Eléments de chronologie depuis 125 000 ans (Acides aminés et 14C) au Maroc atlantique (région de Rabat-Skhirat).

Serge Occhietti, Pierre Pichet, Jean-Paul Raynal, André Debénath, Jean-Pierre Daugas, Addeljalil El Hajraoui

▶ **To cite this version:**

Serge Occhietti, Pierre Pichet, Jean-Paul Raynal, André Debénath, Jean-Pierre Daugas, et al.. Eléments de chronologie depuis 125 000 ans (Acides aminés et 14C) au Maroc atlantique (région de Rabat-Skhirat).. Colloque international L'homme préhistorique de Témara et ses contemporains du bassin méditerranéen depuis 100 000 ans, Témara, 21-23 septembre 1992, pré-actes., 1992, Rabat, Maroc. halshs-00005522

HAL Id: halshs-00005522
https://shs.hal.science/halshs-00005522

Submitted on 13 Nov 2005

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Royaume du Maroc
Ministère des Affaires Culturelles
Institut National des Sciences de
l'Archéologie et du Patrimoine
et
Direction du Patrimoine

Actes préliminaires du colloque international organisé par

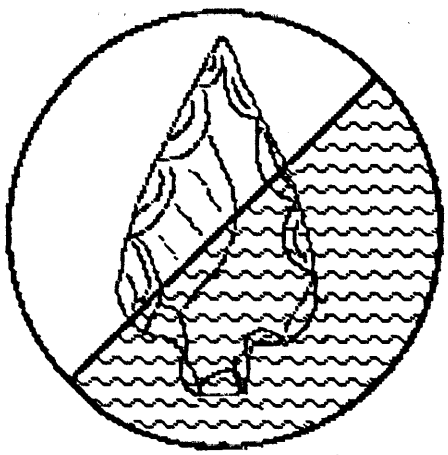
l'Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine

et la Direction du Patrimoine

en collaboration

Avec la Préfecture de Skhirat Témara sur

l'Homme préhistorique de Témara et ses contemporains du bassin méditerranéen depuis 100 000 ans.



Témara le 21-22-23 septembre 1992

AMINOSTRATIGRAPHIE AU MAROC ATLANTIQUE : PREMIERS RESULTATS ENTRE CASABLANCA ET TANGER (PLAGES FOSSILES ET SITES ARCHEOLOGIQUES)

Serge OCCHIETTI* , Jean-Paul RAYNAL** , Pierre PICHET* , Jean-Pierre TEXIER** , Jean-Pierre DAUGAS*** , André DEBENATH** , Abdeljelil EL HAJRAOUI****

Résumé - En accord avec des datations au ^{14}C, trois amino-groupes caractérisent le dernier cycle climatique : groupe associé au stade isotopique 5 (Alle/Ile = 0,540 ± 0,125 pour *Patella*), groupe associé aux stades 4, 3 et 2 (Alle/Ile compris entre 0,4 et 0,2 pour *Patella* et *Helix*) et groupe de l'Holocène.

Abstract - As part of a joint Morocco-France research project, a collaborative dating program has been held since 1987 with Canadian researchers of GEOTOP. Most of the Atlantic coast of Morocco has been continuously uplifted since the Pliocene. Because of favorable diagenetic conditions, a sequence of seashore morphostratigraphic units records the past climato-eustatic high stands along the rising coast. Due to the regional mean temperature (18-19 °C) and the intermediate high thermal history of Morocco, racemization ratios in molluscs are sufficiently high to establish a good zonation scale from the last cycle sites. The lithostratigraphic and archaeological framework of the last climatic cycle has been established within the project and supported by numerical

* GEOTOP, Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec, H3C 3P8, Canada.

** Université de Bordeaux 1, Institut du Quaternaire, UMR 9933 CNRS, Avenue des Facultés, bâtiment de Géologie, F-33405 Talence Cedex et Mission préhistorique et paléontologique française au Maroc.

*** Service Régional de l'Archéologie des Pays de la Loire, 1 rue Stanislas Baudry, F-44035 Nantes Cedex 01, et Mission préhistorique et paléontologique française au Maroc.

**** Conservateur, Musée Archéologique, 23 rue Al Brihi, Rabat, et Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine, Rabat.

(1) Synthèses dans lesquelles le lecteur trouvera une bibliographie élargie.

chronology data. Using this framework and additional classical and AMS ^{14}C datings on the same sample units used for amino acid analysis, a preliminary amino acid zonation for the last climatic cycle along the northern part of the Atlantic coast of Morocco has been proposed.

Patella from 9-12 m marine high stands yield Alle/Ile ratios of 0.8 ± 0.2 which are significantly greater than ratios of the last climatic cycle.

The last cycle can be divided into three informal amino groups which should be later subdivided in aminozones. The O (for Ouljian) group is related to the marine high stand(s) of isotopic stage 5. *Patella* racemisation mean ratio is 0.540 ± 0.125. The S (for Soltanian) amino group is roughly correlative to stages 4-3-2. Epimerisation ratios are comprised between 0.4 and 0.2 from *Patella* and from *Helix* (when sampled in caves). The H amino group is related to the marine and continental Holocene units. Epimerisation ratios are lower than 0.2 when the shells are sampled in caves.

