhistorique, lorsque des datations plus nombreuses seront établies. Globalement cependant, elle confirme l'existence d'une remontée marine « intra-soltanienne » avant 30 ka et une présence non négligeable des hommes du Paléolithique moyen à proximité du trait de côte.

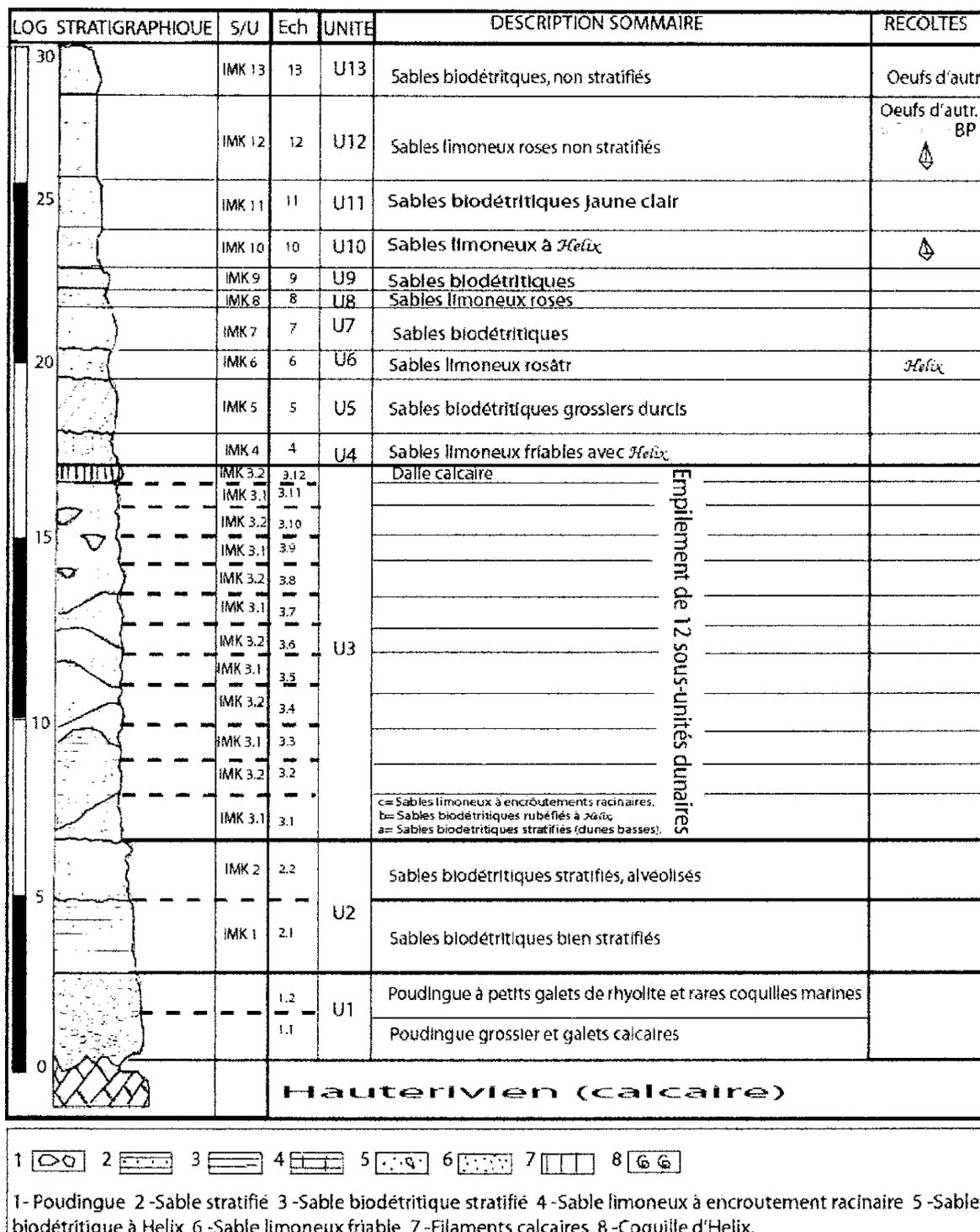


Fig. 51 : Formation d'Irhaïn Imksaoune : stratigraphie et description sommaire du dépôt post-ouliien (S/U : sous-unité ; Ech : n° d'échantillon ; Oeufs d'autr. : oeufs d'autruche)

**Fig. 1-6-1 : Formation d'Irhaïn n'Imksaoun, stratigraphie et description sommaire du dépôt post-ouliien (A. El Ouahidi, 2008)**

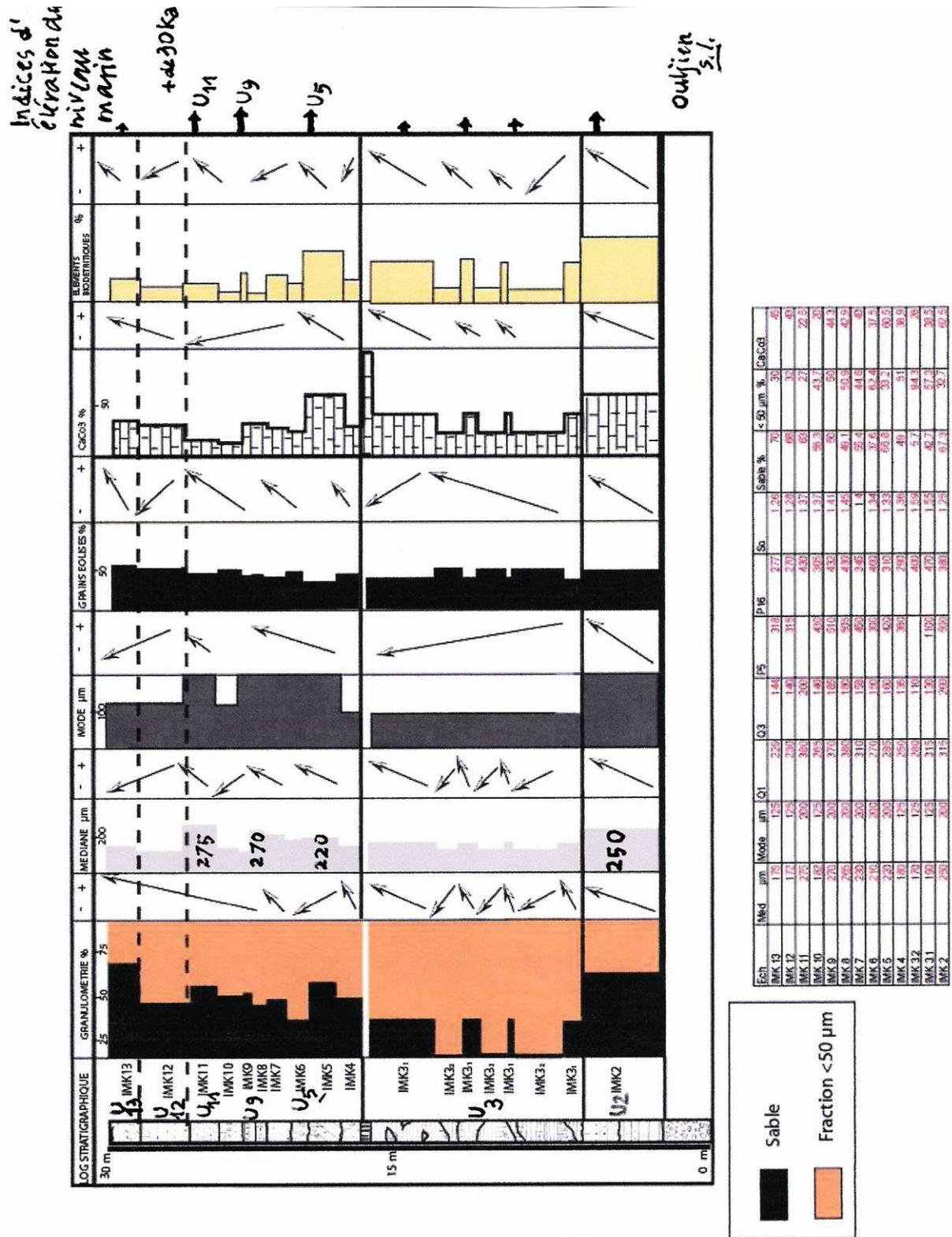


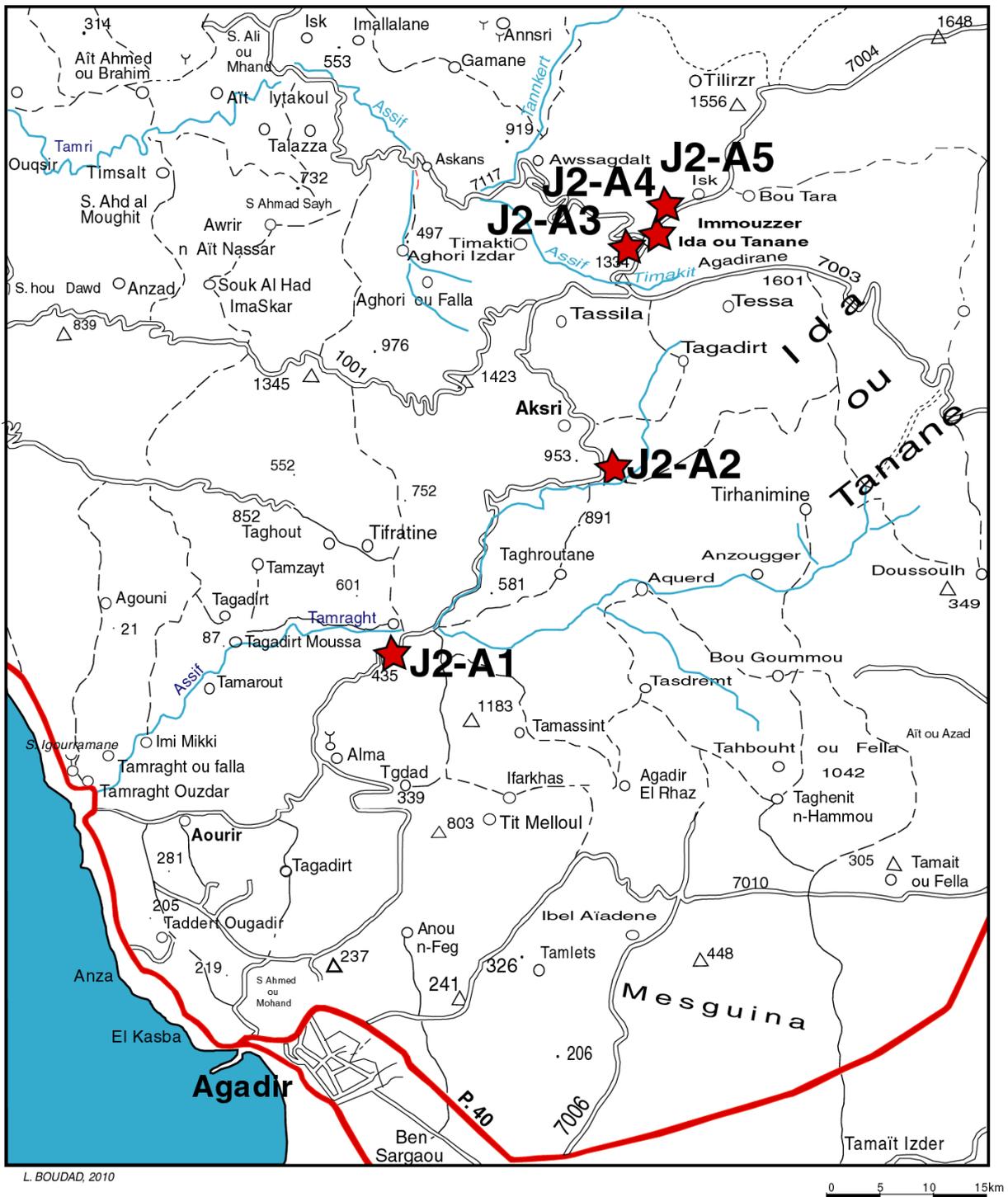
Fig. 1-6-2 : Formation d'Ighin n'Imksaoun, sédimentologie (A. El Ouahidi, 2008)

**GEODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE  
DE LA CHAINE ATLASIQUE,  
KARST ET TRAVERTINS DE CASCADE**



*Fig. 2-1-1 : Travertins des grandes cascades d'Imouzzer Ida Ou Tanane  
(photo LB, Mai 2007)*

## J2 : GEODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE DE LA CHAÎNE ATLASIQUE, KARST ET TRAVERTINS DE CASCADE



*Fig. 2-1-2 : J2, Localisation des arrêts*

## **J2 : GEODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE DE LA CHAÎNE ATLASIQUE, KARST ET TRAVERTINS DE CASCADE**

---

### **ARRET 1 : TAMZERGOUT, MORPHOSTRUCTURE ET NEOTECTONIQUE DE L'ATLAS ATLANTIQUE MERIDIONAL (IDA OU TANANE)**

Le territoire des Ida Ou Tanane correspond à la partie la plus élevée de l'Atlas Atlantique, dite « zone haute centrale » (Duffaud et *al.*, 1966) avec des sommets à plus de 1700 m et de hauts plateaux entre 1200 et 1600 m, traversés par des vallées encaissées qui descendent très vite à moins de 300 m (Fig. 2-1-3). On peut distinguer deux des dernières phases majeures de l'orogénèse : la phase éogène précoce qui a soulevé et plissé le matériel sédimentaire jurassico-crétacé de la « fosse des Haha », donnant une première chaîne probablement aplanie au Miocène. Les restes des surfaces tertiaires sont visibles sur les sommets et hauts plateaux. Le relief actuel est dû au soulèvement plio-quadernaire.

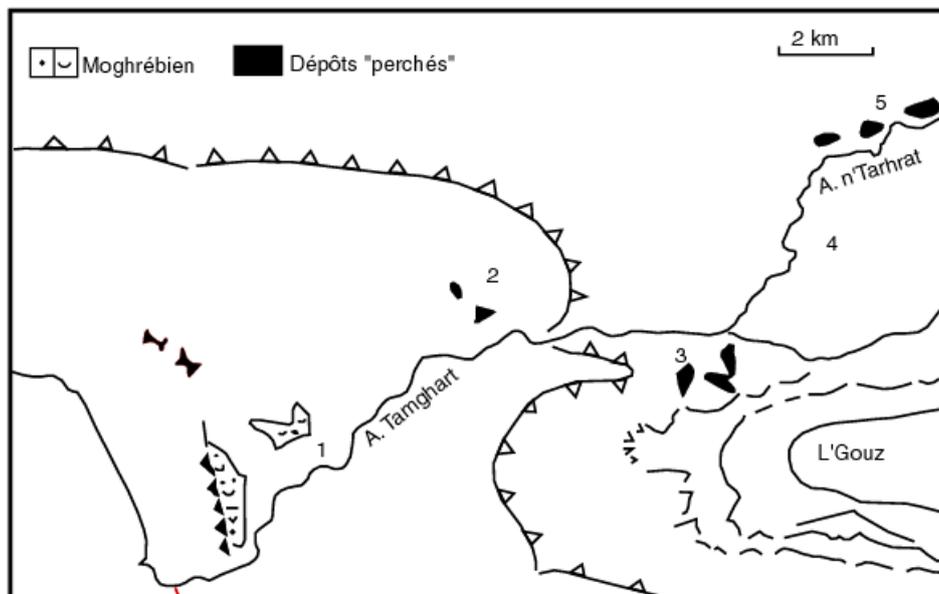
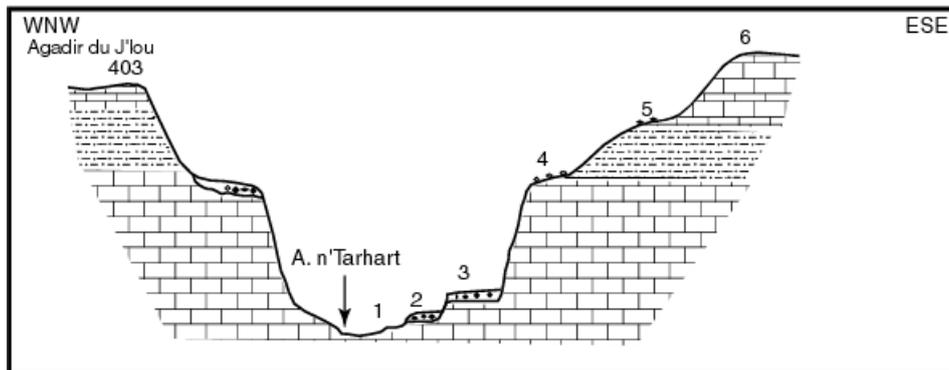
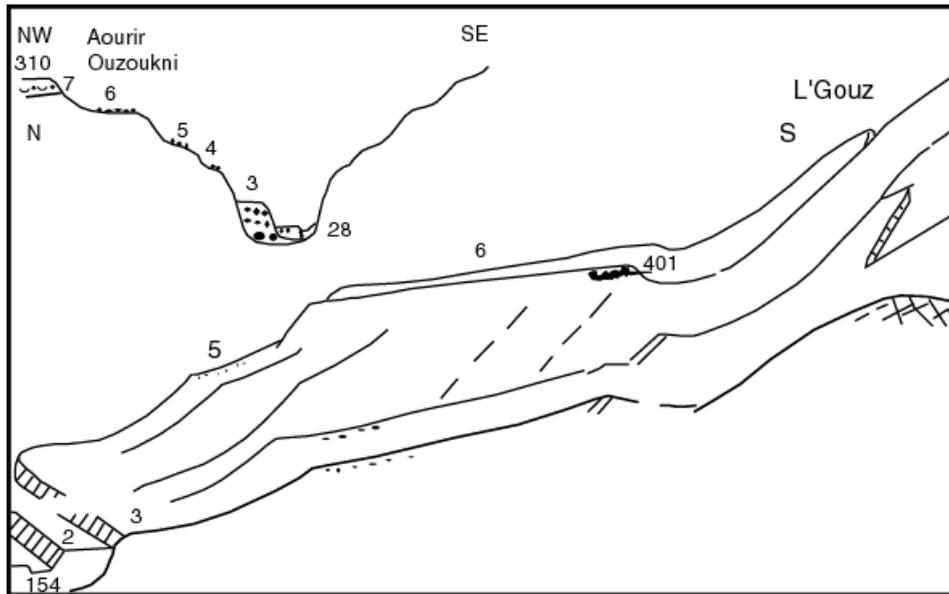
La chaîne présente un relief plissé jurassien déjectif conforme (Fig. 2-1-4), avec 3 lignes W-E de monts anticlinaux coffrés, à vastes périclinaux plongeants : Jbel L'Gouz, ensemble Ouaskal-Anklout-Tazenaght, Iguer n'Aïssa-Imouzzet, tandis que les synclinaux sont pincés (Timesroua-Tamzergout) et ne se développent vraiment qu'aux marges de la zone haute (Ibairroutene, Aït Mansour). Le bassin sédimentaire atlantique des Haha a oscillé au Jurassique et Crétacé entre l'épicontinental à faciès détritique, le deltaïque, le lagunaire évaporitique, le marin à calcaires néritiques et marnes. Les faciès les plus favorables à la karstification sont les calcaires récifaux et dolomitiques de l'Oxfordien, dits « formation d'Igguï el Behar – Lalla Oujja » (Adams et *al.*, 1978).

