



## Quaternaire

Revue de l'Association française pour l'étude du  
Quaternaire

**vol. 16/2 | 2005**  
**Volume 16, numéro 2**

---

# Origine du remplissage sédimentaire des grottes de Témara (Maroc) d'après l'étude des minéraux lourds et l'étude exoscopique des grains de quartz

*Origin of depositional sequences from Témara Caves (Marocco) based on heavy  
minerals and the quartz grains exoscopy*

**Sabah Niftah, André Debénath et Jean-Claude Miskovsky**

---



### Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/quaternaire/295>  
DOI : 10.4000/quaternaire.295  
ISSN : 1965-0795

### Éditeur

Association française pour l'étude du quaternaire

### Édition imprimée

Date de publication : 1 août 2005  
Pagination : 73-83  
ISSN : 1142-2904

### Référence électronique

Sabah Niftah, André Debénath et Jean-Claude Miskovsky, « Origine du remplissage sédimentaire des grottes de Témara (Maroc) d'après l'étude des minéraux lourds et l'étude exoscopique des grains de quartz », *Quaternaire* [En ligne], vol. 16/2 | 2005, mis en ligne le 01 juin 2008, consulté le 01 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/quaternaire/295> ; DOI : 10.4000/quaternaire.295

---

# ORIGINE DU REMPLISSAGE SÉDIMENTAIRE DES GROTTES DE TÉMARA (Maroc) D'APRÈS L'ÉTUDE DES MINÉRAUX LOURDS ET L'ÉTUDE EXOSCOPIQUE DES GRAINS DE QUARTZ



Sabah NIFTAH\*, André DEBENATH\*\* et Jean-Claude MISKOVSKY\*

---

## RÉSUMÉ

Les dépôts quaternaires dans les régions de Rabat et Casablanca (Maroc) ont fait l'objet de nombreuses recherches. Ici, l'étude de ces dépôts concerne particulièrement les remplissages des grottes d'El Mnasra (Casino), d'Ouled Bouchikha (Les Contrebandiers) et d'El Harhoura II, situées dans la région de Témara. Ces remplissages sont attribués aux stades isotopiques 3 et 2. L'étude des grains de quartz au Microscope Electronique à Balayage (MEB) Environnemental a permis de décrire différents milieux d'évolution des sédiments avant leur immobilisation dans les grottes, et de retracer la succession des différents événements caractérisant ces milieux. Les sédiments, issus de différentes régions de la Meseta et du Moyen Atlas, ont été transportés par le vent et par les eaux des oueds. Ils furent acheminés vers les différents horizons marins où leur évolution fut plus ou moins complexe, avant d'achever leurs trajets dans les grottes de Témara.

**Mots-clés :** Quaternaire, Maroc, Grottes littorales, région de Témara, exoscopie, minéraux lourds.

## ABSTRACT

ORIGIN OF DEPOSITIONAL SEQUENCES FROM TÉMARA CAVES (Morocco) BASED ON HEAVY MINERALS AND QUARTZ GRAINS EXOSCOPY

Quaternary deposits of the areas of Rabat and Casablanca (Morocco) have been intensively investigated. We focus here on depositional sequences from the caves of El Mnasra (Casino), Ouled Bouchikha (Les Contrebandiers) and El Harhoura II in the area of Témara. The sequences are correlated with isotopic stages 3 and 2. Exoscopic study under ESEM (Environmental Scanning Electron Microscope) of quartz grains selected throughout the different sequences has helped to describe sediment transport processes. Sediments originating from various areas of the Moroccan Meseta and Middle Atlas, were carried by wind and river transport, and then deposited along the coastal continental shelf. They followed there a complex evolutionary process before completing their transport which ended in the Témara caves.

**Key-words:** Quaternary, Morocco, Littoral caves, Témara regions, Exoscopie, Heavy minerals.

## INTRODUCTION

Les recherches des quaternaristes concernant la région de Témara ont traité généralement deux thèmes :

1- l'étude géologique des formations du littoral atlantique, notamment les dunes calcarénitiques ouljiennes et les sols rubéfiés. Pour cette partie du Pléistocène supérieur, la plupart des auteurs ont évoqué un climat aride souvent interrompu par des oscillations climatiques assez humides et chaudes (Raynal *et al.*, 1982 ; Aberkan, 1989).

2- l'étude archéologique des remplissages de grottes, qui a permis la connaissance des cultures des Hommes préhistoriques, notamment l'Atérien.

Aucune étude géologique détaillée n'ayant été effectuée sur les sédiments des grottes de Témara, il nous a semblé important d'orienter ce travail vers la caractérisation des sédiments du remplissage de ces sites, dans le cadre de la reconstitution des paléoenvironnements de l'Homme préhistorique. En effet, cet article permet de retracer les stades d'évolution précédant le milieu de dépôt (grottes de Témara) et de déterminer les différents modes de transport des sédiments. Dans un premier temps, il est important de suggérer une ou des origines pour ces sédiments par le moyen de l'étude de minéraux lourds.

---

\* Université de Perpignan, Laboratoire de Préhistoire, FRF 5590 du CNRS, 66720 TAUTAVEL. E-mail : sniftah@tautavel.univ-perp.fr et sniftah@yahoo.fr

\*\* Professeur émérite de Préhistoire, 8 route de la Rochefoucauld, 16220 MONTBRON. E-mail : Adebentath2b@aol.com

## APERÇU SUR LA RÉGION DE TÉMARA

Située à une dizaine de kilomètres au sud de Rabat, la région de Témara fait partie de la Meseta septentrionale qui s'étend depuis Kénitra jusqu'à Essaouira. Le contexte géologique est représenté par une série de cordons dunaires littoraux plus ou moins consolidés. Ces cordons, formés essentiellement de biocalcarénite, sont alignés parallèlement au rivage actuel et les formations les plus anciennes sont situées vers l'arrière-pays (fig. 1). Vers le rivage atlantique, ces formations sont entaillées par une falaise morte. Grâce au recul de celle-ci qui est dû au développement d'un système karstique important, de nombreuses grottes ont été ouvertes. Ces dernières ont été occupées fréquemment par les Hommes préhistoriques. Les grottes se situent à une distance d'environ 300 m par rapport à l'actuelle ligne de rivage. Cette distance est parsemée de nombreux blocs calcarénitiques issus de la falaise.