The Morrocan sequence of the Plio-Pleistocene paleoshores is apparently the most varied and best preserved along the eastern facade of the Atlantic Ocean. Three amino groups related to high-sea-level events are unequivocally distinguished according to *Patella* racemisation ratios. Amino zonation can be applied as a tool independantly from morphostratigraphic criteria and local tectonics. In reference to the Eutyrrhenian and Neotyrrhenian events in the Mediterranean Sea, possible intermediate high-sea-level events might potentially be identified within the 0-0.540 range of *Patella* racemisation ratios during the past 125 ka. Events during Soltanian might be chronologically identified either, particularly during the poorly known lower part of this stage. Measuring of the Alle/Ile ratios is a rapid way to check the age homogeneity of a shell collection or to select samples close to the limit of ^{14}C dating.

-----§-----

Des conditions favorables à l'enregistrement de stationnements marins depuis le Pliocène sont réunies au Maroc atlantique : soulèvement régional quasi-continu et ambiances climatiques propices à la consolidation rapide des dépôts littoraux. L'histoire des 125 derniers millénaires reste cependant mal connue malgré de très nombreux travaux lithostratigraphiques, chronologiques et archéologiques (Lecointre, 1926, 1952 ; Neuville et Ruhlmann, 1941 ; Gigout, 1956 ; Biberson, 1961 ; Beaudet, 1969 ; Weisrock, 1980 ; Alouane, 1986 ; Aberkan, 1989 ; Akil, 1990) (1) .

Les formations littorales du dernier cycle climatique de la région étudiée ont, dans le passé, servi à définir des étages du Quaternaire marocain : Harounien sur la base de dépôts marins littoraux généralement étagés entre 10 et 18 m NGM (Biberson, 1956), Ouljien (= dernier interglaciaire ou Eémien) sur la base de dépôts marins littoraux généralement étagés entre 5 et 8 m NGM (Gigout,

1949), Soltanien (= Würm ou Weichsélien) d'après le remplissage continental de la grotte de Dar Es Soltan I (Choubert *et al.*, 1956), Mellahien (= Flandrien) sur l'exemple des dépôts estuariens de l'Oued Mellah (Biberson, 1958).

Les recherches menées dans le cadre des programmes mixtes d'archéologie préhistorique (2) et de la coopération inter-universitaire (3) ont permis d'établir un cadre lithostratigraphique et culturel du dernier cycle climatique, précisé depuis 1987 par des datations numériques (^{14}C, OSL, TL) (Daugas *et al.*, 1989 ; Ousmoï, 1989 ; Rhodes, 1990 ; Smith *et al.*, 1990 ; Texier *et al.*, 1988 ; Texier et Raynal, 1989). Outre ces données croisées, des datations radiocarbone conventionnelles (GEOTOP, Montréal) et par accélérateur (ISOTRACE, Toronto) ont été spécialement produites sur certains échantillons soumis à l'analyse des acides aminés. Les conditions thermiques moyennement élevées le long des côtes marocaines septentrionales (18-19°C pour l'actuel) sont en effet à l'origine de taux de racémisation relativement rapides et donc favorables à la différenciation de plusieurs aminozones à l'échelle du Pléistocène supérieur et de l'Holocène. L'ensemble des données a permis de poser les bases d'un cadre aminochronologique du dernier cycle climatique pour la côte atlantique du Maroc, entre Casablanca et Tanger (Occhietti *et al.*, 1993).

Les échantillonnages ont été réalisés dans des sédiments appartenant aux domaines intertidal, supratidal et continental. Les sites étudiés sont, du Sud au Nord (figure 1) :

- Formations de plage et cordons dunaires associés : à Casablanca (El Kiffen, Dar Bouazza, Oulad Aj Jmel Ouest, Aïn Diab, El Hank), Skhirat (Rouazi), Salé (Sidi Moussa), Larache, Tanger (Oued Tahadart, Achakar).
- Remplissages de grottes : à Témara (El Mnasra, El Harhoura I et II), Rabat (Dar Es Soltan I et II) , Tanger (Les Idoles et El Khril à Achakar).

Une attention particulière a été portée aux sites préhistoriques du littoral de Rabat-Témara-Skhirat, riches en restes humains atériens, ibéromaurusiens et néolithiques, mais inégalement pourvus en repères chronologiques numériques. A l'exception de la nécropole de Rouazi à Skhirat (Daugas *et al.*, 1984 ; Lacombe et Daugas, 1988 ; Lacombe *et al.*, 1990 ; Daugas *et al.*, même ouvrage), ces gisements sont en grottes. Le remplissage continental de la cavité de Dar Es Soltan 1 (Ruhlman, 1951) avait anciennement servi à définir le Soltanien (Choubert *et al.*, *op. cit.*). Les fouilles de la cavité voisine de Dar Es Soltan 2 (Debénath, 1972, 1976, 1978) ont révélé un remplissage comparable qui n'intéresse sans doute qu'une partie de l'intervalle de temps attribué

(2) Travaux franco-marocains de la Mission préhistorique et paléontologique française au Maroc avec l'Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine du Royaume du Maroc, dans le cadre de la Convention relative aux recherches archéologiques et anthropologiques du 19 janvier 1971, révisée en décembre 1979.