Le soulèvement plio-quadernaire a induit l'incision des vallées, jalonnées de dépôts continentaux anciens à Tamzergout (Fig. 2-1-5) : le panorama depuis le Tizi n'Elma fait voir deux générations de glacis-cônes perchés. Le plus ancien est à plus de 200 m au-dessus du talweg actuel de l'assif Tamraght ; il est probablement postérieur au Moghrébien marin d'Aourir Ouzoukouni (A. Weisrock, 1993, 214-217), mais il est difficile d'établir des relations définitives entre les étagements continentaux et littoraux au-delà du stade 5 (Fig. 2-1-6). Dans les deux cas cependant (Tamzergout et Aourir Ouzoukouni), il est clair que l'incision actuelle est pratiquement acquise avant le dépôt (3), c-à-d l'équivalent probable du stade 9.





**J2 : GEODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE DE LA CHAÎNE ATLASIQUE, KARST ET TRAVERTINS DE CASCADE**



Dépôts perchés à l'Assif Tamghart et à Assif Tarhart  
 1 = Aourir Ouzoukni; 2 = Percée du crêt vraconien; 3 = Tadrine -Tamzergout; 4 = Agadir ou J'lou, assif n'tarhart; 5= Tarhart ou Ankrim

**Fig. 2-1-5 : Gorges et dépôts perchés des assifs Tamraght et n'Tarhat (A. Weisrock, 1980/93)**

**J2 : GEODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE DE LA CHAÎNE ATLASIQUE, KARST ET TRAVERTINS DE CASCADE**

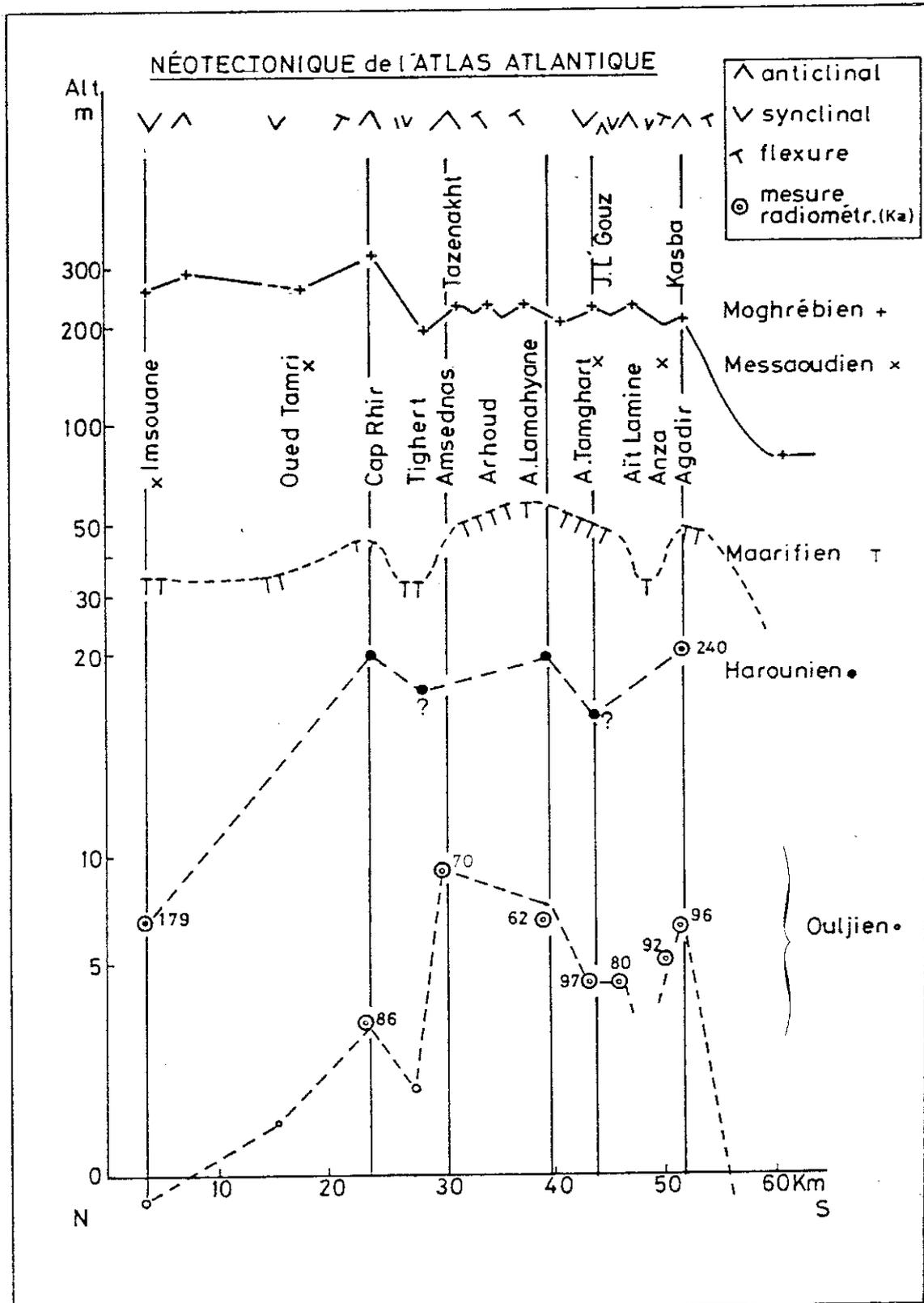


Fig. 2-1-6 : Néotectonique de l'Atlas atlantique, indications du littoral (A. Weisrock, 1981)

## **J2 : GEODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE DE LA CHAÎNE ATLASIQUE, KARST ET TRAVERTINS DE CASCADE**

---

### **ARRET 2 : TARHAT N'OU ANNKRIM, INCISION QUATERNAIRE ET KARSTIFICATION**

La vallée de l'assif n'Tarhat, affluent de l'assif Tamraght, est incisée dans la formation de Tarhat, composée surtout de calcaires lumachelliques et calcaires siliceux (ex « Jurassico-Crétacé », ex Berriasien). A Agadir Ou Jlou, on dénombre 5 lambeaux de terrasses étagées. L'équivalent du niveau 5 est occupé par le village de Tarhat n'Ou Annkrim. La coupe de la partie supérieure de cette formation montre un dépôt de versant à gros blocs anguleux (certains de plus de 4 m) de calcaire dolomitique de la formation d'Igguï el Behar issus du versant supérieur très fracturé. Non altérés dans la masse, ils sont recouverts d'une croûte calcaire rose pâle, lamellaire, masquant les traces d'une altération crypto-karstique antérieure. Entre les blocs on trouve un ciment argilo-calcaire rose emballant de petits blocs et des brèches. Vers le sommet, cette formation cimentée prend un aspect tuffeux blanc, en couches de 5 à 10 cm d'épaisseur, puis 1 ou 2 cm de croûte lamellaire et ainsi de suite. En décalage latéral, on passe à des travertins de cascade ponctuels. L'ensemble du dépôt peut être affecté par des poches métriques de terra rossa brun-rouge foncé, à concrétions recalcariées.

La formation détritique à gros blocs de Tarhat n'Ou Annkrim est postérieure à celle du niveau (6) de Tizi Ou Elma et *a fortiori* du Moghrébien. Elle marque un stade de creusement (5) de la vallée antérieur à l'incision verticale des gorges, avec une génération contemporaine, ou quelque peu plus récente, de travertins qui seront comparés plus loin à ceux d'Imouzzér-école (travertins karstifiés, en position « haute »). Ceci implique un fonctionnement déjà antérieur du karst, qui a pu préparer l'incision verticale spectaculaire par le façonnement de conduits souterrains. C'est ce qui apparaît dans la topographie du réseau d'Imi n'Ouggoug (Fig.2-1-4, 4) qui appartient à l'assif n'Tarhat, comme dans celui de l'assif el Had à El Kandart (Fig. 2-1-4, 5B) et plus généralement dans les cavités karstiques en forme de cloche des Ida Ou Tanane.

## **J2 : GEODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE DE LA CHAÎNE ATLASIQUE, KARST ET TRAVERTINS DE CASCADE**

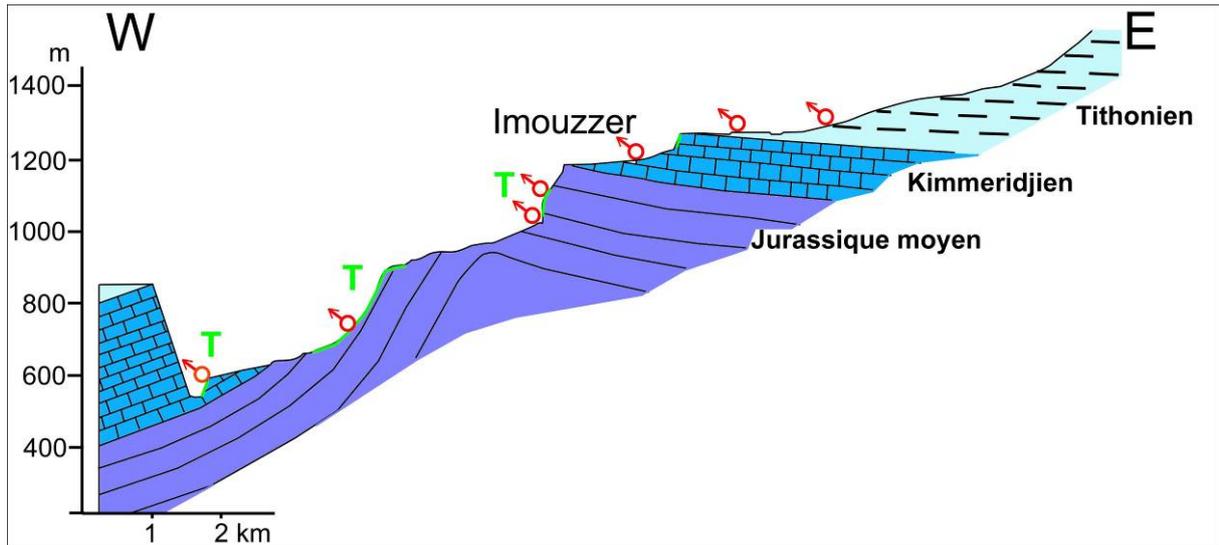
---

### **ARRET 3 : IMOZZER IDA OU TANANE, GRANDES CASCADES DE TAMAROUT**

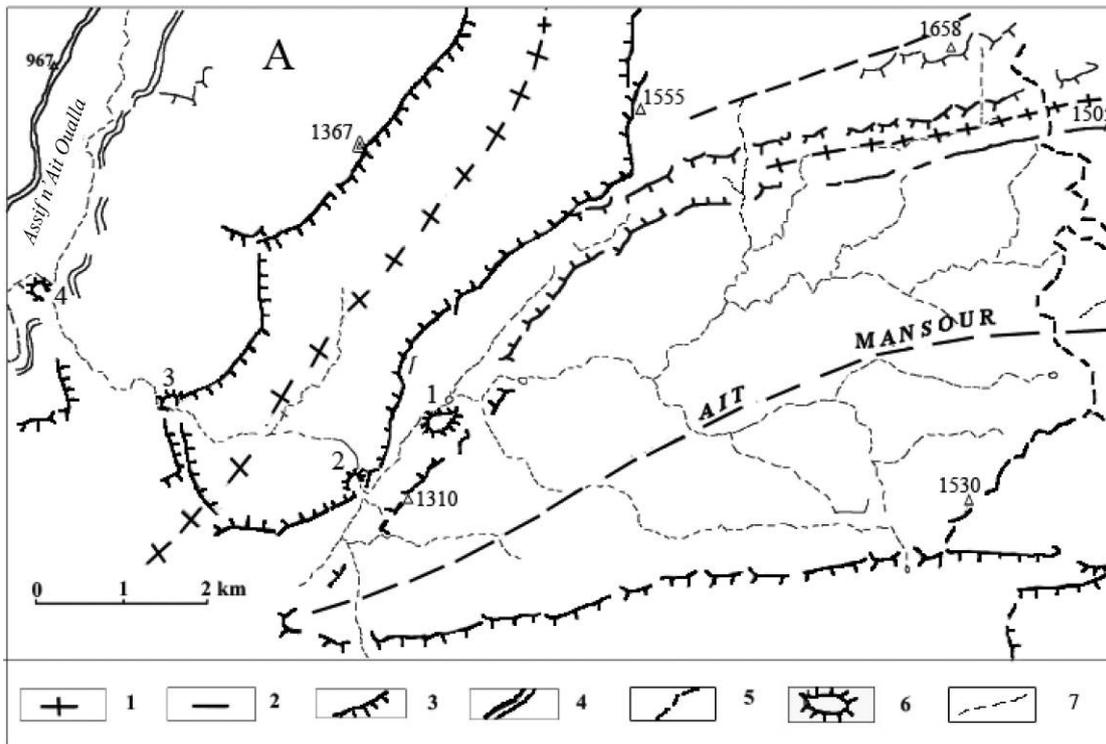
Le complexe travertineux des grandes cascades d'Imouzzer (Fig. 2-1-1) se situe sur le versant oriental de la combe-cluse de Tamarout creusée dans l'anticlinal d'Iguer n'Aïssa-Imouzzer. Les travertins ont pris naissance sur un escalier de 3 barres calcaro-dolomitiques du Jurassique moyen-supérieur (formation récifale d'Iggui el Behar) où parviennent les exutoires du synclinal des Aït Mansour (Fig.2-3-1). On peut y distinguer schématiquement 4 séries successives de constructions travertineuses (Fig.2-3-2), ces constructions prenant ici la forme de dômes progradants emboîtés les uns dans les autres. Les écoulements actuels ne fonctionnent que lors des crues, le chimisme des eaux variant considérablement en fonction de la saison et du débit (Tableaux 2-3-1 et 2-3-2).

Les dômes sont constitués par des dépôts de travertins à faciès rubané de cascade. Il s'agit d'un faciès lamellaire construit sur des supports algaires de genre *Phormidium*. En lame mince, on voit que les couches foncées correspondent à la minéralisation des cellules d'algues (ou de mousses) dont les structures internes et les gaines sont parfaitement conservées. Les couches claires sont constituées de cristaux de calcite sparitique dont la trame est orientée par les filaments algaires. Parfois, ces couches sont suivies d'une couche poreuse rougeâtre plus détritique. L'analyse pollinique du contenu de couches foncées a montré que leur construction s'effectue de la fin de l'hiver au milieu du printemps, celle des couches claires ne pouvant se faire qu'à la fin de l'automne et au début de l'hiver (beaucoup de pollens usés et oxydés, déformés par la chaleur estivale, Tableau 2-3-3).