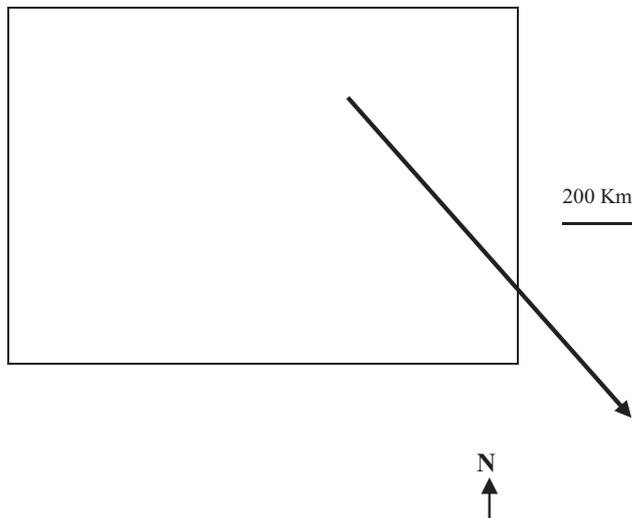
Les dunes calcarénitiques sont mises en place entre 130 000 et 115 000 ans B.P. environ, pendant le stade

isotopique 5e (Ouljien moyen) (Texier *et al.*, 1985). Les remplissages des grottes de Témara ont eu lieu entre 40 000 et 6 000 ans B.P. (Roche, 1976 ; Roche et Delibrias, 1976 ; Debénath *et al.*, 1986 ; Texier *et al.*, 1988 ; Daugas *et al.*, 1989 ; Occhietti *et al.*, 1993). Ces remplissages contiennent des niveaux archéologiques attribués aux cultures des anciens atériens et des atériens évolués que l'on retrouve dans la majeure partie du remplissage de la grotte d'El Mnasra, dans la quasi-totalité de celui de la grotte d'Ouled Bouchikha et dans la couche basale des fouilles actuelles à El Harhoura II. Ces niveaux sont généralement surmontés par des couches contenant des industries préhistoriques attribuées à l'Ibéromaurusien et au Néolithique, reconnues dans le remplissage d'El Mnasra et celui d'El Harhoura II.

## PRÉSENTATION DES SITES ÉTUDIÉS

### \* La grotte d'El Mnasra (grotte du Casino)

Elle est située à une altitude de 14 m. Son remplissage se développe sur dix-huit mètres de longueur, dix mètres de largeur maximale et dépasse 5, 40 m de hauteur (fig. 2 et 3).



**Fig. 1 : Carte géologique de la région de Témara. 1 : Dar-es-Soltane I ; 2 : Dar-es-Soltane II ; 3 : El Harhoura II ; 4 : El Harhoura I ; 5 : El Mnasra ; 6 : Ouled Bouchikha.**

*Fig. 1: Geological map of the area of Témara. 1: Dar-es-Soltane I; 2: Dar-es-Soltane II; 3: El Harhoura II; 4: El Harhoura I; 5: El Mnasra; 6: Ouled Bouchikha.*



**Fig. 2 : Vue générale de la grotte d'El Mnasra (cliché de Niftah, 2000).**

*Fig. 2: General view of the cave of El Mnasra (photo of Niftah, 2000).*

Le gisement a été découvert dans les années soixante par Roche lors de ses travaux archéologiques sur la grotte d'Ouled Bouchikha (El Hajraoui, 1993). Ce site fut fouillé pour la première fois lors des quatre campagnes de fouilles organisées en 1990 et 1991 par El Hajraoui sous la direction de l'Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine (INSAP). Les fouilles ont permis de mettre au jour quatre sépultures à squelettes complets, des restes fauniques et surtout des outils préhistoriques attribués à l'Atérien, à l'Ibéromaurusien et au Néolithique.

La base du remplissage est formée de sables grossiers rosâtres. Elle est surmontée par des sables fins argileux bruns dans lesquels s'intercalent des sables fins limoneux rougeâtres. Ces couches de sables fins contiennent des niveaux archéologiques attribuables à la culture atérienne. Les niveaux supérieurs sont formés essentiellement de sables grossiers argileux de couleur brun-foncé et renferment des objets archéologiques rattachés à l'Ibéromaurusien et au Néolithique.

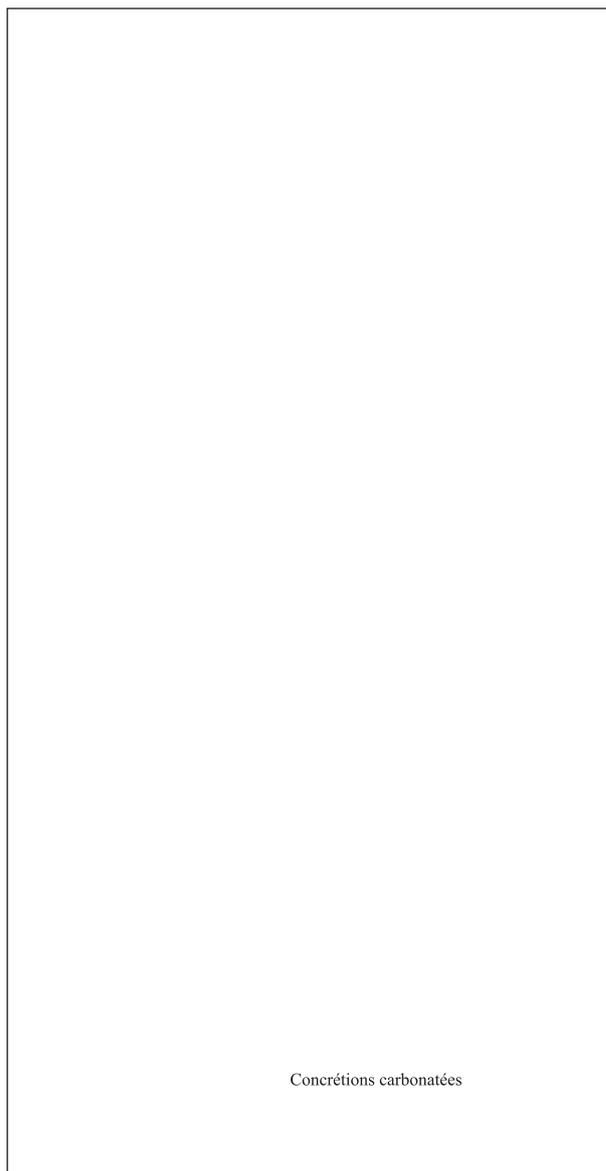
#### \* Grotte d'Ouled Bouchikha (Les Contrebandiers)