(3) Encadrements de thèses des Universités de Bordeaux 1 et Paris VI.

classiquement au Soltanien : à la base, des sables bioclastiques (ensemble 7) au sommet desquels ont été découverts des restes humains vraisemblablement atériens (Debénath, 1975) ; puis des dépôts continentaux à vestiges de l' Atérien et de l'Ibéromaurusien (ensembles 6 à 3) ; au sommet, des dépôts (ensemble 1) en grande partie anthropiques (Néolithique). Une disposition stratigraphique analogue se rencontre dans les grottes d'El Harhoura I et II (Debénath, 1982 ; Debénath et Lacombe, 1986) et d'El Mnasra (Lacombe *et al.*, 1991 ; El Hajraoui, même ouvrage).

2 - METHODOLOGIE :

La méthode de datation par la mesure du taux de racémisation des acides aminés (Abelson, 1954) a été appliquée avec succès à diverses séries quaternaires littorales en différentes régions du globe. Les échelles aminochronologiques établies sur les paléorivages de la Mer du Nord (Miller et Mangerud, 1985), des côtes britanniques (Bowen et Sykes, 1985), de la Méditerranée (Hearty *et al.*, 1986), de la Californie (Wehmiller et Emerson, 1980) et de l'Australie (Murray-Wallace et Kimber, 1989), à titre d'exemples, ont vérifié le synchronisme de stationnements marins sur de grandes distances et attribué des âges relatifs et absolus au-delà de la méthode du ^{14}C et en contexte géochimique défavorable à d'autres méthodes.

La méthode de datation par les acides aminés repose sur un processus naturel : les acides aminés d'un organisme vivant sont lévogyres (L) et se transforment progressivement, dès la mort de l'organisme, en isomères dextrogyres (D). Cette réaction tend vers un rapport d'équilibre D/L, de l'ordre de 1,3, variable selon les espèces. Parmi les acides aminés, l'isoleucine (Ile) comprend deux carbones chiraux et se transforme en D-alloisoleucine (Alle) selon une réaction racémique appelée épimérisation. Ces deux stéréoisomères peuvent être distingués par chromatographie en phase liquide.

La vitesse de racémisation augmente avec la température et, dans une moindre mesure, dépend d'autres facteurs dont le pH. Elle varie selon les espèces. Il est donc possible de comparer les âges relatifs de fossiles d'une même région et, si l'histoire thermique de la région est connue, de calculer des âges absolus. Les coquilles et organismes carbonatés sont les plus favorables et les plus utilisés en aminochronologie.

Mode opératoire au GEOTOP : après nettoyage et dissolution du tiers de l'échantillon dans HCl, 50 mg de coquille sont dissous complètement dans la quantité de HCl nécessaire. Une quantité du standard Norleucine D/L est ajoutée à cette solution. La solution est soumise à une hydrolyse pendant 22 heures en présence de HCl 6M, à 110°C. La solution hydrolysée servira à mesurer la concentration de l'ensemble des acides aminés (acides aminés totaux) contenus dans l'échantillon

sous forme combinée de protéines et peptides et sous forme libre. Le chromatographe liquide à haute pression (CLHP) utilisé au Laboratoire d'aminochronologie du GEOTOP à l'Université du Québec à Montréal est muni d'une colonne à résine échangeuse d'ions Nucleosil SA (diamètre des billes : 5 µm) de 15 cm de long et de 2,4 mm de diamètre. Les concentrations des acides aminés sont mesurées par fluorescence du dérivé O-phthaldialdéhyde combiné aux acides aminés, en calculant la surface des pics du chromatogramme avec un intégrateur.

Les valeurs rapportées sont les concentrations, en picomole/mg de coquille, des différents acides aminés, à l'exception de l'arginine, l'histidine et la lysine. Comme à concentration égale l'activité fluorescente du dérivé de l'alloisoleucine est inférieure à celle du dérivé de l'isoleucine, un facteur de correction (propre à l'appareillage du laboratoire et de l'ordre de 0,8) est constamment vérifié expérimentalement et utilisé dans les calculs. La limite de détection dans les conditions d'opération est de 1 picomole/mg de coquille. La fidélité des mesures du rapport alle/Ile est meilleure que 1% de la valeur mesurée et dans tous les cas inférieure à la variabilité entre les coquilles de la même espèce d'un site.

Dans la mesure du possible, on a analysé trois specimens de chacune des espèces pertinentes de chaque unité échantillonnée .

Les coquilles datées sont d'origine marine ou continentale. Dans la majorité des cas, les coquilles ont été prélevées à 20 cm ou plus de la surface exposée du dépôt et, lorsque cela était possible, dans des sites abrités du soleil. Les coquilles marines proviennent de thanatocénoses naturelles ou anthropiques. Les coquilles de gastéropodes continentaux (*Helix* et *Rumina*) ont été prélevées dans des remplissages de grottes et des cordons dunaires. En raison du petit nombre de sites à gastéropodes continentaux étudiés sur la côte atlantique, les échantillons des sites méditerranéens de la grotte de Kaf-Tat-El-Ghar (Province de Tetouan) et du cordon dunaire de Nador serviront d'éléments de comparaison.