## J2 : GEODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE DE LA CHAÎNE ATLASIQUE, KARST ET TRAVERTINS DE CASCADE



*Fig. 2-3-1 a : Imouzzer Ida Ou Tanane – Tamarout : coupe géologique du site (A. Weisrock 1980/93)*



*Fig. 2-3-1 b : Imouzzer Ida Ou Tanane : le bassin versant des grandes cascades (A. Weisrock 1980/93)*

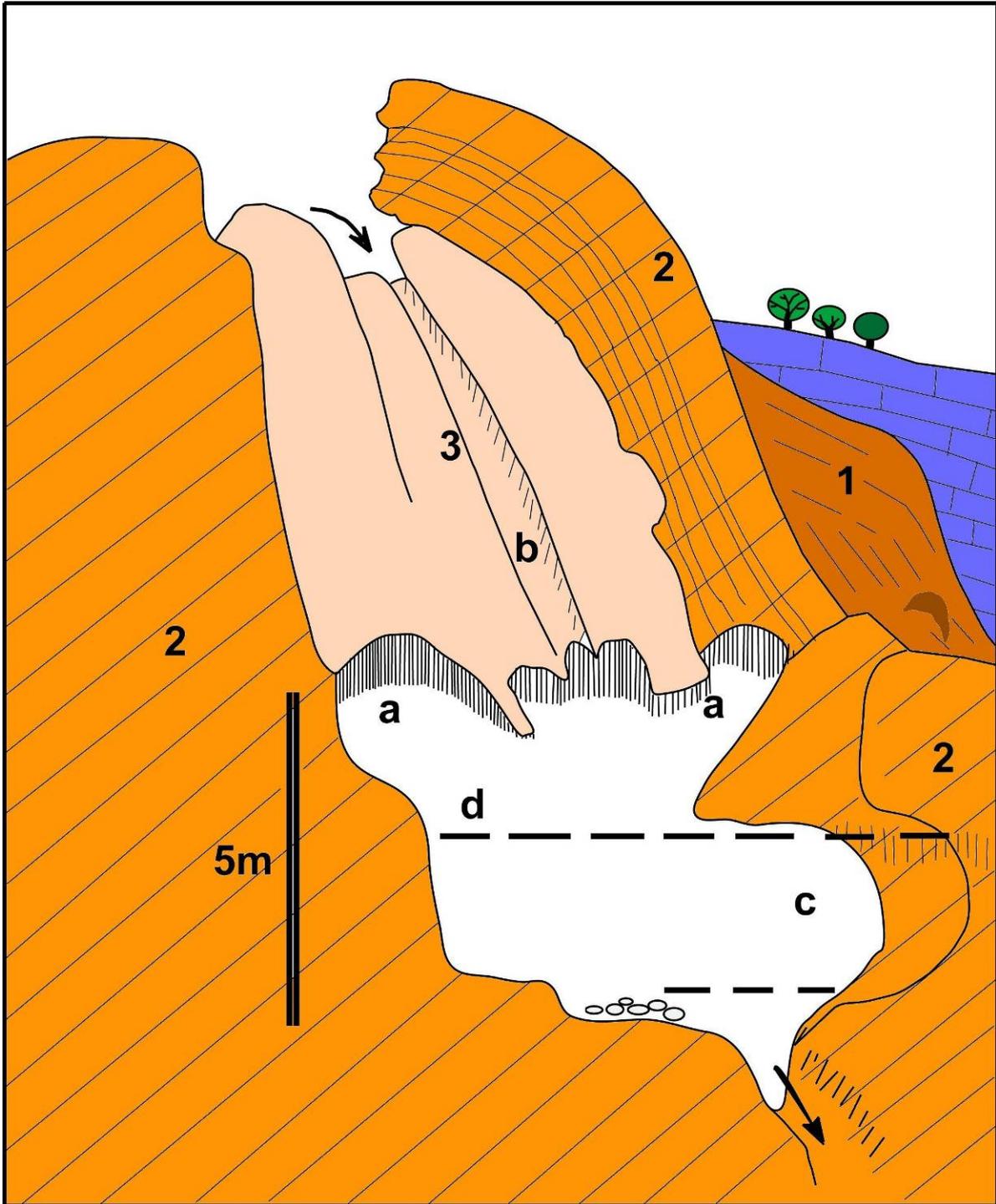
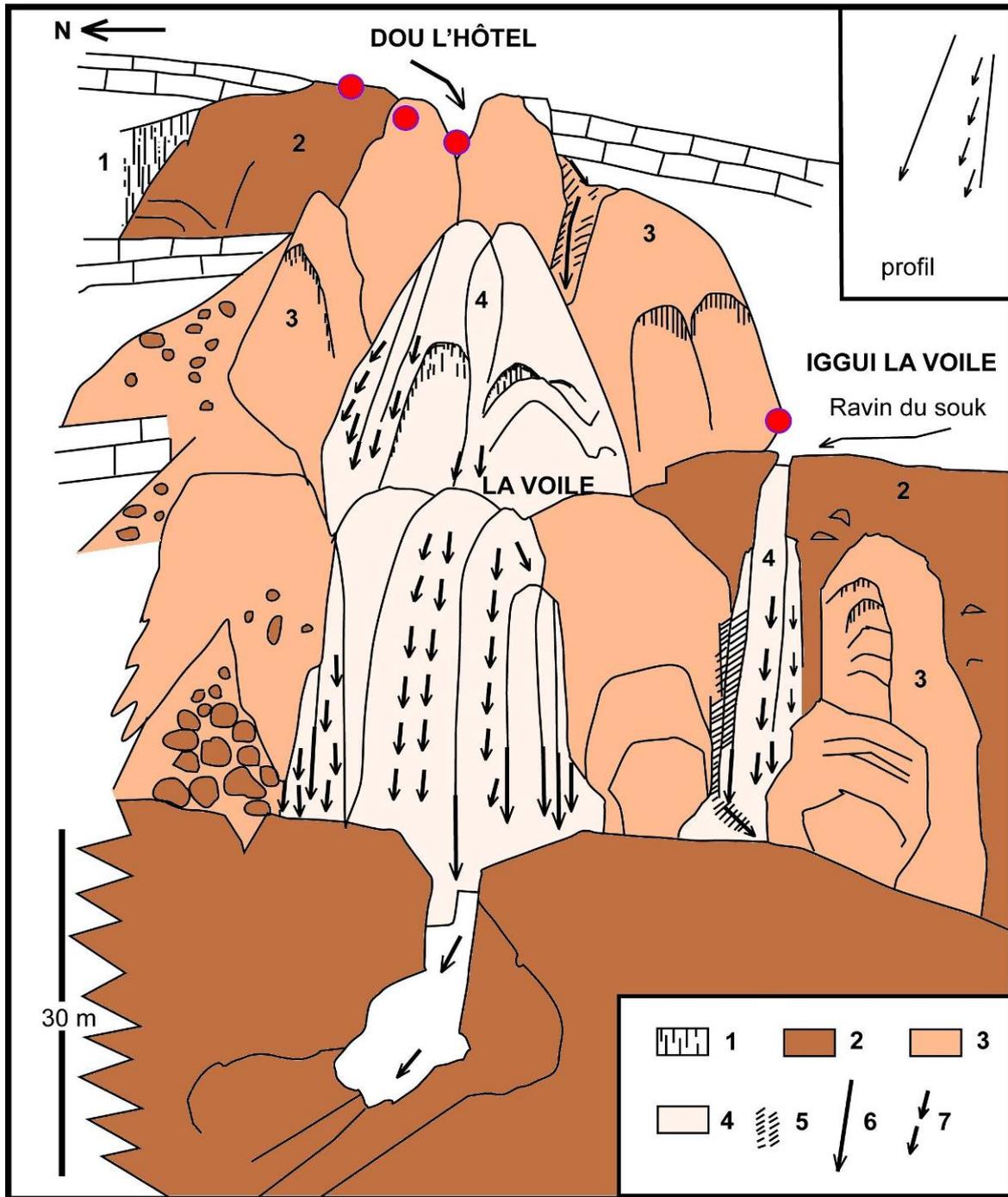


Fig. 2-3-2 a : Imouzzer Ida Ou Tanane : schéma d'un édifice travertineux élémentaire (A. Weisrock 1980/93)

**J2 : GEODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE DE LA CHAÎNE ATLASIQUE, KARST ET TRAVERTINS DE CASCADE**



*Fig. 2-3-2 b : Imouzzer Ida Ou Tanane – Tamarout : schéma d'ensemble des travertins des grandes cascades (A. Weisrock, 1980/93)*

## J2 : GEODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE DE LA CHAÎNE ATLASIQUE, KARST ET TRAVERTINS DE CASCADE

Tableau 69 : Analyses d'eaux hivernales de la région d'Imouzzer (6)

N°	Site	Date	Terrain			Laboratoire (2)							Altitudes
			t° eau	pH (1)	t° air	Ca + + mg/l	Degré calcaïque (3)	Mg + + mg/l	Degré magnésien (4)	T.H. (5)	Mg Ca	SO <sub>4</sub> mg/l	
2	Bou Tara	24/12/76	16	7,05	10	71,5	71,8	18,7	7,8	25,6	0,26	13	1260
3	Aïn Tanagant	-	15,5	6,90	9	86,3	21,5	25,3	10,5	32	0,29	40	1240
4	Amda Igmir	-	8,3	8	9	88	22	25,3	10,5	32,5	0,28	46	1240
5	Isk (en bas)	25/12/76	6	7,70	13	50,6	12,6	9,9	4,1	16,7	0,19	18	1220
6	Tifrit	27/12/76	14,8	7,05	8	99	24,7	22,5	9,3	34	0,22	78	1250
7	-, perte	-	9	7,90	7,2	104,5	26,1	22,5	9,3	35,4	0,21	78	1240
8	M.Forestièrè	-	18	6,50	7,9	123,7	30,9	34,6	14,4	45,3	0,27	176	1200
9	Tougrou	-	17	7,60	7,9	129,2	32,3	36,3	15,1	47,4	0,28	209	1200
10/4	Imouzzer, route	25/12	16	8	12	118,2	29,5	35,7	14,8	44,3	0,30	180	1160
11	-, hôtel, seguia	-	15,5	8,05	12	118,2	29,5	35,7	14,8	44,3	0,30	185	1120
12	Tamarout, haut	-	15,5	8	11	118,2	29,5	35,7	14,8	44,3	0,30	176	1080
13	Tamarout, bas	27/12/76	12	7,95	10,8	75,3	18,8	33	13,7	32,5	0,43	144	1000
14	Tidili, mosquée	26/12	7	7,95	10	86,3	21,5	33,5	13,9	35,4	0,38	142	920
15	Isk Tidili	-	6,2	7,5	10,8	41,2	10,3	7,1	2,9	13,2	0,17	34	850
16/1	Lamjdid, S. 1	-	18,9	7,05	10,5	294,2	73,5	70,4	29,3	102,8	0,23	880	700
16/2	-, S. 2	-	17,5	7,70	10,5	302,5	75,6	71,5	29,7	105,3	0,23	880	700
16/3	-, S. 3	-	17,5	7,55	10,5	300,8	75,2	71,5	29,7	104,9	0,23	874	700
17/2	Tassila	-	15,3	8,05	15,5	288,7	72,1	71,5	29,7	101,8	0,24	836	580
18	Assif Birkjdirm	-	12,3	8,20	15,5	41,2	10,3	11	4,5	14,8	0,26	47	480
19	Assif Aït Oualla	-	18,5	7,85	15,5	137,5	34,3	49,5	20,6	54,9	0,36	295	490
1	Assif Tanrachft	31/12	10	7,90	11	31,3	7,8	3,8	1,6	9,4	0,12	7	1260
2	Bou Tara	-	16	6,95	11	52,8	13,2	9,3	3,8	17	0,17	7	1260
3	Isk (A. Tgmt)	-	11,5	7,45	10	41,2	10,3	5,6	2,3	12,6	0,13	5	1240
11	Imouzzer, hôtel	-	11,5	7,90	10,5	44	11	5,5	2,3	13,3	0,12	5	1120
13	Tamarout, bas	-	11	7,55	12	39,6	9,9	4,2	1,8	11,7	0,90	6	1000

(1) Mesures effectuées par P. Gamez au Ph-Mètre portatif Heito

(2) Dosages du Ca + + et du Mg + + par T. Muxart, par complexométrie

(3) Le degré calcaïque, ou dureté calcaïques, vaut 10 mg de CO<sub>3</sub>Ca.

(4) le degré magnésien, ou dureté magnésienne, vaut 8,4 mg de CO<sub>3</sub>Mg.

(5) le degré hydrotimétrique total TH est égal à la somme des précédents.

(6) Analyses le long de l'oued des cascades d'Imouzzer ; la 2ème série a été effectuée le 31/12/1976, lors d'une crue moyenne.

**Tableau 2-3-1 : Analyses d'eaux hivernales de la région d'Imouzzer (T. Muxart, in A.W. 1980/93)**

## J2 : GEODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE DE LA CHAÎNE ATLASIQUE, KARST ET TRAVERTINS DE CASCADE

N°	Site	Date	Terrain			Laboratoire (2)							Altitudes
			t° eau	pH (1)	t° air	Ca + + mg/l	Degré calciq (3)	Mg + + mg/l	Degré magnésien (4)	T.H. (5)	Mg Ca	SO <sub>4</sub> mg/l	
2	Bou Tara	3/07/78	22	8	29	112,5	28,1	31,6	13,1	41,2	0,28	70	1260
3	Ain Tanagamt	-	18,5	7,5	28,5	105,5	26,3	27	11,2	37,5	0,25	34	1240
8	M. Forestière	-	18	7,5	28	163,5	40,8	40,8	17	57,8	0,24	210	1200
10/1	Ain ou Aoussir	-	16	8	28	182,5	45,6	42,5	17,7	63,3	0,23	180	1170
10/2	Immouzzet usine	-	17	7,5	28	502,5	110,5	60 ?	25 ?	135 ?	-	1250	1160
10/3	Ain Bijouane	-	15	8	26	128,2	32	25,2	14,6	46,6	0,27	99	1160
13	Tamarout, bas	-	18,5	7,5	26,5	120	30	37,5	15,6	45,6	0,31	173	1000
14	Tidili, mosquée	-(6)	17	7	18	181	45,2	43	17,9	63,1	0,2 =	-	920
16/1	Lamjdid, S. 1	-(6)	18	7,5	17	515	128	60 ?	25 ?	153 ?	-	715	700
16/2	-, S. 2	-(6)	18	7,5	17	275	68,7	59	24,7	93,4	0,21	620	700
16/3	-, S. 3	-(6)	18	7,5	17	291,5	72,8	60 ?	25 ?	97,8 ?	-	715	700
17/1	Tanout n'Ait Oualla	-(6)	19	7,5	25	231	57,5	53,2	22,1	79,8	0,23	476	600
18	Assif Birkjdirn	-	20	7	24	154,5	38,6	50,5	21	59,6	0,32	326	480
19	Assif n'Ait Oualla	-	24	7,5	24	169,5	42,3	54,8	22,8	65,1	0,36	376	490
a	Assif el Had	5/07/78	20,5	6,5	27(7)	370	92,5	60 ?	25 ?	117,5?	-	1135	700
b	El Kandart	-	20	7	27(7)	106,5	26,6	42,2	17,5	44,1	0,39	62	700
c	Iferd el Maâz	4/07/78	28	7	30	78	19,5	9,8	4	23,5	0,12	15,6	15400
d	Ain Taourirt	-	20	7,5	32	165	41,2	30,5	12,7	53,9	0,18	15,2	1380
e	Ain ouit n'Doun	24/07/78	17,5	7	34	40,8	10,2	23	9,5	19,7	0,56	30	1360
f	Ain Ait Abdallah	1/07/78	20	7,5	23	123,5	30,8	60 ?	25 ?	55,8 ?	0,48 ?	-	1440
g	Khettara I. Aïssa	-	15	7	21(8)	110,5	27,1	60 ?	25 ?	52,1 ?	0,54	-	1440
h	Ain Ismitern	28/06/78	-	-	-	423	105,7	60 ?	25 ?	130,7?	0,14 ?	-	850

(1) Estimations au papier pH.

(2) Dosages effectués par T.Muxart. Le transport des échantillons par des températures élevées a provoqué dans certains flacons un début d'évaporation. D'où des valeurs données sous toute réserve.

(3) 1 degré calcique = 10 mg de CO<sub>3</sub>Ca.

(4) 1 degré magnésien = 8,4 mg de CO<sub>3</sub>Mg.

(5) TH est égal à la somme des degrés calcique et magnésien.

(6) Échantillons 14 à 16/3 : températures du matin, avant 9h.

(7) Températures extérieures ; dans la grotte, 23°.

(8) Températures extérieures ; dans le khettara, 18°

(9) 1<sup>er</sup> série : prélèvements le long de l'oued des cascades d'Imouzzet.