Elle est située à 2 km au sud de la grotte d'El Mnasra. La surface de son remplissage atteint 35 m de longueur et 24 m de largeur (fig. 4). Elle a été fouillée pour la première fois de 1955 à 1957 par Roche. De 1967 à 1975, les fouilles ont été reprises dans le cadre d'une collaboration entre le Service de l'Archéologie Marocaine et J. Roche. Les travaux ont concerné les niveaux post-ibéromaurusien ainsi que la séquence atérienne. En 1975, les fouilles ont été réalisées en collaboration avec Texier. En 1994, une autre campagne de fouilles a été effectuée par Bouzouggar (1997) sous la direction de l'Institut National des Sciences de l'Archéologie du Patrimoine au Maroc.

La stratigraphie de la grotte présente la séquence atérienne la plus complète de la région de Témara. La hauteur du remplissage atteint 3 m (fig. 5). Les couches sédimentaires sont formées de sables grossiers surmontées par des sables fins limoneux rougeâtres. Ces derniers, rappelant les couches à niveaux atériens d'El Mnasra, sont recouverts par une couche de sables grossiers argileux de couleur foncée.

#### \* Grotte d'El Harhoura II

Elle est située à 5 km au nord de la grotte d'El Mnasra, à 200 m environ du littoral actuel et à 16 m d'altitude



Concrétions carbonatées

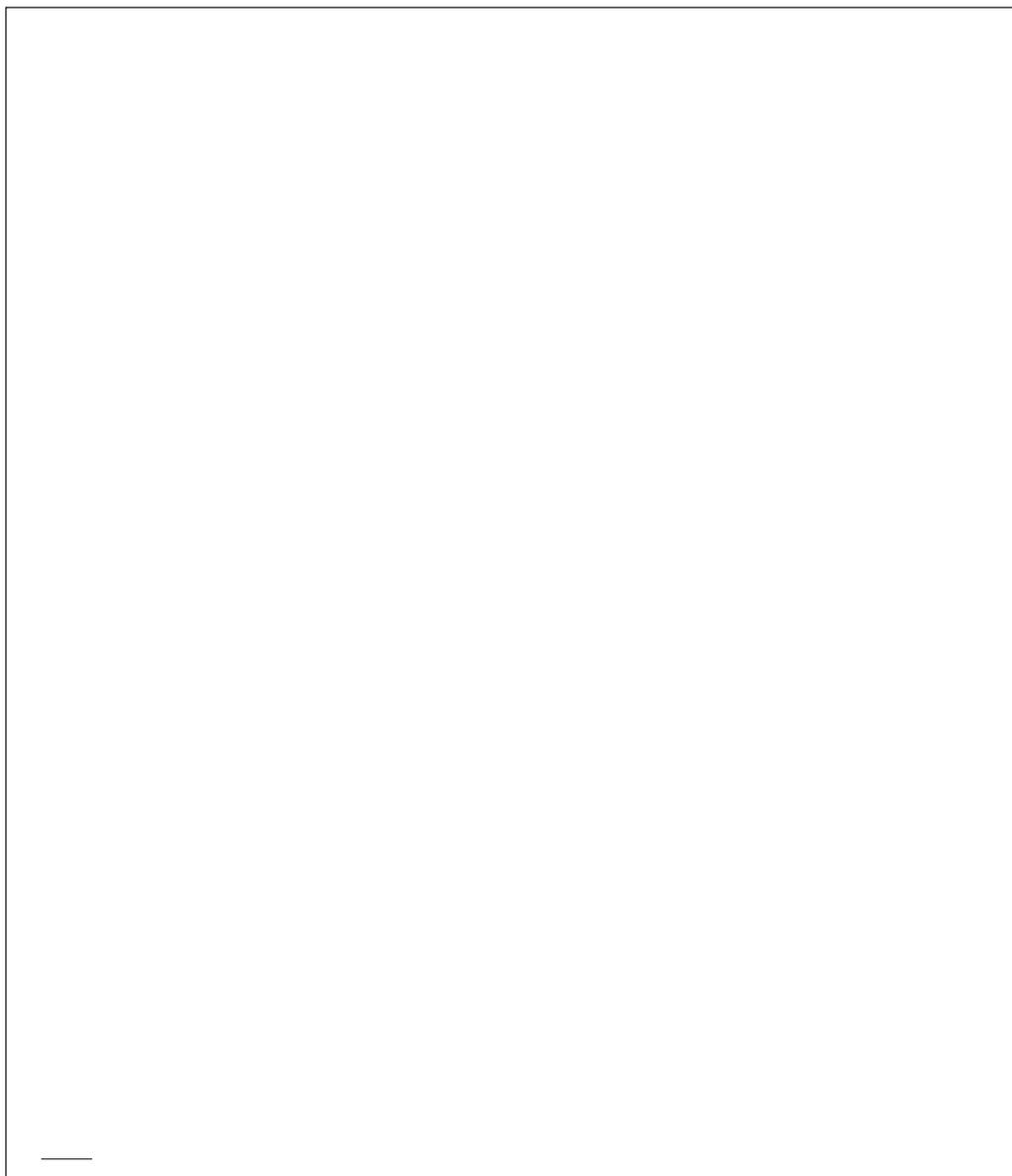
**Fig. 3 : Stratigraphie du remplissage sédimentaire d'El Mnasra : coupe G/H dans les zones 8 et 9 (Niftah, 2003).**

*Fig. 3: Stratigraphy of El Mnasra deposits: section G/H in zones 9 and 10 (Niftah, 2003).*

**Fig. 4 : Vue générale de la grotte d'Ouled Bouchikha (cliché de A. Bouzouggar, 1994).**

*Fig. 4: General view of the Ouled Bouchikha Cave (photo from A. Bouzouggar, 1994).*

(fig. 6). Elle se présente sous la forme d'une cavité de 180 m<sup>2</sup> de superficie dont la longueur est de 20 m environ. La profondeur du remplissage est estimée à 5 m. Actuellement, le sondage le plus profond dépasse 2,5 m de hauteur (fig. 7).