Les cadres aminochronologiques des autres régions du globe sont établis à partir d'espèces régionales à large distribution et à faible variation intraspécifique du taux de racémisation. Sur la côte atlantique marocaine, le genre *Patella* est le mieux distribué dans l'espace et le temps ; il a un taux de racémisation moyen et montre une variabilité intraspécifique satisfaisante (Bowen et Sykes, *ibid.*), quoique moins favorable que celle de *Glycimeris*, référence aminochronologique du bassin méditerranéen (Hearty, 1986). Les variations interspécifiques entre *P. safiana*, *P. intermedia* et *P. aspera* semblent peu significatives et les taux de racémisation de *Patella* serviront donc de référence au cadre aminochronologique de la côte atlantique du Maroc. Le genre *Mytilus* est moins bien distribué. D'autres espèces moins fréquentes (*Thaïs haemastoma*, *Ostrea* sp., *Cardium edule*) serviront de repères complémentaires.

3 - RESULTATS, DISCUSSION :

3.1 - Coquilles marines :

D'après les données des sites du tableau 1 et de huit autres sites, les taux d'épimérisation des coquilles marines des genre *Patella* et *Mytilus* indiquent des différences statistiquement significatives et des valeurs croissantes cohérentes avec la position stratigraphique et les datations radiocarbone disponibles. Comme attendu (Miller et Mangerud, *ibid.*), le taux d'épimérisation de *Mytilus* est plus rapide. Les rapports Alle/Ile des autres espèces s'ordonnent également selon la position stratigraphique.

Stratigraphie	Culture	Site	Age 14C BP	Espèce	Alle/Ile	NI
Holocène		El Kiffen plage 0-2m	environ 3500	*Patella*	0,081 ± 0,019	10
	Néolithique final	Dar Es Soltan I couche 2		*Patella*	0,107 ± 0,021	15
				Mytilus	0,153 ± 0,043	3
		Skhirat base cordon	4950 ± 150* UQ-1557	*Patella*	0,145 ± 0,016	6
				Mytilus	0,251 ± 0,030	6
Soltanien	Ibéromaurusien	Dar Es Soltan II grotte	16 500 ± 250* UQ-1558	*Patella*	0,101 ?	1
	Atérien	Dar Es Soltan II grotte	37 220 ± 290* TO-2045	*Patella*	0,229 ± 0,022	6
				Mytilus	0,376 ± 0,017	3
	?	El Mnasra c.3 grotte		*Patella*	0,280 ± 0,051	3
	Atérien	El Mnasra grotte		*Patella*	0,300 ± 0,064	5
	Atérien	Dar Es Soltan I grotte		*Patella*	0,336 ± 0,097	3
	Atérien ? *Homo*	Dar Es Soltan II grotte		*Patella*	0,369 ± 0,020	2
Ouljien s.l. 0-6 m		Larache		*Patella*	0,533 ± 0,125	3
		Dar Bouazza		*Patella*	0,547 ± 0,105	4
"Harounien" 9-12m		Oulad Aj Jmel		*Patella*	0,842 ± 0,208	5
				Mytilus	1,251 ± 0,109	3
		Aïn Diab		*Mytilus*	1,21 (?)	1

Tableau 1 : Taux d'épimérisation des acides aminés totaux des coquilles marines *Patella* et *Mytilus*. (* prélèvement commun ^{14}C et acides aminés). Epimerization ratios for total amino acids in *Patella* and *Mytilus* marine shells (* same sampling for ^{14}C and amino acids).

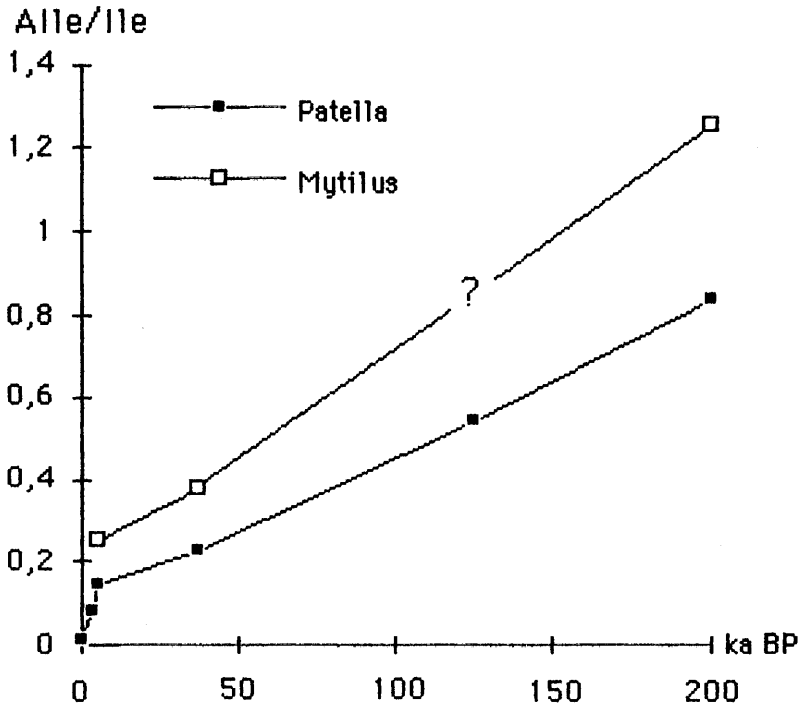


Figure 2 : Taux d'épimérisation des coquilles de *Patella* et de *Mytilus* comparés aux dates ^{14}C ou à l'âge attribué aux stationnements marin de l'Ouljien s.l. (125 ka, 0-6 m) et du "Harounien" (200 ka env., 9-12 m). Epimerization ratios in *Patella* and *Mytilus* shells compared to ^{14}C dates or to sea-level-high stands assessed ages (Ouljian s.l. at 0-6 m, 125 ka; "Harounian" at 8-12m, *circa* 200 ka).