2<sup>ème</sup> série : prélèvements au pourtour des plateaux dolomitiques de l'Iguer Aïssa (a-b-f-g-h). et du Tasroukht (e) ; d'Igguï et Behar (c-d), calcaire.

**Tableau 2-3-2 : Analyses d'eaux estivales de la région d'Imouzzet (T. Muxart, in A. W. 1980/93)**

## J2 : GEODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE DE LA CHAÎNE ATLASIQUE, KARST ET TRAVERTINS DE CASCADE

Espèces	Nombre de pollens comptés (1 lame par niveau)		
	26-1	26-2	26-3
Eléments tropicaux .....			
cf. <i>Combretaceae</i> .....	1	-	-
<i>Celastraceae</i> , cf. <i>Gymnosporia senegalensis</i> = <i>Maytenus senegalensis</i> .....	-	3	-
<i>Sapotaceae</i> : <i>Argania spinosa</i> .....	54	11	8
Eléments méditerranéens .....			
<i>Pinus</i> sp. ....	13	1	10
<i>Cupressaceae</i> : <i>Juniperus tetrachinis</i> .....	39	2	9
<i>Cupressaceae</i> , non déterminé .....	-	2	-
<i>Quercus ilex coccifera</i> .....	3	4	7
<i>Olea</i> .....	106	26	46
<i>Oleaceae</i> , cf. <i>Fraxinus</i> sp. ....	-	-	1
<i>Oleaceae</i> , cf. <i>Phillyrea</i> .....	1	-	-
<i>Oleaceae</i> .....	6	6	33
<i>Anacardiaceae</i> : <i>Pistacia</i> sp. ....	11	-	1
<i>Capparidaceae</i> : cf. <i>Capparis</i> .....	-	1	-
Eléments sub-méditerranéens, méditerranéens et désertiques			
<i>Palmae</i> : cf. <i>Phoenix</i> .....	1	9	1
<i>Tamarix</i> sp. ....	-	-	2
<i>Ephedra</i> .....	2	1	2
<i>Rhamnaceae</i> .....	1	-	-
<i>Umbelliferae</i> , type <i>Danceae</i> .....	-	4	4
<i>Eryngium</i> , cf. <i>illicifolium</i> .....	2	-	4
cf. <i>Cynomoriaceae</i> .....	2	-	-
<i>Boraginaceae</i> : <i>Echium</i> .....	-	1	-
cf. <i>Heliotropium</i> .....	1	-	-
<i>Lytraceae</i> .....	-	-	1
<i>Labiatae</i> .....	3	6	3
<i>Resedaceae</i> .....	-	-	1
<i>Papilionaceae</i> .....	1	-	2
cf. <i>Lotus</i> .....	-	1	4
<i>Caeasalpiniaceae</i> , cf. <i>Ceratonia siliqua</i> .....	1	-	1
<i>Liliaceae</i> : <i>Asphodelus</i> cf. <i>tennifolius</i> .....	2	1	-
<i>Cruciferae</i> .....	3	1	1
<i>Convolvulaceae</i> (t. <i>Cressa</i> ) .....	2	-	-
<i>Plantaginaceae</i> , <i>Plantago</i> .....	11	3	3
	(2 types)		
<i>Polygonaceae</i> , <i>Rumex</i> sp. ....	6	4	1
<i>Cystaceae</i> , <i>Helianthemum</i> .....	1	-	1
<i>Artemisia</i> (2 espèces) .....	12	9	11
Composées tubuliflores .....	11	6	11
Composées liguliflores .....	4	6	19
<i>Chenopodiaceae</i> .....	8	1	7
<i>Graminae</i> .....	9	3	9
Plantes de lieux humides			
<i>Cyperaceae</i> .....	2	-	5
<i>Ranunculaceae</i> .....	1	-	-
Divers			
Indéterminés .....	3	14	6
	(1 type)	(19 types)	(2 types)
Indéterminables .....	39	38	50
Spores de Ptéridophytes .....	4	-	-
Poils d' <i>Olea</i> .....	6	-	2
Spores de champignons, très nombreux .....	X	X	X

TABLEAU 71 : Analyses polliniques de trois couches d'un travertin rubané d'Isk Tidili (Imouzzer Ida Ou Tanane).

**Tableau 2-3-3 : Analyses polliniques de 3 couches d'un travertin rubané d'Imouzzer (J. Cohen, in A. W. 1980/93) La couche claire est la 26-2**

## **J2 : GEODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE DE LA CHAÎNE ATLASIQUE, KARST ET TRAVERTINS DE CASCADE**

---

### **ARRET 4 : IMOZZER IDA OU TANANE, « DOU L'HOTEL », DATATIONS U/Th DES TRAVERTINS**

Le prélèvement des échantillons a été effectué au sommet ou sur les flancs des différents édifices aux lieux-dits « Dou l'hôtel » et « Iggui la voile » (Fig. 2-3-2 b). B. Ghaleb (Geotop, UQAM, Montréal), C. Falguères et L. Rousseau (MNHN) ont réalisé 5 mesures par TIMS (Tableau 2-4-1).

Les résultats précisent les âges de quatre étapes de la genèse du complexe de travertins d'Imouzzer :

Stade isotopique 2 : échantillon 16 CAS 07 DH daté de  $15,4 \pm 0,3$  ka BP, travertin rubané très bien cristallisé de 20 à 40 cm d'épaisseur, moulant une entaille du lit de l'oued dans le travertin 3B. Après une incision linéaire, des écoulements réguliers et abondants ont permis la formation de ce dépôt relativement restreint.

Stade isotopique 3 (et 4) : échantillon 14 CAS 07 DH daté de  $36,1 \pm 1,0$  ka BP, travertin rubané bien cristallisé récolté au sommet de l'édifice 3B, épais de 50 mètres environ dans le sens de sa progradation. La position de l'échantillon 14 indique que l'édifice 3B avait alors acquis environ la moitié de sa taille ; échantillon 06 CAS 07 ILV daté de  $48,4 \pm 0,7$  ka BP, travertin rubané bien cristallisé, mais à plus forte proportion d'argiles, récolté dans les enveloppes externes de l'édifice 3A, épais de plus de 50 m. On peut donc dire que les édifices 3A et 3B se sont construits durant une période qui débute largement avant 48 ka et se termine après 36 ka. Le stade 3 et probablement une partie du stade 4 marquent ainsi une très importante phase de construction de travertins rubanés.

Stade isotopique 9 (et/ou 10) : les édifices antérieurs (2) n'ont fait l'objet que d'une mesure effectuée sur l'échantillon 11 CAS 07 DH daté de  $296,6 \pm 16,4/14,5$  ka BP sur un travertin rubané bien cristallisé au sommet de l'édifice 2B. Il s'agit d'un échantillon qui se trouve presque au terme des constructions (2). Si l'hypothèse de construction des édifices décalée dans le temps et l'espace est exacte, le complexe 2A serait encore plus ancien.

Une phase majeure de construction encore antérieure sera observée à Imouzzer-école (Arrêt 5).

Les premiers résultats montrent que le creusement de la combe de Tamarout était déjà pratiquement acquis lors de la construction des édifices 3, c'est-à-dire au stade 3. Il était déjà très avancé au stade 9 (édifices 2). Les périodes biostasiques avec karstification sous couvert végétal et dépôts de travertins rubanés sont séparées par des épisodes érosifs torrentiels. On

## J2 : GEODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE DE LA CHAÎNE ATLASIQUE, KARST ET TRAVERTINS DE CASCADE

peut remarquer une coïncidence des premières dates obtenue pour les stades 2 et 3 avec les épisodes H1, H4, H5.

Site	Echantillon	U(ppm)	$^{234}\text{U} / ^{238}\text{U}$	$^{230}\text{Th} / ^{234}\text{U}$	Age (Ka)
Imouzzzer	06 CAS 07	0.153	$2.462 \pm 0.018$	$0.373 \pm 0.004$	$48.416 \pm 0.71$
	11 CAS 07	0.143	$1.837 \pm 0.013$	$1.067 \pm 0.013$	$296.621 (+16.4/-14.5)$
	14 CAS 07	0.138	$2.652 \pm 0.012$	$0.291 \pm 0.007$	$36.170 (+1.04/-1.03)$
	16 CAS 07	0.212	$2.936 \pm 0.012$	$0.134 \pm 0.002$	$15.442 \pm 0.35$
	21 IMZ 07	0.053	$1.201 \pm 0.010$	$1.044 \pm 0.013$	$434.374 (+97.553/-52.809)$

*Tableau 2-4-1 : Datation TIMS de travertins d'Imouzzzer (L. Rousseau et al., 2008)*

### ARRET 5 : IMOUZZER – ECOLES, TRAVERTINS ANCIENS

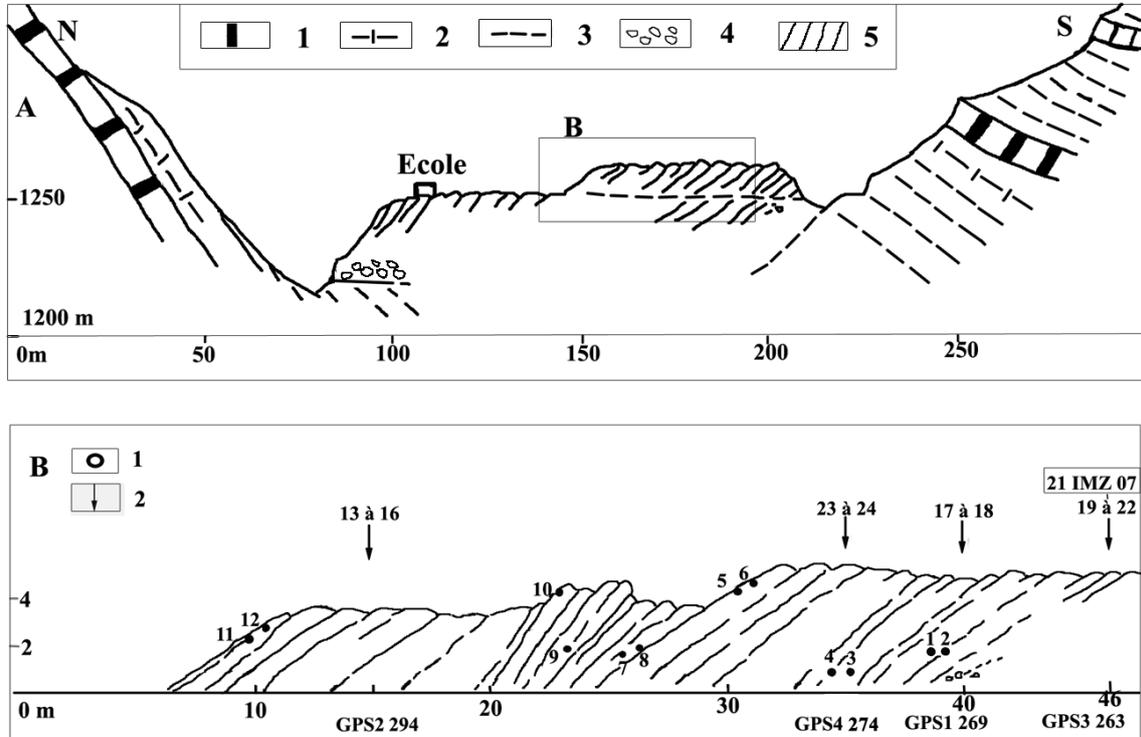
Le massif travertineux d'Imouzzzer-école constitue une butte isolée (Taourirt Imjad = « la colline chauve ») de plusieurs hectares, située vers 1230 m d'altitude, dans le ravin monoclin (Irhzer n'Temsalane) au nord des grandes cascades (Fig. 2-5-1).

Les affleurements le long du chemin de l'ancienne école montrent des couches de travertins rubanés de cascade progradant vers l'ouest et le sud-ouest, tronquées en surface. Ces travertins sont affectés par une importante dissolution karstique, avec des poches de terra rossa et des recristallisations de planchers stalagmitiques. On peut observer qu'ils recouvrent un poudingue fluviatile de base à gros éléments calcaires (visible plus bas dans l'irhzer) et/ou des dépôts de pente masquant les paléoversants. Les travertins initiaux montrent alors des faciès « contournés », voire des structures circulaires en plan, autour de cœurs dont les restes très cristallisés subsistent. Ce dispositif se reproduit au moins deux fois dans la partie orientale du complexe. La partie occidentale de la butte est légèrement plus basse et montre des couches progradant plus nettement vers l'ouest, dans l'axe d'un ravin affluent aujourd'hui comblé. La route d'Isk montre une coupe du remplissage et donne une bonne idée des mécanismes de la sédimentation travertineuse, avec un conglomérat de base peu épais, un dépôt travertineux poreux très détritique avec beaucoup de restes de végétation, un dépôt de travertins à support de mousses et enfin un dépôt à faciès rubané construit progradant.

La seule datation réalisée à ce jour concerne la partie superficielle de la zone orientale de la butte. L'échantillon 21 IMZ 07 provient d'une calcite pure moulant un conduit au cœur d'une structure circulaire. La date obtenue, de  $434,3 \pm 97,5/52,8$  ka BP, outre sa forte marge d'erreur, correspond plutôt à un âge minimal pour les travertins rubanés de la zone orientale

## J2 : GEODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE DE LA CHAÎNE ATLASIQUE, KARST ET TRAVERTINS DE CASCADE

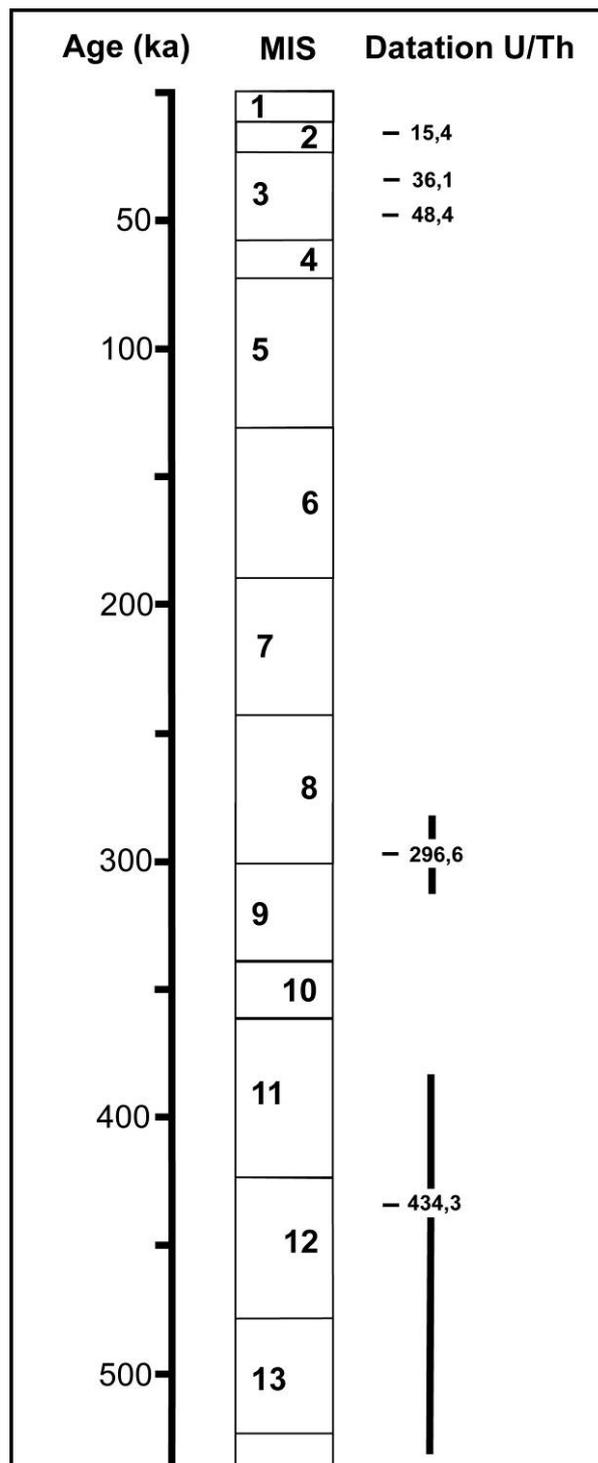
de la butte. La fig. 2-5-2 résume l'état des connaissances actuelles sur les phases de genèse des travertins d'Imouzzer Ida Ou Tanane.