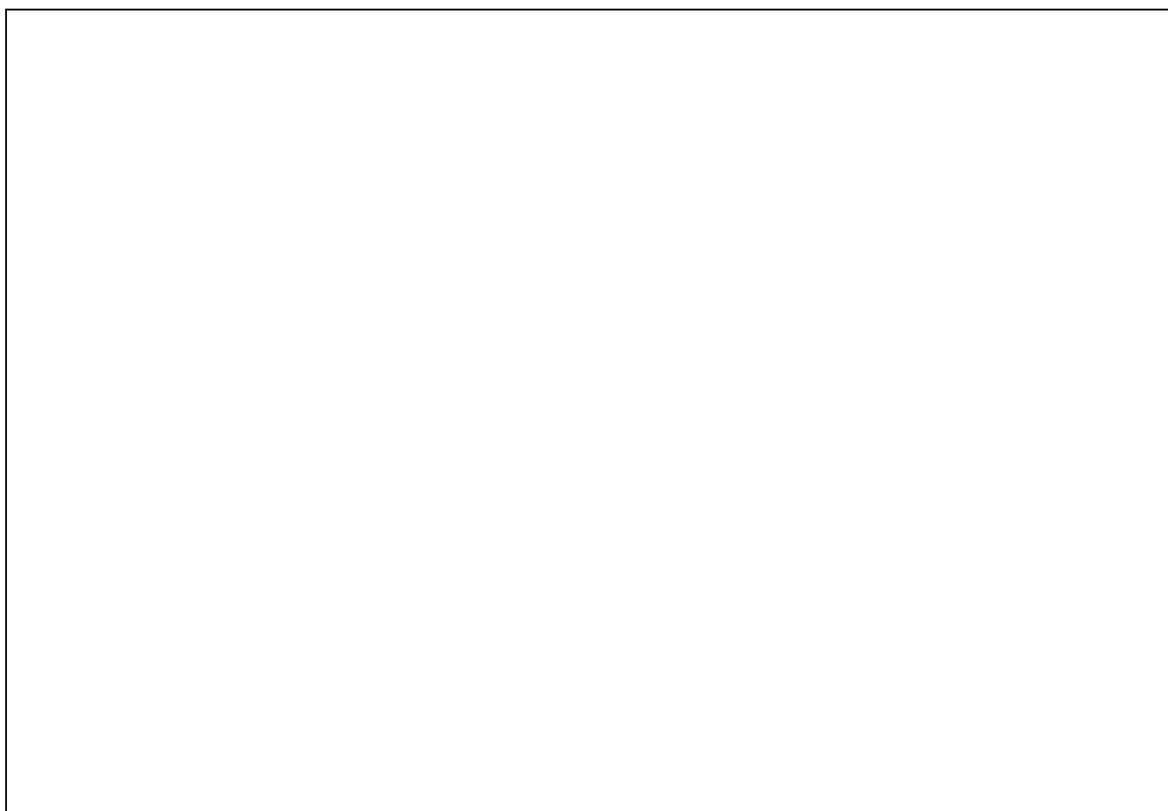
**Fig. 5 : Stratigraphie du remplissage sédimentaire d'Ouled Bouchikha : coupe 20/21 (Niftah, 2003).**  
*Fig. 5: Stratigraphy of the Ouled Bouchikha Cave deposits: section 20/21 (Niftah, 2003).*

Le site a été découvert en décembre 1977 par Debénath dans le cadre d'une mission de prospection du littoral visant à l'établissement d'un inventaire systématique des sites préhistoriques de la côte atlantique. Il a été fouillé en 1978 puis en 1996 par Debénath en collaboration avec Sbihi-Alaoui. Ces fouilles ont permis le dégagement de quatre squelettes datés du Néolithique (Debénath, 1982 et 1992). Depuis 2001, El Hajraoui et Nespoulet continuent les fouilles initiées précédemment dans la grotte, ce qui a permis de mettre au jour un crâne et deux squelettes néolithiques, des objets lithiques et des tessons de céramiques.

Les différentes campagnes de fouilles ont permis de mettre en évidence trois couches sédimentaires (fig. 7) : couches sablo-argileuses à industries archéologiques attribuées au Néolithique (couche 1) et à l'Ibéromaurusien (couche 2), au dessous desquelles apparaît une

**Fig. 6 : Vue générale de la grotte d'El Harhoura II (cliché de Nespoulet, 2001).**

*Fig. 6: General view of the cave of El Harhoura II (photo of Nespoulet, 2001).*



**Fig. 7 : Stratigraphie du remplissage sédimentaire d'El Harhoura II au niveau de la coupe O/P avec la colonne des prélèvements sédimentologiques (Niftah et Nespoulet, 2001). 1, 2 et 3 : couches stratigraphiques.**

*Fig. 7: Stratigraphy of El Harhoura II deposits of the section O/P with sedimentological samples (Niftah and Nespoulet, 2001). 1, 2 and 3: stratigraphic layers.*

couche sablo-limoneuse rougeâtre (couche 3) contenant des objets archéologiques rattachés à l'Atérien.

### MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les analyses réalisées dans cette étude ont concerné les échantillons sédimentologiques prélevés au niveau des coupes stratigraphiques des trois grottes étudiées : El Mnasra, les Contrebandiers et El Harhoura II (fig. 3, 5 et 7). Les prélèvements ont été effectués d'une manière continue (tous les 10 cm de hauteur) dans le cadre des analyses suivantes :

1- Détermination des minéraux lourds afin d'évaluer l'origine des sédiments des grottes. L'observation au microscope optique a concerné tous les minéraux montés entre lame et lamelle, alors que la détermination des pourcentages a été établie sur 200 grains par échantillons.

2- Etude des grains de quartz en morphoscopie à la loupe binoculaire (observation de 400 grains de quartz environ par échantillon) et en exoscopie au Microscope Electronique à Balayage Environnemental (étude d'une dizaine de grains par échantillon). Ce dernier est muni d'un système de translation et d'une sonde à énergie dispersive (Phoenix-ESEM) Philips EDAX, permettant d'effectuer les analyses chimiques à la surface des grains de quartz.

Les résultats des analyses concernant les remplissages des grottes de Témara ont été comparés avec ceux des prélèvements au niveau de l'encaissant (falaise calcarénitique).