3.2 - Gastéropodes continentaux :

Les rapports Alle/Ile moyens obtenus sur le genre *Helix*, confrontés aux datations radiocarbone, montrent une vitesse d'épimérisation presque linéaire au moins jusque vers 25 ka. La variabilité intraspécifique est nulle pour Nador et semble augmenter avec l'âge (tableau 2).

Stratigraphie	Culture	Site	Age 14C BP	Alle/Ile	NI
Holocène		Nador cordon dunaire	2950 ± 100 * UQ-1462	0,033 ± 0	3
	Cardial	Kaf Taht El Ghar grotte	6050 ± 120 Ly-3821 charbon	0,062 ± 0,008	7
Soltanien	migration dans Iberomaurusien	Dar Es Soltan II grotte		0,104 ± 0,015	9
	migration dans Atérien	Dar Es Soltan II grotte	16 090 ± 90 * TO-2046	0,234 ± 0,010	7
	Atérien	El Harhoura I grotte	25 580 ± 130 * TO-2047	0,312 ± 0,046	4

Tableau 2 : Taux d'épimérisation des acides aminés totaux du gastéropode continental *Helix*.
(* prélèvement commun ^{14}C et acides aminés). Epimerization ratios for total amino acids in *Helix* shells (* same sampling for ^{14}C and amino acids).

La courbe des moyennes (figure 3) indique une homogénéité de la vitesse de racémisation entre des sites distants de plusieurs centaines de kilomètres mais d'histoire thermique analogue. Elle souligne que les coquilles accumulées sous grotte représentent un matériel favorable à l'aminochronologie, en raison d'une atténuation des variations thermiques.

Cette première série de mesures du taux d'épimérisation du genre *Helix* ouvre la voie à une méthode de datation applicable à du matériel archéologique. Elle s'adressera tout particulièrement à des sites et dépôts du Soltanien ancien et moyen, non datables par le ^{14}C. Notons que le genre *Rumina*, moins fréquent qu'*Helix* en contexte archéologique, a donné des taux d'épimérisation sensiblement égaux à ceux d'*Helix*. Il sera donc possible d'utiliser les deux genres à fin de datation.

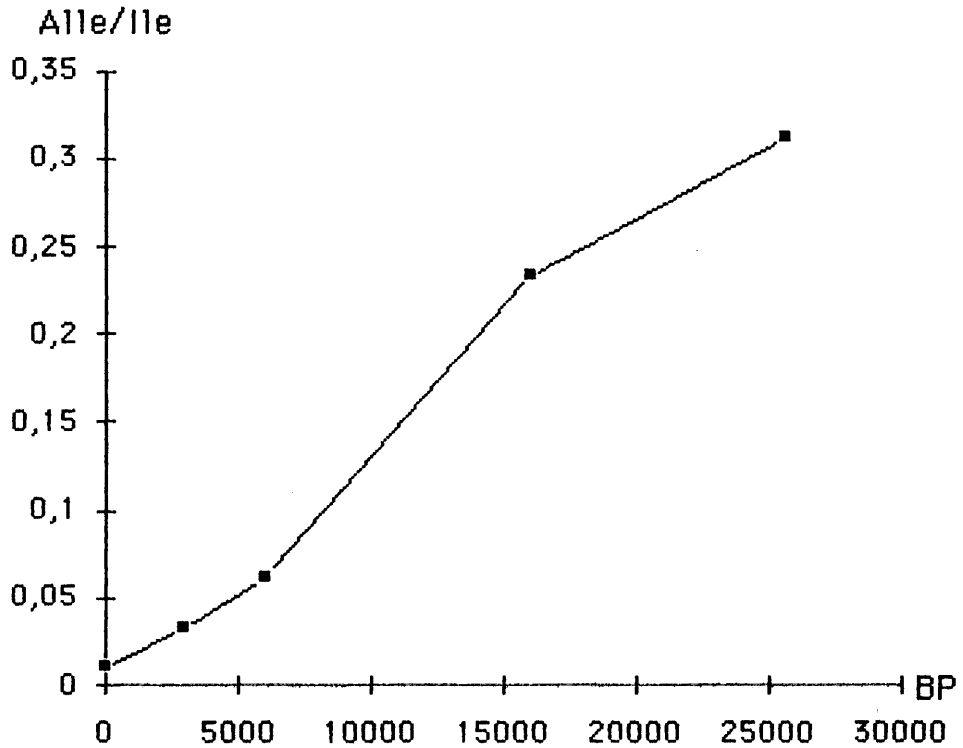


Figure 3 : Taux moyens d'épimérisation de coquilles de gastéropodes continentaux du genre *Helix* comparés aux datations ^{14}C. Epimerization mean ratios in continental gastropod shells (*Helix*) as compared to ^{14}C datings.