**Fig.2-5.1 : Travertins d'Imouzzer-école (A. Weisrock et al., 2008)**

A : Schéma de localisation des travertins d'Imouzzer-école  
B : Détail de l'échantillonnage, partie sud-est

## J2 : GEODYNAMIQUE PLIO-QUATERNAIRE DE LA CHAÎNE ATLASIQUE, KARST ET TRAVERTINS DE CASCADE



*Fig.2-5-2 : Chronologie des travertins d'Imouzzer Ida Ou Tanane (A.W. et al., 2008)*

**EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE  
DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE**



*Fig. 3-1-1 : Partie distale des cônes de déjection t décapée par l'oued el ouaar à el Houmer.  
(Photo. LB, Février 2010)*

### J3 : EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE

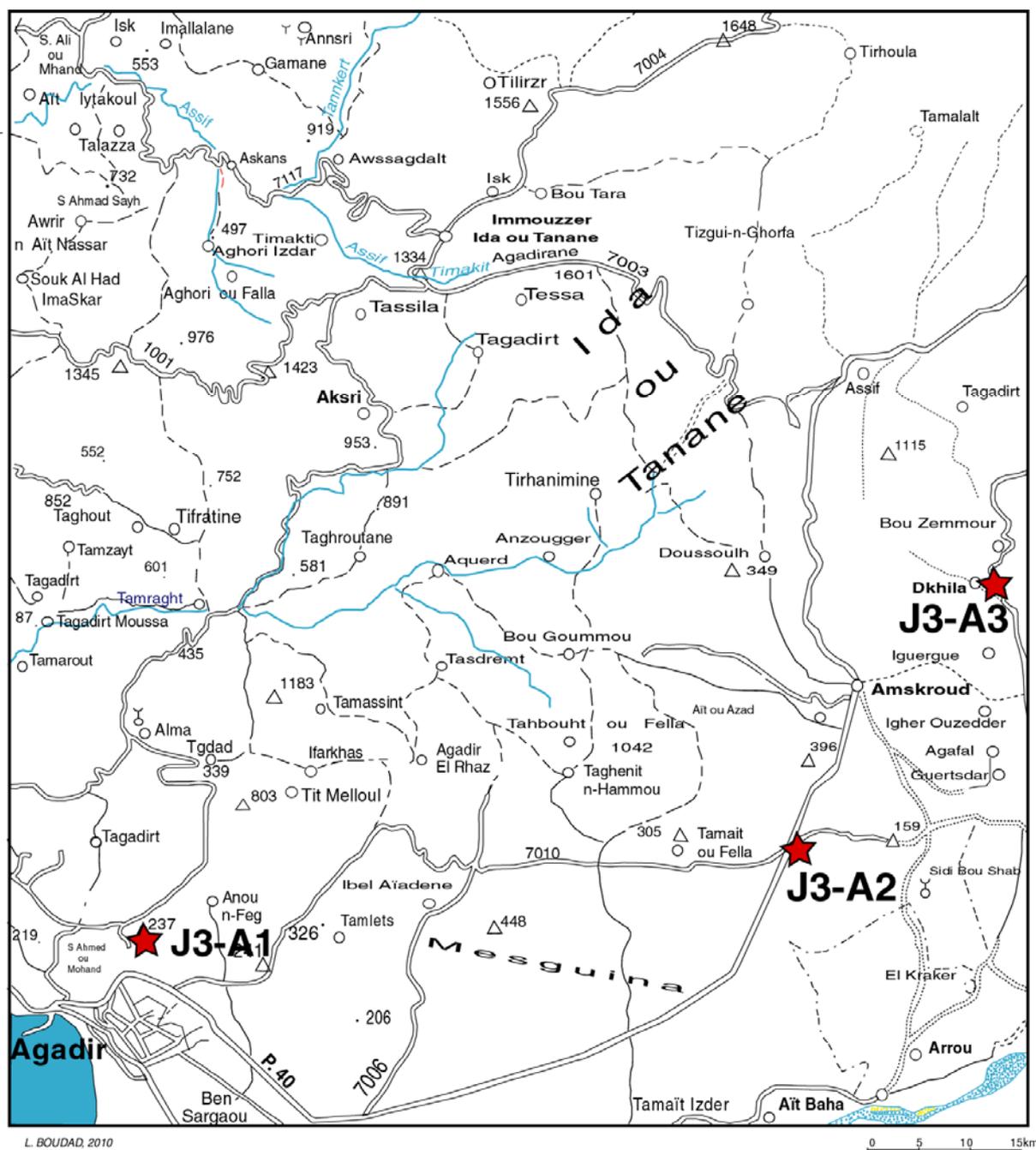
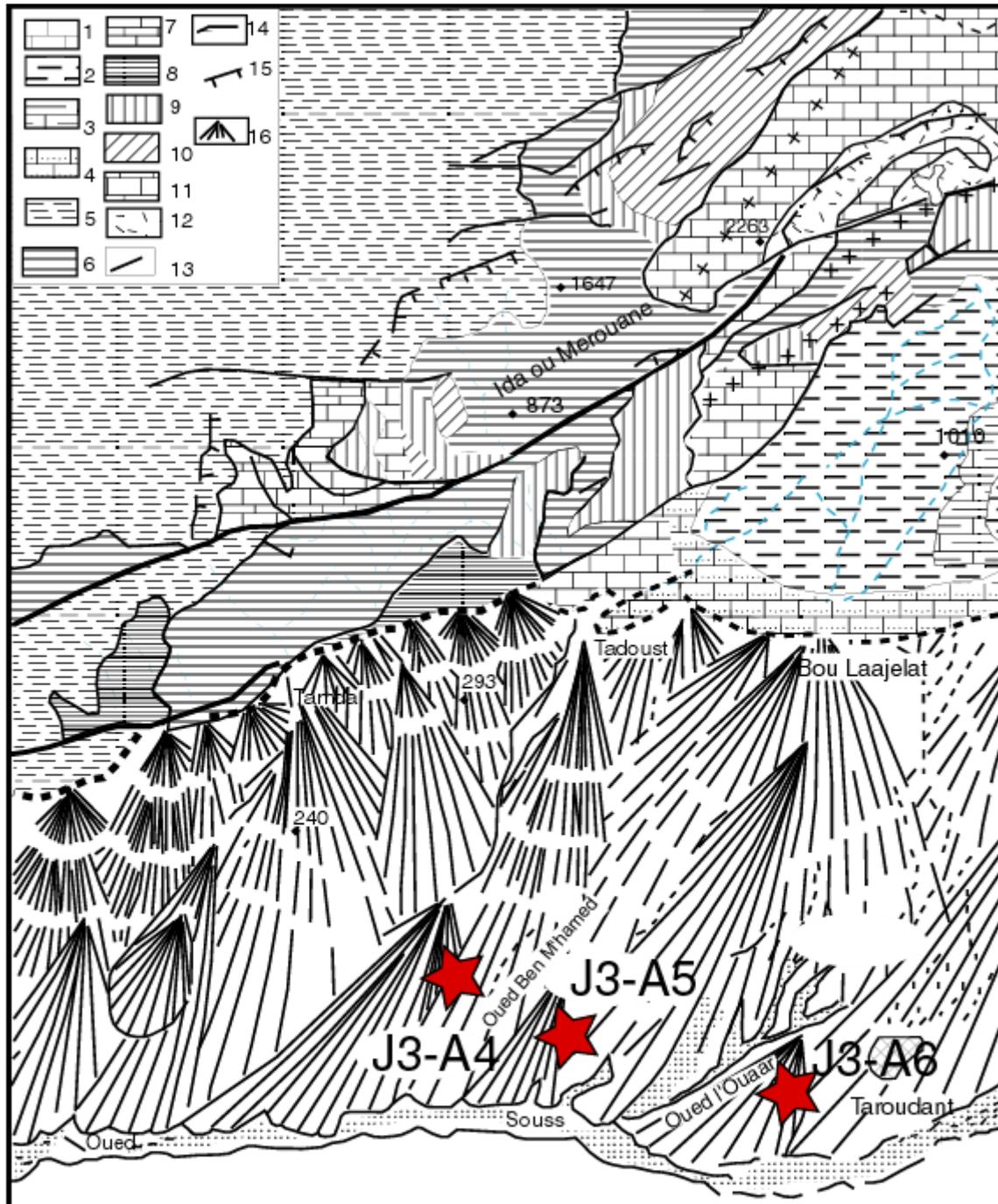


Fig. 3-1-2a. : J3 Carte de Localisations des sites de la 3<sup>ème</sup> journée dans la région d'Agadir-Taroudant

### J3 : EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE



Carte morphologique des cônes atlasiques et de leurs bassins versants entre Taroudant et l'Oued Aoukourta

1 : Pliocène calcaire; 2 : Eocène, calcaire et marnes; 3 : Cenomanien-Turonien marnes; 4 : Crétacé inf. marno-calcaire; 5 : Permo-Trias; 6 : Stéphanien; 7 : Dévonien, calcaire; 8 : Cambro-ordovicien, schistes; 9 : Acdien, grès; 10 : Géorgien terminal, tufs; 11 : Géorgien ss. calcaire; 12 : Précambrien, massif cristallin; 13 : Failles; 14 : flexure; 15 : crêtes; 16 : Cônes de déjection

Fig. 3-1-2b : J3, Localisation des arrêts, suite. Carte tirée de L. Chakir, 1997.

## J3 : EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE

---

### ARRET 1 : AGADIR – IRHIL OU DERDOUR, PLIOCENE MARIN ET MOGHREBIEN (A. Weisrock)

#### Historique d'une longue controverse scientifique :

La coupe de l'oued Lahouar à Irhil Ou Derdour a servi à la définition du Pliocène marin du Maroc atlantique et à sa distinction d'avec le Moghrébien, dans les publications successives de

J. Bourcart : Le Pliocène marin du Maroc, essai d'histoire de l'Atlantique marocain, *Compte-rendu à l'Académie des Sciences*, 195, 1932, 1031-1033. **En précurseur, l'auteur montre que les dépôts de la Kasba d'Agadir, qu'il estime calabriens, sont plus récents que ceux de l'oued Lahouar, pliocènes.**

G. Lecointre : *Recherches sur le Néogène et le Quaternaire marins de la côte atlantique du Maroc*, Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc, 99, 1952, p. 57-59. G. Lecointre a donné une description très détaillée de la coupe, distinguant 45 couches. **Il admet la différence radicale entre les deux secteurs (Kasba et Oued Lahouar), mais estime que les grès de Tildi ne montrent pas de changement réel de la faune. L'absence des marnes néogènes à la Kasba est due à la paléogéographie du golfe du Sous. Au maximum transgressif pliocène, les grès de Tildi débordent sur le Crétacé.**

G. Choubert et R. Ambroggi : Note préliminaire sur la présence de deux cycles sédimentaires dans le Pliocène marin du Maroc, *Notes du Service géologique du Maroc*, 117, 1953, 5-53. **Les deux auteurs découvrent une discordance au sein du Pliocène ; ils s'appuient sur cette discordance et des changements faunistiques pour subdiviser le Pliocène en deux cycles.**

G. Choubert : Lexique stratigraphique international, Vol. IV, Afrique, Fasc. 1, Maroc, *XX<sup>e</sup> Congrès géologique international, Mexico*, 1956. **G. Choubert, sur la base d'arguments paléontologiques et faunistiques, établit une correspondance Moghrébien – Calabrien.**

R. Ambroggi : *Etude géologique du versant méridional du Haut-Atlas occidental et de la Plaine du Sous*, Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc, 157, 1963, p. 228, confirme l'interprétation de G. Choubert, en insistant sur les discordances. De même, il range le Moghrébien dans le Quaternaire.

G. Choubert : L'étage Moghrébien dans le Maroc occidental, in *Quaternaire*, Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc, 185, 1965, 47-56. Etablit l'usage du **Moghrébien comme premier étage marin quaternaire** au Maroc atlantique.

#### Recherches depuis 1972 :

A. Weisrock : La « rasa » moghrébienne, in *Géomorphologie et paléo-environnements de l'Atlas atlantique marocain*, Thèse, Paris1, 1980 et Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc, 332, 1993, 115-184, reprend la question sur plusieurs points : étude morpho-sédimentaire des dépôts marins, littoraux et dunaires réputés « moghrébiens » dans l'Atlas Atlantique, dont celui d'oued Lahouar (Fig. 3-1-3), extension relative du Pliocène marin et du Moghrébien – Grès de Tildi sur la bordure sud-atlasique (Fig. 3-1-4), étude des macrofaunes, avec Ph. Brébion et A. Lauriat-Rage, déformations de la plate-forme « plio-moghrébienne ».

### **J3 : EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE**

---

Sur le premier point (deux cycles marins) : c'est une évidence. Il y en a même certainement beaucoup plus dans ce que nous désignons encore par Moghrébien, terme générique qui recouvre certainement une grande quantité de paléorivages, comme on s'en rend compte actuellement dans l'arrière-pays de Casablanca.

Sur le second point (Moghrébien équivalent du Calabrien), Ph. Brébion donnait raison à G. Lecointre et rangeait le Moghrébien *ss* (formation des grès de Tildi) dans le Pliocène. Cependant, comme la base du Quaternaire est maintenant vieillie, la formation des grès de Tildi pourrait se retrouver dans le Quaternaire.

# J3 : EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE

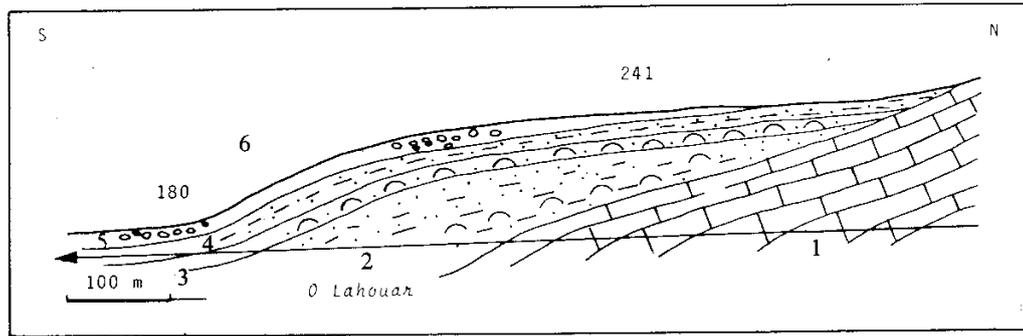


Fig. 50 : L'oued Lahouar à Irhil ou Derdour

1 : Maestrichtien ; 2 : Pliocène ; 3 : Moghrébien ; 4, 5, 6 : Plio-Villafranchien.

De bas en haut, on observe :

1 - Maestrichtien : calcaire sableux de couleur soufre, en bancs épais, à *Ostrea nicaisi*. Pendage de 15° S-E. Dans l'oued affleurent des dalles de ce calcaire taradé seulement de façon superficielle. Le contact avec les couches supérieures, plus tendres, est franc ; dans le détail, vu de profil, il s'effectue par paliers successifs, larges et peu dénivelés.

2 - Pliocène : couches alternativement tendres et durcies, avec un pendage qui oscille entre 10 et 12° S-E. Il y a donc seulement une très légère discordance à la base, mais pas de ravinement visible, et en tous cas, aucun conglomérat. L'épaisseur totale est d'à peu près 50 m à l'endroit de la coupe, les bancs successifs conservant toujours la même inclinaison : il s'agit d'une sédimentation régulière, relativement calme.

A la base : sur 1 m, on trouve un banc marneux et sableux de couleur jaune soufre, fossilifère, où dominent trois espèces : les *Turritelles*, les *Tellines* et les *Cardium*. Les *Huitres* sont très rares. Ces espèces indiquent la zone infra-littorale.

Moitié inférieure, c'est-à-dire sur 25 m : alternance de bancs durcis, formant de petites corniches, et de passages tendres, en pente moins raide, couverts d'éboulis et de petits buissons épineux. Les seuls niveaux où le matériel recueilli soit vraiment en place sont donc les bancs durs ; il y en a 4 dans cette partie. Les trois premiers recèlent la même faune que celle de la base, où dominent les *Turritelles*. Le 4<sup>e</sup>, vers 20 m, montre un changement : les *Turritelles* subsistent, mais elles sont de taille réduite et en moins grand nombre. Les espèces dominantes sont alors *Tudicla rusticula*, *Yetus* et *Cardium hians*,

trois espèces « tropicales ». On trouve aussi des dents de squales (*Odontaspis*), probablement remaniées du Sénonien, comme le matériel sédimentaire sableux, jaune.

A mi-pente : un nouveau banc durci, cette fois de couleur rose clair, tandis que les moules internes de coquilles et ossements restent d'une teinte jaune. On y a recueilli une côte de Sirénien, des *Pectinidés* et des *Marginelles* de grande taille en plus des espèces habituelles. Ce mélange pourrait indiquer un dépôt de tempête.

La partie supérieure (18 m en tout) voit se succéder quatre faciès :

- un banc gréseux, jaune, peu fossilifère, sur 1 m,
- une lumachelle dure, formant un net surplomb, où apparaissent à la base les premiers gros galets de calcaire, bien arrondis (jusqu'à 10 cm de long). Les *Cardium* et *Tellines* sont abondants, et les *Gastéropodes* se diversifient, 1 m,

- un nouveau passage à galets calcaires très aplatis et très nombreuses *Huitres*, 1 m,

- sur environ 15 m, une pente moins raide, encombrée d'éboulis, correspond à des marnes et sables jaunes et rose clair, à faune moins riche, dominée par les *Turritelles* et *Pectinidés*.