### RÉSULTATS

Avant de caractériser les différents milieux d'évolution des sables en analysant les grains de quartz, il convient de proposer des origines possibles de ces sables.

#### 1 - ORIGINE DES SÉDIMENTS REMPLISSANT LES GROTTES DE TÉMARA : ÉTUDE DES MINÉRAUX LOURDS

Le cortège minéralogique est formé essentiellement de minéraux ferromagnésiens et de minéraux métamorphiques (fig. 8) :

➤ les premiers montrent la dominance très nette de l'augite. On note la présence de quelques grains d'hornblende et très rarement d'hypersthène.

➤ les seconds sont représentés en majeure partie par l'épidote, à laquelle s'associent l'andalousite, la staurotite, le grenat, le sphène et quelques minéraux accessoires tels que le disthène et la zoisite. A ces minéraux, s'ajoute un minéral fibro-radié : la pumpellyite qui se rencontre dans les schistes cristallins et les roches basiques affectées par le métamorphisme hydrothermal (Maria et Heinz, 1992).

La famille des minéraux ubiquistes dépasse rarement 10 % de l'ensemble des minéraux. Elle est formée généralement du zircon et de la tourmaline.

Ce cortège minéralogique montre une grande similitude avec celui identifié dans les terrasses marines de la région de Rabat et de Casablanca par Akil et Gayet (1988), Aberkan (1989) et El Graoui (1994). Cependant,

**Fig. 8 : Répartition des minéraux lourds. Exemple de la grotte d'Ouled Bouchikha.**

*Fig. 8: Distribution of heavy minerals. Example of the Ouled Bouchikha Cave.*

dans l'association minéralogique du remplissage des grottes de Témara, on souligne la présence de la pumpellyite. Ce minéral a été signalé auparavant par El Graoui lors de l'étude de la région de Casablanca.

Dans la famille des minéraux métamorphiques, les grains les plus représentatifs sont l'épidote (26 % en moyenne) et la pumpellyite (24 % en moyenne). A l'exception de cette dernière, ils proviennent des formations métamorphiques constituant le socle de la Meseta marocaine. L'identification de la pumpellyite dans ce cortège minéralogique nous amène à expliquer sa présence. En effet, ce minéral a été repéré dans l'arrière pays de Casablanca au sud de Rabat, plus exactement au niveau des affleurements de l'oued El Maleh formés des basaltes triasiques (Lmouatassime, 1981 ; Deer *et al.*, 1992 ; El Graoui, 1994 ; Khiri, 1995 et Zanniby, 2000).

Etant donné que les courants de dérive littorale sont orientés vers le sud, l'alimentation sédimentaire se fait du nord vers le sud. Toutefois, les travaux de certains auteurs, comme Aberkan (1989) et Akil (1990), au nord de Rabat, n'ont pas mis en évidence la présence de la pumpellyite. Ceci nous amène à proposer une hypothèse pour expliquer la présence de ce minéral dans la région de Témara : il pourrait s'agir de l'existence de «micro-courants», dans les zones du ressac, qui font face au courant principal.

Ainsi, ce minéral serait drainé, à partir de l'arrière pays de Casablanca, par les oueds El Maleh et Nefikh vers le littoral atlantique où la reprise par les «micro-courants» de dérive littorale assurerait son déplacement vers la région de Témara.

Ces données permettent de déduire que les minéraux métamorphiques du remplissage des grottes de Témara ont au moins deux origines : le socle métamorphique de la Meseta marocaine et l'arrière pays de Casablanca.

Dans cette étude, les minéraux ferromagnésiens montrent la prédominance de l'augite (95 % de la famille des ferromagnésiens et 45 % de la totalité des minéraux denses). Ce minéral a été détecté dans les affleurements du volcanisme du Moyen Atlas (Duplantier et Cirac, 1983 ; Akil et Gayet, 1988 ; El Graoui, 1994 et Zanniby, 2000). Il a donc été drainé à partir de ce volcanisme.

L'examen minéralogique de trois échantillons prélevés au voisinage des grottes étudiées dans la falaise calcarénitique, montre des minéraux similaires à ceux des remplissages des grottes, à l'exception de la pumpellyite qui en est absente. Ceci nous laisse supposer que : 1) ces dépôts ont les mêmes origines ; 2) la paroi calcarénitique des grottes ont fourni une partie des matériaux de remplissage.

Enfin, le cortège minéralogique des grottes nous a permis de proposer des origines similaires aux minéraux de l'encaissant calcarénitique (fig. 9) : le socle de la Meseta marocaine (minéraux métamorphiques) et le volcanisme du Moyen Atlas (minéraux ferromagnésiens). La présence de la pumpellyite indique que l'arrière pays de Casablanca pourrait être une origine supplémentaire pour les sables remplissant les grottes de Témara.

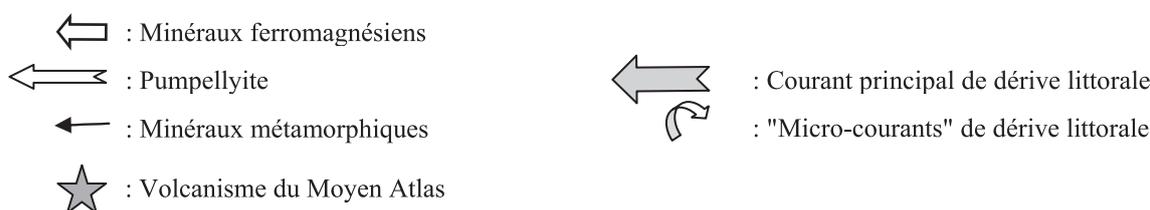
## 2 - CHEMINEMENTS DES SÉDIMENTS : ÉTUDE EXOSCOPIQUE DES GRAINS DE QUARTZ

L'observation morphoscopique des grains de quartz à la loupe binoculaire a permis de proposer une évolution plus ou moins importante, puisqu'ils sont souvent émoussés ou sub-émoussés (Niftah, 2003). L'abondance de ces familles de grains de quartz induit un mode de transport aquatique. Aucun grain rond-mat, indiquant une évolution éolienne, n'a été signalé.

Une dizaine de grains par échantillon a été triée et a fait l'objet d'une observation au MEB Environnemental. Tous les grains examinés montrent qu'il s'agit de quartz pédogénétiques dont les actions chimiques sont très prononcées. En outre, ils ont subi plus d'une phase de transport ce dont témoignent diverses traces de choc ; il s'agit alors de quartz pédogénétiques *stricto sensu* (Prone, 1980).