3.3 - Discussion :

Les résultats présentés (tableaux 1 et 2) montrent une très forte variabilité des taux d'épimérisation des unités les plus anciennes. La reproductibilité des résultats étant constamment vérifiée au laboratoire, les écarts-types élevés sont donc représentatifs. Par ailleurs, toutes les

mesures valides obtenues ont été prises en compte, sans tri sélectif, sauf un cas évident de remaniement anthropique. Seules les mesures présentant des anomalies (pics parasites, anomalie de la concentration standard Norleucine) ont été rejetées. La variabilité des taux d'épimérisation reflète la variabilité naturelle intragénique et intraspécifique et d'éventuels remaniements. Dans le cas de gisements préhistoriques, les thanatocénoses échantillonnées peuvent contenir des spécimens remaniés par l'activité humaine. De tels cas sont relativement faciles à identifier dans les unités holocènes. La colonisation des unités sous-jacentes par des gastéropodes continentaux sur plusieurs dizaines de centimètres pose un problème majeur de datation. Ainsi, l'unité dite "atérienne" de Dar Es Soltan II contient *Patella* datée de 37 220 ± 290 BP (TO-2045) et *Helix* daté de 16 090 ± 90 BP (TO-2046) : les gastéropodes auraient colonisé le niveau atérien 20 000 ans après sa mise en place. *Helix* semble être un bon matériel aminochronologique, en tenant compte des anomalies du radiocarbone propres aux gastéropodes continentaux, mais ne date pas nécessairement les unités qui le contiennent.

4 - ESSAI AMINOSTRATIGRAPHIQUE :

Le stationnement marin identifié vers 9-12m NGM présente des taux Alle/Ile de 0,8 ± 0,2 pour *Patella*, nettement supérieurs à ceux du dernier cycle climatique. Ces taux sont du même ordre de grandeur que ceux [4] des sites de la côte sud du Haut-Atlas (Lecointre, 1952) et attribués à l'Harounien-Agadirien (Weisrock, 1980). En raison du recouvrement de ces taux avec ceux d'unités plus anciennes, il est prématuré d'en faire une aminozone distincte.

Le dernier cycle climatique peut être subdivisé en trois ensembles aminochronologiques (nommés à titre provisoire "O" pour Ouljien *sensu lato*, "S" pour Soltanien *sensu lato* et "H" pour Holocène). Les développements à venir, en stratigraphie et en chronologie, devraient permettre de différencier des aminozones à résolution temporelle plus courte.

L'ensemble "O" représente les unités marines associées au(x) stationnement(s) marin(s) du stade isotopique 5 : les rapports Alle/Ile sont de l'ordre de 0,540 ± 0,125 pour *Patella*. Les données de terrain et chronologiques ne permettent pas pour l'instant d'affirmer que ces dépôts du dernier interglaciaire sont exclusivement associés à un ou deux hauts niveaux du sous-stade isotopique 5e (125 ka) (Shackleton, 1987), ou à plusieurs stationnements du stade 5 (5e, 5c? 5a?) si l'on accepte l'existence d'une brève remontée au niveau actuel vers 85 ka (Vacher et Hearty, 1989).

---

[4] Travaux S. Occhietti (GEOTOP) et A. Weisrock (Université de Nancy I).

L'ensemble "S" correspond au moins aux stades isotopiques 4, 3 et 2. Les taux d'épimérisation du matériel marin, accumulé naturellement ou par l'Homme, sont compris entre environ 0,4 et 0,2 pour *Patella* et pour *Helix* prélevé en grotte.

L'ensemble "H" englobe les unités marines et continentales de l'Holocène. Pour un âge de 5ka environ, et dans des conditions de fossilisation littorale peu protégée des fluctuations thermiques, Alle/Ile de *Patella* est de l'ordre de 0,140 ± 0,033.

5 - CONCLUSIONS :

Les paléolittoraux plio-pléistocènes du Maroc sont parmi les mieux diversifiés et préservés de la bordure orientale de l'Atlantique. L'aminochronologie établie avec *Patella* permet déja de distinguer sans équivoque trois ensembles de hauts stationnements marins disposés vers 9-12m, 0-6m et 0-2m. Il est donc possible de séparer les unités de l'Holocène emboîtées dans celles du stade 5, indépendamment des autres critères morpho-lithostratigraphiques et de la tectonique locale. Compte tenu de la vitesse de racémisation de *Patella* sous le climat du Maroc, avec des taux échelonnés entre 0 et 0,540 ± 0,125 sur un laps de temps de 125 ka environ, il devient possible d'identifier d'éventuels stationnements distincts au cours du stade 5, en référence aux hauts niveaux de l'Eutyrrhénien (5e) et du Néotyrrhénien (5c/5a ?) reconnus en Méditerranée.

Les conditions d'épimérisation de *Patella* et d'*Helix* sont favorables à l'identification d'événements intervenus pendant le Soltanien, dont la partie inférieure reste encore très mal connue. L'épimérisation d'*Helix*, approximativement linéaire jusque vers 25 ka, ouvre en outre une possibilité de datation absolue peu coûteuse, aux réserves évoquées près. Enfin, l'aminochronologie permet de vérifier rapidement l'homogénéité chronologique d'assemblages archéologiques et de choisir des échantillons propices à la datation radiocarbone (5) .

---

(5) Les auteurs expriment leurs vifs remerciements au laboratoire ISOTRACE de l'Université de Toronto, à Mohamed ABERKAN pour l'introduction aux coupes de Larache et Sidi Moussa, à Aziz BALLOUCHE et Fatima-Zora SBIHI-ALAOUI qui ont facilité l'accès aux collections et sites archéologiques et participé aux échantillonnages. Les missions de terrain, financées par la DGRCST du Ministère des Affaires Etrangères français et par le Conseil de Recherche en Sciences Naturelles et Génie du Canada, ont été facilitées par le Ministère des Affaires Culturelles du Royaume du Maroc et le Service Culturel, Scientifique et de Coopération de l'Ambassade de France à Rabat.