Le passage du Pliocène au Moghrébien s'effectue de deux manières différentes :

- passage franc, du faciès tendre ci-dessus à une lumachelle concassée à *Ostrea* qui se charge rapidement en galets calcaires grossiers, puis en éléments allogènes de petite taille,

- passage par l'intermédiaire d'un conglomérat à éléments nettement plus grossiers (jusqu'à 20 cm de long pour les calcaires), très souvent lithophagés et accompagnés de galets plus petits, bien roulés. Cet aspect peut atteindre jusqu'à 3 m d'épaisseur. Il est surmonté par 1 m de petits bancs sableux bien lités, puis par le faciès à lumachelle concassée et conglomérats.

3 - Moghrébien : Lumachelle concassée et poudingue extrêmement durcis, sur 10 m, formant corniche. C'est le faciès « grès de Tildi » de R. Ambroggi, qui est légèrement discordant, puisqu'il recouvre deux faciès différents du Pliocène et se prolonge au-delà, vers le N, sur le Maestrichtien. On y trouve aussi des passages plus gréseux, à figures de sédimentation entrecroisées, et quelques *Huitres* entières. Comme dans les formations précédentes, le poudingue recèle des galets calcaires aux grandes dimensions (plus de 10 cm) et à pétrographie variée aux dimensions inférieures. Pour les galets de 4-6 cm, on trouve 72% de calcaires, 20% de roches éruptives, 4% de quartz et quartzites, 4% de grès. Les indices d'aplatissement (1,98 pour les calcaires, 1,97 pour les roches éruptives) sont assez élevés. 20% des galets allogènes sont altérés. Ces caractères montrent un transport important et une influence marine très nette encore.

Fig. 3-1-3 : Coupe de l'oued Lahouar à Agadir-Irhil Ou Derdour : Pliocène et Moghrébien (A. W. 1980/93)

# J3 : EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE

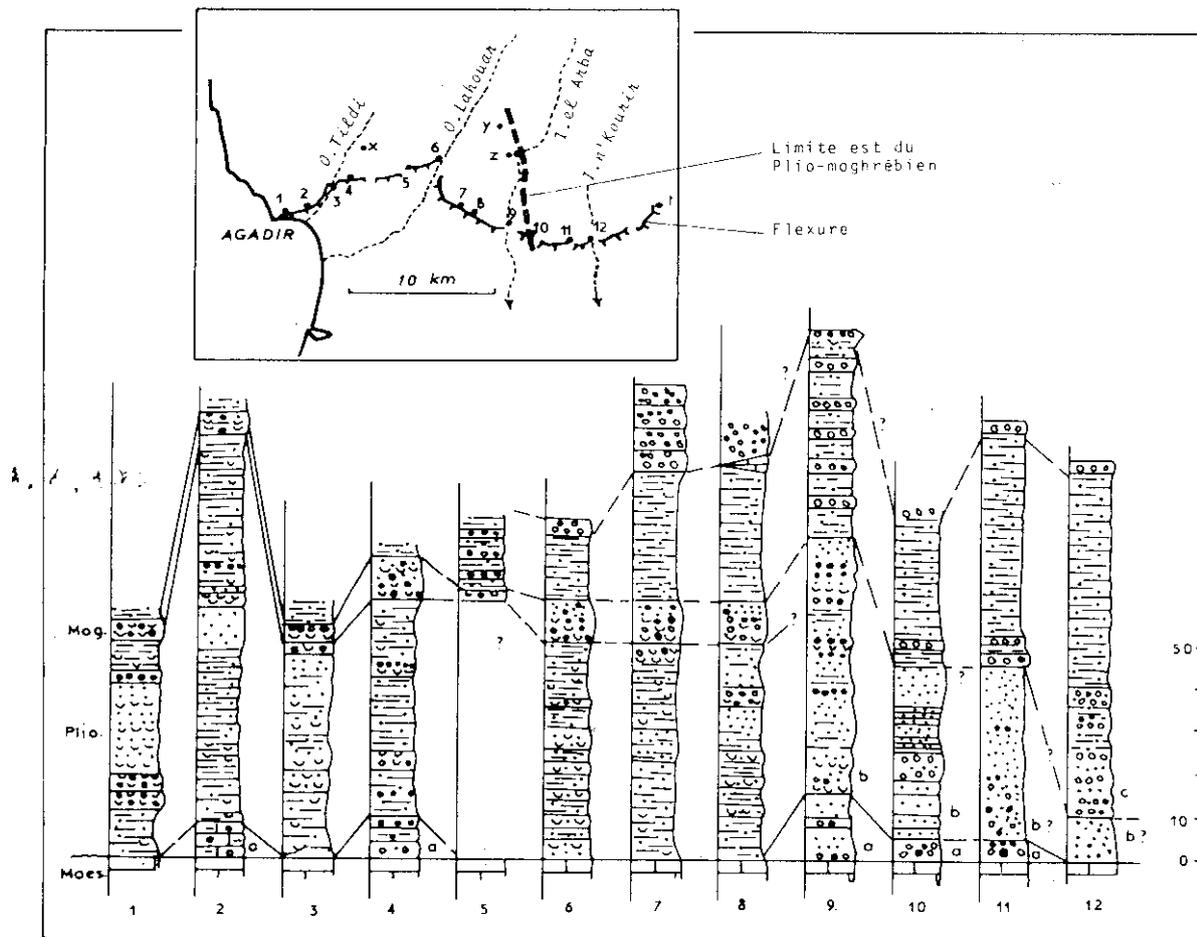


Fig. 51 : Pliocène et Moghrébien du Piémont sud

1 : Agadir, carrefour ; 2 : Agadir ville ; 3 : Oued Tidli ; 4 : Hôpital Hassan II ; 5 : Ait Taougt ; 6 : O. Lahouar ; 7 : Takouit ; 8 : Imounsis ; 9 : El Maasser ; 10 : 1 km E d'El Maaser ; 11 : I. n'Bihi-narene ; 12 : I. n'Kourir.

(Les coupes 2 et 5 sont tirées de R. Ambroggi, 1963).

a : Conglomérat blanc ; b : Plio-mogrèbien ; c : Plio-villafranchien ; ● : Galets non calcaires ; x, voir texte p. 122

Fig. 3-1-4 : Extension du Pliocène marin et du Moghrébien sur le piémont sud-atlasique (A. W. 1980/93)

### **J3 : EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE**

---

#### **ARRET 2 : TAGANT N'AMSKROUD, FORMATIONS SUPERFICIELLES DES CÔNES ANCIENS (A. Aït Hssaïne et L. Chakir)**

Les tranchées de l'autoroute nouvelle Agadir – Marrakech entaillent la partie supérieure des cônes anciens du piémont méridional de l'Atlas.

On peut y voir de beaux exemples d'encroûtements calcaires sur conglomérats.

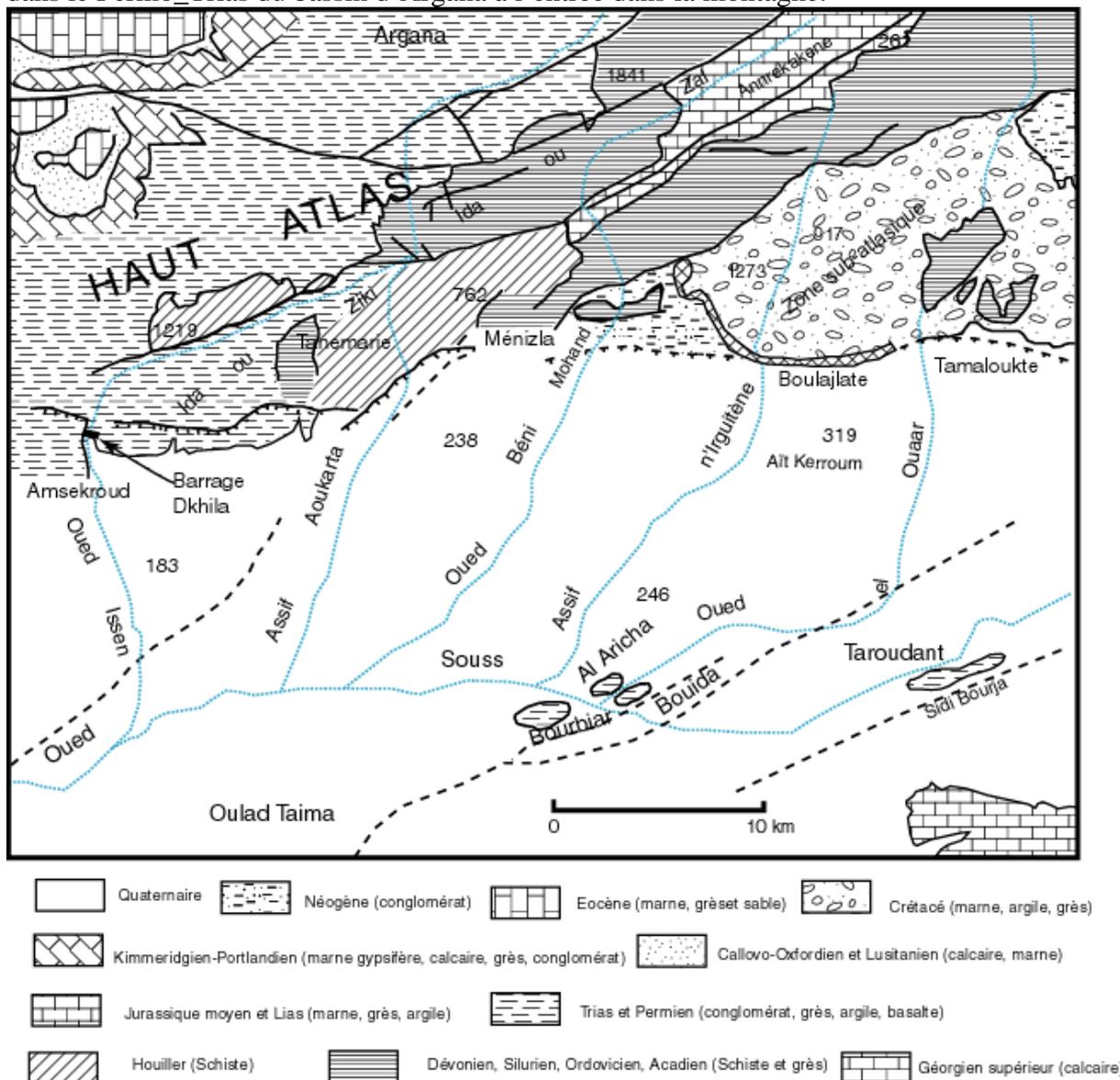
NDLR : Sur la question des croûtes calcaires au Maroc, on peut rappeler brièvement que le sud-ouest du Maroc a servi d'exemple pour toute une série de conceptions sur leur genèse et leur âge probable :

- La genèse pédologique des croûtes calcaires (A. Ruellan, 1970 ; G. Beaudet, 1971)
- La genèse sédimentologique (T. Vogt, 1973)
- La genèse éolienne sur substrats non-calcaires (P. Oliva, 1972)
- Le rôle des organismes vivants : mousses, algues, bactéries (J.P. Adolphe, 1981)

## J3 : EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE

### ARRET 3 : DKHILA, UN DEPOT MIO-PLIOCENE DEFORME SUR LA BORDURE SUD-ATLASIQUE ou UNE PALEONAPPE ALLUVIALE DE L'OUED ISSEN ? (A. Aït Hssaine)

La bordure sud-atlasique entre Ameskroud et Taroudant se compose d'un grand nombre de formations géologiques (Fig. 3-1-1). La route du barrage Dkhila sur l'oued Issen, se trouve dans le Permo-Trias du bassin d'Argana à l'entrée dans la montagne.

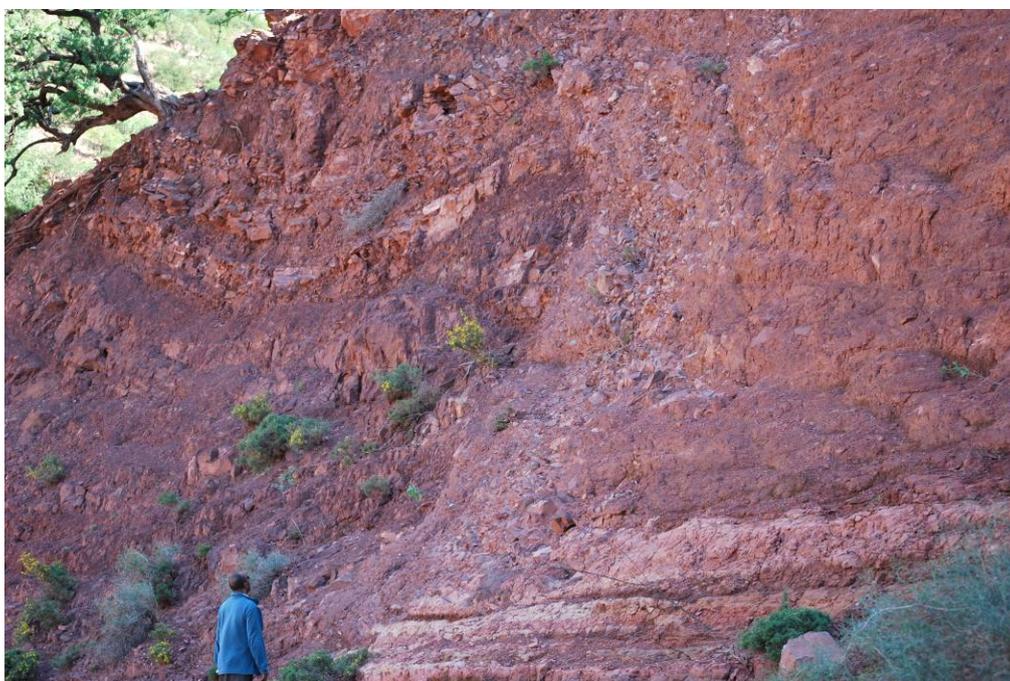


*Fig. 3-3-1 : Géologie du piémont de Taroudant-Oulad Teima et son arrière pays (d'après CLARION 1930, KONING 1957, et Choubert, 1977, modifiée par Aït Hssaine, 1994)*

### J3 : EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE

---

La tranchée de la route du barrage montre (Fig. 3-3-2) des dépôts de pente du Pliocène reposant sur des dépôts blancs lités miocènes ou Miopliocène (Voire aussi le site de Boulajlate, oued Irguitène, Aït Hssaine, 1994). Ces dépôts comblent une Paléo-vallée taillée par l'oued Issen après la mise en place des dépôts fluviatiles et lacustres fossilisés (terrasses perchées). La paroi et les versants ont connu une dynamique accrue exprimée par l'épaisseur des dépôts de pente et la brèche grossière qui marque le contact entre ces dépôts et la structure en position de synclinal ; Cette brèche a été interprétée comme brèche tectonique dans un travail antérieur (Aït Hssaine, 1994).



*Fig. 3-3-2 : Dépôt de pente fossilisant une formation fluviatile*

NDLR : Les différentes cartes géologiques n'indiquent pas la présence du Néogène à Dkhila. Une autre interprétation serait de considérer ce dépôt comme un témoin de paléo-nappe de l'oued Issen dans une gorge fossile taillée dans le substratum permo-triasique: à la base, un dépôt de décantation dans un ox-bow de méandre encaissé, dont la rive est fossilisée par un éboulis ; au-dessus, dépôts de graviers, sables et limons fortement consolidés. La succession de plusieurs niveaux de terrasses, en dépôts résiduels étagés en contrebas, (déjà cités par J. Dresch, 1941), va aussi dans ce sens. Des études plus approfondies seraient nécessaires.

## **J3 : EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE**

---

### **ARRET 4 : LES CÔNES DE L'OUED BENI M'HAMED (L. Chakir)**

La route Amskroud – Taroudant recoupe les parties distales du cône principal de l'oued Beni M'Hamed.

L'oued Beni Mhammed est formé par l'assif Ida Ou Merouane et par l'assif Aït Mekhlouf ; ces deux oueds ont édifié au moins trois grandes générations de cônes (Fig. 3-4-1) en relais entre la montagne et l'oued Souss, englobant des formations sédimentaires dont l'âge varie du Plio-villafranchien à l'Holocène. La genèse des cônes dépend de plusieurs phases d'accumulation d'importance inégale, chaque phase étant représentée par un dépôt aux caractéristiques particulières.