Les figures détectées à la surface des grains de quartz, indiquent une évolution dans différents milieux. De nombreux grains présentent des traces de choc éolien signalées par les «croissants» de choc (fig. 10). D'autres grains montrent des traces de choc en forme de «V» prouvant un transport fluviatile (fig. 11). La plupart de ces grains, transportés par le vent ou par l'eau, ont séjourné dans le milieu marin puisqu'ils présentent des traces de «broutages» caractérisant un environnement intertidal (fig. 12). De plus, le dernier milieu d'évolution représenté à la surface des grains de quartz est un milieu aquatique, puisque toutes les traces de choc présentent des formes d'altération de la silice. En effet, les traces de choc, en rapport avec les phases d'émersion ou d'immersion, sont soit exploitées par la dissolution de la silice, soit masquées par la précipitation de celle-ci.

La précipitation siliceuse est représentée sous différentes formes à la surface des grains : en forme de globules coalescents aboutissant à la formation des fleurs de silice (fig. 13), en forme de dentrites (fig. 14) et en forme de cristaux de néogénèse (fig. 15). Pour de nombreux grains de



**Fig. 9 : Carte minéralogique indiquant les origines des minéraux lourds de la région de Témara.**

*Fig. 9: Mineralogical map showing the origins of heavy minerals of the area of Témara.*

quartz, les précipitations siliceuses se localisent dans les dépressions témoignant d'une évolution dans les milieux de moyenne énergie. Pour d'autres grains, on les retrouve non seulement dans les dépressions, mais aussi sur les faces planes indiquant ainsi des milieux de basse énergie.

En ce qui concerne les marques de choc soulignant le milieu marin, en plus des traces de «broutages» du milieu intertidal, certains grains de quartz montrent des figures de dissolutions géométriques caractéristiques des environnements dynamiques (Legigan, 2002), dans la partie la moins profonde de l'horizon infratidal (fig. 16). Ces environnements sont soumis aux actions des vagues, de la houle et des courants côtiers. Les environnements statiques de l'horizon infratidal (plus profonds et plus calmes que les environnements dynamiques) sont également représentés à la surface de certains grains. Ces derniers, n'étant soumis qu'à l'action des courants de fond, acquièrent un réseau de dissolution anastomosé attaquant progressivement l'édifice cristallin et ne présentent aucune trace de choc récente, ce qui leur donne un aspect de surface très propre (fig. 17).

## INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS EXOSCOPIQUES

Les grains de quartz ont subi une évolution complexe avant leur épisode d'immobilisation dans les grottes de Témara. De nombreux grains ont été transportés par les vents, ce dont attestent les «croissants» de choc à la surface des quartz. D'autres grains présentent les «V» de choc qui témoignent d'une mobilisation fluviale. Cette mobilisation est assurée par les oueds, Sebou et Bou Regreg au nord des grottes, Nefifikh et El Maleh au sud de celles-ci.

Les grains éoliens et fluviaux n'achèvent pas leur cheminement à ce stade continental, mais continuent leur évolution dans l'océan Atlantique, puisque les «croissants» et les «V» de choc sont assez souvent exploités par d'autres figures caractérisant un milieu marin.

La reprise océanique, d'abord dans le domaine intertidal, est signalée par des traces de broutage témoignant généralement d'une évolution dans un milieu de haute énergie (répartition de ces figures en plusieurs familles de différentes orientations). Les altérations chimiques

**Fig. 10 : Grain de quartz pédogénétique de la grotte d'El Harhoura II affichant un «croissant» de choc éolien très ancien (flèche) exploité par la dissolution de silice.**

*Fig. 10: Pedogenic quartz grain of the cave of El Harhoura II showing a very old eolian «crescent» shaped feature (arrow) affected by the dissolution of silica.*

**Fig. 11 : Grain de quartz issu de la grotte d'El Mnasra montrant d'anciennes traces de chocs éoliens (très anciens croissants de choc «I» et les «V» de choc entourés). Les traces de choc sont exploitées par la dissolution de la silice.**

*Fig. 11: Quartz grain from the El Mnasra Cave showing the old traces of shock of aeolian origin (very old bow-shaped shock «I» and «V» shaped shock circled). The traces of shock are affected by the silica dissolution.*

**Fig. 12 : Grain de quartz provenant d'El Mnasra montrant de nombreuses familles d'anciennes figures de broutage de différentes directions. Ces figures sont exploitées par la dissolution de silice.**

*Fig. 12: Quartz grain from El Mnasra showing many types of friction figures in various directions. Evidence of silica dissolution.*

dans ce milieu dépendent des phénomènes d'émersion et d'immersion qui alternent périodiquement : pendant l'émersion, l'eau piégée dans les dépressions devient très concentrée en silice à cause de l'évaporation, ce qui favorise les précipitations siliceuses de différentes formes (cristaux dispersés, globule ou fleurs de silice) (Legigan, 2002). Pendant l'immersion, le milieu sous-saturé en silice suscite la dissolution de celle-ci exploitant d'abord les traces de choc à la surface et parfois l'édifice cristallin du quartz.

Certains de ces grains quittent le domaine intertidal et sont transportés vers les grottes de Témara, par les vagues et puis par les vents à partir du littoral. D'autres conti-

**Fig. 13 : Détail d'un grain de quartz de la grotte d'El Mnasra présentant des précipitations de silice en forme de globules.**

*Fig. 13: Quartz grain from El Mnasra cave showing globular shaped silica precipitations.*

**Fig. 14 : Détail d'un grain de quartz d'El Harhoura II montrant des dépôts de silice en forme de dendrites.**

*Fig. 14: Quartz grain from El Harhoura II cave showing dendrites shaped silica deposits.*

**Fig. 15 : Grain de quartz d'El Mnasra avec des cristaux de néogénèse de silice.**

*Fig. 15: Grain of quartz from El Mnasra with crystals of neogenous silica.*

nent leur trajet vers le milieu infratidal qui est défini par deux environnements de différentes profondeurs : dynamique et statique. Les grains arrivent d'abord dans le premier environnement (dynamique) soumis aux actions des vagues, de la houle et des courants côtiers. Là, ils acquièrent des formes de dissolution anastomosées puis des figures de dissolution géométriques attaquant le quartz bien cristallisé. Les grains de quartz de ce groupe ne subissent pas le même sort : certains d'entre eux retrouvent le milieu intertidal qui représente une zone de transition avant leur dépôt dans les grottes. D'autres grains, grâce aux courants marins, se dirigent en profondeur vers l'environnement statique du milieu infratidal. Les