REFERENCES :

P.H. ABELSON, Organic constituents of fossils, *Carnegie Institution of Washington Year book*, vol. 53, 1954, p. 97-101.

M. ABERKAN, *Etude des formations quaternaires des marges du bassin du Rharb (Maroc nord occidental)*, Thèse, Université de Bordeaux 1, 1989, 290 p.

M. ABERKAN et J.P. TEXIER (1984) - Nouvelles données sur le Quaternaire littoral au Nord de Rabat. Journées Géologiques du Maroc , Rabat.

M. AKIL, *Les dépôts quaternaires littoraux entre Casablanca et cap Beddouza (Meseta côtière marocaine) : études géomorphologiques et sédimentologiques*, Thèse, Université Mohamed V, Rabat, 1990, 417 p.

M. ALOUANE, *Les formations quaternaires du littoral atlantique de la province de Tanger (Maroc)*, Thèse, Université de Bordeaux 1, n° 2151, 1986, 180 p.

G. BEAUDET, *Le Plateau central marocain et ses bordures. Etude géomorphologique*. Inframar, Rabat, 1969, 480 p.

P. BIBERSON, Chronologie du Quaternaire côtier marocain, *C. R. Soc. Sci. natur. & phys. Maroc*, t. 22, n° 1, 1956, p. 33-36.

P. BIBERSON, Essai de classification du Quaternaire marin du Maroc atlantique, *C. R. somm. Soc. géol. Fr.*, 4, 1958, p. 67-70.

P. BIBERSON, *Le cadre paléogéographique de la Préhistoire du Maroc atlantique* et *Le Paléolithique inférieur du Maroc atlantique*. Publications du Service des Antiquités du Maroc, Rabat, 1961, fasc. 16, 235 p., fasc. 17, 544 p.

D.Q. BOWEN et G.A. SYKES, Amino acid geochronology of raised beaches in south west Britain, *Quaternary Science Reviews*, Vol. 4, 1985, p. 279-318.

G. CHOUBERT, F. JOLY, M. GIGOUT, J. MARCAIS, J. MARGAT, R. RAYNAL, Essai de classification du Quaternaire continental du Maroc, *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 243, 1956, p. 504-506.

J.P. DAUGAS, J.P. TEXIER, J.P. RAYNAL, A. BALLOUCHE, Nouvelles données sur le Néolithique marocain et ses paléoenvironnements. L'habitat cardial des grottes d'El Khril à Achakar (Province de Tanger) et la nécropole néolithique final de Rouazi à Skhirat (Province de Skhirat). *10 è R.A.S.T.* , Bordeaux, 1984, S.G.F. Ed., p. 167.

J.P. DAUGAS, J.P. RAYNAL, A. BALLOUCHE, S. OCCHIETTI, P. PICHET, J. EVIN, J.P. TEXIER, A. DEBENATH, Le Néolithique nord-atlantique du Maroc : premier essai de chronologie par le radiocarbone, *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 308, série II, 1989, p. 681-687.

A. DEBENATH, Nouvelles fouilles à Dar Es Soltane (champ de tir d'El Menzeh) près de Rabat, Maroc. *Bulletin de la Société Préhistorique française* , 69, 1972, p. 178-179.

A. DEBENATH, Découverte de restes humains probablement atériens à Dar Es Soltane (Maroc). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 281, 1975, p. 875-876.

A. DEBENATH, Le site de Dar Es Soltan 2, à Rabat (Maroc). *Bulletin et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* , 3 (série 13), 1976, p. 181-182.

A. DEBENATH, Le gisement préhistorique de Dar Es Soltane 2, champ de tir d'El Menzeh à Rabat (Maroc). Note préliminaire. 1 : le site. *Bulletin d'Archéologie marocaine* , 11, 1978, p. 9-23.

A. DEBENATH, Découverte d'une mandibule humaine atérienne à El Harhoura, province de Rabat. *Bulletin d'Archéologie marocaine* , 12, 1982, p. 1-2.

A. DEBENATH et J.P. LACOMBE, remarques sur la double sépulture néolithique du gisement d'El Harhoura II (Province de Témara, maroc), *Arqueologia*, n°13, Lisboa, 1986, p. 120-125.

A. DEBENATH, J.P. RAYNAL, J. ROCHE, J.P. TEXIER, E. LAVILLE, Mission préhistorique et paléontologique française au Maroc : rapport d'activités pour l'année 1978. *Bulletin d'Archéologie marocaine* , t. XII, 1982, p.45-77.

A. DEBENATH, J.P. RAYNAL, J. ROCHE, J.P. TEXIER, Stratigraphie, habitat et typologie de l'Atérien marocain : données récentes. *1 er Congrès International de Paléontologie Humaine* , Nice, 1982, Résumés, p. 113-114.

A. DEBENATH, J.P. DAUGAS, D. LEFEVRE, J.P. RAYNAL, J. ROCHE, J.P. TEXIER, Mission préhistorique et paléontologique française au Maroc. Rapport 1979. *Bulletin d'Archéologie Marocaine* , t. XIV, 1981-82 (1984), p.3-48.