### J3 : EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE

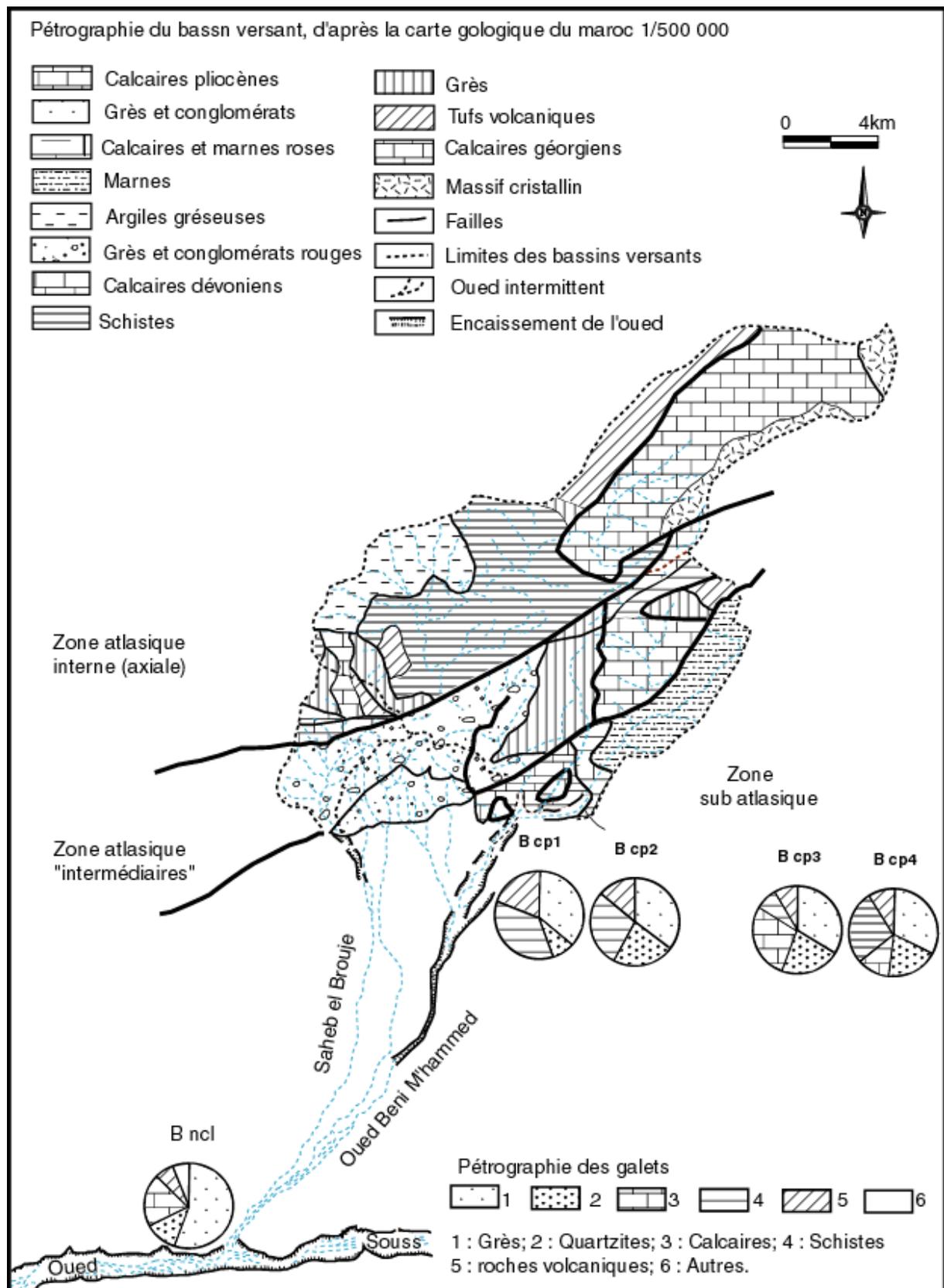


Fig. 3-4-2 : Pétrographie des galets des formations des cônes de l'oued Beni M'hamed (L. Chakir, 1997)

### **J3 : EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE**

---

Le matériel alluvial du cône principal de l'oued Beni Mhammed souligne la complexité des épisodes sédimentaires responsables de sa mise en place ; deux phases d'alluvionnement grossier successives présentent des caractéristiques pétrographiques différentes (Fig. 3-4-2).

La première phase, responsable des dépôts de la formation intérieure, a pour origine le bassin-versant des Ida Ou Merouane. Le matériel correspondant, dépourvu de calcaires dévoniens et secondaires, témoigne d'un domaine alluvial moins large que l'actuel ; les zones calcaires ne sont alors pas intégrées dans le bassin-versant des Ida Ou Merouane, ou les rares calcaires présents (calcaires géorgiens) sont dissous majoritairement. La forte consolidation de la série de base de la formation inférieure par une matrice calcaire justifie cette dernière hypothèse. La seconde phase a mis en place le matériel de la formation supérieure ; la présence des calcaires dans les deux séries de cette formation indique un domaine alluvial plus large, occupant le bassin-versant des Ida Ou Merouane et celui des Aït Mekhlouf, après la réunion des deux oueds.

Les alluvions qui constituent le cône holocène sont observées sur la rive gauche sur une épaisseur de plus de 5 mètres environ, à une centaine de mètres à l'aval du pont sur l'oued Beni Mhammed. Elles sont composées à la base d'un matériel moins grossier que celui observé dans les nappes grossières du cône principal, ce dépôt étant surmonté par des sédiments fins constitués principalement de limons et d'argiles.

Le matériel de la formation grossière est constitué de galets et graviers hétérométriques, dont le calibre moyen est de 4-12 cm, avec parfois la présence de quelques galets qui peuvent atteindre jusqu'à 26 cm. L'élaboration de cette formation est marquée par la domination des apports de couverture qui représentent 94%. Ce matériel est constitué essentiellement de grès et de calcaires dont les pourcentages sont respectivement de l'ordre de 55 et 20%. La moyenne des autres roches de couverture ne dépasse pas 19%, dont 12% de quartzites qui proviennent du Permo-Trias et 7% d'autres roches (dolomies, argilites et conglomérats) d'origines diverses.

Le matériel fin montre la superposition de plusieurs séries sédimentaires constituées essentiellement de limons et argiles, d'une épaisseur totale de 4,90 mètres. Toutes ces séries présentent les mêmes caractéristiques granulométriques et minéralogiques. La mise en place de ce matériel témoigne d'une accumulation par décantation dans des chenaux intermittents, tressés et peu profonds.

## **J3 : EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE**

---

### **ARRET 5 : LES COUPES SUR LES BERGES DE L'OUED OUAAR A EL HAMER (A. Aït Hssaine, L. Chakir, S. Occhietti)**

#### **1° Les formations sédimentaires (S.O.) :**

On observe en général dans les cônes et intercônes un empilement des formations sédimentaires, avec des variations latérales importantes. Chaque formation est composée de trois faciès successifs (Fig. 3-5-1) :

- Un faciès torrentiel grossier à la base
- Un faciès fluviatile sableux avec probablement une influence éolienne
- Un faciès sommital de silts de crues et de ruissellement en nappe en partie d'origine éolienne, avec des intercalations torrentielles peu épaisses.

Ce cycle stratigraphique ne s'applique pas dans le chenal du Souss et dans les parties tout à fait distales des cônes du piémont du Haut Atlas.

Ces séquences de faciès, très hétérogènes, sont attribuées à des cycles climatiques interglaciaire-glaciaire (Occhietti et al. 1991)

Les formations, surtout leurs faciès silteux, sont de plus diagénisées vers le bas, avec une épigénie calcaire croissante et une augmentation de la teneur en palygorskite néoformée (Bhiry et al, 1989). Seuls les silts du Soltanien et les dépôts plus récents sont datés par le  $^{14}\text{C}$  et les acides aminés (Occhietti et al. 1994) et corrélés avec les silts continentaux observés à Tamghart. Des âges sont proposés (Tableau 3-5-1), en tenant compte de l'épaisseur totale (60m) des dépôts quaternaires empilés dans la région de Taroudant (Ambroggi, 1963, Dijon, 1969)

# J3 : EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE

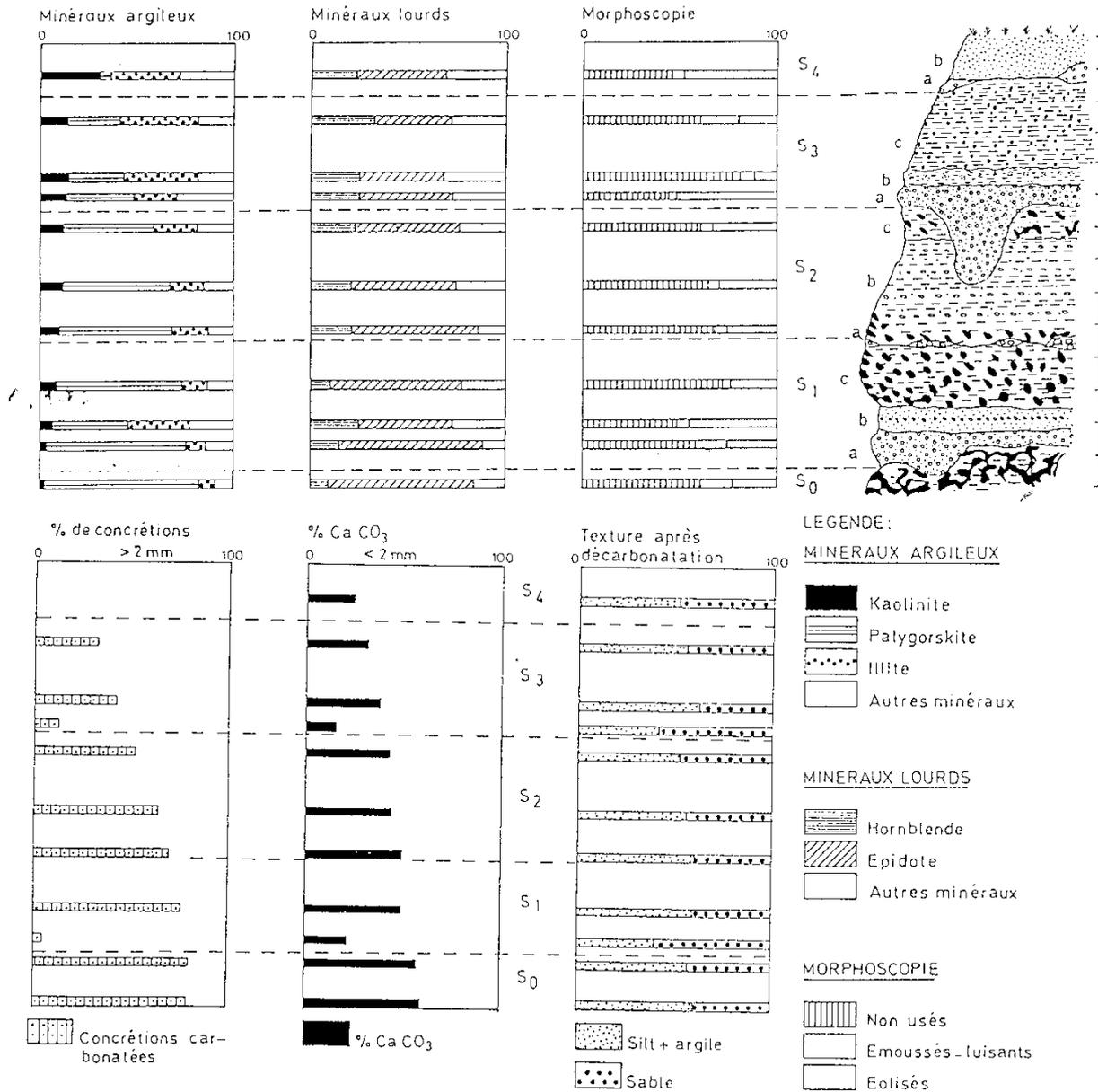


Fig. 2: Caractéristiques sédimentologiques et minéralogiques de la coupe de l'oued l'Ouarr à Taroudannt. Légende en fig. 3.

Fig. 2: Sedimentology and mineralogy of the units of the Taroudannt section. Legend on fig. 3.

Fig. 3-5-1 : Formations et faciès à l'oued el Ouarr à l'ouest de Taroudannt (S. Occhietti et al., 1994)

### J3 : EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE

Fossiles	Lithozones	oued Maader			autres sites (côte atlantique et Souss)			Punta Negri, Nador, Méditerranée		
		UQA	Ala/Ile	Ala/Ile moyennes écart types	UQA	Ala/Ile	moyennes écart types	UQA	Ala/Ile	moyennes écart types
<i>Rumina</i>	d	950b 1419 1420	0,409 0,413 0,474	0,432 ± 0,036						
<i>Helix</i>		949b 951b 1418	0,438 0,356 0,299	0,364 ± 0,070	Tamghart 1608 Pont 1609 1610	0,437 0,292 0,368	0,366 ± 0,073	987 1668 1669	0,357 0,279 0,378	0,338 ± 0,052
					Tamghart 1605 Assime 1606 1607	0,440 0,557 0,497	0,498 ± 0,059			
<i>Rumina</i>	c	1415 1416 1417	0,382 0,386 0,384	0,351 ± 0,058	O. Sdass 1660 (Souss) 1442	0,397 0,205				
<i>Helix</i>		1412 1413 1414	0,309 0,280 0,299	0,296 ± 0,054	1421 1423	0,325 0,336		1666 1667 986b 986c	0,562 0,487 0,336 0,350	0,434 ± 0,109
<i>Rumina</i>	b	947b 948b 1411	0,375 0,330 0,490	0,398 ± 0,083						
<i>Helix</i>		946b 1409 1410	0,345 0,509 0,377	0,440 ± 0,066				985 1664 1665	0,367 0,523 0,484	0,451 ± 0,079
<i>Rumina</i>	a	1406 1658 1659	0,410 0,540 0,503	0,484 ± 0,067						
<i>Helix</i>		1407 1408 1656 1657	0,472 0,450 0,509 0,429	0,465 ± 0,034	cap Rhir 1184 1718	0,492 0,521				

Amino-chronologie du Soltanien : Souss, côte atlantique et côte méditerranéenne Ala/Ile = d-alloisoleucine/ L-isoleucine, acides aminés Totaux = acides aminés combinés et libres. UQA = numéro du Laboratoire d'aminochronologie du GEOTOP, Montréal

Tableau 3-5-1 : Amino-chronologie du Soltanien (S. Occhietti et al., 1994)

# J3 : EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE

## 2° Les ravinements de l'Oued Ouaar (A.A.H.)

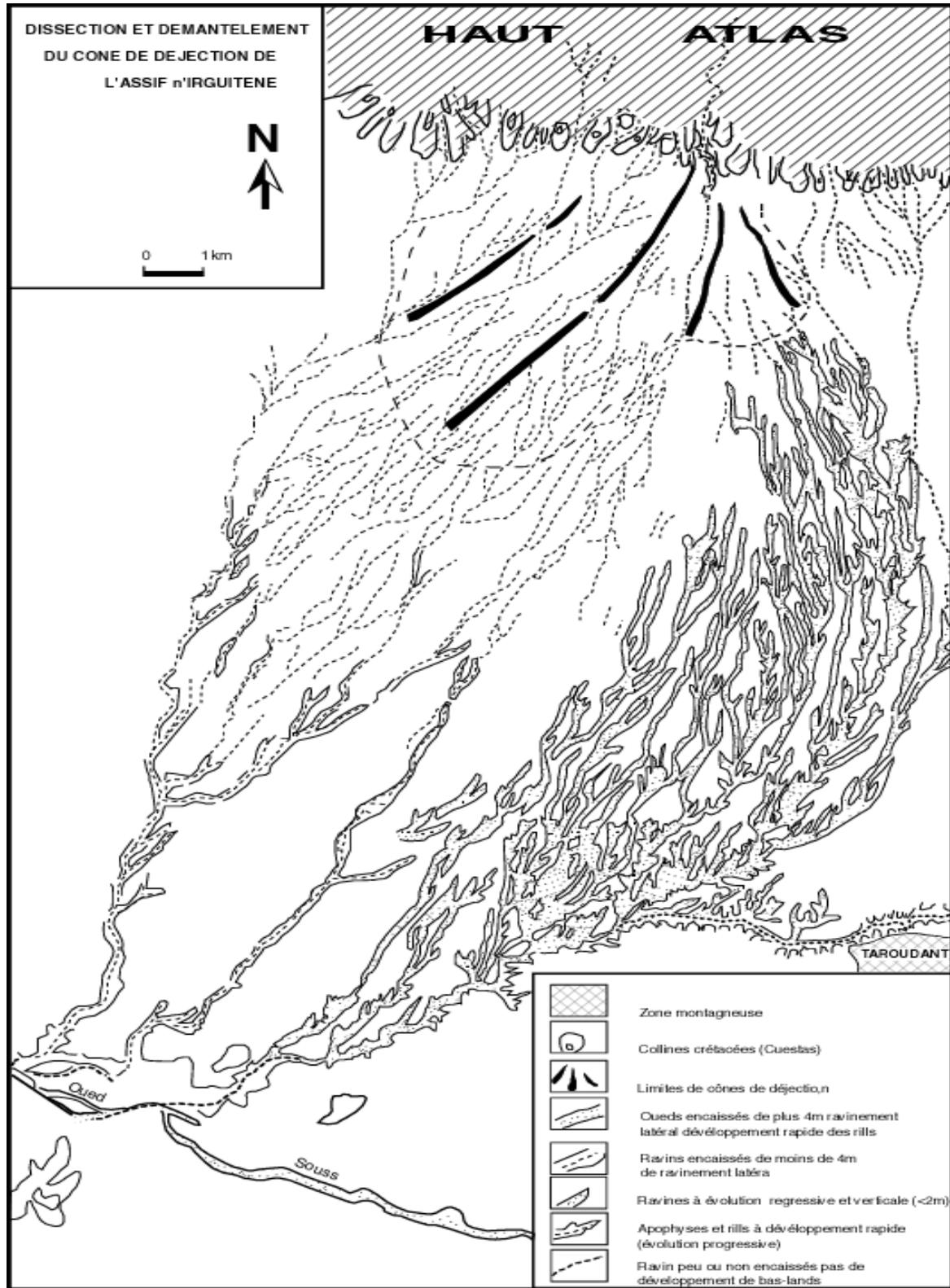


Fig. 3-5-2 : Ravinements du cône d'Assif n'Irguitène (Aït Hssaine, 1994)

### **J3 : EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE**

---

Les ravinements, comme on peut le constater, affectent la partie distale et orientale du cône de l'oued Ouaar (Aït Hssaine, 1994). Ils s'installent sur les matériaux meubles et s'épanouissent dans toutes les directions. Le réseau actuel se calque sur un réseau ancien et couvre une superficie qui dépasse 9000 ha. Les facteurs du développement de ces ravinements sont liés au défrichement du piémont, entre le 12<sup>ème</sup> et le 17<sup>ème</sup> siècle, à cause de la canne à sucre, et surtout à l'action d'une faille cachée, affectant le substratum crétaqué. Cette faille influence le comportement actuel du réseau hydrographique, entre le coude de l'oued Ouaar et la colline Al Aricha. L'évolution des ravinements est rapide et se manifeste sous plusieurs formes. L'érosion régressive et latérale domine.