**Fig. 16 : Grain de quartz d'El Mnasra exposant des figures de dissolution géométriques attaquant l'édifice cristallin du quartz. Ces formes témoignent d'une évolution dans les environnements dynamiques du milieu infratidal.**

*Fig. 16: Quartz grain of El Mnasra showing geometrical figures of dissolution of quartz. These forms indicate an evolution in dynamic environments of the infratidal medium.*

**Fig. 17 : Quartz de la grotte d'Ouled Bouchikha affichant des traces de broutage caractéristiques des milieux intertidaux. La dissolution de silice prononcée exploite la base des traces de choc. Le grain a été déplacé jusqu'aux environnements statiques de l'horizon infratidal (surface très propre du grain).**

*Fig. 17: Quartz grain of the Ouled Bouchikha cave showing friction marks characteristic of the intertidal medium. The marked dissolution of silica originates at the basis of the shock traces. The grain was displaced up to the static environments of the infratidal horizon (very clean surface grains).*

**Fig. 18 : Détachement de grains de sables d'un fragment de calcarénite (entouré) provenant de la grotte d'El Mnasra.**

*Fig. 18: Grains of sand detaching from a fragment of calcarenite (circled) from El Mnasra caves.*

grains n'étant soumis qu'à l'action des courants de fond, acquièrent un réseau de dissolution anastomosé attaquant progressivement l'édifice cristallin et donnant un aspect très propre à la surface des grains. Cette dernière unité de grains retourne vers le continent en passant par les mêmes stations qui servent de zones de transition, avant d'achever leur transport dans les grottes de Témara.

On déduit alors que les grains de quartz des grottes de Témara ont subi un long cheminement dont le milieu intertidal et le haut de plage représentent la station de provenance la plus directe (Niftah, 2003). Cependant, aucune marque de choc fraîche, indiquant le transport des grains entre la dérive et les grottes, n'a été enregistrée. Ceci peut être dû à la courte distance qui sépare les grottes du littoral atlantique.

Le traitement et l'observation des grains de quartz de la paroi calcarénitique des grottes montrent une grande similitude avec les grains des remplissages des grottes de Témara. On peut donc en déduire que les grains des remplissages et ceux de la paroi ont subi les mêmes cheminements. Par conséquent, il faut prendre en considération une autre origine pour les sédiments remplissant les grottes de Témara : il s'agit de l'altération de l'encaissant calcarénitique. En effet, on a procédé à des observations au microscope optique de quelques fragments provenant de la calcarénite de la paroi de la grotte d'El Mnasra. Les fragments, après leur imprégnation par un mélange de résine polyester et de styrène, ont été montés entre lame et lamelle et leur épaisseur ne dépasse pas 35  $\mu\text{m}$ . La plupart de ces fragments présentent de nombreux vides dus à la dissolution des carbonates constituant la matrice majeure des calcarénites. Ceci est à l'origine du détachement des grains de sable de l'encaissant calcarénitique (fig. 18), d'où la participation importante de l'encaissant aux remplissages des grottes de Témara.

## CONCLUSION

L'étude des minéraux lourds des remplissages des grottes de Témara a permis de proposer diverses origines des sédiments : les minéraux ferromagnésiens, notamment l'augite, proviennent du volcanisme du Moyen Atlas ; les minéraux métamorphiques tels que l'épidote, l'andalousite, la staurotite, le grenat et le sphène sont issus du socle métamorphique de la Meseta marocaine ; enfin la présence de la pumpellyite prouve la présence des apports provenant de l'arrière pays de Casablanca. Leurs trajets ont été retracés grâce à l'étude exoscopique des grains de quartz.

L'analyse des grains de quartz en exoscopie a montré que ces sédiments furent acheminés jusqu'à l'océan Atlantique par le vent et par les eaux. Ces modes de transport sont attestés respectivement par la présence des «croissants» et des «V» de choc à la surface des grains. Ces derniers ont subi, par la suite, une évolution plus ou moins complexe dans le milieu marin qui a été représenté à la surface des grains par deux horizons :

\* d'abord dans l'horizon intertidal (traces de broutage, dissolutions et précipitations de silice) où certains de ces grains achèvent leur cheminement en revenant vers la côte puis, grâce aux vents, vers les grottes de Témara,

\* ensuite dans l'horizon infratidal où les autres grains sont repris grâce aux courants marins. Cet horizon est caractérisé par deux environnements de différentes profondeurs : dynamique et statique. Ces derniers grains se dirigent également vers la côte par différents courants marins et puis vers les grottes de Témara par les vents (fig. 19).

**Fig. 19 : Synthèse des voies suivies par les grains de quartz des remplissages des grottes de Témara (Niftah, 2003).**  
*Fig. 19: Synthetical presentation of the transformation pathways followed by the quartz grains of the Témara cave deposits (Niftah, 2003).*

L'étude des minéraux lourds et des grains de quartz issus de la calcarénite prélevée dans différents endroits de la falaise a montré des résultats similaires par rapport aux dépôts des remplissages des cavernes de Témara. Ceci permet de proposer le même cheminement pour les sédiments des dunes déposées durant le stade isotopique 5e. Une telle similitude témoigne surtout de la participation de l'encaissant dans le remplissage des grottes en raison de la désagrégation granulaire de la calcarénite. L'abondance de fragments de calcarénite dans ce remplissage laisse penser que l'apport de l'encaissant est important.