A. DEBENATH, J.P. RAYNAL, J. ROCHE, J.P. TEXIER, Stratigraphie, habitat, typologie de l'Atérien marocain: données récentes. *l'Anthropologie*, 1986, 90, n°2, 233-246.

M. GIGOUT, Définition d'un étage Ouljien, *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 229, 1949, n° 11, p. 551-552.

M. GIGOUT, *Recherches sur le Pliocène et le Quaternaire atlantiques marocains*, Travaux de l'Institut Scientifique Chérifien, n°5, 1956, 94 p.

P.J. HEARTY, An inventory of Last Interglacial (sensu lato) Age Deposits from the Mediterranean Basin : a study of Isoleucine Epimerization and U-Series Dating, *Zeitschrift für Geomorphologie (Suppl.-Bd.)*, Vol. 62, 1986, p. 51-69.

P.J. HEARTY, G.H. MILLER, C.E. STEARNS, B.J. SZABO, Aminostratigraphy of Quaternary shorelines in the Mediterranean basin, *Geological Society of America Bulletin*, Vol. 97, 1986, p. 850-858.

J.P. LACOMBE et J.P. DAUGAS, La nécropole néolithique de Rouazi-Skhirat, *Bulletin et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, tome 5, XVème série, 4, 1988, p. 308-309.

J.P. LACOMBE, J.P. DAUGAS, F.Z. SBIHI-ALAOUI, La nécropole néolithique de Rouazi-Skhirat (maroc), Présentation de l'étude des sépultures, *Bulletin et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n. série, tome 2, n°3-4, 1990, p. 55-60.

J.P. LACOMBE, A. EL HAJRAOUI, J.P. DAUGAS, Etude anthropologique préliminaire des sépultures néolithiques de la grotte d'El Mnasra (Témara, Maroc), *Bulletin de la Société d'Anthropologie du Sud-Ouest*, tome XXVI, 3ème trimestre, 1991, p. 163-176.

G. LECOINTRE, *Recherches géologiques dans la Meseta marocaine*, Mémoire de la Société des Sciences naturelles du Maroc, n° 14, 1926, 158 p.

G. LECOINTRE, *Recherches sur le Néogène et le Quaternaire marins de la côte atlantique du Maroc*, Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc, n° 99, 1952, t.I, 198 p., t. II, 173 p.

G.H. MILLER et J. MANGERUD, Aminostratigraphy of european marine interglacial deposits, *Quaternary Science Reviews*, Vol. 4, 1985, p. 215-278.

C.V. MURRAY-WALLACE et R.W.L. KIMBER, Quaternary marine amino stratigraphy : Perth Basin, Western Australia, *Australian Journal of Earth Sciences*, vol. 36, 1989, p. 553-568.

R. NEUVILLE et A. RULHMANN, *La place du Paléolithique ancien dans le Quaternaire marocain*, Hespéris, Paris-Rabat, 1941, 156 p.

S. OCCHIETTI, J.P RAYNAL, P. PICHET, J.P. TEXIER, Aminostratigraphie du dernier cycle climatique au maroc atlantique, de Casablanca à Tanger, *C. R. Acad. Sci. Paris*, , II, 1993, .

M. OUSMOÏ, *Application de la datation par thermoluminescence au Néolithique marocain*, Thèse de l'Université de Clermont II, DU172, 1989, 122 p.

E.J. RHODES, *Optical Dating of Quartz from Sediments*. Thèse de Doctorat, Univ. d'Oxford, 1990, 153 p.

A. RUHLMANN, *La grotte préhistorique de Dar Es Soltan* , Hespéris, XI, 1951.

N.J. SHACKLETON, Oxygen isotopes, ice volume and sea level, *Quaternary Science reviews*, Vol. 6, 1987, p. 183-190.

B.W. SMITH, E.J. RHODES, S. STOCKES, N.A. SPOONER, M.J. AITKEN, Optical Dating of Sediments : Initial Quartz Results from Oxford. *Archaeometry*, 32, 1990, 19-31.

J.P. TEXIER, J. HUXTABLE, E.J. RHODES, D. MIALLIER, M. OUSMOI, Nouvelles données sur la situation chronologique de l'Atérien au Maroc et leurs implications, *C. R. Acad. Sci. Paris*, 307, II, 1988, 827-832.

J.P. TEXIER et J.P. RAYNAL, Les "sables beiges" du Nord-Ouest du Maroc : nouvelles interprétations dynamiques, chronologiques et paléoclimatiques, *C. R. Acad. Sci. Paris*, 309, II, 1989, 1577-1582.

H.L. VACHER et P. HEARTY, History of stage 5 sea level in Bermuda : review with new evidence of a brief rise to present sea level during substage 5A. *Quaternary Science reviews*, Vol. 8, 1989, p. 159-168.

J.F. WEHMILLER et W.K. EMERSON, Calibration of amino acid racemization in late Pleistocene mollusks : results from Magdalena Bay, Baja California Sur, Mexico, with dating applications and palaeoclimatic implications, *The Nautilus*, Vol. 94 (1), 1980, p. 31-36.

A. WEISROCK, *Géomorphologie et Paléoenvironnements de l'Atlas atlantique (Maroc)*, Thèse, Paris I, 1980, 931 p.