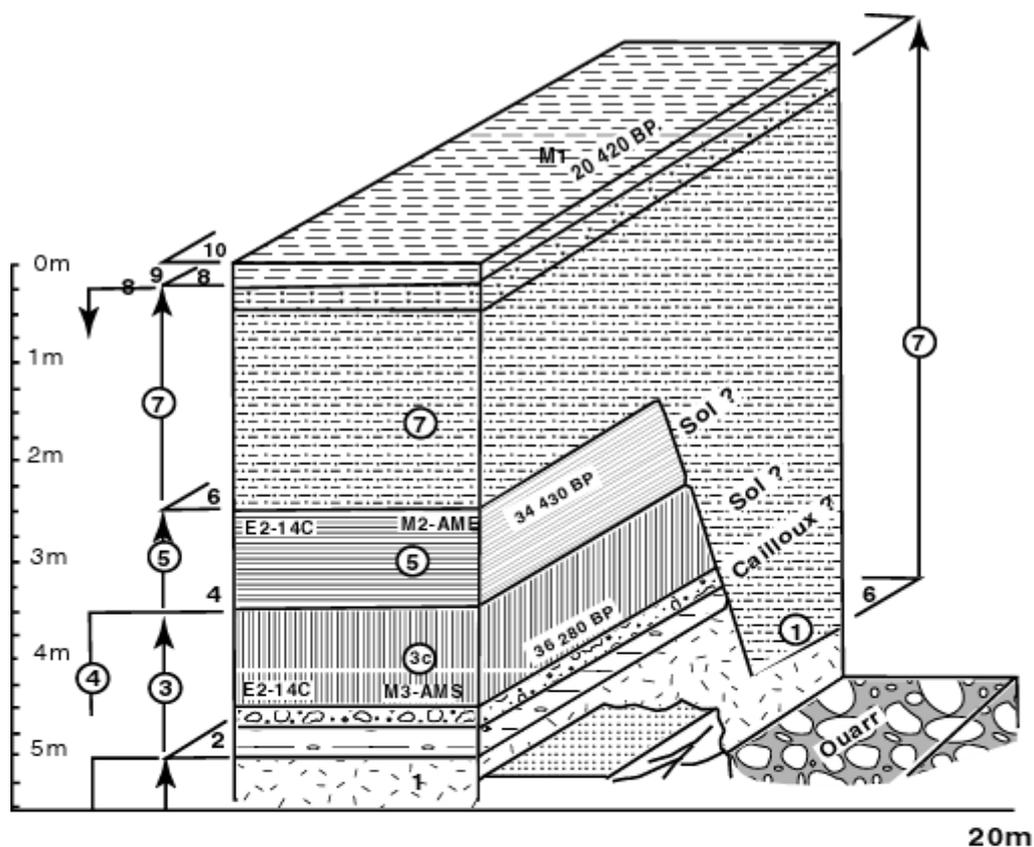
Plusieurs datations ont été effectuées sur des dépôts résultant de ces ravinements. Elles indiquent une phase très érosive vers 3000 ans BP. L'amplification du ravinement s'est accélérée il y a trois à quatre siècles et coïncide avec la fin des fabriques de sucre à Taroudant, dévastatrices de la forêt d'arganiers (Aït Hssaine, 1994)

#### **ARRET 6 : TERRASSES EMBOITEES DE L'OUED L'OUAAR A AL ARICHA**

**(A. Aït Hssaine)**

Dans le secteur aval du grand cône de l'oued Ouaar, des terrasses fluviales du Pléistocène supérieur et de l'Holocène sont emboîtées dans le cône et les dépôts alluviaux plus anciens, en réponse à des processus d'érosion fluviale. Ce dispositif est probablement favorisé par l'existence d'une faille active qui provoque le soulèvement du secteur. Des horizons pédogénétiques sont intercalés dans les alluvions. Les âges de coquilles de gastéropodes du genre *Helix* varient du Soltanien moyen (environ 36 ka, en âges bruts de coquilles continentales) à l'Holocène récent.

### J3 : EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE

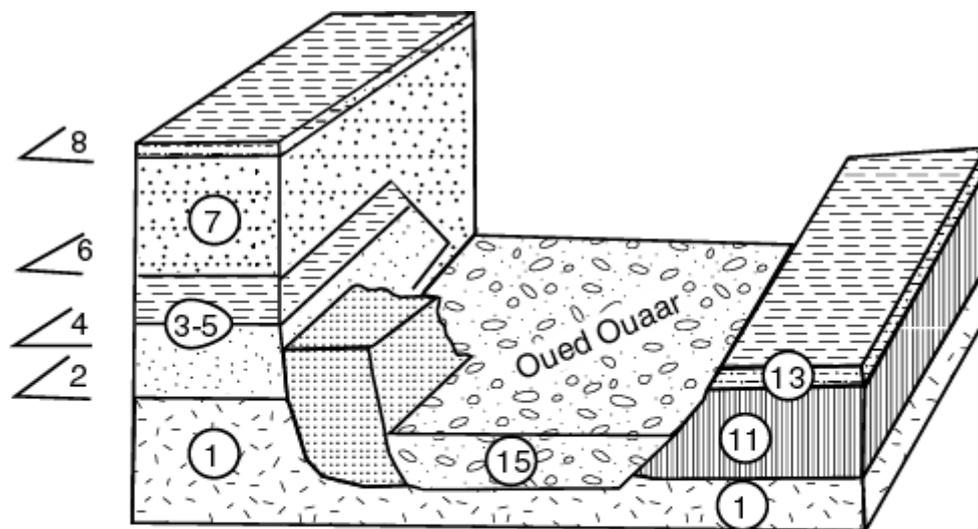


-  Silt à croûte alvéolaire n(QM?)
-  Limon
-  Sable caillouteux
-  Limon sableux avec Helix
-  Limon avec niveaux de sols
-  Limon alterné avec cailloutis
-  Sol pédogénésé
-  Limon (20 420 BP.)
-  Limon subactuel
-  Lit actuel de l'oued el Ouaar

Fig. 3-6-1 : Morphologie des terrasses alluviales d'Al Aricha (Extrémité aval de l'oued Ouaar, Taroudant, Aït Hssaine, 1994)

### J3 : EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DE LA BORDURE SUD-ATLASIQUE

---



Faciès	Dates
15	< 100BP
13	< 3000 BP1
11	< 8000 BP

*Fig 3-6-2 : Morphologie des terrasses alluviales d'Al Aricha (Aït Hssaine, 1994)*

**NB : Il ne s'agit pas d'une bibliographie exhaustive. Seules apparaissent les publications directement utilisées dans ce Livret-guide**

- Adams A.E., Ager D.V., Harding A.G. – 1978** – Géologie de la région d'Imouzer Ida Ouatane, **traduction de R. du Dresnay**, *Service de la carte géologique du Maroc*, 36 p.
- Adolphe J.P. – 1975** – Rôle des micro\_organismes dans les concrétionnements calcaires continentaux. *Types de croûtes calcaires et leur répartition régionale*, Strasbourg, 76-81.
- Aït Hssaine A. - 1994** – *Géomorphologie et Quaternaire du piémont de Taroudant – Oued Teïma, vallée du Souss, Maroc*. Philosophiae Doctor en géographie, Université de Montréal. 240 p.
- Ambroggi R. - 1963** – Etude géologique du versant méridional du Haut Atlas et de la plaine du Souss. *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, 157, 321 p.
- Beaudet G. – 1971** – Le Quaternaire marocain, état des études, *Revue de Géographie du Maroc*, 20, 3-57.
- Bhiry N., Rognon P. & Occhietti S. – 1991** – Origine et diagenèse des sédiments quaternaires de la vallée moyenne du Souss, *Sciences géologiques*, 84, 139-148.
- Biberson P. - 1958** – Essai de classification du Quaternaire marin du Maroc atlantique. *Comptes rendus de la Société Géologique de France*, 4, 67-70.
- Bourcart J. – 1927** – Premiers résultats d'une étude du Quaternaire marocain, *Bulletin de la Société Géologique de France*, 4, 3-33.
- Bourcart J. – 1932** – Le Pliocène marin du Maroc. Essai d'histoire de l'Atlantique marocain. *Comptes- rendus à l'Académie des Sciences, Paris*, 195, 1031-1033.
- Bourcart J. – 1939** – La marge continentale. Essai sur les régressions et les transgressions. *Bulletin de la Société géologique de France*, 5, 393-474.
- Brébion P. & Weisrock A. - 1976** – Faunes de Gastéropodes et morphologie des plages plio-quaternaires de l'Atlas atlantique (Maroc), *Comptes rendus à l'Académie des Sciences de Paris*, 283, 1145-1148.
- Chakir L. – 1997** – *Vallée moyenne du Souss et cônes atlasiques adjacents entre Taroudannt et Oued Issen, étude géomorphologique*. Thèse, Univ. Nancy2, 259 p.
- Choubert G. – 1956 a** – Lexique stratigraphique international, vol. IV, Afrique, fasc. 1, Maroc. *XX° Congrès géologique international, Mexico*.
- Choubert G. – 1956 b** – Carte géologique du Maroc au 1/500 000, feuille Marrakech.
- Choubert G. – 1965** - L'étage moghrébien dans le Maroc occidental, *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, 185, 47-55.
- Choubert G. & Ambroggi R. – 1953** – Note préliminaire sur la présence de deux cycles sédimentaires dans le Pliocène marin du Maroc, *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, 117, 5-53.
- Choubert G., Joly F., Gigout M., Marçais J., Margat J., Raynal R. – 1956** – Essai de classification du Quaternaire continental du Maroc, *Comptes-rendus à l'Académie des Sciences*, 243, 504-506.
- De Koning G. – 1957** – *Géologie des Ida Ou Zal*. Thèse, Université de Leyde, 210 p.
- Dresch J. – 1941** – *Recherches sur l'évolution du relief dans le massif central du Grand Atlas, le Haouz et le Souss*. Thèse, Paris, 712 p.
- Duffaud F., Brun L., Planchut B. – 1966** – Le bassin du Sud-Ouest marocain, *Associations des Services géologiques africains*, New-Delhi, 5-12.

- El Ouahidi A. - 2008** - *Etude morphosédimentaire des héritages pléistocènes et holocènes de la basse vallée de l'oued Tamri Maroc*. Thèse, Univ. Nancy2, .229 p
- Hoang C.T., Ortlieb L., Weisrock A. – 1978** – Nouvelles datations U/Th de terrasses marines “ouljiennes” du sud-ouest du Maroc et leurs significations stratigraphique et tectonique. *Comptes-rendus à l'Académie des Sciences*, 286, 1759-1762.
- Lecointre G. – 1952** – *Recherches sur le Néogène et le Quaternaire marins de la côte atlantique du Maroc*, Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc, 99, 2 vol., 198 et 173 p.
- Lefèvre D. & Raynal J.P. – 2002** – Les formations plio-pléistocènes de Casablanca et la chronostratigraphie du Quaternaire marin du Maroc revisités, *Quaternaire*, 13, 9-21.
- Meghraoui M., Outtani F., Choukri A., Frizon de la Motte D. – 1998** – Coastal tectonics across the South Atlas thrust front, Morocco, *Coastal Tectonics*, Geological society, London, 146, 239-253.
- Mustaphi H., Medina F., Jabour H., Hoepffner C. - 1997** – Le bassin du Souss (Zone de Faille du Tizi n'Test, Haut Atlas, Maroc) : résultat d'une inversion tectonique contrôlée par une faille de détachement profonde. *Journal of African Earth Science*. Pergamon Press, 24, 153-168.
- Occhietti S., Bhiry N., Rognon P., Pichet P. – 1999** – Stratigraphie et aminochronologie des formations quaternaires de la vallée moyenne du Souss, Maroc, *Quaternaire*, 5, 23-34.
- Oliva P. – 1974** – La distribution des croûtes et encroûtements dans l'Anti-Atlas occidental : une approche géomorphologique du problème des croûtes sur support non calcaire. *Etude de certains milieux du Maroc*, II, 47-78.
- Plaziat J-C., Aberkan M., Ahmamou M., Choukri A. - 2008** – The Quaternary deposits of Morocco, in *The Geology of Morocco. Structure, Stratigraphy and tectonics of the Africa-Atlantic-Mediterranean Triple Junction*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 359-376.
- Rousseau L., Weisrock A., Falguères C., Bahain J.J., Beauchamp J., Pozzi J.P., Ghaleb B., Mahieux G., Boudad L., Bejjit L., Bouajaja M., Haddad M., Janati-Idrissi N., Ouammou A. – 2008** – Premières datations des travertins d'Imouzzer Ida Ou Tanane, *Le Quaternaire marocain dans son context méditerranéen*, Oujda, RQM4, 209-221.
- Ruellan J. – 1970** – *Les sols à profil calcaire de la Basse Moulouya*, Mémoire ORSTOM 54, 302 p.
- Sabelberg U. – 1978** – *Geomorphodynamik und Pedogenese im JungQuartär SudwestMarokkos, Küstenbereich von Cap Rhir*. Landschaftgenese und Landschaftökologie, Braunschweig, 150 p.
- Texier J.P., Lefèvre D., Raynal J.P., El Graoui M. - 2002**- Lithostratigraphie of the littoral deposits of the last one million years in the Casablanca region (Morocco). *Quaternaire* 13, 23-41.
- Vogt T. & Marocke R. – 1973** – Les encroûtements calcaires de Haute Alsace, genèse et évolution, *Sciences géologiques*, 26, 305-314.
- Weisrock A. – 1980/93** – *Géomorphologie et Paléoenvironnements de l'Atlas atlantique, Maroc*. Thèse de doctorat d'état, Univ. de Paris I, 931p et *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, 332, 487 p. (With an English abreged version, by C.E. Stearns).
- Weisrock A. – 1981** – Neotectonic and coastal morphology in the Atlantic Atlas, Morocco, *Zeitschrift für Geomorphologie*, Berlin, 40, 175-182.

- Weisrock A. – 1985** – Originalité karstique de l'Atlas atlantique, Maroc, *Karstologia*, 5, 29-38.
- Weisrock A. – 2009** – Revision du Quaternaire marin de l'Atlas atlantique, RQM6 Fès, *inédit*.
- Weisrock A., Occhietti S., Hoang C.T., Brébion P., Lauriat-Rage A., Pichet P. – 1999** - Les séquences littorales quaternaires de l'Atlas atlantique entre Agadir et Cap Rhir, Maroc, *Quaternaire*, 10, 227-244.
- Weisrock A. & Rognon P. – 1977** – Evolution morphologique des basses vallées de l'Atlas atlantique marocain. *Géologie méditerranéenne*, IV, 313-334.
- Weisrock A., Rousseau L., Reyss J.L., Falguères C., Ghaleb B., Bahain J.J., Beauchamp J., Boudad L., Mercier N., Mahieux G., Pozzi J.P., Janati-Idrissi N., Ouammou A. -2008** - Travertins de la bordure nord du Sahara marocain : dispositifs morphologiques, datations U/Th et indications paléoclimatiques. *Géomorphologie*, 3, 153-167.