### REMERCIEMENTS

A l'issue de cette étude, nous tenons à remercier vivement Monsieur Philippe Legigan, spécialiste de l'étude exoscopique des grains de quartz au MEB, pour sa grande disponibilité et ses conseils éclairés. Nous remercions également Madame Brigitte Deniaux, Ingénieur d'étude au CNRS, pour l'initiation à l'utilisation du MEB et pour ses remarques constructives. Les auteurs tiennent également à remercier les deux rapporteurs pour leurs remarques et leurs orientations qui ont été particulièrement constructives.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABERKAN, M., 1989** - *Etude des formations des marges du bassin du Rharb (Maroc nord-occidental)*. Thèse de Doctorat de l'Université de Bordeaux I, n° 964, 290 p.
- AKIL, M., 1990** - *Les dépôts quaternaires littoraux entre Casablanca et Cap Beddouza (Méséta côtière marocaine) : études géomorphologiques et sédimentologiques*. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences, Univ. Mohammed V, Rabat, 417 p.
- AKIL, M. & GAYET, J., 1988** - Evolution des cortèges de minéraux lourds des formations actuelles et Plio-Quaternaires de la plateforme et du littoral atlantique marocain. *Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine*, Bordeaux, **43**, 153-161.
- BOUZOUGGAR, A., 1997** - *Matières premières, processus de fabrication et de gestion des supports d'outils dans la séquence atérienne de la grotte d'El Mnasra I (ancienne grotte des Contrebandiers) à Témara (Maroc)*. Thèse de Doctorat de l'Université Bordeaux I, 273 p.
- DAUGAS, J. P., RAYNAL, J.P., BALLOUCHE, A., OCCHIETTI, S., PICHET, P., EVIN, J., TEXIER, J.P. & DEBENATH, A., 1989** - Le Néolithique nord-atlantique du Maroc : premier essai de chronologie par le radiocarbone. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, **308**, série II, 681-687.
- DEBENATH, A., 1982** - Découverte d'une mandibule humaine atérienne à El Harhoura, province de Rabat. *Bulletin d'Archéologie marocaine*, **XII**, 3-21.
- DEBENATH, A., 1992** - Hommes et cultures matérielles de l'Atérien marocain, *l'Anthropologie*, **96**, n° 4, 711-720.
- DEBENATH, A., RAYNAL, J.P., ROCHE, P., TEXIER, J.P. & FEREMBACH, D., 1986** - Stratigraphie, habitat, typologie et devenir de l'Atérien marocain : Données récentes, *l'Anthropologie*, **90**, 2, 233-246.
- DEER, W.A., HOWIE, R.A. & ZUSSMAN, J., 1992** - An introduction to the rock-forming minerals. *Ed. Longman Scientific et Technical*, 2<sup>nd</sup> ed., 549 p.
- DUPLANTIER, F. & CIRAC, P., 1983** - La sédimentation sur le plateau continental atlantique marocain : interférences des apports minéraux terrigènes et de la dynamique marine. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, **296**, série II, 467-472.
- EL GRAOUI, M., 1994** - *Contribution à l'étude des formations littorales quaternaires de la région de Casablanca (Maroc) : sédimentologie, microfaciès et minéraux lourds*. Thèse de Doctorat de l'Université Bordeaux I, 293 p.
- EL HAJRAOUI, M. A., 1993** - Nouvelles découvertes néolithiques et atériennes dans la région de Rabat « Grotte d'El Mnasra ». *Méditerranée*, n° 2, 105-121.
- EL HAJRAOUI, M. A. & NESPOULET, R., 2001** - Mission archéologique El Harhoura II. *Rapport de l'année 2001*, 22 p.
- KHIRI, F., 1995** - *Etude géomorphologique et sédimentologique du littoral de Mohammedia*. Mémoire DEA en Science de la mer. Univ. Chouaibi Doukali, Faculté des Sciences, El Jadida, 61 p.
- LEGIGAN, P., 2002** - *Application de l'exoscopie des quartz à la reconstruction des environnements sédimentaires*. In : J.-C. Miskovsky (dir. de). *Géologie de la Préhistoire*. Géopré, Association pour l'étude de l'environnement géologique de la préhistoire, Paris, 571-587.
- LMOUATASSIME, N., 1981** - *Etude sédimentologique des terrasses quaternaires et des alluvions actuelles de l'Oued Mellah (Méséta marocaine nord occidentale)*. Thèse de Doctorat Univ. P. et M. Curie Paris VI, 81 p.
- MARIA, A.-M. & HEINZ, F.-W., 1992** - *Heavy minerals in colour*. Chapman & Hall, 147 p.
- NIFTAH, S., 2003** - *Contribution à l'étude stratigraphique, sédimentologique et micromorphologique des remplissages du Pléistocène supérieur des grottes du littoral atlantique marocain (El Mnasra, Les Contrebandiers et El Harhoura II, région de Témara, Rabat)*. Thèse de Doctorat, Université de Perpignan, 233 p.
- OCCHIETTI, S., RAYNAL, J.P., PICHET, P. & TEXIER, J.P., 1993** - Aminostratigraphie du dernier cycle climatique au Maroc atlantique, de Casablanca à Tanger. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, **317**, série II, 1625-1632.
- PRONE, A., 1980** - *Les quartz de la Provence occidentale. Etude exoscopique et endoscopique, implications paléontologiques*. Thèse de Doctorat, Université de Provence, 427 p.
- RAYNAL, J.P., DEBENATH, A. & TEXIER, J.P., 1982** - Les « limons rouges » de la Méséta marocaine : limites et chronologie : données récentes. *9<sup>e</sup> Réun. An. Sc. Terre*, Paris, Soc. Géol. Ed., 535 p.
- ROCHE, J., 1976** - Chronostratigraphie des restes atériens de la grotte des Contrebandiers à Témara, *Bulletin et mémoires de la société d'Anthropologie de Paris*, **3**, fasc. 2, 165-173.
- ROCHE, J. & DELIBRIAS, G., 1976** - Datations absolues de l'Épipaléolithique marocain, *Bulletin de l'Archéologie marocaine*, **X**, 11-26.
- TEXIER, J.P., RAYNAL, J.P. & LEFEVRE, D., 1985** - Nouvelles propositions pour un cadre chronologique raisonné du Quaternaire marocain. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, **301**, série II, n°3, 183-188.
- TEXIER, J.P., HUXTABLE, J., RHODES, E.J., MIALLIER, D. & OUSMOI, M., 1988** - Nouvelles données sur la situation chronologique de l'Atérien au Maroc et leurs implications. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, **307**, série II, 827-832.
- ZANNIBY, F., 2000** - *Géologie du Quaternaire dans la région de Casablanca : Aspect sédimentologique et géotechnique. Contribution à l'étude d'impact anthropologique sur la dégradation de l'environnement*. Thèse de Doctorat, Univ. Mohammed V, Rabat.